



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**COPÉPODOS MEIOFAUNALES ASOCIADOS A  
HÁBITATS BÉNTICOS ABISALES Y  
QUIMIOSINTÉTICOS DE LA CUENCA DE  
GUAYMAS Y EL MARGEN DE SONORA, MÉXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**B I Ó L O G A**

**P R E S E N T A:**

**KAREN ITZEL RIVERA SÁNCHEZ**



**DIRECTORA DE TESIS:  
DRA. ELVA GUADALUPE ESCOBAR BRIONES  
2017**

**Ciudad Universitaria, CDMX**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## Datos del jurado

**1. Datos del alumno**

Rivera  
Sánchez  
Karen Itzel  
63 05 68 20  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
10500336-0

**2. Datos del tutor**

Dra.  
Elva Guadalupe  
Escobar  
Briones

**3. Datos del sinodal 1**

Dra.  
Wilma Soledad  
Ardiles  
Gloria

**4. Datos del sinodal 2**

M. en C.  
León Felipe  
Álvarez  
Sánchez

**5. Datos del sinodal 3**

M. en C.  
Elvira Leticia  
Jiménez  
Guadarrama

**6. Datos del sinodal 4**

M. en C.  
Esmeralda  
Morales  
Domínguez

**7. Datos del trabajo escrito**

Copépodos meiofaunales asociados a hábitats bénticos abisales y quimiosintéticos de la  
Cuenca de Guaymas y el Margen de Sonora, México  
121 p  
2017

*Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como la oportunidad de penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.*

Albert Einstein

*La ciencia es más que solo conocimiento.  
Es una manera de pensar, una manera de interrogar escépticamente al universo.  
Carl Sagan (1934 – 1996)*

*“Hay grandeza en esta visión de la vida, que con sus diferentes fuerzas, habiéndose originado de una o pocas formas; y que, mientras este planeta ha ido girando de acuerdo a la ley de la gravedad, desde un origen tan sencillo, hayan evolucionado y sigan haciéndolo una infinidad de las formas más bellas y maravillosas.”*

Charles Darwin (1809 - 1882)

*Para los seres de luz que más amo en el universo*

*Mis padres: Norma Sánchez y Fernando Rivera*

*Mi abogada favorita, mi hermana Stephanie*

*Mis abuelitos: María de la Luz y José Cruz*

*Mi amor tlacuache, Román Santiago*

*Y claro que por supuesto que a mis bebesaurios: Kody, Yago y Pelusa*

## **Agradecimientos institucionales**

Este estudio se desarrolló gracias al proyecto de colaboración binacional Francia-México, entre el Instituto Francés de Investigación para la Explotación del Mar (IFREMER) y el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML, UNAM). Así como al financiamiento de los proyectos nacionales “Factores que definen la variabilidad de la diversidad biológica y biomasa en el mar profundo del Golfo de México” (PAPIIT) y CONACyT 40158F.

La licencia de muestreo para la cuenca de Guaymas fue: DAPA/2/281009/3803.

A los participantes y tripulación del B/O L’Atalante, así como el sumergible Nautille, por su apoyo en la realización y obtención de muestras en la expedición BIG (jefa de científicos: Dra. Anne Godfroy).

Agradezco el espacio brindado para revisión y análisis de muestras, en el laboratorio de Biodiversidad y Macroecología a cargo de la Dra. Elva Escobar Briones (ICML, UNAM).

## **Agradecimientos personales**

A la Universidad Nacional Autónoma de México que desde los 12 años me acogió para formarme como profesional.

A la Dra. Elva Escobar por mostrarme y ser partícipe del maravilloso mundo de la investigación del mar profundo. Por la guía y su gran experiencia en el tema, el apoyo y paciencia que entregó para la realización de este trabajo.

Al Dr. Samuel Gómez por su valiosa asesoría en la identificación y clasificación de los copépodos harpacticoides.

A la M. en C. Adriana Gaytán-Caballero por su infinito apoyo y sus comentarios desde taller hasta la fecha. ¡Gracias por confiar en mí!

A mis sinodales por sus acertados comentarios y apoyo para mejorar este trabajo de investigación.

A la Dra. Vilma Ardiles por su experiencia y al gran apoyo e interés desde taller.

Al M. en C. León Álvarez por su gran disponibilidad en asesoramiento estadístico.

A la M. en C. Leticia Jiménez por el constante apoyo y disposición para resolver dudas.

A la M. en C. Esmeralda Morales por el tiempo y apoyo en la revisión de este trabajo.

A la Lic. en Biología Iris García Tello por su apoyo y el trabajo en equipo que realizamos para la revisión de las muestras. Así como a la Lic. en Biología Victoria Suazo Yamallel por la revisión del Nivel 1 (0-1 cm).

A mis entusiastas y queridos compañeros del laboratorio de Biodiversidad y Macroecología: Adri, Maya, Letty, Esme, Vilma, Iris, Itzel, Nora, Sandra, Ale, Yosse, Paco, Odette, Karla, Thalía, Darien, Erick y los chicos “nuevos elementos” que están llegando. Muchas gracias por el apoyo moral todos los días, los comentarios, las risas, los momentos de trabajo en equipo y también por los momentos de convivencia social durante todo este tiempo. ¡Gracias equipo infauna!

A mis amigas de toda la vida, Ale, Ángeles y Lupita. Por su amistad-hermandad, por las incontables risas, las locuras, las anécdotas desde iniciación universitaria hasta la fecha, pero sobre todo por su apoyo y siempre creer que yo llegaría a cumplir mi sueño, ser una gran bióloga. ¡Las quiero mucho!

A mis grandes amigos de la universidad, Yecenia, Fer, Cynthia, Yisus, Gonzalo, Angie e Irma, por recorrer juntos esta aventura de la Biología, por el apoyo y los buenos momentos.

A la familia Santiago por abrirme las puertas de su casa y de su corazón, por apoyarme y hacerme sentir como una integrante más. Qué buenas personas son, ¡muchas gracias! Pero sobre todo a mi amore Román por todo su amor, cuidado, apoyo, risas, aventuras, desvelos y perseverancia, todo por hacerme feliz, muchas gracias tlacuache. ¡Je t'aime beaucoup!

Y finalmente a mi familia, a mis abuelitos por sus valores, su guía, su protección y su amor, a mis tías que me cuidaron, a mis tíos que me vieron crecer, a mis primos y primas por hacer una infancia tan divertida e inolvidable, pero sobre todo a mi Mamy por su infinito amor, por su educación, por su manera de querer cambiar al mundo y por enseñarme que los sueños si se pueden cumplir con mucho esfuerzo y dedicación, a mi Papy por hacerme una mujer de carácter fuerte y no dejarme vencer ante los obstáculos por más duros que parezcan, a mi gusana favorita, mi hermana, que sin ella no tendría ese "barrio que me respaldara" y me llevara por los tacos los viernes por la noche, por todas esas peleas y risas que hemos pasado, pero sobre todo por ser mi mejor amiga durante 24 años, y a mis goldos panzones por ser tan fieles, amorosos, traviosos, por saltar y brincar, como chapulines, por lo felices que se ponen cuando nos ven llegar a casa y por los millones de besos y apapachos para hacer mi vida más feliz y afortunada.

**¡OHANA, LOS AMO!**



## ÍNDICE

Índice de Figuras.....	I
Índice de Tablas.....	II
Índice de Anexos.....	III
Resumen.....	IV
Abstract.....	V
1. Introducción.....	1
1.1 <i>Características del mar profundo</i> .....	1
1.2 <i>Meiofauna</i> .....	1
1.2.1 <i>Copépodos de mar profundo</i> .....	2
1.3 <i>Ventilas hidrotermales</i> .....	5
1.4 <i>Infiltraciones frías</i> .....	5
2. Antecedentes.....	6
3. Justificación.....	10
4. Objetivos.....	11
5. Hipótesis.....	11
6. Área de estudio .....	12
6.1 <i>Golfo de California</i> .....	12
6.1.1 <i>Cuenca de Guaymas</i> .....	14
6.1.2 <i>Margen de Sonora</i> .....	14
7. Material y Método.....	15
7.1 <i>Trabajo de campo</i> .....	15
7.2 <i>Trabajo de laboratorio</i> .....	22
7.3 <i>Análisis de datos</i> .....	22
8. Resultados .....	25
8.1 <i>Composición taxonómica</i> .....	25
8.2 <i>Riqueza taxonómica</i> .....	27
8.3 <i>Densidad</i> .....	31
8.4 <i>Parámetros ecológicos</i> .....	34
9. Discusión.....	37
9.1 <i>Composición taxonómica</i> .....	37
9.2 <i>Riqueza taxonómica</i> .....	39
9.3 <i>Densidad</i> .....	41
9.4 <i>Parámetros ecológicos</i> .....	43
10. Conclusiones.....	46
11. Referencias.....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Plan básico de un copépodo harpacticoida.....	3
<b>Figura 2.</b> Los Órdenes más abundantes de la Subclase Copepoda.....	4
<b>Figura 3.</b> Área de estudio: Golfo de California, Cuenca de Guaymas y Margen de Sonora.....	13
<b>Figura 4.</b> Mapa de los sitios muestreados durante la campaña BIG.....	17
<b>Figura 5.</b> Sitio Testigo: Planicie abisal.....	17
<b>Figura 6.</b> Sitio Vasconcelos: hábitats y muestreo.....	19
<b>Figura 7.</b> Sitio Ayala: hábitat y muestreo.....	20
<b>Figura 8.</b> Sitio Juárez: hábitat y muestreo.....	20
<b>Figura 9.</b> Sitio Megamat: hábitat y muestreo.....	21
<b>Figura 10.</b> Sitio Morelos: hábitat y muestreo.....	21

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Coordenadas geográficas de las inmersiones y los hábitats de cada ecosistema...	16
<b>Tabla 2.</b> Arreglo sistemático de los copépodos identificados en ventilas hidrotermales, infiltraciones frías y la planicie abisal del Golfo de California, México.....	25
<b>Tabla 3.</b> Valores de la riqueza taxonómica de copépodos de cada ecosistema por nivel de profundidad en el sedimento.....	28
<b>Tabla 4.</b> Valores de la riqueza taxonómica de copépodos entre hábitats de infiltraciones frías y por nivel de profundidad en el sedimento.....	29
<b>Tabla 5.</b> Valores de la riqueza taxonómica de copépodos entre hábitats de ventilas hidrotermales y por nivel de profundidad en el sedimento.....	30
<b>Tabla 6.</b> Valores de la riqueza taxonómica de copépodos de la planicie abisal por nivel de profundidad en el sedimento.....	31
<b>Tabla 7.</b> Valores de la densidad de copépodos de cada ecosistema por nivel de profundidad en el sedimento.....	32
<b>Tabla 8.</b> Valores de la densidad de copépodos por hábitats de infiltraciones frías y por nivel de profundidad en el sedimento.....	32
<b>Tabla 9.</b> Valores de la densidad de copépodos por hábitats de ventilas hidrotermales y por nivel de profundidad en el sedimento.....	33
<b>Tabla 10.</b> Valores de la densidad de copépodos de la planicie abisal por nivel de profundidad en el sedimento.....	34
<b>Tabla 11.</b> Valores de los índices ecológicos para cada ecosistema por nivel de profundidad en el sedimento.....	34
<b>Tabla 12.</b> Valores de los índices ecológicos para cada hábitat de infiltraciones frías por nivel de profundidad en el sedimento.....	35
<b>Tabla 13.</b> Valores de los índices ecológicos para cada hábitat de ventilas hidrotermales por nivel de profundidad en el sedimento.....	36
<b>Tabla 14.</b> Valores de los índices ecológicos para el hábitat de planicie abisal por nivel de profundidad en el sedimento.....	36

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo I.</b> Lista de especies de copépodos que se han reportado en ventilas hidrotermales e infiltraciones frías de mar profundo de los océanos Pacífico y Atlántico.....	56
<b>Anexo II.</b> Tabla de clasificación y distribución de las especies.....	70
<b>Anexo III.</b> Tablas de presencia-ausencia y abundancia por ecosistema y nivel de profundidad en el sedimento.....	71
<b>Anexo IV.</b> Tablas de presencia-ausencia y abundancia por hábitat y nivel de profundidad en el sedimento.....	73
<b>Anexo V.</b> Tablas de densidad de cada especie por ecosistema, hábitat, estación y nivel de profundidad en el sedimento .....	76
<b>Anexo VI.</b> ANOVAS de la riqueza y densidad por ecosistema, hábitats y niveles de profundidad en el sedimento.....	83
<b>Anexo VII.</b> Fotos y esquemas de las especies encontradas.....	87

## RESUMEN

El número de trabajos sobre diversidad de copépodos de ecosistemas abisales, incluyendo ventilas hidrotermales e infiltraciones frías en México es reducido, a pesar de que los copépodos son el segundo taxón más dominante del meiobentos en mar profundo. El presente estudio tiene como objetivo contribuir al conocimiento de la taxonomía y ecología de los copépodos meiofaunales del Golfo de California asociados a hábitats bénticos abisales y quimiosintéticos de ventilas hidrotermales de la Cuenca de Guaymas y de infiltraciones frías del Margen de Sonora. Las muestras de sedimento se obtuvieron durante la campaña oceanográfica *BIG "Biodiversité et Interactions à Guaymas"* en una colaboración con el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM (ICML) y el Instituto Francés para la Exploración del Mar (IFREMER) en el año 2010 y fueron colectadas en núcleos de sedimento con el apoyo del sumergible *Nautille* lanzado desde el B/O *L'Atalante* del IFREMER. La colecta de muestras se realizó en cinco hábitats de infiltraciones frías, dos hábitats de ventilas hidrotermales y un hábitat de planicie abisal a profundidades entre 1,561 y 2,012 m. De cada núcleo se procesaron los primeros 15 cm de sedimento superficial seccionados cada uno en cinco niveles (0-1; 1-3; 3-5; 5-10; y >10 cm). En total se obtuvieron 372 organismos, a partir de los cuales se identificaron 10 especies de copépodos clasificados en tres órdenes (Harpacticoida, Poecilostomatoida, Siphonostomatoida) y en ocho familias (Ameiridae, Ancorabolidae, Cletodidae, Ectinosomatidae, Clausidiidae, Erebonasteridae, Oncaeidae y Dirivultidae). Las formas más dominantes en los ecosistemas de infiltraciones frías y planicie abisal fueron *Ectinosomatidae* sp. 1 y la especie *Ameira cf. tenuicornis* (Harpacticoida); cabe resaltar que esta última constituye el primer registro en ecosistemas de mar profundo. En ventilas hidrotermales la especie dominante fue únicamente *Erebonaster protentipes*. La mayor riqueza taxonómica y densidad se registró en el hábitat del siboglínido *Escarpia spicata* (Jua\_Sibo) del Margen de Sonora con nueve especies y valores de densidad de  $17.0 \pm 13.1$  ind/10cm<sup>2</sup>, seguido por el hábitat de sedimento blando abisal (Test\_SedBlan) con cinco especies y  $12.0 \pm 12.9$  ind/10cm<sup>2</sup>, y el hábitat formado por el vesicómido *Archivesica gigas* y un tapete microbiano (Mor\_Vesico + Tmicrob) con tres especies y  $1.3 \pm 1.7$  ind/10cm<sup>2</sup> en la Cuenca de Guaymas. La mayor diversidad ( $H' \log_2 = 2.5$ ) se reconoció así mismo en el hábitat de Jua\_Sibo. Los resultados de las infiltraciones frías y la planicie abisal son primeros registros para ecosistemas de mar profundo en el Golfo de California. En todos los casos los valores más altos de riqueza de especies, densidad y de diversidad se registraron en el primer nivel del sedimento (0-1 cm) y disminuyeron con la profundidad en el sedimento.

## ABSTRACT

The number of published papers on copepod biodiversity of deep-sea ecosystems, including hydrothermal vents and cold seeps in Mexico is low, in spite of copepods being the second most dominant taxon of the deep sea meiobenthos. The present study aims to contribute to the knowledge of meiofaunal copepod taxonomy and ecology associated with abyssal benthic habitats including of hydrothermal vents of the Guaymas basin and cold seeps of the Sonora margin in the Gulf of California. The sediment samples were collected during the BIG "Biodiversité et Interactions à Guaymas" oceanographic cruise that took place as a collaborative effort with UNAM's Institute of Marine Sciences and Limnology (ICML) and the French Institute for the exploration of the Sea (IFREMER) in 2010. The robotic arm of the submersible Nautile launched from the R/V L'Atalante assisted in the collection of the sediment cores in five cold seep habitats, two hydrothermal vent habitats and 1 abyssal plane habitat at depths between 1,561 and 2,012 m. The top 15 cm of the sediment core was sectioned into five layers (0-1, 1-3; 3-5, 5-10, and 10 cm). A total of 372 sorted specimens were identified in 10 species, classified within three orders (Harpacticoida, Poecilostomatoida and Siphonostomatoida) and eight families (Ameiridae, Ancorabolidae, Cletodidae, Ectinosomatidae, Clausidiidae, Erebonasteridae, Oncaeiidae and Dirivultidae). The most dominant copepod forms in the cold seeps and abyssal plain ecosystems were Ectinosomatidae sp. 1 and the species *Ameira* cf. *tenuicornis* (Harpacticoida); the latter is recorded for the first occasion in the deep sea. In hydrothermal vents the dominant species was *Erebonaster protentipes*. The largest richness (9 species) and density ( $17.0 \pm 13.1$  ind/10cm<sup>2</sup>) in the Sonora margin occurred in the *Escarpia spicata* siboglinid habitat (Jua\_Sibo), followed by the abyssal soft sediment habitat (Test\_SedBlan) with five species and  $12.0 \pm 12.9$  ind/10cm<sup>2</sup>, and the *Archivesica gigas* vesycomiid and the microbial mat (Mor\_Vesico + Tmicrob) habitats with three species and  $1.3 \pm 1.7$  ind/10cm<sup>2</sup> in the Guaymas basin. The largest diversity,  $H' \log_2 = 2.5$ , was recognized in the Jua\_Sibo habitat. The results of cold seeps and abyssal plain are first data for deep sea ecosystems in the Gulf of California. In all habitats the largest values for richness, density and diversity were recorded in the 0-1 cm sediment layer and decreased with sediment depth.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 *Características del mar profundo*

El mar profundo se reconoce a partir de los 200 m de profundidad y comprende tanto a la masa de agua como a los fondos marinos (Gage y Tyler, 1999). La ausencia de luz, el efecto de la presión hidrostática y la baja temperatura son los principales factores ambientales que caracterizan a este bioma. En el mar profundo existen dos procesos que sostienen la vida de los organismos, el heterotrófico (predominante) y el quimiosintético; en el primero las comunidades dependen del flujo de materia orgánica producida en la superficie del océano por medio de fotosíntesis (Escobar-Briones, 2014), y en el segundo las bacterias quimioautolitotróficas desempeñan el papel de productores primarios, sostenidos por fuentes de energía química (Jannasch, 1995).

La biodiversidad del mar profundo es, posiblemente, la más elevada en el planeta y se compone principalmente por organismos que habitan el sedimento, los cuales conforman la macrofauna y meiofauna (Escobar-Briones, 2014).

Los ecosistemas de mar profundo, por ejemplo, las planicies abisales, se encuentran entre los ecosistemas más limitados en alimento a nivel global (Smith *et al.*, 2008), generando baja biomasa, pero se distribuyen con alta uniformidad (Rex *et al.*, 2006; Rowe *et al.*, 2008). En contraste, los ecosistemas sostenidos por quimiosíntesis, como ventilas hidrotermales e infiltraciones frías, se caracterizan por una biomasa y abundancia elevadas, aunque la biodiversidad es baja, dominadas por pocas especies altamente adaptadas (Escobar-Briones, 2014).

### 1.2 *Meiofauna*

El término meiofauna proviene del griego *meio* que significa “más pequeño” que la macrofauna y se define como aquellos organismos móviles o sésiles, que viven entre y sobre los granos del sedimento (Duplisea y Hargrave, 1996; Duplisea, 2000). El tamaño oscila entre los 36 y 63  $\mu\text{m}$  (Zamorano *et al.*, 2012), aunque existen diferentes intervalos de tamaños, el cual varía de acuerdo al autor; por ejemplo, Giere (2009) considera para la meiofauna un intervalo entre los 44 y 500  $\mu\text{m}$ .

La meiofauna se encuentra en una gran diversidad de hábitats. Se puede hallar en el bentos de agua dulce y marina, desde la orilla hasta grandes profundidades, en los sedimentos más suaves a las gravas más gruesas, así como en tubos de gusanos y equinodermos (Higgins y Thiel, 1988). Estos organismos también tienen una clara distribución vertical dentro del sedimento de hasta 10 cm de profundidad,

aunque la mayoría se encuentran en los 2 cm superficiales del sedimento, restringidos principalmente por la limitada disponibilidad de oxígeno (Danovaro *et al.*, 2004).

En la meiofauna se reconocen 20 taxa, entre los más representativos están Nematoda, Copepoda y Polichaeta. Se ha observado, además, que ciertos taxa son buenos indicadores de contaminación debido a sus altas densidades en muestras relativamente pequeñas y/o a su alta asociación con el sedimento (Zamorano *et al.*, 2012).

### **1.2.1 Copépodos de mar profundo**

Después de los nematodos, los copépodos suelen ser el grupo taxonómico más abundante del meiobentos en muestras marinas. Los copépodos harpacticoideos son el orden dominante de los copépodos bentónicos, aunque también podemos encontrar representantes del orden Poecilostomatoida y Siphonostomatoida en ecosistemas quimiosintéticos de mar profundo (Marcotte, 1983; Wells, 1988).

El cuerpo de los copépodos se compone de tres tagmas: el cefalosoma, el metasoma y el urosoma. El cefalosoma consta de la cabeza y el primer segmento torácico. El metasoma consiste en el tórax y lleva las primeras cinco pares de patas natatorias (Wells, 1979) (Figura 1).

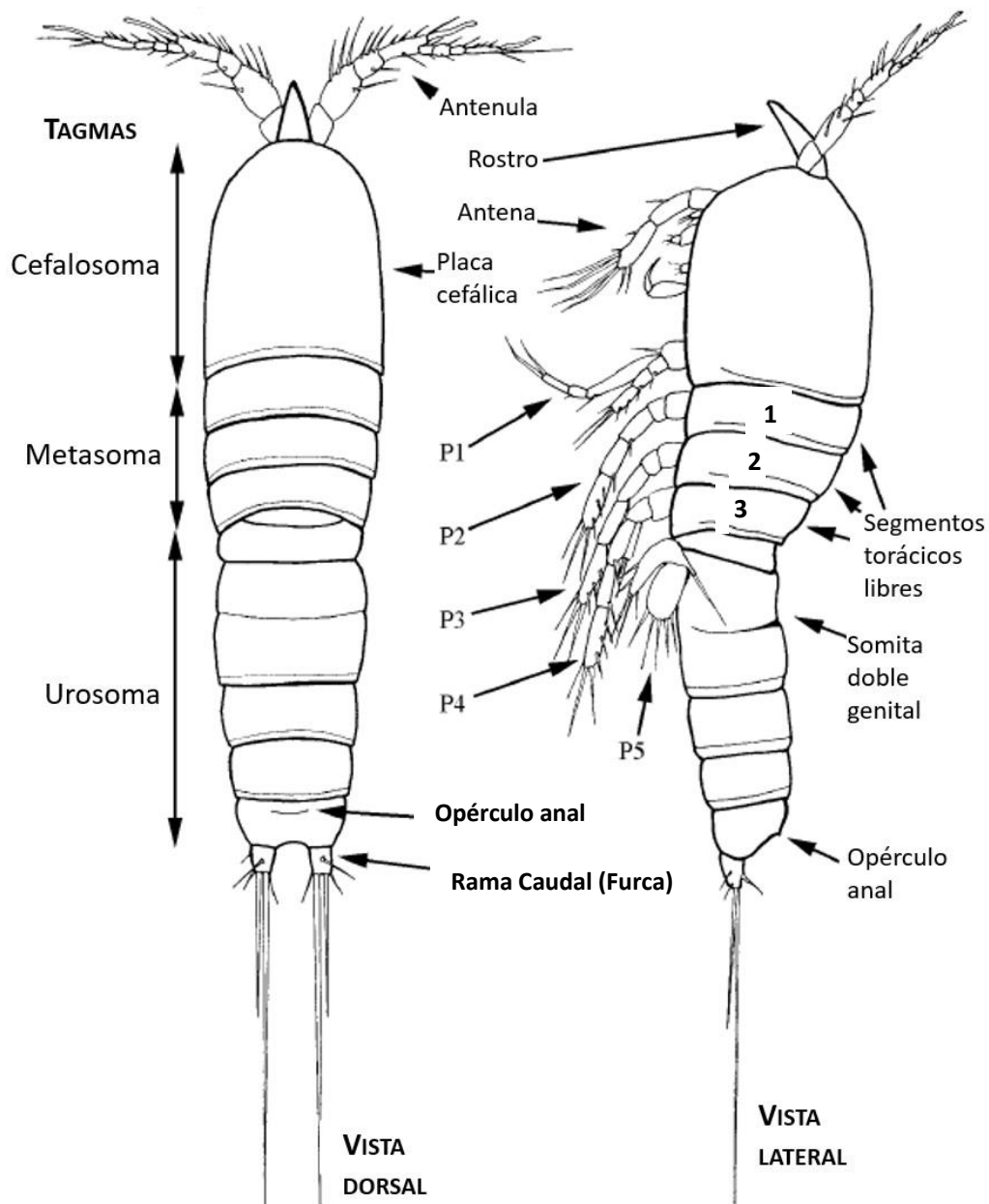
El urosoma está unido al metasoma y generalmente constituido por cinco segmentos, los cuales se unen y se reducen, el primero es llamado segmento genital. En la parte posterior al quinto segmento se halla la furca, formada por dos ramas caudales (Vives y Shmeleva, 2007) (Figura 1).

Los copépodos son dioicos, y su ciclo de vida típicamente incluye seis etapas larvales de nauplios y siempre incluye cinco etapas de copepodito subadulto durante el cual hay una adición progresiva de los segmentos.

**Orden Harpacticoidea.** Constituido por 460 géneros y 50 familias es uno de los diez órdenes de la subclase Copepoda que incluye unas 12,000 especies (Brusca y Brusca, 2005). La mayoría de las especies son de vida libre, aunque algunas son ectoparásitas o comensales (Huys *et al.*, 1996) y el 80% de las especies descritas son marinas (Marcotte, 1983; Wells, 1988).

Los harpacticoideos tienen un tamaño que varía de los 0.2 a 2.5 mm. La forma del cuerpo alargado y vermiforme (Figura 2A), la presencia de una cutícula segmentada que los protege y les da flexibilidad, y el reducido tamaño, son adaptaciones que están muy relacionadas con el tipo de hábitat que ocupan (Giere, 2009).



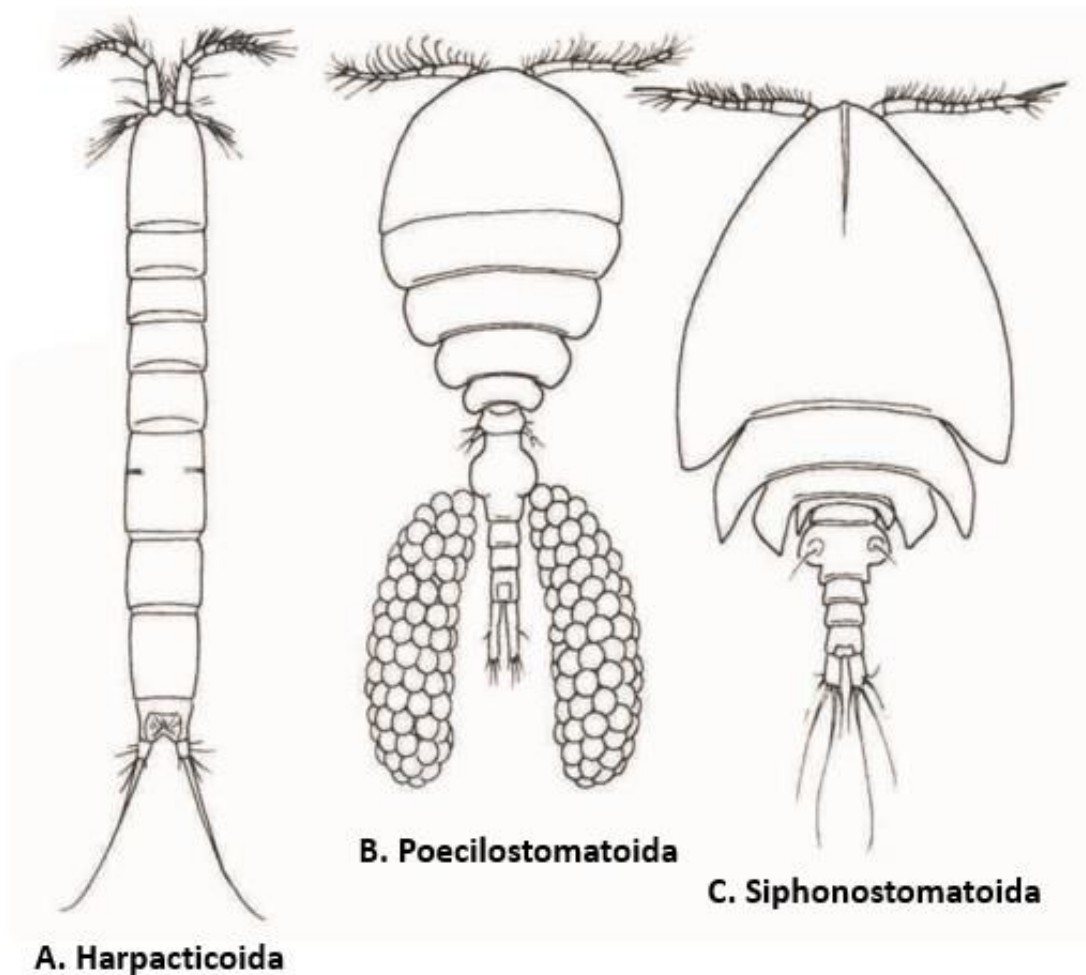


**Figura 1.** Plan básico de un copépodo harpacticoida. Se muestra la tagmosis, la segmentación y la posición. P= Pereiópodo (o pata caminadora). Modificado de Wells (2007).

**Orden Poecilostomatoida.** De acuerdo con Boxshall y Halsey (2004), para este orden se reconocen 80 familias con aproximadamente 3,200 especies. Esto se debe a que se incluyen, en este grupo, los antiguos Cyclopoida más los Poecilostomatoida, pues se cree que ambos conjuntos pueden representar una línea monofilética (Vives y Shmeleva, 2010). Se piensa que este orden se restringe a la vida planctónica, sin embargo, muchos de estos copépodos viven en y sobre el sedimento los cuales

representan el meiobentos. En contraste con los copépodos harpacticoides, los representantes de este orden son carnívoros depredadores que se alimentan de la meiofauna de un tamaño igual o incluso mayor. Se pueden encontrar en hábitats extremos como en cuevas anquialinas, ventilas hidrotermales e infiltraciones frías (Giere, 2008) (Figura 2B).

**Orden Siphonostomatoida.** Se trata de un orden con más de 1,400 especies reunidas en 40 familias (Vives y Shmeleva, 2010). La familia Dirivultidae está representada por varias especies asociadas a ecosistemas de ventilas hidrotermales. Viven en el hábitat generado por agregaciones de mejillones, gasterópodos o gusanos de tubo. Algunos incluso se encuentran en las cámaras branquiales de los camarones carideos de ventilas (Giere, 2008) (Figura 2C).



**Figura 2.** Los Órdenes más abundantes de la Subclase Copepoda en mar profundo: A) Harpacticoida, B) Poecilostomatoida, C) Siphonostomatoida. Modificado de Huys y Boxshall, 1991.

### **1.3 Ventilias hidrotermales**

Las ventilias hidrotermales se localizan en los márgenes continentales activos, que se localizan entre los 500 y 4,000 m de profundidad. Son fisuras del piso oceánico por los que se filtra agua oceánica con temperaturas de 2 a 4 °C y de las cuales emana agua calentada geotérmicamente, es decir el agua se calienta al contacto con la cámara magmática y la diferencia de densidad ocasiona su expulsión a manera de géiser submarino (su tamaño varía de unos cuantos centímetros a más de tres metros) con temperaturas de 300 a 400 °C, disolviendo a su paso los contenidos minerales de rocas de la propia corteza (Ledesma, 2011).

### **1.4 Infiltraciones frías**

Las infiltraciones frías (*cold seeps*) se localizan a lo largo de los márgenes continentales activos y pasivos a profundidades de entre unos pocos metros a varios kilómetros (Soto y Estradas, 2013). Son lugares donde gases, en su mayoría metano, se filtran a la superficie del sedimento a través de grietas y fisuras. Estos gases, en conjunto con hidrocarburos, se forman hasta varios kilómetros por debajo de la superficie del sedimento cuando la materia orgánica se degrada (por altas temperaturas o microorganismos) (Fischer, 2010).

A diferencia de las ventilias hidrotermales, los fluidos que emanan las infiltraciones frías (gases y líquidos) no son más calientes que el agua de mar circundante (Fischer, 2010).

## 2. ANTECEDENTES

Los copépodos en general desempeñan un papel importante en diversos ecosistemas, siendo por lo general el segundo taxón de la meiofauna más dominante tras los nematodos (Danovaro *et al.*, 2000; Tselepidis y Lampadariou, 2004; Netto *et al.*, 2005; Gambi y Danovaro, 2006; Danovaro *et al.*, 2008, Giere, 2009). Sin embargo, en los ecosistemas de sustratos duros como las ventilas hidrotermales, se ha reportado que los copépodos pueden ser el grupo más diverso de la meiofauna (Gollner *et al.*, 2007; Tsurumi *et al.*, 2003). Se estima que contribuyen con más del 15% del número total de especies animales conocidas en ventilas hidrotermales a nivel mundial (Tunncliffe *et al.*, 1998). La abundancia de este grupo es elevada en este ecosistema (Desbruyères y Segonzac, 1997; Tsurumi y Tunncliffe, 2001; Gebruk, 2002).

Los copépodos son esenciales para el reciclaje de nutrientes y sus partículas fecales son una fuente central de alimento para los detritívoros, además de que ellos mismos son una fuente de alimentación abundante para la macrofauna (Huys y Boxshall, 1991).

En las ventilas hidrotermales, los taxa de copépodos son distintos al de los ambientes abisales de fondo blando (Dinet *et al.*, 1988). Durante la década de los 90s, listas taxonómicas de copépodos de ecosistemas quimiosintéticos se publicaron en varias ocasiones, principalmente de ventilas hidrotermales del Pacífico y el Atlántico (Humes, 1991; Tunncliffe, 1991; Tunncliffe *et al.*, 1998; Humes y Segonzac, 1997).

Humes y Segonzac (1998) reportan 69 especies de copépodos en ecosistemas quimiosintéticos, mientras que Ivanenko y Defaye (2006) reconocen 80 especies de copépodos pertenecientes a los órdenes Harpacticoida, Calanoida, Cyclopoida, Misophrioida, Poecilostomatoida y Siphonostomatoida distribuidos en los océanos Pacífico y Atlántico, de los cuales sólo se han realizado en menor medida estudios de su biología, morfología funcional y evolución (Humes y Segonzac, 1998; Heptner e Ivanenko, 2002; Tsurumi *et al.*, 2003; Ivanenko y Defaye, 2006). Sin embargo, en la mayoría de los estudios se hace énfasis en que existen un alto número de especies esperando ser identificadas y descritas (Humes, 1999; Ivanenko y Defaye, 2006).

El orden con mayor número de representantes en las ventilas hidrotermales es Siphonostomatoida con 56 especies (70% de todas las especies de copépodos en este ecosistema), seguido por el orden Poecilostomatoida con nueve especies y Harpacticoida con 12 especies; en menor proporción se encuentran Calanoida, Cyclopoida y Misophrioida (Gebruk, 2002).

Los copépodos representantes de ventilas hidrotermales a nivel familia, varían. Los órdenes más diversos son los Harpacticoida con el 14.8%, seguido de Siphonostomatoida con el 10%, Cyclopoida con el 6.7% y 6.6% para Poecilostomatoida (Heptner e Ivanenko, 2002).

Los estudios sobre el orden Harpacticoida son reducidos en cuanto a su taxonomía, composición y diversidad de especies, aunque se piensa que la diversidad de este grupo podría ser mayor que la de los otros órdenes de Copepoda (Heptner e Ivanenko, 2002; Ivanenko y Defaye, 2006). Debido a que casi todos los copépodos que se han registrado en el bentos de aguas profundas son especies de Harpacticoida (Seifried, 2004).

En ventilas hidrotermales se reconocen ocho familias y 10 géneros de copépodos harpacticoides (Gebruk, 2002); sin embargo, hasta la fecha no hay listas de especies completas de aguas profundas, sólo se han presentado algunos estudios que reportan copépodos a nivel de especie, entre las que destacan *Microsetella norvegica*, *Argestoides prehensilis* y *Cholidia polipi* (Drzycimski, 1969; Coull, 1972; Hessler y Jumars, 1974; Jumars y Hessler, 1976).

En varios sitios de mar profundo se ha encontrado que las familias Ameiridae, Argestidae, Ectinosomatidae, Idyanthidae, Miraciidae, Neobradyidae, Pseudotachidiidae y Zosimeidae son las más abundantes (Ahnert y Schriever, 2001; Shimanaga *et al.*, 2004; Rose *et al.*, 2005; Gheerardyn *et al.*, 2009-2010). En particular, en muestras obtenidas del fondo abisal del Golfo de California se ha observado que las familias Ameiridae, Argestidae, Canthocamptidae, Cerviniidae, Cletodidae, Pseudotachidiidae, Ectinosomatidae, Miraciidae, Neobradyidae y Tisbidae son las más abundantes y frecuentes (Gómez y Morales-Serna, 2012).

También se ha registrado que los géneros *Amphiascoides*, *Argestigens*, *Cletodes*, *Delavalia*, *Ectinosoma*, *Fladenia*, *Halectinosoma*, *Haloschizopera*, *Marsteinia*, *Microsetella*, *Peresime*, *Pseudobradya*, *Pseudomesochra*, *Sicameira* y un género no descrito de la familia Cerviniidae, son los más abundantes y frecuentes en aguas profundas del Golfo de California (Gómez y Morales-Serna, 2012).

Un número elevado de géneros de copépodos harpacticoides que se distribuyen en ventilas hidrotermales e infiltraciones frías generalmente son desconocidos en los sedimentos abisales circundantes, pero son reconocidos en sitios de aguas poco profundas (Martínez Arbizu *et al.*, in prep.).

Por otra parte, los copépodos poecilostomatoides y siphonostomatoides son reconocidos en ecosistemas quimiosintéticos de profundidades  $\geq 1,000$  m (Humes, 1988), y constituyen una proporción significativa de la diversidad y endemismo de las especies de ventilas hidrotermales (Humes, 1999; Heptner e Ivanenko, 2002).

El orden Poecilostomatoida está representado por cinco géneros en cuatro familias: *Hyphalion* en la familia Clausidiidae, *Erebonaster* y *Amphicrossus* en la familia Erebonasteridae, *Oncaea* en la familia Oncaeidae, y *Laitmatobius* en la familia Lubbockliidae (Humes, 1988; Heptner e Ivanenko, 2002).

El orden Siphonostomatoida incluye 17 géneros en cuatro familias: Asterocheridae con dos géneros, *Cheramomyzon* y *Collocherides*; Dirivultidae, con 13 géneros *Aphotopontius*, *Benthoxynus*, *Ceuthoecetes*, *Chasmatopontius*, *Dirivultus*, *Exrima*, *Fissuricola*, *Nilva*, *Rhogobius*, *Rimipontius*, *Scotoecetes*, *Stygiopontius* y un género aún no descrito; Ecbathyriontidae con el género *Ecbathyrion*; y Megapontiidae con sólo el género *Hyalopontius* (Humes, 1988; Gebruk, 2002; Heptner e Ivanenko, 2002).

La familia Dirivultidae es la más diversa de todas las familias de Copepoda (80%) en las ventilas hidrotermales a nivel mundial, con 13 géneros que incluyen 52 especies descritas. El género más diverso es *Stygiopontius* con 21 especies (Ivanenko y Defaye, 2004; Gollner *et al.*, 2010a).

Los copépodos dirivultidos están especializados para establecerse en sustratos duros. Su cuerpo relativamente grande con una potente natación/rastreo de sus patas sugiere que están bien adaptados a un estilo de vida epibentónico (Heptner e Ivanenko, 2002), pero podrían no ser capaces de vivir dentro de las ventilas, ya que se filtran (entierran) en los sedimentos adaptándose a un estilo de vida endobentónica. La superficie de las ventilas hidrotermales se encuentran colonizadas por gusanos de tubo, mejillones y otras especies, entre ellas los copépodos dirivultidos; en contraste, en infiltraciones frías no se han registrado estos copépodos. En aquellos hábitats quimiosintéticos en que no han sido encontrados copépodos dirivultidos se ha observado que los copépodos dominantes son los harpacticoides (Gollner *et al.*, 2010a).

Humes (1988) sugiere que es necesario realizar más muestreos con el fin de determinar si los copépodos reportados en ventilas hidrotermales están restringidos sólo a las zonas inmediatas a las ventilas hidrotermales o pueden ocurrir ampliamente en las zonas circundantes.

Similar a la epifauna de ventilas hidrotermales, las comunidades de infiltraciones frías muestran una dominancia relativamente alta (27-34%) de copépodos dentro de las comunidades de la meiofauna. Los copépodos componen del 10-43% de la meiofauna en el hábitat de agregación de gusanos de tubo y del 17-99% en el hábitat de agregación de mejillones (Bright *et al.*, 1982-1989). Se ha reportado también que los copépodos presentan altas abundancias en sedimentos de mayor tamaño (Hicks y Coull, 1983).

Por otra parte, se ha observado que la densidad total de la meiofauna tiende a disminuir con la profundidad, y este patrón de disminución de la densidad con la profundidad ha sido reportado también

para la subclase Copepoda (Herman y Dahms, 1992; Tietjen, 1992; Fabiano y Danovaro, 1999; Gutzmann *et al.*, 2004), y llega a ser más baja, algunas veces, para el caso de sus nauplios (Gutzmann *et al.*, 2004).

En general, la densidad de copépodos bentónicos va desde 0 ind/10 cm<sup>2</sup> hasta 2.37 ind/10 cm<sup>2</sup> en profundidades desde 500 m hasta 745 m y desde 0 ind/10 cm<sup>2</sup> hasta valores máximos de 47.47 ind/10 cm<sup>2</sup> a profundidades desde 800 m hasta 2120 m (Gómez y Morales-Serna, 2012). Danovaro y colaboradores (2000) registraron densidades de copépodos desde 8.3 ind/10 cm<sup>2</sup> hasta 27.3 ind/10 cm<sup>2</sup> a 500 m de profundidad, desde 5.7 ind/10 cm<sup>2</sup> hasta 17.9 ind/10 cm<sup>2</sup> a 700 m de profundidad, desde 4.5 ind/10 cm<sup>2</sup> hasta 14.2 ind/10 cm<sup>2</sup> a 940 m de profundidad y desde 4.2 ind/10 cm<sup>2</sup> hasta 5.5 ind/10 cm<sup>2</sup> a 1540 m de profundidad en el Golfo de California durante el periodo agosto de 1994 a septiembre de 1995.

La densidad de copépodos en ventilas hidrotermales de mar profundo en promedio se encuentra por debajo de 80 ind/10 cm<sup>2</sup>, y van desde 36 hasta 474 ind/10 cm<sup>2</sup> en el hábitat formado por poliquetos alvinélidos (Tsurumi *et al.*, 2003; Gollner *et al.*, 2010b), de 1 a 50 ind/10 cm<sup>2</sup> en el hábitat de gusanos de tubo (Gollner *et al.*, 2007; Tsurumi *et al.*, 2003), y de 13 a 41 ind/10 cm<sup>2</sup> en el hábitat de mejillones (Zekely *et al.*, 2006; Copley *et al.*, 2007).

### 3. JUSTIFICACIÓN

La diversidad biológica sostiene el funcionamiento de los ecosistemas y proporciona los servicios de los ecosistemas esenciales para el bienestar humano. Ella asegura la seguridad alimentaria, la salud humana, contribuye a los medios locales de subsistencia, y al desarrollo económico, y es esencial para el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, incluyendo la reducción de la pobreza (Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi).

En mar profundo existen ecosistemas quimiosintéticos que representan sitios de transición entre provincias oceanográficas con asociaciones bióticas con gran riqueza biológica (SEMARNAT, 2014), sin embargo, se ha visto que esta diversidad biológica está sujeta a amenazas potenciales atribuidas a la actividad antropogénica para el uso de recursos (Escobar-Briones, 2014, Mengerink *et al.*, 2014).

En México se encuentra la Cuenca de Guaymas que, por su diversidad de ecosistemas y su unicidad de ambientes presentes, ha sido clasificada como Región Marina Prioritaria Guaymas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (SEMARNAT, 2014), y es la razón por la cual en México se hacen muchas expediciones en este sitio.

Aunque en las últimas décadas los estudios en los ecosistemas de mar profundo se han incrementado, el conocimiento de la diversidad faunística es aún incipiente, especialmente en el caso de los copépodos (Seifried, 2004; Gheerardyn y Veit-Köhler, 2009). Los copépodos en las ventilas hidrotermales y las infiltraciones frías de aguas profundas son diversos, abundantes (Humes, 1988) y endémicos (McArthur y Tunnicli, 1998), y su papel en las redes tróficas (Huys y Boxshall, 1991) es fundamental.

Además del desconocimiento generalizado del taxa Copepoda, se debe resaltar que aún existen muchas especies por ser identificadas y descritas (Humes, 1999; Ivanenko y Defaye, 2006), por lo que el presente trabajo busca ampliar el conocimiento de la diversidad, abundancia y distribución de los copépodos meiofaunales marinos en México.



#### 4. OBJETIVOS

##### *Objetivo general*

Describir la riqueza taxonómica y densidad de los copépodos meiofaunales asociados a ventilas hidrotermales de la Cuenca de Guaymas, infiltraciones frías del Margen de Sonora y zona abisal en el Golfo de California, y los parámetros ecológicos de mar profundo.

##### *Objetivos particulares*

- Identificar la composición taxonómica de los copépodos.
- Cuantificar y comparar la riqueza taxonómica y densidad de los copépodos por ecosistema, hábitat y estrato en el sedimento.
- Determinar la diversidad ( $H'$ ), equidad ( $J'$ ) y dominancia de Simpson ( $D'$ ).

#### 5. HIPÓTESIS

La diversidad de copépodos meiofaunales en mar profundo del Golfo de California es homogénea, sin embargo, ésta puede verse modificada en ambientes quimiosintéticos como ventilas hidrotermales e infiltraciones frías por la presencia de compuestos reducidos o el efecto de la temperatura.

$H_0$ : La diversidad de copépodos meiofaunales en mar profundo es homogénea entre ecosistemas, hábitats y estratos en el sedimento.

$H_1$ : La diversidad de copépodos meiofaunales en mar profundo difiere entre ecosistemas, hábitats y estratos en el sedimento.

## 6. ÁREA DE ESTUDIO

### 6.1 Golfo de California

El Golfo de California está ubicado entre los 20° 30' y los 31° de latitud Norte, y los 107° y los 115° de longitud Oeste. Es un mar rodeado por la península de Baja California y la costa continental de México, que incluye los estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit y Jalisco (Figura 3A). Se extiende en dirección noroeste en una longitud de 1,500 km, con un ancho variable de 92 a 222 km, y contiene una línea de costa de más de 3,000 km. La superficie marina consiste en 247,000 km<sup>2</sup> y alcanza profundidades extremas que superan los 3,000 m (SEMARNAT, 2006).

El Golfo de California está formado por una serie de cuencas extensionales (algunas con más de 3,600 m de profundidad) producidas por la separación de la península de Baja California respecto al continente, a velocidades promedio de 4 a 6 cm/año (SEMARNAT, 2006). Se estima que su formación se inició solo 4-5 millones de años (Lugo, 1985). A lo largo del Golfo varía la anchura de la plataforma continental; muy amplia en la parte norte, mediana con lagunas costeras abundantes en la porción este y angosta con abundancia de islas en la porción oeste (Wilkinson *et al.*, 2009).

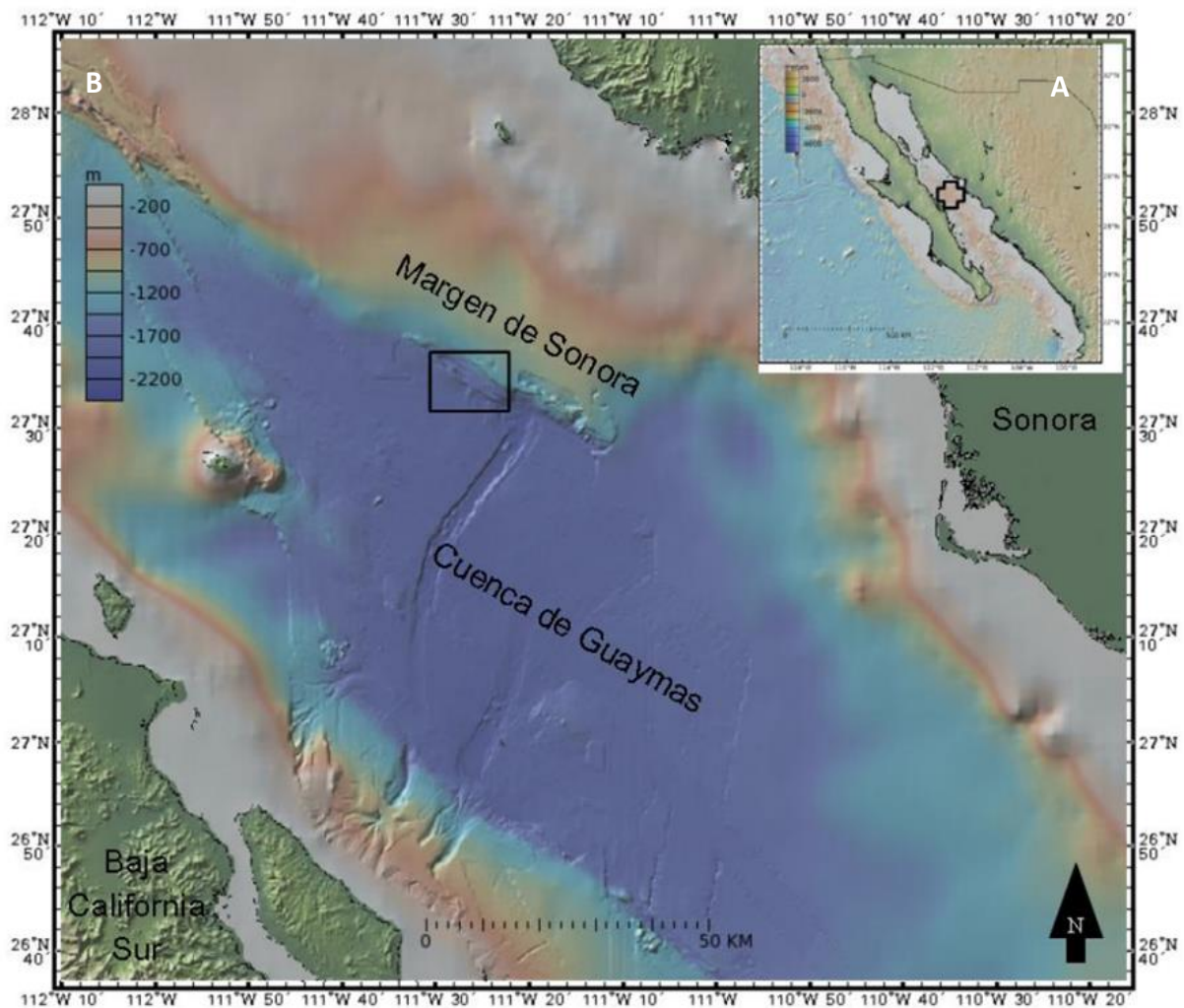
El Golfo de California ocupa una posición oceanográfica única, dentro de los mares marginales del Océano Pacífico. Es una cuenca de evaporación, debido a la separación que le ofrecen las sierras de la península de Baja California, con el Océano Pacífico, bloqueando su influencia y humedad (Case y Cody, 1983). Es por lo anterior que el clima que prevalece dentro del Golfo de California se caracteriza por ser más continental que oceánico (Roden, 1964). La temperatura superficial del agua se encuentra dentro del intervalo de 14° y 21 °C en el mes de febrero y entre 28° y 31 °C en el mes de agosto (Álvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979).

Una de las características sobresalientes del Golfo de California, es la alta productividad de sus aguas. El Golfo cuenta básicamente con tres mecanismos naturales que ayudan a alimentar la región: las surgencias inducidas por el viento, la mezcla de marea y la circulación termohalina (Álvarez Borrego, 2002). Los vientos que cambian estacionalmente de dirección y las fuertes mareas (causadas por el perfil del fondo marino) son los causantes de los afloramientos de aguas profundas ricas en nutrientes (Maluf, 1983).

En el Golfo de California se reconocen cinco áreas oceanográficas generales: 1) la Zona somera Norte (extremo norte) <30 m de profundidad; 2) el Alto Golfo (al norte del complejo insular) < 200 m; 3) la Región de las grandes islas < 1,500 m; 4) el Golfo Central (al sur de las grandes islas hasta la cuenca de

Farallón) < 3,500 m; y 5) la Región Sur (Case y Cody, 1983; De la Lanza, 1991; CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007).

El Golfo Central se encuentra entre el límite sur de la región de las grandes islas hasta las bahías de Topolobampo en el este y de La Paz al oeste. Sus cuencas marinas son profundas. La mayor depresión en todo el Golfo es la Cuenca de Guaymas. (Carabias-Lillo *et al.*, 2000).



**Figura 3.** Área de estudio. (A) Golfo de California y (B) ubicación de la Cuenca de Guaymas y el Margen de Sonora, los colores representan los rangos de profundidad. Tomado de Tapia de la O (2014).

### **6.1.1 Cuenca de Guaymas**

La Cuenca de Guaymas es un centro activo de formación de corteza terrestre que se encuentra en la parte central del Golfo de California y se ubica entre los 27° 08' 00" – 26° 56' 00" Norte y 111° 31' 00" – 111° 18' 00" Oeste, a una profundidad de 2,000 a 2,030 m (SEMARNAT, 2014) (Figura 3B).

El sedimento de la Cuenca de Guaymas es una mezcla inmadura de detritus terrígenos y materia biogénica que se han acumulado durante los últimos 2.5 millones de años (Rusnak *et al.*, 1964; Van Andel, 1964; von Damm *et al.*, 1985; De la Lanza-Espino, 1991), por lo que presenta fondos blandos y finos similares a los del Alto Golfo (Maluf, 1983). El sedimento también se caracteriza porque contiene hidrocarburo, que se forma por la alteración de la materia orgánica sedimentaria por debajo del fondo marino (Simoneit y Lonsdale, 1982; Simoneit *et al.*, 1992).

Las ventilas hidrotermales, decretadas como Área Natural Protegida (CONANP, 2006), se encuentran asociadas a las zonas de extensión tectónica que originó corteza oceánica en el Golfo de California durante los últimos 3-4 millones de años (Martín-Barajas, 2000).

La forma de las ventilas hidrotermales es diversa, en forma de montículos, agujas, estructuras de pagoda y altos pilares. Son sustrato para una compleja asociación faunística con una gran riqueza de especies (CONANP, 2006) dominada por grandes grupos de gusanos vestimentíferos (*Riftia sp.*), bivalvos vesicómidos y tapetes microbianos del género *Beggiatoa* (Soto y Grassle, 1988) a temperaturas de hasta 300°C.

### **6.1.2 Margen de Sonora**

El Margen de Sonora (Figura 3B) se caracteriza por ser una serie de fallas transformantes que se encuentran a lo largo de la cresta de la Cuenca de Guaymas y donde se encuentran infiltraciones frías situadas a pocos kilómetros de las ventilas hidrotermales. Algo característico de esta zona es que en la plataforma continental se encuentran hidrocarburos, los cuales se filtran sobre el piso marino. Principalmente, se observa emisión de metano y componentes de hidrocarburos superiores (Simoneit *et al.*, 1990).

En esta zona también se presenta un patrón de mosaico faunístico en el fondo marino y de forma similar al de ventilas hidrotermales (Simoneit *et al.*, 1990; Paull *et al.*, 2007).

## 7. MATERIAL Y MÉTODO

### 7.1 Trabajo de campo

Las muestras de sedimento se obtuvieron durante la campaña oceanográfica “BIG: Biodiversité et Interactions à Guaymas” (Biodiversidad e Interacciones en Guaymas), que se realizó del 29 de mayo al 9 de julio de 2010, a bordo del buque oceanográfico *L’Atalante* del Instituto Francés de Investigación para la Explotación del Mar (IFREMER por sus siglas en francés) en colaboración con el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Las muestras de sedimento se obtuvieron con las herramientas del sumergible *Nautille* como el brazo robótico y su precisión y estabilidad para tomar muestras.

Esta campaña interdisciplinaria, dirigida por la Dra. Anne Godfroy del IFREMER, tuvo como objetivo explorar la biodiversidad de dos ecosistemas quimiosintéticos: ventilas hidrotermales e infiltraciones frías y comparar con la planicie abisal.

Durante la campaña oceanográfica se realizaron una serie de inmersiones de donde se obtuvieron muestras de sedimento colectadas con “núcleos” que corresponden a siete inmersiones en el Margen de Sonora; cuatro inmersiones en la Cuenca de Guaymas; y una inmersión en la planicie abisal, sin actividad quimiosintética. Todas éstas a una profundidad mayor de 1,500 m. En el Margen de Sonora y la Cuenca de Guaymas se eligieron cinco sitios (Tabla 1, Figura 4) a los cuales les corresponde un hábitat distinto: tapetes microbianos, bivalvos vesicómidos, gusanos de tubo y poliquetos siboglínidos, a excepción de la planicie abisal que solo se encuentra el hábitat de sedimento blando abisal (Test\_SedBlan, Figura 5). En el Margen de Sonora estos hábitats ocurren en tres sitios de infiltraciones frías: Vasconcelos, Ayala y Juárez (Tabla 1; Figura 4A).

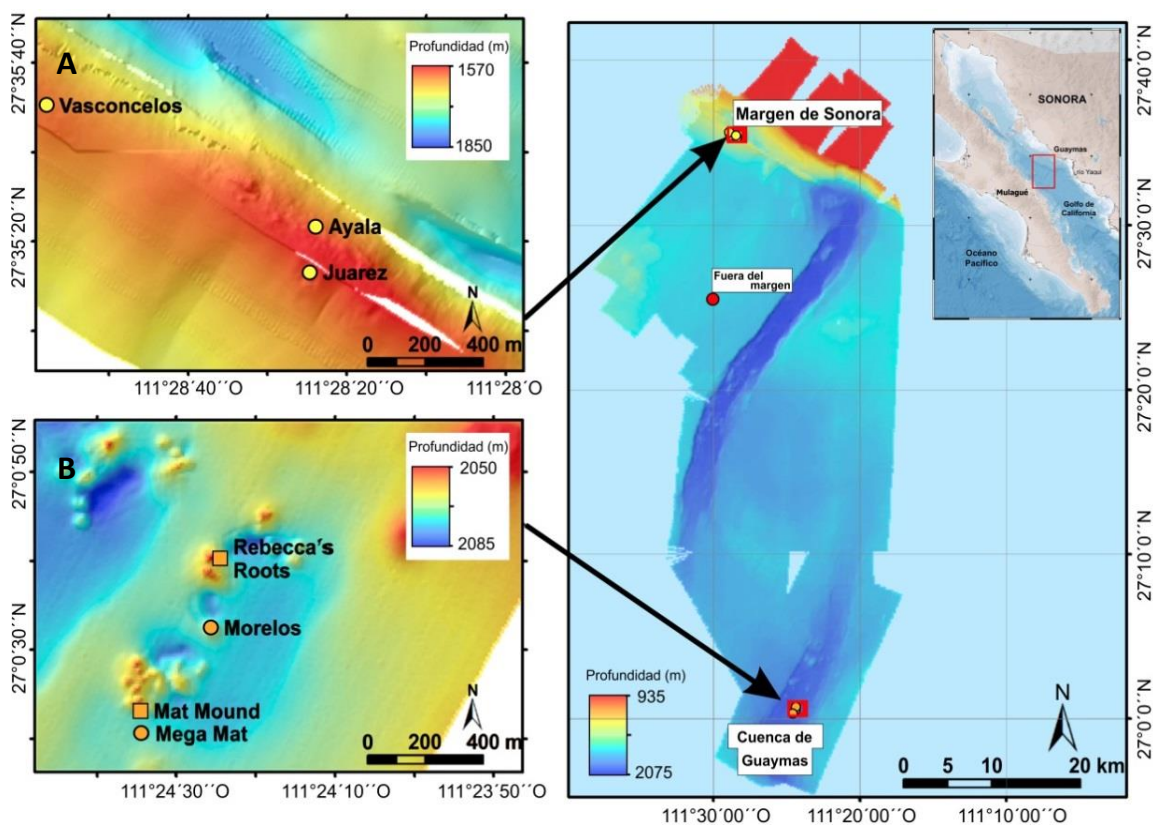
**Sitio Vasconcelos:** presenta una zona de tapete bacteriano blanco, de forma circular que crece entre concreciones carbonatadas poco gruesas. En esta zona se observa un área gris que rodea al tapete la cual se caracteriza por gasterópodos (*Hyalogyrina grasslei*) muy pequeños y rodeados por vesicómidos que colonizan la periferia (Fig. 6). Por lo que se determinaron tres hábitats; el hábitat formado de un tapete microbiano (Vas\_Tmicrob), el hábitat formado por la agregación de la almeja *Archivesica gigas* (Vas\_Vesico) y el hábitat formado de tapete microbiano y la agregación de la almeja *Phreagena kilmeri* (Vas\_Tmicrob + Vesico).

COPÉPODOS MEIOFAUNALES ASOCIADOS A HÁBITATS BÉNTICOS ABISALES Y QUIMIOSINTÉTICOS DE LA CUENCA DE GUAYMAS Y EL MARGEN DE SONORA,  
MÉXICO

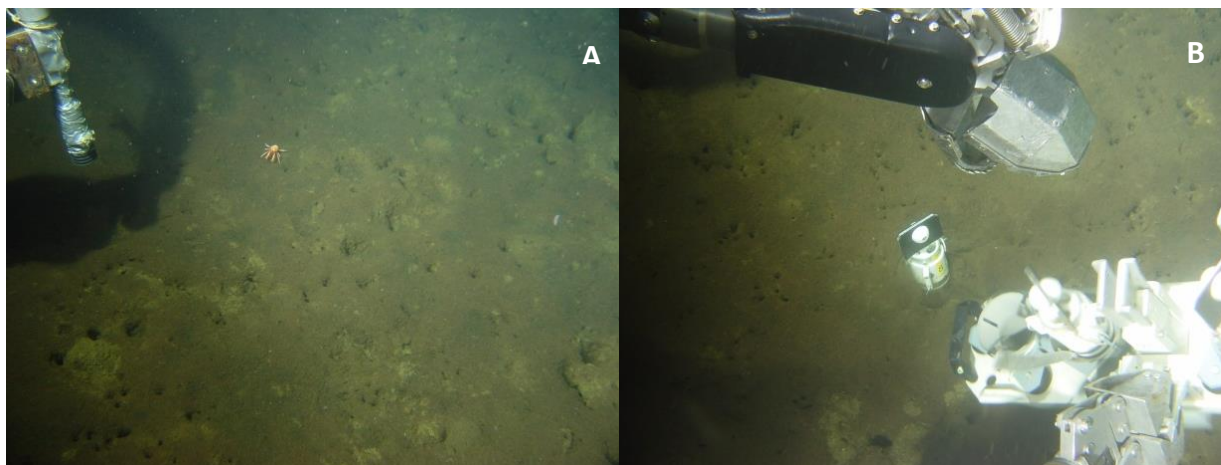
**Tabla 1.** Coordenadas geográficas de las inmersiones y los hábitats reconocidos en cada sitio. Infiltraciones frías: Vasconcelos se divide en tres hábitats; Tapete microbiano (**Vas\_TMicrob**), Vesicómidos (*Archivesica gigas*) (**Vas\_Vesico**), Tapete microbiano y Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Vas\_Tmicrob + Vesico**); Ayala con Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Aya\_Vesico**), y Juárez con Siboglínidos (*Escarpia spicata*) (**Jua\_Sibo**). Ventilales hidrotermales: Megamat *Riftia pachyptila* asociada a Tapete microbiano (**Mega\_Rif + Tmicrob**), y Morelos con Vesicómidos (*Archivesica gigas*) y Tapete microbiano (**Mor\_Vesico + Tmicrob**). Planicie abisal: Testigo con sedimento blando abisal (**Test\_SedBlan**).

Inmersión	Fecha	Región	Ecosistema	Latitud N	Longitud O	Profundidad (m)	Hábitats	Sitio	No. total de muestras
1754-10	15.Jun.2010	Margen de Sonora	Infiltraciones frías	27 35.588	111 28.964	1573	Vas_Tmicrob	Vasconcelos	10
1756-12	17.Jun.2010	Margen de Sonora	Infiltraciones frías	27 35.587	111 28.959	1575	Vas_Vesico	Vasconcelos	16
1758-14	19.Jun.2010	Margen de Sonora	Infiltraciones frías	27 35.582	111 28.983	1576	Vas_Tmicrob + Vesico	Vasconcelos	14
1759-15	20.Jun.2010	Margen de Sonora	Infiltraciones frías	27 35.314	111 28.407	1561	Aya_Vesico + Jua_Sibo	Ayala y Juárez	6
1760-16	21.Jun.2010	Margen de Sonora	Infiltraciones frías	27 35.361	111 28.397	1562	Aya_Vesico	Ayala	14
1761-17	22.Jun.2010	Margen de Sonora	Infiltraciones frías	27 35.273	111 28.409	1561	Jua_Sibo	Juárez	5
1762-18	23.Jun.2010	Margen de Sonora	Infiltraciones frías	27 35.274	111 28.408	1562	Jua_Sibo	Juárez	5
1764-20	27.Jun.2010	Cuenca de Guaymas	Ventilales hidrotermales	27 00.452	111 24.527	2012	Mega_Rif + Tmicrob	Megamat	3
1765-21	28.Jun.2010	Cuenca de Guaymas	Ventilales hidrotermales	27 00.465	111 24.526	2011	Mega_Rif + Tmicrob	Megamat	5
1768-24	01.Jul.2010	Cuenca de Guaymas	Ventilales hidrotermales	27 00.548	111 24.422	2007	Mor_Vesico + Tmicrob	Morelos	9
1770-26	04.Jul.2010	Cuenca de Guaymas	Ventilales hidrotermales	27 00.544	111 24.413	2007	Mor_Vesico + Tmicrob	Morelos	5
1771-27	05.Jul.2010	Planicie Abisal	Planicie abisal	27 25.515	111 30.076	1850	Test_SedBlan	Testigo	16





**Figura 4.** Mapa de los sitios muestreados durante la campaña BIG. (A) Sitios pertenecientes al ecosistema de infiltraciones frías (círculos amarillos) y los cuales se ubican en el Margen de Sonora, (B) sitios pertenecientes al ecosistema de ventilas hidrotermales (círculos naranjas) ubicados en el área de la Cuenca de Guaymas. En los sitios señalados con un cuadrado naranja no se extrajeron muestras para este estudio. Modificado de Portail *et al.* (2015).



**Figura 5.** Sitio Testigo: Planicie abisal. Estación 1771-27: (A) Sedimento blando abisal y (B) nucleador en el sedimento con muestra, el brazo robótico del sumergible Nautilo disponiéndose a colectarlo. Fotos © IFREMER (2010).

**Sitio Ayala:** es una zona de bivalvos vesicómidos dominado por la especie *Phreagena kilmeri* (Figura 7). Se determinó como el hábitat formado por la agregación de la almeja *Phreagena kilmeri* (Aya\_Vesico).

**Sitio Juárez:** zona colonizada por los poliquetos tubícolas siboglínidos de la especie *Escarpia spicata*, la cual se ha encontrado en el margen (Figura 8). Se determinó como el hábitat formado por la agregación del gusano de tubo *Escarpia spicata* (Jua\_Sibo).

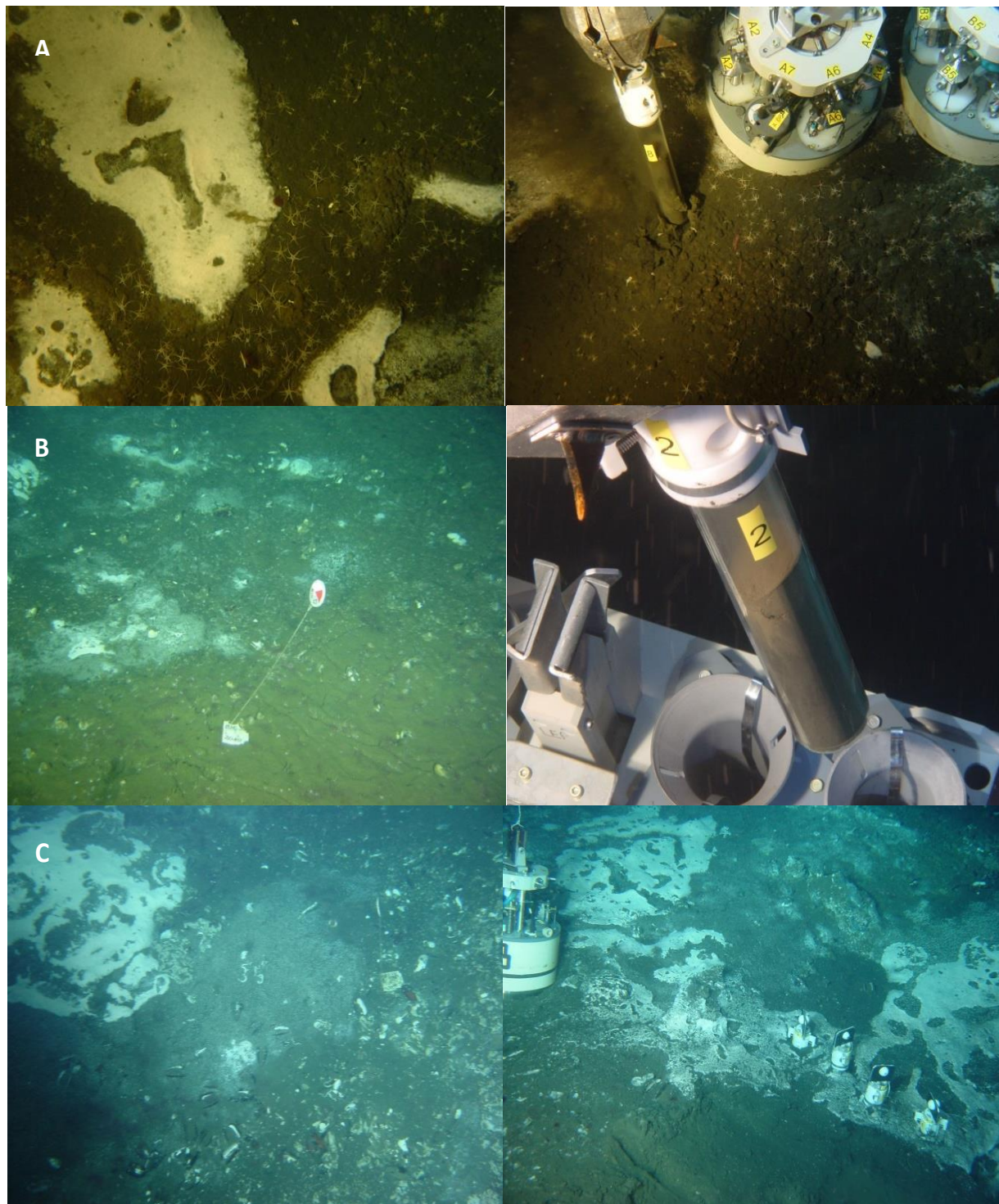
En la Cuenca de Guaymas se estudiaron dos sitios, Megamat y Morelos, caracterizadas por ventilas hidrotermales (Tabla 1; Figura 4B).

**Sitio Megamat:** dominado por tapetes bacterianos blancos del género *Beggiatoa* asociados a las inmediaciones de los poliquetos tubícolas *Riftia pachyptila* (Figura 9). Se determinó como el hábitat formado por la agregación de *Riftia pachyptila* asociada al tapete microbiano de *Beggiatoa* (Mega\_Rif + Tmicrob).

**Sitio Morelos:** colonizado por agregaciones del vesicómido *Archivesica gigas* y tapete microbiano (Figura 10). Se determinó como el hábitat formado por la agregación de la almeja *Archivesica gigas* y un tapete microbiano (Mor\_Vesico + Tmicrob).

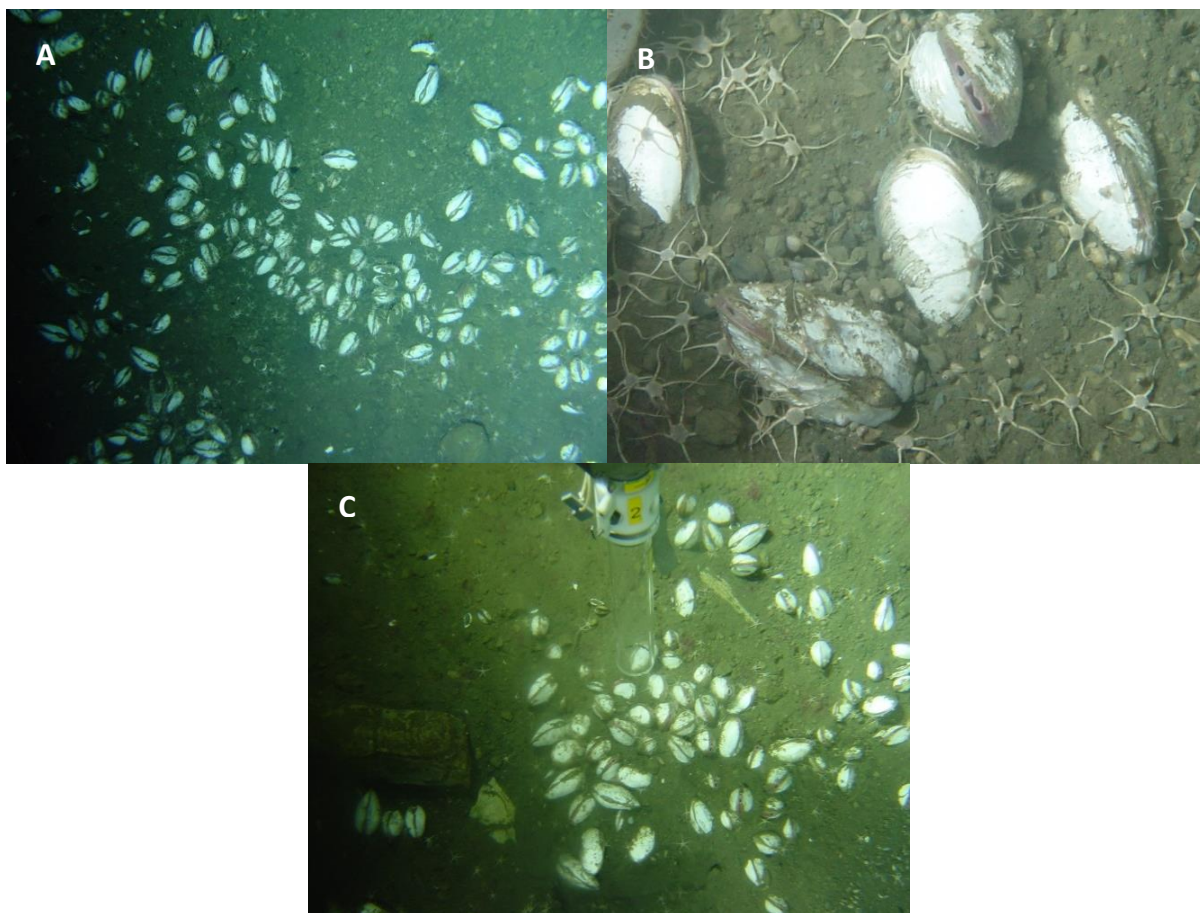
Para todos los sitios, las muestras se obtuvieron con un nucleador individual (*push core*) (Figuras 5-10) de 6 cm de diámetro (28.3 cm<sup>2</sup> de área) y cada núcleo se seccionó en cinco niveles: Nivel 1 (0-1 cm), Nivel 2 (1-3 cm), Nivel 3 (3-5 cm), Nivel 4 (5-10 cm) y Nivel 5 (> 10 cm). Se realizaron de dos a cinco réplicas en cada estación. En los acuerdos de la campaña internacional, las réplicas se compartieron entre el IFREMER y la UNAM. El total de muestras para este trabajo fue de 108 (Tabla 1). Cada nivel de sedimento se colocó en un frasco etiquetado y fijado en etanol absoluto frío, los cuales se mantuvieron en un cuarto frío a 4°C durante la campaña. Al término de la campaña las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Biodiversidad y Macroecología del Instituto de Ciencias de Mar y Limnología de la UNAM para su posterior procesamiento.



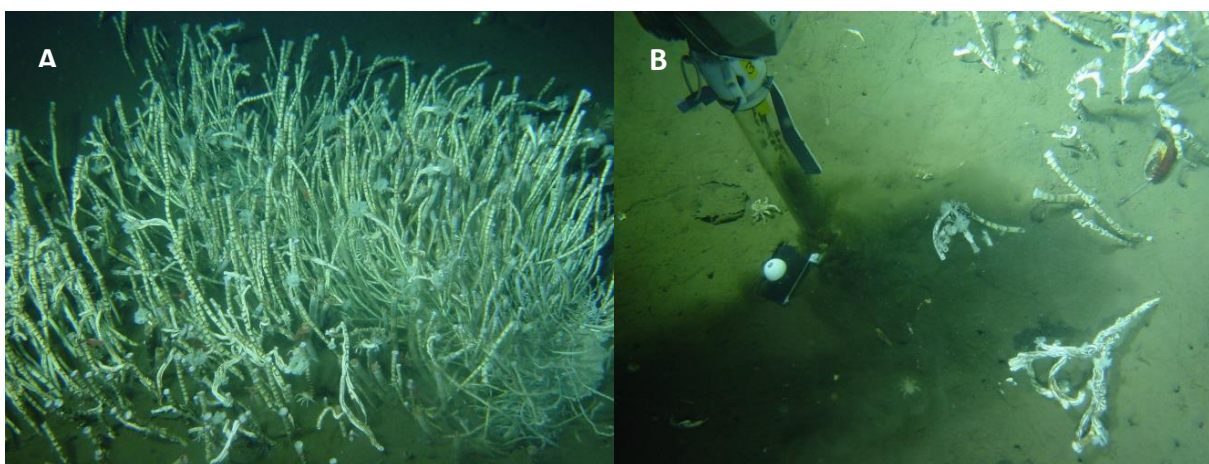


**Figura 6.** Sitio Vasconcelos. Hábitats y recolecta de núcleos: (A) Tapete microbiano (Vas\_Tmicrob), estación 1754-10; (B) Vesicómidos *Archivesica gigas* (Vas\_Vesico), estación 1756-12; y (C) Tapete microbiano y vesicómidos *Phreagena kilmeri* (Vas\_Tmicrob + Vesico), estación 1758-14. Fotos © IFREMER (2010).



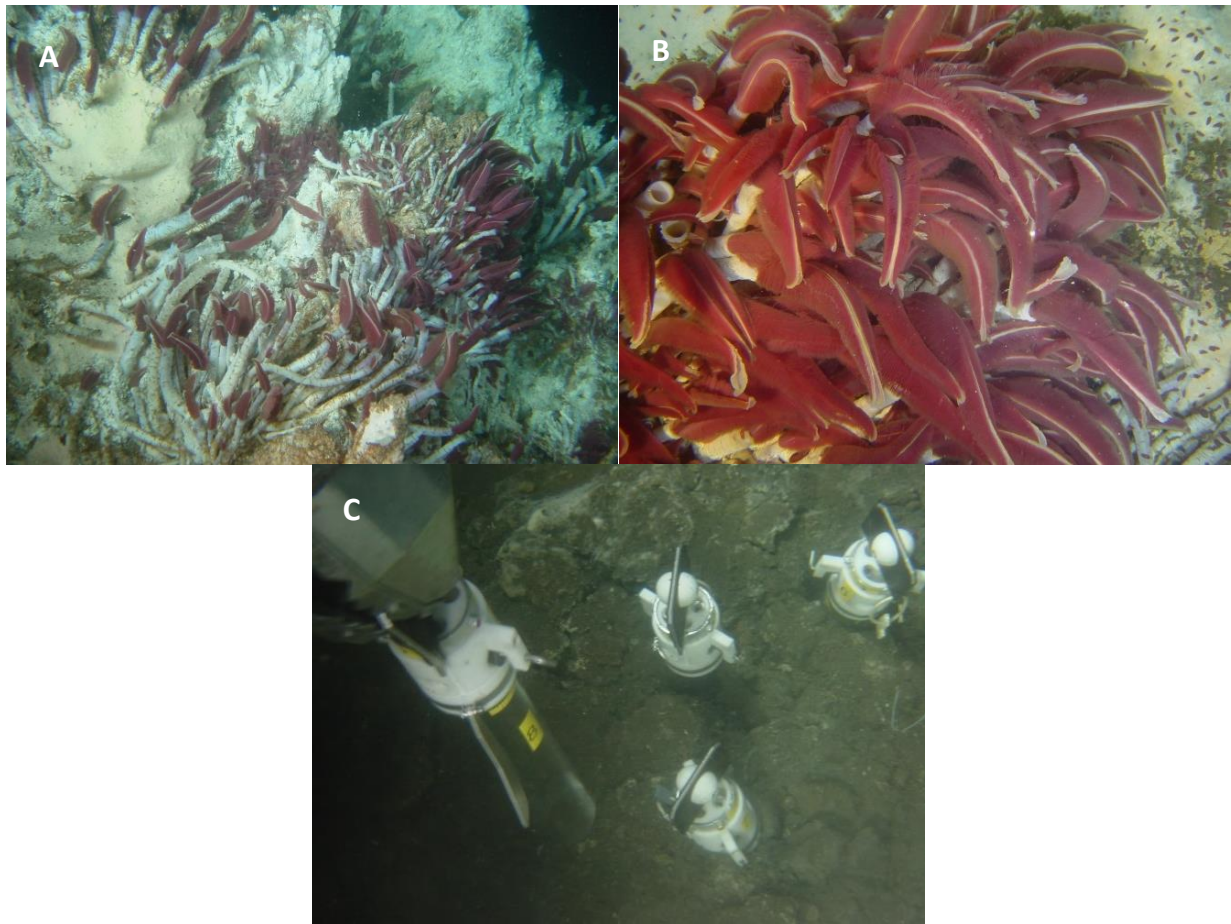


**Figura 7.** Sitio Ayala. Hábitat: (A) Vesicómidos (*Aya\_Vesico*); (B) *Phreagena kilmeri*; y (C) recolecta de muestra de sedimento. Estaciones 1759-15 y 1760-16. Fotos © IFREMER (2010).

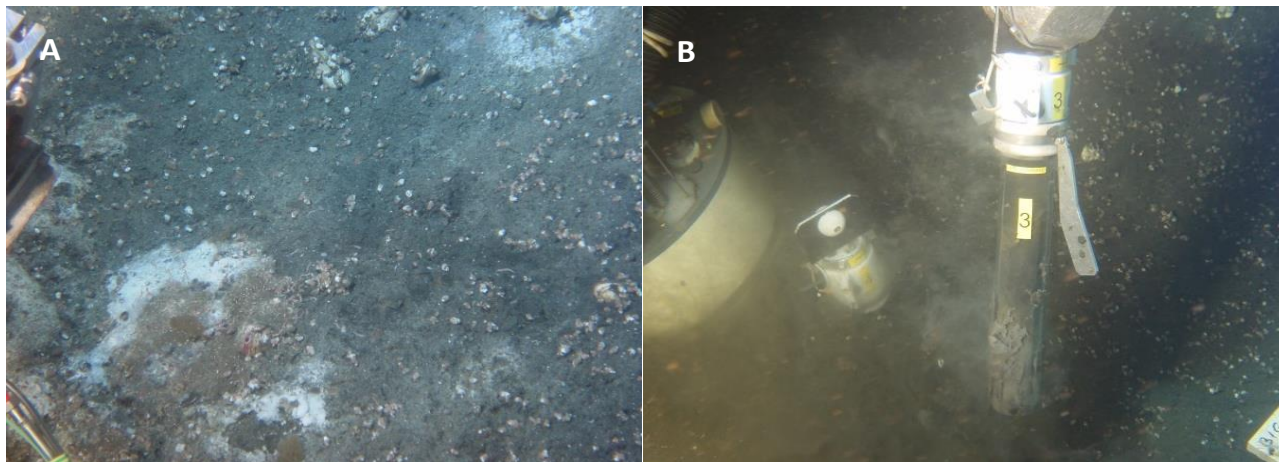


**Figura 8.** Sitio Juárez. Hábitat: (A) Agregación de siboglínidos *Escarpia spicata* (*Jua\_Sibo*); (B) y (C) Recolecta de una muestra de sedimento con el núcleo y brazo robótico. Estaciones 1759-15, 1761-17 y 1762-18. Fotos © IFREMER (2010).





**Figura 9.** Sitio Megamat. Hábitat: (A) *Riftia* asociada a tapete bacteriano (Mega\_Rif + Tmicrob); (B) *Riftia pachyptila*; (C) Brazo mecánico tomando una réplica de sedimento. Estaciones 1764-20 y 1765-21. Fotos © IFREMER (2010).



**Figura 10.** Sitio Morelos. Hábitat: (A) Vesicómidos (*Archivesica gigas*) y tapete microbiano (Mor\_Vesico + Tmicrob), y (B) Recolecta de muestra de sedimento con nucleador. Estaciones 1768-24 y 1770-26. Fotos © IFREMER (2010).

## **7.2 Trabajo de laboratorio**

El procesado y revisión de muestras se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Biodiversidad y Macroecología del ICML el cual está a cargo de la Dra. Elva Escobar-Briones.

Muestras del Nivel 1 (0-1 cm) fueron revisadas por la Biól. Victoria Suazo Yamallel, a excepción de la estación 1761-17. Las muestras restantes se revisaron en conjunto con la Biól. Iris García Tello.

La revisión de muestras consistió en varios pasos. En principio, las muestras se tamizaron con un tamiz de abertura de malla de 125  $\mu\text{m}$  para excluir cualquier componente de macrofauna y posteriormente con uno de 42  $\mu\text{m}$ . El sedimento retenido se colocó en frascos de plástico etiquetados y se preservaron en etanol al 70% con Rosa de Bengala. Este último se utilizó para la tinción de los organismos contenidos en el sedimento. Posteriormente, las muestras se revisaron con la ayuda de un microscopio estereoscópico marca Zeiss usando cinco aumentos para visualizar a los organismos.

En un inicio la meiofauna se separó en grandes grupos taxonómicos (algunos de ellos como nemátodos, poliquetos, anfípodos, gasterópodos y copépodos). Los organismos separados se depositaron en viales con etanol al 70% y se etiquetaron indicando el nombre de la campaña, número de inmersión, réplica, nivel, nombre del taxón y meiofauna. Para contar con un registro detallado se elaboró una bitácora con el número de organismos (abundancia) encontrados para cada taxón (composición) en cada inmersión, réplica y nivel.

## **7.3 Análisis de datos**

**Composición Taxonómica.** Para identificar la composición taxonómica de los copépodos para cada uno de los ecosistemas, así como por cada hábitat de muestreo, se realizó la separación de los organismos en tres órdenes; Harpacticoida, Poecilostomatoida y Siphonostomatoida con base en Martin y Davis (2001). Con ayuda de un microscopio estereoscópico Zeiss Stereo Discovery V8 con los siguientes aumentos: 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.2, 4, 5, 6.3 y 8 (los tres últimos los más utilizados) se tomaron fotografías de los copépodos con el sistema fotográfico AxioCam ICc3 de Zeiss, con un sensor Sony ICX262 AQ, y fueron procesadas con el software AxionVision. Al final se colocaron todos los copépodos en viales etiquetados en alcohol etílico al 70%, cambiando el nombre del taxón por Copepoda y añadiendo el nombre del Orden.

La identificación taxonómica se llevó a cabo tomando en cuenta la morfología y se complementó con disección y observación en un microscopio óptico de las partes de interés taxonómico, como la disposición y número de setas (solo para algunos casos donde se llegó hasta género o especie), para lo

cual se consultó literatura especializada que incluye descripciones originales de especies, catálogos, revisiones taxonómicas y nuevos registros (Humes, 1988; Humes, 1989a; Humes, 1989b; Copley y Wiebe, 1990; Huys y Boxshall, 1990; Huys *et al.*, 1996; Costello, 2001; Heptner e Ivanenko, 2002; Hernández-Trujillo y Esqueda-Escárcega, 2002; Gómez, 2003; Wells, 2007) además de solicitar la validación por el experto en el grupo, el Dr. Samuel Gómez quien trabaja en la Unidad Académica Mazatlán del ICML, UNAM.

El arreglo sistemático que se siguió es el propuesto por Wells (2007) para copépodos harpacticoides; y la de WoRMS para los órdenes Poecilostomatoida y Siphonostomatoida.

**Riqueza y densidad.** Todos los individuos de cada una de las muestras se cuantificaron, separándolos en especies, para determinar la abundancia de cada una; se realizó un registro de los ejemplares adultos, así como del estadio copepodito III para una sola especie de copépodo.

La riqueza de especies se expresó como el número de especies presentes en los distintos ecosistemas y hábitats. La variabilidad entre cada ecosistema y los distintos hábitats se evaluó con la comparación de la media del número de especies y desviación estándar por horizonte de profundidad en el sedimento blando.

Con el fin de comparar los resultados obtenidos con estudios previos de copépodos de mar profundo, los valores de densidad se estandarizaron como el número de individuos en diez centímetros cuadrados (ind/10 cm<sup>2</sup>). Se calcularon los valores promedio y desviación estándar para cada ecosistema y hábitat y por horizonte de profundidad en el sedimento blando.

**Parámetros ecológicos.** Para calcular la diversidad de los copépodos se utilizó el índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949) con logaritmo en base dos ( $\log_2$ ), y para medir la similitud en la composición de especies se evaluó con el índice de equidad de Pielou (1969) (Villareal *et al.*, 2006). Ambos índices se calcularon con el software PRIMER v6 como:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Dónde:

H'= índice de Shannon-Wiener

S = número de especies (riqueza de especies)

p<sub>i</sub>= proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie *i*)

n<sub>i</sub>= número de individuos de la especie determinada *i*

N= número total de individuos

log<sub>2</sub> S= diversidad máxima (H'max) que se obtendría si la distribución del número de organismos de cada especie fuesen perfectamente equitativas.

La dominancia fue medida con el índice de Simpson (1949) y calculada en el software PRIMER v6 como:

$$D' = \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{n (n - 1)}$$

Dónde:

n<sub>i</sub> = número de individuos en la *i*ésima especie

N = número total de individuos en la muestra

El diseño para la comparación de la riqueza taxonómica y densidad entre cada ecosistema, hábitat y estrato consistió en un análisis de estadística básica (promedios y desviación estándar) el cual se incluyó en tablas. Las diferencias significativas entre cada ecosistema, hábitats y estrato en el sedimento se estimaron mediante un ANOVA de una vía y se consideró un nivel de significancia del 5%; se realizaron con el programa STATISTICA 7.

## 8. RESULTADOS

### 8.1 Composición específica

De las 12 inmersiones se obtuvieron, separaron y analizaron 377 ejemplares de copépodos, a partir de los cuales se identificaron 10 especies: cuatro a nivel de especie, *Ameira cf. tenuicornis*, *Hyphalion captans*, *Erebonaster protentipes* y *Oncaea venusta*; dos a nivel de género, tres a nivel de familia, y uno a nivel de orden. Las especies identificadas pertenecen a tres órdenes distribuidos en ocho familias: Ameiridae, Ancorabolidae, Cletodidae y Ectinosomatidae que pertenecen al orden Harpacticoida; Clausidiidae, Erebonasteridae y Oncaeidae al orden Poecilostomatoida; y la familia Dirivultidae al orden Siphonostomatoida (Tabla 2) (Anexo I).

De las 10 especies identificadas, *Ameira tenuicornis* Scott, 1902 tiene registrados en la literatura dos morfotipos (WoRMS, 2017). En este estudio únicamente se encontró uno, por lo que la especie se determinó como *cf.* (comparar, *Ameira cf. tenuicornis*). Cabe resaltar que se trata del primer reporte de esta especie para México en mar profundo y en ecosistemas quimiosintéticos.

De los 377 ejemplares de copépodos cuantificados en este estudio, el 99% son individuos adultos y completos (372 copépodos); el 1% restante (5 copépodos) está representado por el estadio copepodito III que pertenecen a la especie *Erebonaster protentipes*. Del total de copépodos adultos (372) que se obtuvieron en los tres ecosistemas, 246 individuos se registraron en infiltraciones frías, 13 individuos en ventilas hidrotermales y 113 individuos en la planicie abisal.

**Tabla 2.** Arreglo sistemático de los copépodos identificados en ventilas hidrotermales de la Cuenca de Guaymas, infiltraciones frías del Margen de Sonora y la planicie abisal del Golfo de California, México.

Phylum ARTHROPODA von Siebold, 1848

Subphylum CRUSTACEA Brünnich, 1772

Clase MAXILLOPODA Dahl, 1956

Subclase COPEPODA Milne-Edwards, 1840

Infraclasse NEOCOPEPODA Huys y Boxshall, 1991

Superorden PODOPLEA Giesbrecht, 1882

**Orden HARPACTICOIDA** Sars, 1903

Harpacticoida sp. 1

**Taxón sin nombre nominado 1** Seifried, 2003

Infraorden PODOGENNONTA Lang, 1944

Superfamilia AMEIROIDEA Boeck, 1865

Familia AMEIRIDAE Monard, 1927

Subfamilia AMEIRINAE Boeck, 1865

Género *Ameira* Boeck, 1865

*Ameira cf. tenuicornis* Scott, 1902

Superfamilia CLETODOIDEA Scott, 1905

Familia CLETODIDAE Scott, 1905

Género *Enhydrosoma* Boeck, 1873

*Enhydrosoma* sp. 1

**Familia *incertae sedis***

Familia ANCORABOLIDAE Sars, 1909

Ancorabolidae sp. 1

**Taxón sin nombre nominado 3** Seifried, 2003

Infraorden PODOGENNONTA Lang, 1944

Superfamilia ECTINOSOMATOIDEA Sars, 1903

Familia ECTINOSOMATIDAE Sars, 1903

Ectinosomatidae sp. 1

Género *Microsetella* Brady y Robertson, 1873

*Microsetella* sp. 1

Superclase MULTICRUSTACEA Regier, Shultz, Zwick, Hussey, Ball, Wetzer, Martin y Cunningham, 2010

Clase HEXANAUPLIA Oakley, Wolfe, Lindgren y Zaharof, 2013

Subclase COPEPODA Milne-Edwards, 1840

Infraclase NEOCOPEPODA Huys y Boxshall, 1991

Superorden PODOPLEA Giesbrecht, 1882



**Orden POECILOSTOMATOIDA** Thorell, 1859

Familia CLAUSIDIIDAE Embleton, 1901

Género *Hyphalion* Humes, 1987

*Hyphalion captans* Humes, 1987

Familia EREBONASTERIDAE Humes, 1987

Género *Erebonaster* Humes, 1987

*Erebonaster protentipes* Humes, 1987

Familia ONCAEIDAE Giesbrecht, 1893

Género *Oncaea* Philippi, 1843

*Oncaea venusta* Philippi, 1843

**Orden SIPHONOSTOMATOIDA** Thorell, 1859

Familia DIRIVULTIDAE Humes y Dojiri, 1980

Dirivultidae sp. 1 (especie no identificada)

A partir del reconocimiento de especies, se presenta una actualización del listado de 2002 para copépodos en ventilas hidrotermales e infiltraciones frías (Anexo I).

**8.2 Riqueza taxonómica**

De las 10 especies identificadas en este trabajo (Anexos II y VII), las especies *Ameira cf. tenuicornis*, *Enhydrosoma* sp. 1, *Microsetella* sp. 1, Ectinosomatidae sp. 1 y Harpacticoida sp. 1, se distribuyeron tanto en infiltraciones frías como en la planicie abisal, mientras que las especies *Erebonaster protentipes* y *Oncaea venusta* coinciden en infiltraciones frías y ventilas hidrotermales. Las especies *Hyphalion captans* y Ancorabolidae sp. 1 son exclusivas de infiltraciones frías y Dirivultidae sp. 1 es exclusiva de ventilas hidrotermales.

*Por ecosistema y estrato en el sedimento.* En el Nivel 1 (0-1 cm) se registró la mayor riqueza de especies, seguido del Nivel 2 (1-3 cm), mientras que de manera general el Nivel 4 y 5 (5-10 cm y >10 cm) no registraron ninguna especie.

La riqueza específica en el Nivel 1 (0-1 cm) de infiltraciones frías es de nueve especies (*Ameira cf. tenuicornis*, *Enhydrosoma* sp. 1, *Microsetella* sp. 1, *Ancorabolidae* sp. 1, *Ectinosomatidae* sp. 1 y *Harpacticoida* sp. 1, *Hyphalion captans*, *Erebonaster protentipes* y *Oncaea venusta*), seguido de la planicie abisal en donde se registraron cinco especies (*Ameira cf. tenuicornis*, *Enhydrosoma* sp. 1, *Microsetella* sp. 1, *Ectinosomatidae* sp. 1 y *Harpacticoida* sp. 1); en las ventilas hidrotermales sólo se encontraron tres especies (*Erebonaster protentipes*, *Oncaea venusta* y *Dirivultidae* sp. 1).

En el Nivel 3 (3-5 cm) la riqueza específica en la planicie abisal fue de dos especies (*Ameira cf. tenuicornis* y *Ectinosomatidae* sp. 1), en infiltraciones frías se registró una única especie (*Erebonaster protentipes*), mientras que en ventilas hidrotermales no se registró ninguna especie (Anexo III).

Estadísticamente la riqueza taxonómica reconocida en los tres ecosistemas por estrato en el sedimento varió de  $0.9 \pm 0.3$  a  $0.1 \pm 0.3$  (n=10, Tabla 3), el valor más alto ( $0.9 \pm 0.3$ , n=9) corresponde al Nivel 1 (0-1 cm) del ecosistema de infiltraciones frías y el valor más bajo ( $0.1 \pm 0.3$ , n=1) al Nivel 3 (3-5 cm) del mismo ecosistema. Las infiltraciones frías fue el ecosistema que presenta mayor riqueza de especies con nueve, seguida de la planicie abisal mientras que las ventilas hidrotermales solo registra tres especies (Tabla 3). Los valores de riqueza taxonómica entre los tres ecosistemas no variaron significativamente (ANOVA  $F_{(2,12)} = 0.99$ ,  $p = 0.39$ ), sin embargo, infiltraciones frías y la planicie abisal son más parecidas. Los valores de riqueza taxonómica por estrato en el sedimento variaron significativamente (ANOVA  $F_{(4,10)} = 5.06$ ,  $p = 0.01$ ) (Anexo VI).

**Tabla 3.** Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar ( $\sigma$ ) de la riqueza taxonómica de copépodos (n=10) de cada ecosistema por estrato en el sedimento (el valor más alto se muestra en negritas).

Nivel	Infiltraciones frías		Ventilas hidrotermales		Planicie abisal	
	S	$(\bar{X}) \pm (\sigma)$	S	$(\bar{X}) \pm (\sigma)$	S	$(\bar{X}) \pm (\sigma)$
0-1 cm	9	<b><math>0.9 \pm 0.3</math></b>	3	$0.3 \pm 0.5$	5	$0.5 \pm 0.5$
1-3 cm	5	$0.5 \pm 0.5$	0	0	4	$0.4 \pm 0.5$
3-5 cm	1	$0.1 \pm 0.3$	0	0	2	$0.2 \pm 0.4$
5-10 cm	0	0	0	0	0	0
> 10 cm	0	0	0	0	0	0

\*S= número de especies

*Por hábitat y estrato en el sedimento.* Las nueve especies que se registran en el Nivel 1 (0-1 cm) de infiltraciones frías, se distribuyen de diferente manera en cada uno de los cinco hábitats de este ecosistema, resaltando el hábitat de *Escarpia spicata* (Jua\_Sibo) que registró la mayor riqueza, presentando las nueve especies que se encontraron en este nivel (Nivel 1). Los tres hábitats del sitio Vasconcelos (Vas\_Tmicrob, Vas\_Vesico y Vas\_Tmicrob + Vesico) registran la presencia del copépodo *Erebonaster protentipes*. El hábitat del vesicómido *Phreagena kilmeri* (Aya\_Vesico) no presentó ninguna especie en el Nivel 1 (0-1 cm), pero en los Niveles 2 y 3 (1-3 y 3-5 cm), se representa la única especie registrada para el Nivel 3 (3-5 cm, *Erebonaster protentipes*) (Anexo IV).

Estadísticamente la riqueza taxonómica reconocida por estrato en el sedimento en los hábitats de infiltraciones frías varió de  $0.9 \pm 0.3$  a  $0.1 \pm 0.3$  (n=10, Tabla 4). El valor más alto ( $0.9 \pm 0.3$ , n=9) correspondió al Nivel 1 (0-1 cm) del hábitat de *Escarpia spicata* (Jua\_Sibo) y el valor más bajo ( $0.1 \pm 0.3$ , n=1) fue para los cuatro hábitats restantes del Nivel 1, 2 y 3 (0-1, 1-3 y 3-5 cm). Mientras que los valores de riqueza taxonómica entre los cinco hábitats no variaron significativamente (ANOVA  $F_{(4,20)} = 1.58$ ,  $p = 0.21$ ), al igual que los valores de riqueza taxonómica por estrato en el sedimento (ANOVA  $F_{(4,20)} = 1.62$ ,  $p = 0.20$ ) (Anexo VI).

**Tabla 4.** Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar ( $\sigma$ ) de la riqueza taxonómica (S=10) de copépodos entre hábitats de infiltraciones frías y por estrato en el sedimento (el valor más alto se muestra en negritas). Vasconcelos; Tapete microbiano (**Vas\_TMicrob**), Vesicómidos (*Archivesica gigas*) (**Vas\_Vesico**), Tapete microbiano con Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Vas\_Tmicrob + Vesico**); Ayala con Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Aya\_Vesico**), y Juárez con Siboglínidos (*Escarpia spicata*) (**Jua\_Sibo**).

Nivel	Vas_Tmicrob		Vas_Vesico		Vas_Tmicrob + Vesico		Aya_Vesico		Jua_Sibo	
	S	$(\bar{X}) \pm (\sigma)$	S	$(\bar{X}) \pm (\sigma)$	S	$(\bar{X}) \pm (\sigma)$	S	$(\bar{X}) \pm (\sigma)$	S	$(\bar{X}) \pm (\sigma)$
0-1 cm	1	$0.1 \pm 0.3$	1	$0.1 \pm 0.3$	1	$0.1 \pm 0.3$	0	-	9	<b><math>0.9 \pm 0.3</math></b>
1-3 cm	0	-	1	$0.1 \pm 0.3$	0	-	1	$0.1 \pm 0.3$	4	$0.4 \pm 0.5$
3-5 cm	0	-	0	-	0	-	1	$0.1 \pm 0.3$	0	-
5-10 cm	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
> 10 cm	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-

\*S= número de especies

Para el caso de ventilas hidrotermales, en el hábitat de *Archivesica gigas* y tapete microbiano (Mor\_Vesico + Tmicrob) se reconocieron a las especies *Erebonaster protentipes*, *Oncaea venusta* y *Dirivultidae* sp. 1, mientras que en el hábitat de *Riftia pachyptila* asociada a tapete microbiano (Mega\_Rif + Tmicrob) sólo se encontró a *Erebonaster protentipes* (Anexo IV). En ambos hábitats únicamente se registraron especies en el Nivel 1 (0-1 cm).

Estadísticamente la riqueza específica reconocida en los hábitats de ventilas hidrotermales por estrato en el sedimento varió de  $0.3 \pm 0.5$  a  $0.1 \pm 0.3$  (n=10, Tabla 5) y sólo se registran valores en el Nivel 1 (0-1 cm). El valor más alto ( $0.3 \pm 0.5$ , n=3) corresponde al hábitat Mor\_Vesico + Tmicrob y el valor más bajo ( $0.1 \pm 0.3$ , n=1) corresponde al hábitat Mega\_Rif + Tmicrob. Los valores de riqueza taxonómica entre los dos hábitats no variaron significativamente (ANOVA  $F_{(1,8)} = 0.40$ ,  $p = 0.54$ ), al igual que los valores de riqueza taxonómica por estrato en el sedimento (ANOVA  $F_{(4,5)} = 4.00$ ,  $p = 0.08$ ), sin embargo, hay un ligera diferencia del Nivel 1 (0-1 cm) del resto de los niveles.

**Tabla 5.** Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar ( $\sigma$ ) de la riqueza taxonómica (S=10) de copépodos entre hábitats de ventilas hidrotermales y estrato en el sedimento (el valor más alto se muestra en negritas). Megamat *Riftia pachyptila* asociada a Tapete microbiano (**Mega\_Rif + Tmicrob**), y Morelos Vesicómidos (*Archivesica gigas*) asociados a Tapete microbiano (**Mor\_Vesico + Tmicrob**).

Nivel	Mega_Rif + Tmicrob		Mor_Vesico + Tmicrob	
	S	( $\bar{X}$ ) $\pm$ ( $\sigma$ )	S	( $\bar{X}$ ) $\pm$ ( $\sigma$ )
0-1 cm	1	$0.1 \pm 0.3$	3	<b><math>0.3 \pm 0.5</math></b>
1-3 cm	0	0	0	0
3-5 cm	0	0	0	0
5-10 cm	0	0	0	0
> 10 cm	0	0	0	0

\*S= número de especies

En la planicie abisal en el Nivel 1 (0-1 cm) se registraron cinco especies, *Ameira cf. tenuicornis*, *Enhydrosoma* sp. 1, *Microsetella* sp. 1, Ectinosomatidae sp. 1 y Harpacticoida sp. 1. De las cinco especies mencionadas anteriormente sólo la especie *Microsetella* sp. 1 no se encontró en el Nivel 2 (1-3 cm), mientras que en el Nivel 3 (3-5 cm) solo se identificaron las especies *Ameira cf. tenuicornis* y Ectinosomatidae sp. 1 (Anexo IV).

Estadísticamente la riqueza específica reconocida en el hábitat de sedimento blando abisal varió de  $0.5 \pm 0.5$  a  $0.2 \pm 0.4$  ( $n=10$ , Tabla 6) en los tres primeros niveles de profundidad (0-1, 1-3 y 3-5 cm). El valor más alto ( $0.5 \pm 0.5$ ,  $n=5$ ) se presentó en el Nivel 1 (0-1 cm), y el valor más bajo ( $0.2 \pm 0.4$ ,  $n=2$ ) en el Nivel 3 (3-5 cm).

**Tabla 6.** Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar ( $\sigma$ ) de la riqueza taxonómica ( $S=10$ ) de copépodos de la planicie abisal por estrato en el sedimento (el valor más alto se muestra en negritas). Sitio testigo con sedimento blando abisal (**Test\_SedBlan**).

Nivel	Test_SedBlan	
	S	( $\bar{X}$ ) $\pm$ ( $\sigma$ )
0-1 cm	5	<b>0.5 <math>\pm</math> 0.5</b>
1-3 cm	4	0.4 $\pm$ 0.5
3-5 cm	2	0.2 $\pm$ 0.4
5-10 cm	0	0
> 10 cm	0	0

\*S= número de especies

Los valores de riqueza taxonómica de los ocho hábitats encontrados en los tres ecosistemas estudiados no variaron significativamente (ANOVA  $F_{(7,32)} = 1.57$ ,  $p = 0.17$ ), sin embargo, se logran diferenciar los hábitats Jua\_Sibo de infiltraciones frías y de Test\_SedBlan de la planicie abisal. Los valores de riqueza taxonómica por estrato en el sedimento variaron significativamente (ANOVA  $F_{(4,35)} = 3.90$ ,  $p = 0.01$ ) entre los ocho hábitats (Anexo VI).

### 8.3 Densidad

*Por ecosistema y estrato en el sedimento.* La densidad promedio reconocida en los tres ecosistemas obtuvo un intervalo de  $0.02 \pm 0.09$  a  $12.0 \pm 12.9$  ind/10cm<sup>2</sup> ( $n=372$ , Tabla 7), siendo el ecosistema de la planicie abisal el que registró la mayor densidad seguido por las infiltraciones frías, ambos ecosistemas sólo presentaron valores para los tres primeros niveles de profundidad (0-1, 1-3, 3-5 cm), ya que en los dos últimos niveles (5-10 y >10 cm) no se encontró ningún copépodo. En las ventilas hidrotermales sólo se registró densidad en el primer nivel del sedimento (0-1 cm). El valor más alto ( $12.0 \pm 12.9$  ind/10cm<sup>2</sup>,  $n=102$ ) se registró en el Nivel 1 (0-1 cm) de la planicie abisal, mientras que el valor más bajo ( $0.02 \pm 0.09$  ind/10cm<sup>2</sup>,  $n=1$ ) se obtuvo en el Nivel 3 (3-5 cm) de las infiltraciones frías.

**Tabla 7.** Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar ( $\sigma$ ) de la densidad de copépodos (ind/10cm<sup>2</sup>) de cada ecosistema por estrato en el sedimento (el valor más alto se muestra en negritas).

Nivel	Infiltraciones frías		Ventilas hidrotermales		Planicie abisal	
	n	( $\bar{X}$ ) ± ( $\sigma$ )	n	( $\bar{X}$ ) ± ( $\sigma$ )	n	( $\bar{X}$ ) ± ( $\sigma$ )
0-1 cm	200	4.7 ± 9.8	13	0.8 ± 1.2	102	<b>12.02 ± 12.99</b>
1-3 cm	45	1.1 ± 3.3	0	-	7	0.8 ± 1.4
3-5 cm	1	0.02 ± 0.09	0	-	4	0.5 ± 0.8
5-10 cm	0	-	0	-	0	-
> 10 cm	0	-	0	-	0	-

\*n= número de organismos.

Los valores de densidad entre los tres ecosistemas no variaron significativamente (ANOVA F<sub>(2,12)</sub>= 0.75, p= 0.49), sin embargo, en las infiltraciones frías fue ligeramente diferente. Los valores de densidad por estrato en el sedimento no variaron significativamente (ANOVA F<sub>(4,10)</sub>= 2.91, p= 0.07), sin embargo, el Nivel 1 (0-1 cm) se logra diferenciar de los otros niveles (Anexo VI).

*Por hábitat y estrato en el sedimento.* Se observó que la densidad de copépodos varió de acuerdo al hábitat y al estrato en el sedimento. En infiltraciones frías se presentaron los valores de densidad más altos en el hábitat de *Escarpia spicata* (Jua\_Sibo); el valor promedio más alto fue de 17.0 ± 13.1 ind/10cm<sup>2</sup> (n=193, Tabla 8) y se registró en el Nivel 1 (0-1 cm). Mientras que el valor más bajo fue de 0.0 ± 0.1 ind/10cm<sup>2</sup> (n=1, Tabla 8) y se registró en el Nivel 3 (3-5 cm) del hábitat de *Phreagena kilmeri* (Aya\_Vesico) (Anexo V).

**Tabla 8.** Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar ( $\sigma$ ) de la densidad de copépodos (ind/10cm<sup>2</sup>) por hábitats de infiltraciones frías (n=5) y por estrato en el sedimento (n=5) (el valor más alto se muestra en negritas). Vasconcelos; Tapete microbiano (**Vas\_TMicrob**), Vesicómidos (*Archivesica gigas*) (**Vas\_Vesico**), Tapete microbiano con Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Vas\_Tmicrob + Vesico**); Ayala con Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Aya\_Vesico**), y Juárez con Siboglínidos (*Escarpia spicata*) (**Jua\_Sibo**).

Nivel	Vas_Tmicrob		Vas_Vesico		Vas_Tmicrob + Vesico		Aya_Vesico		Jua_Sibo	
	n	( $\bar{X}$ ) ± ( $\sigma$ )	n	( $\bar{X}$ ) ± ( $\sigma$ )	n	( $\bar{X}$ ) ± ( $\sigma$ )	n	( $\bar{X}$ ) ± ( $\sigma$ )	n	( $\bar{X}$ ) ± ( $\sigma$ )
0-1 cm	1	0.1 ± 0.2	4	0.4 ± 0.5	2	0.3 ± 0.5	0	-	193	<b>17.0 ± 13.1</b>
1-3 cm	0	-	2	0.2 ± 0.2	0	-	5	0.4 ± 0.6	38	3.3 ± 6.4
3-5 cm	0	-	0	-	0	-	1	0.0 ± 0.1	0	-
5-10 cm	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
> 10 cm	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-

\*n= número de organismos.

Los valores de densidad entre los cinco hábitats no variaron significativamente (ANOVA  $F_{(4,20)} = 1.45$ ,  $p = 0.25$ ), al igual que los valores de densidad por estrato en el sedimento (ANOVA  $F_{(4,20)} = 1.04$ ,  $p = 0.41$ ) (Anexo VI).

En ventilas hidrotermales se obtuvieron dos valores promedio de densidad para el Nivel 1 (0-1 cm), ya que en el resto de los niveles no se encontraron copépodos. El valor más alto,  $1.3 \pm 1.7$  ind/10cm<sup>2</sup> (n=11, Tabla 9), se registró en el hábitat de *Archivesica gigas* y tapete microbiano (Mor\_Vesico + Tmicrob). El valor más bajo,  $0.2 \pm 0.4$  ind/10cm<sup>2</sup> (n=2, Tabla 9), se registró en el hábitat de *Riftia pachyptila* asociada a tapete microbiano (Mega\_Rif + Tmicrob) (Anexo V).

**Tabla 9.** Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar ( $\sigma$ ) de la densidad de copépodos (ind/10cm<sup>2</sup>) por hábitats de ventilas hidrotermales (n=2) y por estrato en el sedimento (n=5) (el valor más alto se muestra en negritas). Megamat *Riftia pachyptila* asociado a Tapete microbiano (**Mega\_Rif + Tmicrob**), y Morelos Vesicómidos (*Archivesica gigas*) asociados a Tapete microbiano (**Mor\_Vesico + Tmicrob**).

Nivel	Mega_Rif + Tmicrob		Mor_Vesico + Tmicrob	
	n	( $\bar{X}$ ) $\pm$ ( $\sigma$ )	n	( $\bar{X}$ ) $\pm$ ( $\sigma$ )
0-1 cm	2	0.2 $\pm$ 0.4	11	<b>1.3 <math>\pm</math> 1.7</b>
1-3 cm	0	-	0	-
3-5 cm	0	-	0	-
5-10 cm	0	-	0	-
> 10 cm	0	-	0	-

\* n= número de organismos.

Los valores de densidad entre los dos hábitats no variaron significativamente (ANOVA  $F_{(1,8)} = 0.64$ ,  $p = 0.44$ ), al igual que los valores de densidad por estrato en el sedimento (ANOVA  $F_{(4,5)} = 2.08$ ,  $p = 0.22$ ), sin embargo, el Nivel 1 (0-1 cm) se logró diferenciar del resto de los niveles (Anexo VI).

En la planicie abisal en el hábitat de sedimento blando (Test\_SedBlan) el valor promedio más alto de densidad fue de  $12.0 \pm 12.9$  ind/10cm<sup>2</sup> (n=102, Tabla 10) en el Nivel 1 (0-1 cm), y el valor más bajo de densidad,  $0.5 \pm 0.8$  ind/10cm<sup>2</sup> (n=4, Tabla 10), se registró en el Nivel 3 (3-5 cm). En general los Niveles 4 y 5 (5-10 y >10 cm) de todos los hábitats en los tres ecosistemas no presentó copépodos (Anexo V).

**Tabla 10.** Valores promedio ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar ( $\sigma$ ) de la densidad de copépodos (ind/10cm<sup>2</sup>) de la planicie abisal por estrato en el sedimento (n=5) (el valor más alto se muestra en negritas). Sitio testigo con sedimento blando abisal (**Test\_SedBlan**).

Nivel	Test_SedBlan	
	n	( $\bar{X}$ ) ± ( $\sigma$ )
0-1 cm	102	<b>12.0 ± 12.9</b>
1-3 cm	7	0.8 ± 1.4
3-5 cm	4	0.5 ± 0.8
5-10 cm	0	-
> 10 cm	0	-

\*n= número de organismos.

Los valores de densidad entre los ocho hábitats no variaron significativamente (ANOVA F<sub>(7,32)</sub>= 1.17, p= 0.34), sin embargo, los hábitats Jua\_Sibo de infiltraciones frías y Test\_SedBlan de la planicie abisal sí se logran diferenciar del resto. Los valores de densidad por estrato en el sedimento variaron significativamente (ANOVA F<sub>(4,35)</sub>= 2.54, p= 0.05) (Anexo VI).

#### 8.4 Parámetros ecológicos

*Índices ecológicos por ecosistema y estrato en el sedimento.* El ecosistema que presentó el valor más alto de diversidad (H' log<sub>2</sub>=2.4) fue en infiltraciones frías y el valor más bajo (H' log<sub>2</sub>=1.2) fue en ventilas hidrotermales, mientras que la dominancia más alta (D'=0.5) se registró en la planicie abisal y la dominancia más baja (D'=0.3) se encontró en infiltraciones frías.

El valor de equidad más alto (J'=0.8) se presentó tanto en infiltraciones frías como en ventilas hidrotermales, por lo tanto, el valor más bajo (J'=0.6) se registró en la planicie abisal (Tabla 11). En todos los casos, los valores más altos se registraron en el Nivel 1 (0-1 cm) de profundidad.

**Tabla 11.** Valores de los índices ecológicos para cada ecosistema (n=3) (los valores más altos se muestran en negritas).

	Infiltraciones frías	Ventilas hidrotermales	Planicie abisal
S	9	3	5
n	246	13	113
Diversidad (H' log <sub>2</sub> )	<b>2.4</b>	1.2	1.5
Dominancia (D')	0.3	0.4	<b>0.5</b>
Equidad (J')	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>	0.6



*Índices ecológicos por hábitat y estrato en el sedimento.* En infiltraciones frías el valor más alto de diversidad ( $H' \log_2=2.5$ ) se registró en el hábitat de *Escarpia spicata* (Jua\_Sibo) en el Nivel 1 (0-1 cm). Mientras que los cuatro hábitats restantes (Vas\_Tmicrob, Vas\_Vesico, Vas\_Tmicrob + Vesico y Aya\_Vesico) presentaron una diversidad baja ( $H' \log_2=0$ ). Por lo tanto, las dominancias más altas ( $D'=1$ ) fueron registradas en algunos de los niveles de esos hábitats y la dominancia más baja ( $D'=0.2$ ) se registró en el hábitat Jua\_Sibo del Nivel 1 (0-1 cm). Sin embargo, este mismo hábitat registró la equidad más alta ( $J'=0.8$ ) en el Nivel 1 (0-1 cm) y la equidad más baja ( $J'=0.6$ ) en el Nivel 2 (1-3 cm) (Tabla 12).

**Tabla 12.** Valores de los índices ecológicos para cada hábitat de infiltraciones frías (n=5) por estrato en el sedimento (n=3) (el valor más alto se muestra en negritas). Vasconcelos; Tapete microbiano (**Vas\_TMicrob**), Vesicómidos (*Archivesica gigas*) (**Vas\_Vesico**), Tapete microbiano con Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Vas\_Tmicrob + Vesico**); Ayala con Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Aya\_Vesico**), y Juárez con Siboglínidos (*Escarpia spicata*) (**Jua\_Sibo**).

Nivel (cm)	Vas_TMicrob			Vas_Vesico			Vas_TMicrob + Vesico			Aya_Vesico			Jua_Sibo		
	0-1	1-3	3-5	0-1	1-3	3-5	0-1	1-3	3-5	0-1	1-3	3-5	0-1	1-3	3-5
S	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	9	4	0
n	1	0	0	4	2	0	2	0	0	0	5	1	193	38	0
Diversidad ( $H' \log_2$ )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2.5</b>	1.2	0
Dominancia ( $D'$ )	-	-	-	<b>1</b>	<b>1</b>	-	<b>1</b>	-	-	-	<b>1</b>	-	0.2	0.5	-
Equidad ( $J'$ )	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0.8</b>	0.6	-

En ventilas hidrotermales sólo se registraron valores en el Nivel 1 (0-1 cm) en los dos hábitats presentes en este ecosistema. El hábitat que presentó el valor más elevado de diversidad ( $H' \log_2=1.3$ ) fue el conformado por *Archivesica gigas* y tapete microbiano (Mor\_Vesico + Tmicrob), mientras que la diversidad más baja ( $H' \log_2=0$ ) se registró en el hábitat conformado por *Riftia pachyptila* asociada a tapete microbiano (Mega\_Rif + Tmicrob). La dominancia más alta ( $D'=1$ ) se presentó en el hábitat Mega\_Rif + Tmicrob y la dominancia más baja ( $D'=0.4$ ) en Mor\_Vesico + Tmicrob. El valor de equidad fue de  $J'=0.8$  en este último hábitat (Tabla 13).

**Tabla 13.** Valores de los índices ecológicos para cada hábitat de ventilas hidrotermales (n=2) por estrato en el sedimento (n=3) (el valor más alto se muestra en negritas). Megamat *Riftia pachyptila* asociado a Tapete microbiano (**Mega\_Rif + Tmicrob**), y Morelos Vesicómidos (*Archivesica gigas*) asociados a Tapete microbiano (**Mor\_Vesico + Tmicrob**).

Nivel (cm)	<b>Mega_Rif + Tmicrob</b>			<b>Mor_Vesico + Tmicrob</b>		
	0-1	1-3	3-5	0-1	1-3	3-5
S	1	0	0	3	0	0
n	2	0	0	11	0	0
Diversidad (H' log <sub>2</sub> )	0	0	0	<b>1.3</b>	0	0
Dominancia (D')	<b>1</b>	-	-	0.4	-	-
Equidad (J')	-	-	-	<b>0.8</b>	-	-

En la planicie abisal en el hábitat de sedimento blando (Test\_SedBlan) la diversidad varió hacia el interior del sedimento de 0.8 a 1.8, el valor más elevado de diversidad (H' log<sub>2</sub>=1.8) se registró en el Nivel 2 (1-3 cm), y el valor más bajo de diversidad (H' log<sub>2</sub>=0.8) se presentó en el Nivel 3 (3-5 cm), por lo tanto la dominancia más alta (D'=0.5) se presentó en el Nivel 3 (3-5 cm) y la dominancia más baja (D'=0.3) en el Nivel 2 (1-3 cm). La mayor equidad (J'=0.9) se registró en el Nivel 2 (1-3 cm) y la más baja (J'=0.6) en el Nivel 1 (0-1 cm) (Tabla 14).

**Tabla 14.** Valores de los índices ecológicos para el hábitat de planicie abisal por estrato en el sedimento (n=3) (el valor más alto se muestra en rojo). Sitio testigo con sedimento blando abisal (**Test\_SedBlan**).

Nivel (cm)	<b>Test_SedBlan</b>		
	0-1	1-3	3-5
S	5	4	2
n	102	7	4
Diversidad (H' log <sub>2</sub> )	1.5	<b>1.8</b>	0.8
Dominancia (D')	0.4	0.2	<b>0.5</b>
Equidad (J')	0.6	<b>0.9</b>	0.8

## 9. DISCUSIÓN

### 9.1 Composición específica

Las 10 especies que se reportan en este trabajo corresponden a ocho familias, de las cuales, la familia Ectinosomatidae del orden Harpacticoida fue la mejor representada con dos especies. En varios estudios de mar profundo típico han reportado la presencia de copépodos de esta familia, aunque en casi todos sólo llegan hasta éste nivel de identificación (Tsurumi y Tunnicliffe, 2001; Gómez y Morales-Serna, 2012), esto debido a que se requiere disectarlos para llegar a nivel de especie y hay pocos especialistas en la taxonomía de Copepoda. Para el caso de ambientes quimiosintéticos esta familia está reportada para ventilas hidrotermales con una especie, *Microsetella norvegica* (Heptner e Ivanenko, 2002).

De las especies del orden Harpacticoida que están reportadas para ventilas hidrotermales y para infiltraciones frías del mundo (Heptner e Ivanenko, 2002; Gollner *et al.*, 2010b) ninguna ha sido reportada para México. Cabe resaltar que en el presente estudio se hace el primer registro de la especie *Ameira cf. tenuicornis* perteneciente a la familia Ameiridae para las infiltraciones frías del Margen de Sonora y para la planicie abisal del Golfo de California.

Se sabe que *A. cf. tenuicornis* es marina y se distribuye en el norte de Europa, mar Mediterráneo y este de E.U.A., por lo que con éste nuevo registro se amplía su distribución geográfica desde la planicie abisal de la Cuenca de Guaymas hasta el Margen de Sonora en el Golfo de California, noroeste de México. En cuanto al sustrato, esta especie solamente se había encontrado entre las algas (LUCIOPESCE, 2016), por lo que ahora también se encuentra en sedimento blando de mar profundo.

Gollner y colaboradores (2010b) realizaron un estudio en las ventilas hidrotermales del Pacífico Este a 9° 50' N donde reportaron por primera vez a dos especies del género *Ameira* (Harpacticoida: Ameiridae). Este estudio refuerza la presencia de *Ameira cf. tenuicornis* en un hábitat quimiosintético, pero asociado a infiltraciones frías y a la planicie abisal. Se tiene bien documentado que los representantes de la familia Ameiridae habitan en una amplia gama de tipos de sedimentos, desde hábitats subterráneos (en cuevas) (Rouch, 1986), aguas termales (Heberer y Kiefer, 1932), aguas epicontinentales o en asociación con otros invertebrados (gusanos planos, cangrejos, cangrejos de río, isópodos) (Boxshall y Jaume, 2000). Por lo tanto, no es de extrañar encontrar especies de esta familia y de este género en ecosistemas quimiosintéticos como en este trabajo.

El estudio de la fauna de harpacticoides en México aún se encuentra en desarrollo. Los resultados preliminares de algunas investigaciones indican que se espera que las familias Miraciidae,

Ectinosomatidae, Laophontidae, y Ameiridae pueden ser las más diversas dentro de los harpacticoides (Gómez y Morales-Serna, 2014). Harpacticoida es un orden cosmopolita, muy diverso y abundante. En muchos trabajos se hace énfasis en que es un grupo subestimado, ya que a menudo más del 95%, o incluso el 100% de las especies de harpacticoides de aguas profundas son nuevas para la ciencia (Thistle, 1998; Tsurumi y Tunnicliffe, 2001). Por lo cual no es de extrañar que se haya encontrado *Ameira cf. tenuicornis* en un ecosistema quimiosintético del presente estudio. Se tiene la hipótesis que Harpacticoida podría superar al orden Siphonostomatoida (Thistle, 1998), por tal motivo es necesario realizar más estudios sobre este orden, tanto en su taxonomía como en su ecología.

En las ventilas hidrotermales de la Cuenca de Guaymas previamente se han reportado siete especies, de las cuales tres pertenecen a la familia Dirivultidae del orden Siphonostomatoida y las otras cuatro especies a cuatro familias del orden Poecilostomatoida: Clausidiidae, Erebonasteridae, Lubbockiidae y Oncaea (Humes, 1987; Heptner e Ivanenko, 2002). En este estudio se encontraron cuatro especies pertenecientes a cuatro familias, Clausidiidae, Erebonasteridae, Oncaea y Dirivultidae. No se encontró ningún harpacticoides en este ecosistema, sin embargo, en las ventilas hidrotermales de las Galápagos, por ejemplo, se tiene el registro de dos especies (*Andromastax muricatus* y *Argestoides prehensilis*) (Heptner e Ivanenko, 2002).

Para infiltraciones frías no se ha registrado ninguna especie en el Margen de Sonora (Humes, 1987; Humes, 1988; Heptner e Ivanenko, 2002), sin embargo, con los resultados de este estudio se hace el primer registro de nueve especies para este ecosistema quimiosintético, seis pertenecientes al orden Harpacticoida (familias Ameiridae, Cletodidae, Ancorabolidae y Ectinosomatidae), y tres especies pertenecen al orden Poecilostomatoida (familias Clausidiidae, Erebonasteridae y Oncaea).

En la planicie abisal se reportan cinco especies, todas del orden Harpacticoida y pertenecientes a las familias Ameiridae, Cletodidae y Ectinosomatidae, las cuales son compartidas con el ecosistema de infiltraciones frías. Gómez y Morales-Serna (2012) reportaron la presencia de copépodos pertenecientes a 19 familias en el fondo abisal del Golfo de California, en las que se ha observado que las familias Ameiridae, Argestidae, Canthocamptidae, Cerviniidae, Cletodidae, Pseudotachidiidae, Ectinosomatidae, Miraciidae, Neobradyidae y Tisbidae son las más abundantes y frecuentes.

A pesar de que las planicies abisales se han investigado durante varias décadas, las ventilas hidrotermales y las infiltraciones frías (en menor grado) se han investigado más a fondo que las zonas bentónicas abisales. Como consecuencia, la exploración se ve limitada por el conocimiento insuficiente

de la zona bentónica adyacente (McArthur y Tunnicliffe, 1998) y resulta en el número reducido de trabajos que comparan estos ecosistemas.

## **9.2 Riqueza taxonómica**

Varios autores han reportado que la riqueza de especies en infiltraciones frías se caracteriza por ser baja (Buck y Barry, 1998; Olu *et al.*, 1997; Robinson *et al.*, 2004; Levin, 2005), pero alta comparada con ambientes de ventilas hidrotermales, y ha sido atribuido a la estabilidad (principalmente de la temperatura) que presentan los ambientes de infiltraciones frías (Sibuet y Olu, 1998). Esto concuerda con los resultados de este estudio, ya que se registran nueve especies en infiltraciones frías, mientras que en ventilas hidrotermales solo fueron tres especies.

También se ha sugerido que una distinción completa entre los ecosistemas de ventilas hidrotermales y de infiltraciones frías puede ser inapropiada, ya que la evidencia de historias evolutivas compartidas e incluso algunas especies compartidas, sugieren que existen vínculos entre los taxa de ambos ecosistemas en escalas evolutivas y ecológicas (Hecker, 1985; Sibuet y Olu, 1998). Esta hipótesis se acepta en este estudio, ya que se encontraron especies que sólo estaban reportadas para ventilas hidrotermales (*Hyphalion captans*, *Erebonaster protentipes* y *Oncaea venusta*) en infiltraciones frías del Margen de Sonora, y se presentaron solamente en el hábitat formado por *Escarpia spicata* (Jua\_Sibo).

En algunos estudios se ha documentado que existen especies oceánicas ampliamente distribuidas que pueden encontrar condiciones favorables en un ecosistema quimiosintético y lograr la máxima abundancia en ventilas hidrotermales (Vinogradov y Vinogradov, 1998). Tal caso puede ser el de la especie *Ameira cf. Tenuicornis*, la cual sólo había sido reportada a profundidades menores a los 100 m. En este estudio se hace el primer reporte de aparición de esta especie a una profundidad ~ 2,000 m en infiltraciones frías y también en la planicie abisal, por lo cual se amplía el rango batimétrico de la especie. El género *Hyphalion* constituía el único caso en el que un grupo ampliamente conocido en mares poco profundos se encontraba también en regiones de aguas profundas (Humes, 1988).

Se ha reportado también el caso de copépodos que se sabe habitan en ventilas hidrotermales y que se han encontrado más allá (fuera de los límites) de estos ecosistemas (Heptner e Ivanenko, 2002). Por ejemplo, la familia Erebonasteridae (Poecilostomatoida) fue descubierta por Humes (1987) en la cavidad del manto de un bivalvo en ventilas hidrotermales, y por lo cual la denominó "endémica". Posteriormente, se encontraron nuevas especies y géneros de esta familia en otros ecosistemas de aguas profundas, ampliando su distribución (Humes, 1989; Huys y Boxshall, 1990; Huys, 1991). En este estudio

se encontró que las especies *Erebonaster protentipes*, *Oncaea venusta* e *Hyphalion captans* que estaban reportadas para ventilas hidrotermales, también se encontraron en el hábitat de *Escarpia spicata* de infiltraciones frías. En particular *Hyphalion captans* fue exclusiva de este ecosistema y hábitat.

Por otra parte, los representantes de la familia Dirivultidae (Siphonostomatoida) se han reportado solamente en ventilas hidrotermales de aguas profundas y es por eso que se les considera endémicos de éste ecosistema (Gollner *et al.*, 2010a); en la Cuenca de Guaymas se han reportado tres especies (*Aphotopontius mammillatus*, *Stygiopontius flexus* y *Stygiopontius mucroniferus*) (Humes, 1987, Humes, 1988a; Heptner e Ivanenko, 2002). Esto concuerda con el presente estudio, ya que Dirivultidae sp. 1, se registró únicamente en ventilas hidrotermales, y fue exclusiva del hábitat de *Archivesica gigas* y tapete microbiano (Mor\_Vesico + Tmicrob).

En aquellos hábitats quimiosintéticos en que no han sido encontrados copépodos dirivultidos, se ha observado que los copépodos harpacticoides son dominantes (Gollner *et al.*, 2010a), lo cual contrasta con los resultados del presente estudio, ya que los harpacticoides dominaron tanto en infiltraciones frías como en la planicie abisal.

En la familia Ameiridae (Harpacticoida), varios géneros no están bien definidos, por lo que toda la familia requiere una revisión taxonómica (Conroy-Dalton y Huys, 1996; Lee y Huys, 2002). Aunque *Ameira* es el género con más especies marinas y morfológicamente diversa en la familia, no se han hecho intentos de delimitar las especies, es por esta razón que en este estudio no se logró determinar a cuál de los dos morfotipos de *Ameira tenuicornis* correspondía. Por tal razón se colocó cf. (abreviatura de la palabra latina *confer* que significa comparar), ya que no se puede afirmar con seguridad a cuál de las dos corresponde.

En el caso de la familia Ancorabolidae (Harpacticoida), se tiene reporte de una especie (*Uptionyx verенаe*) para ventilas hidrotermales a nivel mundial (Heptner e Ivanenko, 2002). En este estudio se reporta una especie (Ancorabolidae sp. 1) en infiltraciones frías, el cual constituye el primer registro para este ecosistema quimiosintético, el cual además fue exclusivo del hábitat de *Escarpia spicata*.

El orden Harpacticoida en mar profundo es poco conocido en su sistemática, diversidad y composición de las especies. La mayoría de las investigaciones de aguas profundas incluyen niveles taxonómicos más altos que el de especie (Thiel, 1983; Vincx *et al.*, 1994). Tal es el caso de las Familias Cletodidae y Ectinosomatidae que se reportan en el sedimento blando de la planicie abisal de este trabajo y que en la mayoría de los estudios de fondo abisal se reportan hasta este nivel. Muy pocas

investigaciones se han realizado para ambientes quimiosintéticos, sin embargo, las familias antes mencionadas se reportan también en el hábitat de *Escarpia spicata* del ecosistema de infiltraciones frías.

La escasa información de Harpacticoida se ha explicado desde dos puntos de vista, por una parte, varias especies se encuentran simultáneamente tanto por encima como por debajo de los 200 m de profundidad y, por otra parte, el escaso conocimiento de la distribución de las especies harpacticoides alejadas de la costa (Seifried, 2004). Lo anterior es congruente con el nuevo registro que se hace de la especie *Ameira cf. tenuicornis* en infiltraciones frías del Golfo de California a pesar de que ya se tenía el registro del género *Ameira* en ventilas hidrotermales del Pacífico Este (Gollner *et al.*, 2010b). Esto demuestra que hace falta mucho por conocer de la distribución de las especies.

Pero por otra parte, también hay que hacer énfasis que la falta de conocimiento de Harpacticoida se debe por la dificultad de estudio del grupo, tanto por lo complejo y diverso de sus formas, como por el tamaño reducido, así como la necesidad de diseccionar para la determinación de especies o describir nuevas especies y por los pocos especialistas en el grupo, principalmente a nivel nacional, donde únicamente encontramos al Dr. Samuel Gómez.

Drzycimski (1969) y Coull (1972) fueron los primeros en reconocer que los harpacticoides tienen una mayor diversidad en el mar profundo que en hábitats marinos someros y con los resultados de este estudio se sustenta esta afirmación, ya que la familia Ectinosomatidae fue la mejor representada con dos especies, Ectinosomatidae sp. 1 y *Microsetella* sp. 1, tanto en la planicie abisal como en infiltraciones frías.

### **9.3 Densidad**

En general, se ha observado que la densidad total de Copepoda es alta, ya que está dada en función de la abundancia y se encuentra bien documentado que los copépodos son el segundo taxón más abundante de la meiofauna (Danovaro *et al.*, 2008; Giere, 2009) después de Nematoda.

Shirayama y Ohta (1990) realizaron un estudio en las infiltraciones frías de Hatsushima, Japón, reportando una densidad por estrato en el sedimento (n=49) que va de 36 ind/10 cm<sup>2</sup> en el nivel 0-2 cm, de 12 ind/10 cm<sup>2</sup> en el nivel 2-4 cm, de 1 ind/10 cm<sup>2</sup> en el nivel 4-6 cm, y de 0 ind/10 cm<sup>2</sup> en el nivel 6-8 cm. Esto concuerda con lo obtenido en este estudio, ya que se observó que la mayor densidad ( $4.7 \pm 9.8$  ind/10 cm<sup>2</sup>, n=200) se presenta en el Nivel 1 (0-1 cm) y tiende a disminuir con la profundidad, como bien lo sugirieron Gutzmann y colaboradores (2004) en el estudio realizado en el Drake Passage.



Por otro lado, Bright y colaboradores (2010) reportaron que la densidad de copépodos en las infiltraciones frías al norte del Golfo de México es en promedio menor a los 80 ind/10 cm<sup>2</sup>, registrando un intervalo de 3.4 a 23.15 ind/10 cm<sup>2</sup> (n=2490) en hábitats formados por mejillones y de 0.2 a 73 ind/10 cm<sup>2</sup> (n=22,192) en hábitats formados por gusanos de tubo. Dichos resultados difieren con el presente estudio, en donde se registró que en los hábitats formados por vesicómidos (Vas\_Vesico y Aya\_Vesico) la densidad promedio fue de 0.0 ± 0.1 ind/10 cm<sup>2</sup> (n=1) a 0.4 ± 0.5 ind/10 cm<sup>2</sup> (n=4), y en el hábitat formado por siboglínidos (Jua\_Sibo) la densidad fue de 3.3 ± 6.4 ind/10 cm<sup>2</sup> (n=38) a 17.0 ± 13.1 ind/10 cm<sup>2</sup> (n=193). Mientras que para los hábitats de agregaciones de tapete microbiano (Vas\_Tmicrob y Vas\_Tmicrob + Vesico) se reportó una densidad de 0.1 ± 0.2 ind/10 cm<sup>2</sup> (n=1) a 0.3 ± 0.5 ind/10 cm<sup>2</sup> (n=2). Cabe mencionar que todos los valores más altos fueron para el Nivel 1 (0-1 cm).

La densidad promedio de copépodos en ventilas hidrotermales de mar profundo generalmente es menor a 80 ind/10 cm<sup>2</sup>, y van desde 1 a 50 ind/10 cm<sup>2</sup> en hábitats de gusanos de tubo (Tsurumi *et al.*, 2003), y de 13 a 41 ind/10 cm<sup>2</sup> en hábitats de mejillones (Zekely *et al.*, 2006; Copley *et al.*, 2007). Los resultados que se presentaron en este estudio difieren con los datos anteriores, ya que se reportó una densidad menor con valores de 0.2 ± 0.4 ind/10 cm<sup>2</sup> (n=2) en el hábitat de *Riftia pachyptila* asociado a tapete microbiano (Mega\_Rif + Tmicrob) y de 1.3 ± 1.7 ind/10 cm<sup>2</sup> (n=11) en el hábitat de *Archivesica gigas* y tapete microbiano (Mor\_Vesico + Tmicrob), aunque en el segundo hábitat hubo una mayor densidad. En el estudio que realizaron Gollner y colaboradores (2007) en dos sitios de las ventilas hidrotermales del Pacífico Este, reportan densidades menores que van de 3.6 a 26.9 ind/10 cm<sup>2</sup> en el hábitat de gusanos de tubo del sitio Tica y de 0.2 a 4.3 ind/10 cm<sup>2</sup> en el hábitat de *Riftia*, lo cual parece contrastante con los resultados que aquí se presentan. Estos y otros trabajos reportan la densidad promedio, pero no por estrato en el sedimento, como en este estudio.

Las razones por las que difirieron los resultados en ventilas hidrotermales, pueden asociarse a las zonaciones microambientales, derivadas a la cercanía a la chimenea, a la concentración de compuestos, disponibilidad de oxígeno, presencia de Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S), o a la presencia de potenciales depredadores. Pero también se pueden asociar a parámetros metodológicos como la obtención de muestras en sólo cuatro estaciones de muestro de las 12 en total para este estudio o a la revisión de las muestras en microscopio por más de una persona.

El panorama es distinto en zonas sin actividad quimiosintética, debido a que se ha reportado que la densidad de copépodos abisales en el Golfo de California va desde 0 ind/10 cm<sup>2</sup> hasta valores máximos de 47.4 ind/10 cm<sup>2</sup> a profundidades desde 800 m hasta 2,120 m (Gómez y Morales-Serna, 2012). Los

datos anteriores coinciden con este estudio, ya que la densidad en el Nivel 1 (0-1 cm) fue de  $12.02 \pm 12.99$  ind/10 cm<sup>2</sup> (n=102) y menor en los Niveles 2 y 3 (1-3 y 3-5 cm) con  $0.8 \pm 1.4$  ind/10 cm<sup>2</sup> (n=7) y  $0.5 \pm 0.8$  ind/10 cm<sup>2</sup> (n=4) respectivamente, teniendo una densidad promedio de  $13.3 \pm 19.7$  ind/10 cm<sup>2</sup> (n=113) en la planicie abisal, demostrando que los resultados de densidad se encuentran dentro del intervalo antes mencionado. Sin embargo, estos datos difieren del trabajo realizado por Danovaro y colaboradores (2000) quienes registraron densidades de copépodos desde 4.2 ind/10 cm<sup>2</sup> hasta 5.5 ind/10 cm<sup>2</sup> a 1,540 m de profundidad durante el periodo de agosto de 1994 a septiembre de 1995. Y al igual que en ventilas hidrotermales, los estudios antes mencionados reportan únicamente la densidad total de copépodos.

#### **9.4 Parámetros ecológicos**

Existen estudios sobre la diversidad del meiobentos en mar profundo (Zekely *et al.*, 2006), así como algunos sobre la diversidad de copépodos en ambientes quimiosintéticos (Gollner *et al.*, 2007; Plum *et al.*, 2015). El presente estudio proporciona, por primera vez, una comparación de la diversidad de copépodos asociados a tres ecosistemas contrastantes (ventilas hidrotermales, infiltraciones frías y planicie abisal) del Golfo de California, México.

Se ha documentado que la diversidad de las comunidades de ventilas hidrotermales e infiltraciones frías es baja, con abundancia elevada y dominadas por unas cuantas especies (Escobar-Briones, 2014). En el presente estudio también se registró que la diversidad fue baja y se observó una notable diferencia entre los dos ecosistemas quimiosintéticos, siendo mayor en infiltraciones frías ( $H' \log_2=2.5$ ), que en ventilas hidrotermales ( $H' \log_2=1.2$ ).

En infiltraciones frías se ha reportado una diversidad ( $H' \log_e$ ) de 1.49 a 2.99 en hábitats de mejillones, y de 2.21 a 2.95 en hábitats de gusanos de tubo, mientras que la equidad ( $J'$ ) en el primer hábitat varía de 0.89 a 0.94, y de 0.89 a 0.96 en el segundo (Plum *et al.*, 2015). En este estudio, la diversidad en hábitats formados por vesicómidos (Vas\_Vesico y Aya\_Vesico) fue mucho menor ( $H' \log_2=0$ ), al igual que en los hábitats de agregaciones de tapetes microbianos, sin embargo, la diversidad ( $H' \log_2=2.5$ ) en el hábitat formado por siboglínidos (Jua\_Sibo) concuerdan con los datos anteriores al igual que la equidad ( $J'=0.8$ ). Cabe destacar que al igual que en la densidad, los estudios sobre la diversidad de copépodos (Shirayama y Ohta, 1990; Plum *et al.*, 2015) reportan valores promedio o totales, y no por estrato en el sedimento como lo fue en este estudio.

Por otra parte, se ha documentado que la diversidad en ventilas hidrotermales es menor que en infiltraciones frías. Gollner y colaboradores (2007) en su estudio con las comunidades meiobentónicas de dos sitios en las ventilas hidrotermales del Pacífico Este reportan una diversidad de copépodos ( $H' \log_e$ ) de 1.30 a 2.26 en el hábitat de gusanos de tubo del sitio Tica, y de 1.53 a 1.99 en el hábitat de *Riftia*, con una equidad ( $J'$ ) de 0.6 a 0.85 y de 0.75 a 0.85 respectivamente. Este estudio difiere con lo anterior, ya que en el hábitat de *Riftia pachyptila* asociada a tapete microbiano (Mega\_Rif + Tmicrob) se reporta una diversidad  $H' \log_2=0$ , esto debido a que se registró una sola especie, por lo que no existe equidad alguna. Sin embargo, en el hábitat formado por vesicómidos y tapete microbiano (Mor\_Vesico + Tmicrob), se reporta una diversidad más alta ( $H' \log_2=1.3$ ), al igual que la equidad ( $J'= 0.8$ ). Es importante considerar que esta diversidad puede estar subestimada por el menor número de muestras obtenidas en ventilas hidrotermales en comparación con el mayor número de muestras obtenidas en las infiltraciones frías, tal como se había mencionado con anterioridad.

No hay que dejar de lado que las ventilas hidrotermales de aguas profundas son entornos marinos físicamente perturbados y estresantes (Van Dover, 2000), donde las condiciones físico-químicas son variables, tales como los gradientes de alta temperatura y pH, el enriquecimiento en productos químicos tóxicos y la disponibilidad intermitente de oxígeno, que imponen estrés fisiológico a los animales que viven en condiciones tan extremas (Bruno y Bertness, 2001), lo cual podría traducirse en una baja abundancia y diversidad de las especies, a excepción de los copépodos dirivultidos quienes tienen una amplia tolerancia fisiológica y son capaces de dispersarse relativamente fácil a lo largo de las crestas (Gollner *et al.*, 2011).

En el caso de la planicie abisal, parece ser lo contrario, ya que se ha registrado una alta diversidad, baja dominancia y baja abundancia de las especies (Thiel, 1983; Tunnicliffe, 1991; Vincx *et al.*, 1994; Van Dover, 2002). Sin embargo, de estas zonas se han hecho menos estudios en comparación con la diversidad de hábitats quimiosintéticos.

George y colaboradores (2014) realizaron un estudio en la Cuenca de Angola en donde reportaron que la diversidad ( $H'$ ) de copépodos varía de 3.2 a 4.9, mientras que la equidad ( $J'$ ) se mantiene en 0.9. Lo anterior, contrasta con lo obtenido en este estudio, ya que la diversidad ( $H' \log_2=1.5$ ) y la equidad ( $J'=0.6$ ) son menores en la planicie abisal del Golfo de California. No obstante, se debe remarcar que este trabajo se realizó en un sitio de muestreo para este ecosistema y se presentó por estratos en el sedimento, por lo que la diversidad pudiera estar subestimada.

Respecto a la dominancia, la especie más abundante y que dominó en ventilas hidrotermales fue *Erebonaster protentipes*, mientras que en infiltraciones frías y en el sedimento abisal del Golfo de California, las especies dominantes fueron Ectinosomatidae sp. 1 y *Ameira cf. tenuicornis*.

Es evidente que hace falta realizar más estudios enfocados a copépodos asociados a ecosistemas de mar profundo en México, uniformizando el número de muestras (por sitio y réplicas) y técnicas, así como la preparación de nuevos especialistas en taxonomía, ya que ésta ciencia proporciona una mayor comprensión acerca de la diversidad con el fin de tomar decisiones efectivas para el uso sostenible de los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad (Ojaveer *et al.*, 2014).

## 10. CONCLUSIONES

En este estudio se describió la variación de la riqueza taxonómica, la densidad y la diversidad de copépodos meiofaunales de mar profundo asociados a ventilas hidrotermales e infiltraciones frías en comparación al sedimento abisal no afectado por actividad quimiosintética. Las características de cada ecosistema y hábitat, como el estrés del ambiente, determinan la presencia o ausencia de las especies de copépodos.

La hipótesis alternativa ( $H_1$ ) sobre la existencia de una diferencia en la diversidad de copépodos en los distintos ecosistemas, hábitats y estratos en el sedimento de mar profundo del Golfo de California se comprueba.

El conocimiento de la composición de especies de la subclase Copepoda para los ecosistemas de mar profundo en México se limitaba a la Cuenca de Guaymas. El presente estudio reconoce dos órdenes, tres familias y tres géneros en ventilas hidrotermales de la Cuenca de Guaymas, y amplía los registros de composición taxonómica a las infiltraciones frías del Margen de Sonora en dos órdenes, siete familias y seis géneros, y a la planicie abisal en un orden, tres familias y tres géneros.

El presente estudio establece que Ectinosomatidae (Copepoda: Harpacticoida) es la familia mejor representada tanto en infiltraciones frías como en la planicie abisal. Los trabajos previos realizados en ventilas hidrotermales, mostraron que la familia mejor representada era Dirivultidae (Copepoda: Siphonostomatoida).

Este estudio reconoce un total de 10 especies de copépodos asociados a sedimentos, de las cuales siete especies se compartieron (distribuyeron) en más de un ecosistema. Nueve especies se registran en infiltraciones frías, cinco en la planicie abisal y tres en ventilas hidrotermales. La riqueza taxonómica que se reportó en estudios previos en la Cuenca de Guaymas fue de siete especies.

El hábitat con mayor riqueza taxonómica es el conformado por *Escarpia spicata* (Jua\_Sibo) en el ecosistema de infiltraciones frías, seguido del hábitat de sedimento blando (Test\_SedBlan) en la planicie abisal y el hábitat formado por *Archivesica gigas* y tapete microbiano (Mor\_Vesico + Tmicrob) en ventilas hidrotermales.

Se reconoció que tres especies reportadas en ventilas hidrotermales se comparten con las infiltraciones frías, *Hyphalion captans*, *Erebonaster protentipes* y *Oncaea venusta*. Además de reconocer que los copépodos dirivultidos siguen siendo exclusivos de ventilas hidrotermales. En estudios previos se consideraba a los copépodos que habitan en ventilas hidrotermales, a excepción de los dirivultidos, exclusivos a ese ecosistema.

La riqueza taxonómica en el ecosistema de infiltraciones frías y la planicie abisal está dominada por los copépodos harpacticoides. La literatura establece que los hábitats quimiosintéticos en que no han sido encontrados copépodos dirivultidos se encuentran dominados por los copépodos harpacticoides.

Se registra, por vez primera, a la especie *Ameira cf. tenuicornis* en el hábitat de *Escarpia spicata* (Jua\_Sibo) en el ecosistema de infiltraciones frías y en fondos de sedimento blando (Test\_SedBlan) de la planicie abisal de mar profundo.

La densidad más elevada de los tres ecosistemas y sus hábitats ocurre en el Nivel 1 (0-1 cm) del hábitat de *Escarpia spicata* del ecosistema infiltraciones frías, y en el hábitat de sedimento blando de la planicie abisal, la cual es aportada por los copépodos harpacticoides Ectinosomatidae sp. 1 y *Ameira cf. tenuicornis*.

La diversidad más elevada de los tres ecosistemas y sus hábitats ocurre en el Nivel 1 (0-1 cm) del hábitat formado por *Escarpia spicata* (Jua\_Sibo) de infiltraciones frías, seguido por el hábitat de sedimento blando (Test\_SedBlan) de la planicie abisal donde las especies dominantes en ambos hábitats fueron Ectinosomatidae sp. 1 y *Ameira cf. tenuicornis*. La equidad más elevada se presentó en el ecosistema de ventilas hidrotermales.

Finalmente, aunque ya se conocía que la presencia de copépodos disminuía con la profundidad, los resultados que se presentan en cada estrato de profundidad en este estudio reflejan puntualmente y numéricamente el cambio de la riqueza taxonómica, la densidad, la diversidad e incluso la distribución de copépodos tanto en ventilas hidrotermales, infiltraciones frías, como en la planicie abisal. La contribución de este estudio es que se pudieron obtener nuevos datos para ecosistemas de mar profundo, en especial del Golfo de California, y que van a poder ser referencia para futuros estudios en

México, los cuales aún son escasos. De no haberse analizado de esta forma los resultados, no se habría podido llegar a las conclusiones antes mencionadas que resultan esenciales para el crecimiento de la ciencia y estudio de copépodos.

### **Recomendaciones**

1. Promover el uso de herramientas moleculares para así complementar la taxonomía de las especies.
2. Dar prioridad al conocimiento integral de los ecosistemas y hábitats de mar profundo en México para un mejor manejo y conservación de los mismos.



## 11. REFERENCIAS (formato seguido: Deep-sea Research)

- Álvarez-Borrego, S., Schwartzlose, R. A. 1979. Masas de agua del Golfo de California. *Ciencias Marinas* 6 (1-2), 43-63.
- Ahnert, A., Schriever, G. 2001. Response of abyssal Copepoda Harpacticoida (Crustacea) and other meiobenthos to an artificial disturbance and its bearing on future mining for polymetallic nodules. *Deep-Sea Research II* 48, 3779-3794.
- Boxshall, G. A., Halsey, S. H. 2004. An introduction to copepod diversity. Ray Society. 421 pp.
- Bright, M., Plum, C., Riavitz, L. A., Nikolov, N., Arbizu, P. M., Cordes, E. E., Gollner, S. 2010. Epizooic metazoan meiobenthos associated with tubeworm and mussel aggregations from cold seeps of the Northern Gulf of Mexico. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 57 (21), 1982-1989.
- Bruno, J. F., Bertness, M. D. 2001. Habitat modification and facilitation in benthic marine communities. In: Bertness, M. D., Gaines, S. D., Hay, M. E. (Eds.) *Marine Community Ecology Massachusetts*. Sinauer Associates, pp. 201–218.
- Brusca, R. C., Brusca, G. J. 2005. *Invertebrates*. Mc Graw Hill-Interamericana. 1005 pp.
- Buck, K. R. Barry, J. P. 1998. Monterey Bay cold seep infauna: quantitative comparison of bacterial mat meiofauna with non-seep controls. *Cahiers de Biologie Marine* 39, 333–335.
- Carabias-Lillo, J., Maza-Elvira, J. d. I., Gutiérrez-Carbonell, D., Gómez-Cruz, M., Anaya-Reyna, G., Zavala-González, A., Figueroa, A. L., Bermúdez-Almada, B. 2000. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California, México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Ciudad de México. 262 pp.
- CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, A.C. México, D.F. 129 pp.
- Copley, N. J., Wiebe, P. H. 1990. Drawings and descriptions of some deep-sea copepods living above the Guaymas Basin hydrothermal vent field. Woods Hole Oceanographic Institution. *Inst Tech. Rept.*, WHOI-90-15, 1-61
- Copley, J. T. P., Flint, H. C., Ferrero, T. J., Van Dover, C. L. 2007. Diversity of meiofauna and free-living nematodes in hydrothermal vent mussel beds on the northern and southern East Pacific Rise. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 87 (05), 1141-1152.
- Costello, M. J. E. 2001. *European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification*. Paris: Muséum National d'Histoire Naturelle. 463 pp.
- Coull, B. C. 1972. Species diversity and faunal affinities of meiobenthic Copepoda in the deep sea. *Mar. Biol.* 14, 48-51.
- Danovaro, R., Tselepides, A., Otegui, A., Della Croce, N. 2000. Dynamics of meiofaunal assemblages on the continental shelf and deep-sea sediments of the Cretan Sea (NE Mediterranean): relationships with seasonal changes in food supply. *Progress in Oceanography* 46 (2), 367-400.

- Danovaro, R., Gambi, C., Lampadariou, N., Tselepides, A. 2008. Deep sea nematode biodiversity in the Mediterranean basin: testing for longitudinal, bathymetric and energetic gradients. *Ecography* 31 (2), 231-244.
- De la Lanza, G. 1991. *Oceanografía de Mares Mexicanos*. AGT Editor. 569 pp.
- Desbruyeres D., Segonzac, M., Bright, M. 2006. *Handbook of deep-sea hydrothermal vent fauna*. Second completely revised edition. *Denisia* 18, 544 pp.
- Dinet, A., Grassle, F., Tunnicliffe, V. 1988. Premières observations sur la méiofaune des sites hydrothermaux de la dorsale Est-Pacifique (Guayamas, 21° N) et de l'Explorer Ridge. *Oceanol Acta* 8, 7-14.
- Drzycimski, I. 1969. Harpacticoida (Copepoda) wód morskich okolic Bergen (Zachodnie wybrzeze Norwegii) i ich ekologia. *Wyzsza szkola rolnicza w szczecinie* 17, 1-72.
- Duplisea, D. E., Hargrave, B. T. 1996. Response of meiobenthic size-structure, biomass and respiration to sediment organic enrichment. *Hydrobiologia* 339 (1-3), 161- 170.
- Duplisea, D. E. 2000. Benthic organism biomass size-spectra in the Baltic Sea in relation to the sediment environment. *Limnology and Oceanography* 45 (3), 558- 568.
- Escobar-Briones, E. 2014. ¿Qué es el mar profundo? In: Low Pfeng, A., Peters Racagno, E. M. (Eds.) *La frontera final: el océano profundo*. SEMARNAT, México, pp. 1-10.
- Fabiano, M., Danovaro, R. 1999. Meiofauna distribution and mesoscale variability in two sites of the Ross Sea (Antarctica) with contrasting food supply. *Polar Biology* 22 (2), 115-123.
- Fischer, D. 2010. Cold seeps: marine ecosystems based on hydrocarbons. *Science in School* (16), 60-64.
- Gage, J. D., Tyler, P. A. 1999. *Deep-Sea biology: a natural history of organisms at the deep-sea floor*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gambi, C., Danovaro, R. 2006. A multiple-scale analysis of metazoan meiofaunal distribution in the deep Mediterranean Sea. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 53 (7), 1117-1134.
- Gebruk, A. V. 2002 A.V. *Biology of Hydrothermal Systems*. KMK Press, Moscow. 543 pp.
- George, K. H., Veit-Köhler, G., Arbizu, P. M., Seifried, S., Rose, A., Willen, E., Moura, G. 2014. Community structure and species diversity of Harpacticoida (Crustacea: Copepoda) at two sites in the deep sea of the Angola Basin (Southeast Atlantic). *Organisms Diversity & Evolution* 14 (1), 57-73.
- Gheerardyn, H., De Troch, M., Vincx, M., Vanreusel, A. 2009. Harpacticoida (Crustacea: Copepoda) associated with cold-water coral substrates in the Porcupine Seabight (NE Atlantic): species composition, diversity and reflections on the origin of the fauna. *Scientia Marina* 73 (4), 747-760.
- Gheerardyn, H., Veit-Köhler, G. 2009. Diversity and large-scale biogeography of Para-mesochridae (Copepoda, Harpacticoida) in South Atlantic abyssal Plains and the deep Southern Ocean. *Deep-Sea Research I: Oceanographic Research Papers* 56 (10), 1804-1815.
- Gheerardyn, H., De Troch, M., Vincx, M., Vanreusel, A. 2010. Diversity and community structure of harpacticoid copepods associated with cold-water coral substrates in the Porcupine Seabight (North-East Atlantic). *Helgoland Marine Research* 64 (1), 53-62.
- Giere, O. 2008. *Meiobenthology: The microscopic motile fauna of aquatic sediments*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 527 pp.

- Giere, O. 2009. *Meiobenthology: The microscopic fauna in aquatic sediments*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 328 pp.
- Gollner, S., Zekely, J., Govenar, B., Nemeschkal, H. L., Le Bris, N., Fisher, C. H., Bright, M. 2007. Tubeworm-associated permanent meiobenthic communities from two chemically different hydrothermal vent sites at the East Pacific Rise. *Marine Ecology Progress Series* 337, 39-49.
- Gollner, S., Ivanenko, V. N., Arbizu, P. M., Bright, M. 2010a. Advances in taxonomy, ecology, and biogeography of Dirivultidae (Copepoda) associated with chemosynthetic environments in the deep sea. *PLoS ONE* 5 (8), e9801.
- Gollner, S., Riemer, B., Martínez Arbizu, P., Le Bris, N., Bright, M. 2010b. Diversity of meiofauna from the 9° 50'N East Pacific Rise across a gradient of hydrothermal fluid emissions. *PLoS ONE* 5 (8), e12321.
- Gollner, S., Fontaneto, D., Arbizu, P. M. 2011. Molecular taxonomy confirms morphological classification of deep-sea hydrothermal vent copepods (Dirivultidae) and suggests broad physiological tolerance of species and frequent dispersal along ridges. *Marine biology*, 158 (1), 221-231.
- Gómez, S. 2003. Three new species of *Enhydrosoma* and a new record of *Enhydrosoma lacunae* (Copepoda: Harpacticoida: Cletodidae) from the Eastern Tropical Pacific. *Journal of Crustacean Biology* 23 (1), 94-118.
- Gómez, S., Morales-Serna, F. N. 2012. Meiofauna de mar profundo del golfo de California: algunos aspectos acerca de la distribución y abundancia de Copepoda. In: Zamorano, P., Hendrickx, M. E., Caso, M. (Eds.) *Biodiversidad y comunidades del talud continental del Pacífico mexicano*. SEMARNAT, Ciudad de México, pp. 123-144.
- Grassle, J. F. 1987. The ecology of deep-sea hydrothermal vent communities. *Advances in Marine Biology* 23, 302-362.
- Gutzmann, E., Martínez Arbizu, P., Rose, A., Veit-Köhler, G. 2004. Meiofauna communities along an abyssal depth gradient in the Drake Passage. *Deep-Sea Research II* 51 (14), 1617-1628.
- Heberer, G., Kiefer, F. 1932. Zur Kenntnis der Copepodenfauna der Sunda-Inseln. *Arch. für Naturgeschichte* 1, 225-274.
- Heptner, M. V, Ivanenko, V. N. 2002. Copepoda (Crustacea) of hydrothermal ecosystems of the World Ocean. *Arthropoda Selecta* 11 (2), 117-134.
- Herman, R. L., Dahms, H. U. 1992. Meiofauna communities along a depth transect off Halley Bay (Weddel Sea-Antarctica). *Polar Biology* 12 (2), 313-320.
- Hernández-Trujillo, S., Esqueda-Escárcega, G. M. 2002. La diversidad de copépodos marinos en México. *Oceánides* 17 (1), 57-68.
- Hessler, R. R., Jumars, P. A. 1974. Abyssal community analysis from replicate box cores in the central North Pacific. *Deep-Sea Res.* 21, 185-209.
- Hicks, G. R. F., Coull, B. C. 1983. The ecology of marine meiobenthic harpacticoid copepods. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 21, 67-175.
- Higgins, R. P., Thiel, H. 1988. *Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. London. 492 pp.

- Humes, A. G. 1987. Copepoda from deep-sea hydrothermal vents. *Bulletin of Marine Science* 41 (3), 645-788.
- Humes, A. G. 1988. Copepoda from deep-sea hydrothermal vents and cold seeps. *Hydrobiologia* 167 (1), 549-554.
- Humes, A. G. 1989a. Copepoda from deep-sea hydrothermal vents at the East Pacific Rise. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris* 4 (11), 829-849.
- Humes, A. G. 1989b. A new poecilostomatoid copepod (Erebonasteridae) from deep-sea cold seeps at the West Florida Escarpment. *Hydrobiologia* 175 (3), 175-182.
- Humes, A. G. Zoogeography of copepods at hydrothermal vents in the eastern Pacific Ocean. *Bull. Plankton Soc. Jpn. Spec.*, 383-389.
- Humes, A. G. 1999. Copepoda (Cyclopinidae and Misophriidae) from a deep-sea hydrothermal site in the northeastern Pacific. *Journal of Natural History* 33 (7), 961-978.
- Humes, A. G., Segonzac, M. 1998. Copepods from deep-sea hydrothermal sites and cold seeps: description of a new species of *Aphotopontius* from the East Pacific Rise and general distribution. *Cahiers de Biologie Marine* 39 (1), 51-62.
- Huys, R., Boxshall, G. A. 1990. Discovery of *Centobnaster humesi*, new genus, new species (Erebonasteridae), the most primitive poecilostomatoid copepod known, in New Caledonian deep waters. *Journal of Crustacean Biology* 10 (3), 504-519.
- Huys, R., Boxshall, G. A. 1991. Copepod Evolution. The Ray Society, London. 468 pp.
- Huys, R., Gee, J. M., Moore, C. G., Hamond, R. 1996. Marine and brackish water harpacticoid copepods. In: Barnes, R. S. K., Crothers, J. H. (Eds.) *Synopses of the British Fauna. The Linnean Society of London and the Estuarine and Coastal Sciences Association* 51 (1), 352 pp.
- IFREMER. 2010. La campagne océanographique BIG. Disponible en: [[http://wwz.ifremer.fr/institut\\_es/Descubrir-los-oceanos/Suivez-nos-campagnes/BIG-Cruise-2010](http://wwz.ifremer.fr/institut_es/Descubrir-los-oceanos/Suivez-nos-campagnes/BIG-Cruise-2010)]. Consultada en: Mayo del 2014.
- Ivanenko, V. N., Defaye, D. 2004. A new and primitive genus and species of deep-sea Tegastidae (Crustacea, Copepoda, Harpacticoida) from the Mid-Atlantic Ridge, 37°N (Azores Triple Junction, Lucky Strike). *Cahiers de Biologie Marine* 45, 255-268.
- Ivanenko, V. N., Defaye, D. 2006. Arthropoda, Crustacea, Copepoda. In: Desbruyères, D., Segonzac, M., Bright, M. (Eds.) *Handbook of deep-sea hydrothermal vent fauna. Denisia* 18, pp. 316-355.
- Jannasch, H. W. 1995. Microbial interactions with hydrothermal fluids. In: Humphris, S. E., Zierenberg, R. A., Mullineaux, L. S., Thomson, R. E. (Eds.) *Seafloor Hydrothermal Systems: Physical, Chemical, Biological, and Geological Interactions. American Geophysical Union, Washington D. C.*, pp. 273-296.
- Jumars, P. A., Hessler, R. R. 1976. Hadal community structure: implications from the Aleutian Trench. *J. Mar. Res.* 34, 547-560.
- Ledesma, R. M. 2011. Nuevos ambientes submarinos: Ventilias hidrotermales. UNAM. México. 54 pp.
- Levin, L. A. 2005. Ecology of cold seep sediments: Interactions of fauna with flow, chemistry and microbes. In: Gibson, R. N., Atkinson, R. J. A., Gordon, J. D. M., (Eds.) *Oceanography and Marine Biology: Annual Review* 43, 1-46.

- LUCIOPESCÉ. 2016. Copépodos, Harpacticoida. En [http://http://www.luciopesce.net/copepods/arpa/ameira.htm]. Consultada en: Octubre del 2016.
- Marcotte, B. M. 1983. The imperatives of Copepod diversity: perception, cognition, competition and predation. In: SCHRAM, F.R. (Eds.) Crustacean Phylogeny. Balkema, Rotterdam, pp. 47-72.
- Martín-Barajas, A. 2000. Volcanismo y extensión en la Provincia Extensional del Golfo de California. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana 53, 72–83.
- Martin, J. W., Davis, G. E. 2001. An updated classification of the recent crustacea. Science Series, Natural History Museum of Los Angeles County 39, 1–124.
- McArthur, A. G., Tunnicliffe, V. 1998. Relics and antiquity revisited in the modern vent fauna. In: Harrison, K., Mills, R. (Eds.) Modern Ocean Floor Processes and the Geological Record. Geological Society of London Special Publication 148, pp. 271-291.
- Netto, S. A., Gallucci, F., Fonseca, G. F. C. 2005. Meiofauna communities of continental slope and deep-sea sites off SE Brazil. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers 52 (5), 845-859.
- Olu, K., Lance, S., Sibuet, M., Henry, P., Fiala-Médioni, A., Diné, A. 1997. Cold seep communities as indicators of fluid expulsion patterns through mud volcanoes seaward of the Barbado accretionary prism. Deep-Sea Research I 44, 811–841.
- Plum, C., Gollner, S., Martínez-Arbizu, P., Bright, M. 2015. Diversity and composition of the copepod communities associated with megafauna around a cold seep in the Gulf of Mexico with remarks on species biogeography. Marine Biodiversity 45 (3), 419-432.
- Rex, M. A., Etter, R. J., Morris, J. S., Crouse, J., McClain, C. R., Johnson, N. A., Stuart, C. T., Deming, J. W., Thies, R., Avery, R. 2006. Global bathymetric patterns of standing stock and body size in the deep-sea benthos. Marine Ecology Progress Series 317, 1–8.
- Robinson, C. A., Bernhard, J. M., Levin, L. A., Mendoza, G. F. 2004. Meiofauna and macrofauna of nearsurface hydrocarbon seep habitats: Blake Ridge Diapir (Atlantic Ocean) and Alaminos Canyon (Gulf of Mexico). Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli. I. Marine Ecology 25, 313–336.
- Roden, G. I. 1964. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California. Pacific Science 12 (1), 21-45.
- Rose, A., Seifried, S., Willen, E., George, K. H., Veit-Köhler, G., Bröhdick, K., Drewes, J., Moura, G., Martínez Arbizu, P., Schminke, H. K. 2005. A method for comparing within-core alpha diversity values from repeated Multicorer samplings, shown for abyssal Harpacticoida (Crustacea: Copepoda) from the Angola Basin. Organisms, Diversity & Evolution 5 (1), 3–17.
- Rouch, R. 1986. Quelques nouvelles *Parapseudoleptomesochra* Lang, 1965 (Harpacticoida, Ameiridae) des eaux souterraines du sud de l'Europe. Stygologia, Leiden 21 (3), 217-253.
- Rowe, G. T., Wei, C., Nunnally, C., Haedrich, R., Montagna, P., Baguley, J. G., Bernhard, J. M., Wicksten, M., Ammons, A., Escobar-Briones, E., Soliman, Y., Deming, J. W. 2008. Comparative biomass structure and estimated carbon flow in food webs in the deep Gulf of Mexico. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography 55 (24-16), 2699-2711.
- Seifried, S. 2004. The importance of a phylogenetic system for the study of deep-sea harpacticoid diversity. Zoological Studies 43 (2), 435-445.

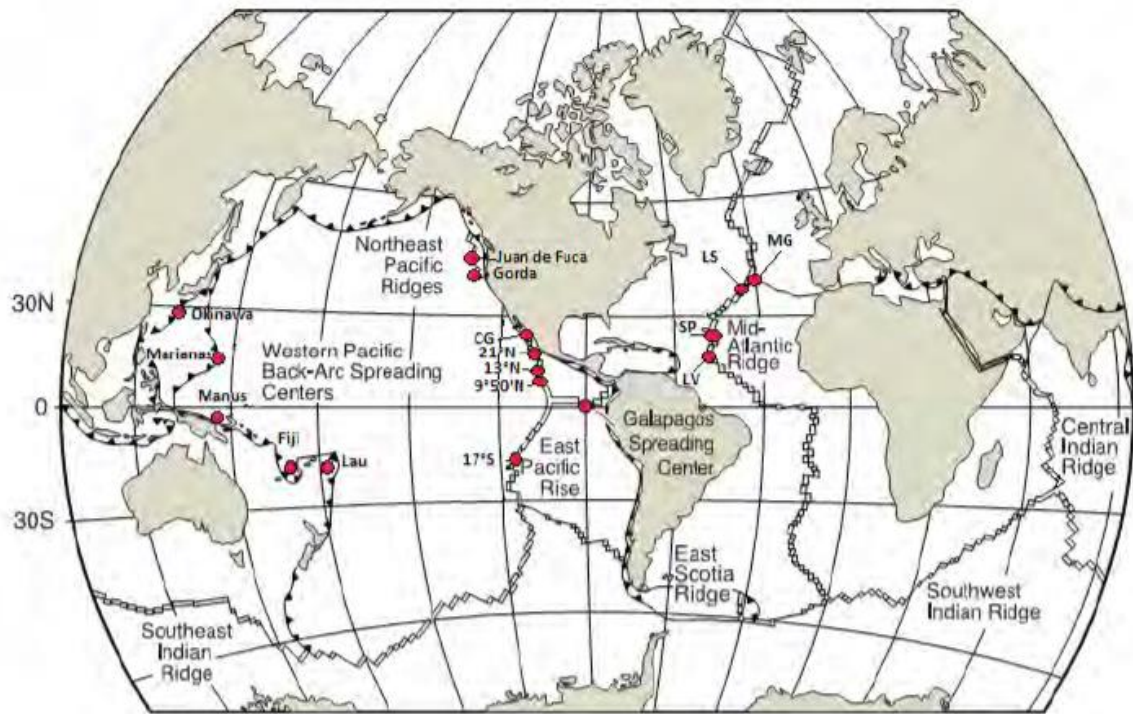
- SEMARNAT. 2014. Programa de Manejo Santuario la porción marina conocida como Ventilales Hidrotermales de la Cuenca de Guaymas y de la Dorsal del Pacífico Oriental. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 96 pp.
- Shannon, E., Weaver, W. 1949. The Mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 144 pp.
- Shimanaga, M., Kitazato, H., Shirayama, Y. 2004. Temporal patterns in diversity and species composition of deep-sea benthic copepods in bathyal Sagami Bay, central Japan. *Marine Biology* 144, 1097–1110
- Shimanaga, M., Nomaki, H., Suetsugu, K., Murayama, M., Kitazato, H. 2007. Standing stock of deep-sea metazoan meiofauna in the Sulu Sea and adjacent areas. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 54 (1-2), 131-144.
- Shirayama, Y. 1984. The abundance of deep sea meiobenthos in the Western Pacific in relation to environmental factors. *Oceanologica Acta* 7 (1), 113-121.
- Shirayama, Y., Ohta, S. 1990. Meiofauna in a cold-seep community off Hatsushima, Central Japan. *Journal of Oceanography* 46 (3), 118-124.
- Sibuet, M., Olu, K. 1998. Biogeography, biodiversity and fluid dependence of deep-sea cold-seep communities at active and passive margins. *Deep-Sea Research II* 45, 517–567.
- Simoneit, B. R. T., Lonsdale, P. F. 1982. Hydrothermal petroleum in mineralized mounds at the seabed of Guaymas Basin. *Nature* 295, 198-20.
- Simoneit, B. R. T., Leif, R. N., Sturz, A. A., Sturdivant, A. E., Gieskes, J. M. 1992. Geochemistry of shallow sediments in Guaymas Basin, Gulf of California: hydrothermal gas and oil migration and effects of mineralogy. *Organic Geochemistry* 18 (6), 765-784.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of Diversity. *Nature* 163, pp. 688.
- Smith, C. R., De Leo, F. C., Bernardino, A. F., Sweetman, A. K., Martinez Arbizu, P. 2008. Abyssal food limitation, ecosystem structure and climate change. *Trends in Ecology & Evolution* 23 (9), 518-528.
- Soto, L. A., Estradas, A. 2013. La exploración en el mar profundo de ambientes extremos: sistemas hidrotermales. In: Low Pfeng, A., Peters Recargno, E. M. Hulings, N. C. (Eds.) *La frontera final: el océano profundo*. INECC, México, pp. 105-149.
- Soto, L. A., Grassle, J. F. 1988. Megafauna of hydrothermal vents in Guaymas Basin, Gulf of California. *Joint Oceanographic Assembly, Abstract* 488. p. 105.
- Thiel, H. 1983. Meiobenthos and nanobenthos of the deep sea. In: Rowe, G. T. (Eds.). *Deep-Sea Biology*, Wiley, New York, pp. 167-230.
- Thistle D. 1998. Harpacticoida copepod diversity at two physically reworked sites in the deep sea. *Deep-Sea Res. Part II* 45, 23-24.
- Tietjen, H. H. 1992. Abundance and biomass of metazoan meiobenthos in the deep sea. In: Rowe, G. T., Pariente, V. Hulings, N. C. (Eds.) *Deep-sea food chains and the global carbon cycle*. Kluwer Academic Publishers, pp. 45-62.
- Tselepidis, A., Lampadariou, N. 2004. Deep-sea meiofaunal community structure in the Eastern Mediterranean: are trenches benthic hotspots? *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 51 (6), 833-847.



- Tsurumi, M., Tunnicliffe, V. 2001. Characteristics of a hydrothermal vent assemblage on a volcanically active segment of Juan de Fuca Ridge, northeast Pacific. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58 (3), 530-542.
- Tsurumi, M., de Graaf, R. C., Tunnicliffe, V. 2003. Distributional and biological aspects of copepods at hydrothermal vents on the Juan de Fuca Ridge, northeast Pacific Ocean. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 83 (3), 469-477.
- Tunnicliffe, V. 1991. The biology of hydrothermal vents: ecology and evolution. *Oceanography and Marine Biology An Annual Review* 29, 319-407.
- Tunnicliffe, V., McArthur, A. G., McHugh, D. 1998. A biogeographical perspective of the deep-sea hydrothermal vent fauna. *Advances in marine biology* 34, 353-442.
- Van Dover, C. L. 2000. *The ecology of hydrothermal vents*. Princeton New Jersey: Princeton University Press. 424 pp.
- Vincx, M., Bett, B. J., Dinet, A., Ferrero, T., Gooday, A. J., Lambshead, P. J. D., Pfannkuche, O., Soltwedel, T., Vanreusel, A. 1994. Meiobenthos of the deep northeast Atlantic. *Advances in Marine Biology* 30, 2-88.
- Vives, F., Shmeleva, A. A. 2007. Crustacea, copépodos marinos I: Calanoida. In: Ramos *et al.* (Eds.) *Fauna Ibérica*, vol. 29. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Editorial CSIC. Madrid. 1152 pp.
- Vives, F., Shmeleva, A. A. 2010. Crustacea, copépodos marinos II: Non Calanoida. In: Ramos *et al.* (Eds.) *Fauna Ibérica*, vol. 33. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Editorial CSIC. Madrid. 486 pp.
- Wells, J. B. J. 1979. Keys to aid in the identification of marine harpacticoid copepods. *Zoology Publications from Victoria University of Wellington* 73 (2), 1-8.
- Wells, J. B. J. 1988. Copepoda. In: Higgins, R. P., Thiel, H. (Eds.) *Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 380-388.
- Wells, J. B. J. 2007. An annotated checklist and keys to the species of Copepoda Harpacticoida (Crustacea). *Zootaxa* 1568, 1-872.
- Wilkinson T., Wiken, E., Bezaury Creel, J., Hourigan, T., Agardy, T., Herrmann, H., Janishevski, L., Madden, C., Morgan L., Padilla, M. 2009. *Ecorregiones marinas de América del Norte*. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal. 200 pp.
- WoRMS. 2017. Registro Mundial de Especies Marinas. Disponible en: [<http://www.marinespecies.org>]. Consultada en: Enero del 2017. Doi: 10.14284 / 170.
- Zamorano, P., Hendrickx, M. E., Méndez, N., Gómez, S., Serrano, D., Aguirre, H., Madrid, J., Morales-Serna, N. 2012. Explorando las aguas profundas del Pacífico mexicano: el proyecto TALUD. In: Low Pfeng, A., Peters Recagno, E. M. (Eds.) *La frontera final: el océano profundo*. SEMARNAT-INECC. Ciudad de México, pp. 107-151.
- Zekely, J., Van Dover, C. L., Nemeschkal, H. L., Bright, M. 2006. Hydrothermal vent meiobenthos associated with mytilid mussel aggregations from the Mid-Atlantic Ridge and the East Pacific Rise. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 53 (8), 1363-1378.

## ANEXO I

### Actualización de las especies de copépodos que se han reportado en ventilas hidrotermales de mar profundo del Pacífico y el Atlántico.



Ubicación de algunos de los sitios más estudiados de ventilas hidrotermales de acuerdo con Warén y Bouchet (1993, 2001); Van Dover (2000); Ramírez-Llodra *et al.* (2003). Modificado de Van Dover *et al.* (2002).

Distribución de Copepoda en ventilas hidrotermales del mar profundo; 1-18 - número de ventilas hidrotermales de aguas profundas a partir de los cuales se reportaron copépodos. **EP** (Pacífico Este): 1) Cresta de las Galápagos, 0°; 2) Elevación del Pacífico este a 10°N; 3) Elevación del Pacífico este a 13°N; 4) Elevación del Pacífico este a 17°N y 21°N; 5) Cuenca del Guaymas, 27°N. **NEP** (Noroeste del Pacífico): 6) Cresta Gorda, 41°N; 7) Cresta Juan de Fuca, 46°N; 8) Cresta Explorer, 49°N. **WP** (Pacífico Occidental): 9) Cuenca de la trinchera de las Marianas, 18°N; 10) Cuenca de Nueva Irlanda, 3°S; 11) Cuenca tras-arco Lau, 23°S; 12) Canal de Okinawa, 28°N. **MAR** (Cordillera Atlántica): 13) Cordillera Atlántica a 37°N (Lucky Strike, Menez Gwen); 14) Cordillera Atlántica a 29°N (Espolón Roto); 15) Cordillera Atlántica a 26°N (TAG); 16) Cordillera Atlántica a 23°N (Pozo de Serpiente); 17) Cordillera Atlántica a 15°N (Logatchev); 18) Cordillera Atlántica a 5°S. Modificada y actualizada de Heptner e Ivanenko, 2002. En (\*) son las especies que se tenían registradas en el estudio de Heptner e Ivanenko (2002) y en (+) son las especies que se agregaron al listado original con la búsqueda de nuevos estudios.



COPÉPODOS MEIOFAUNALES ASOCIADOS A HÁBITATS BÉNTICOS ABISALES Y QUIMIOSINTÉTICOS DE LA CUENCA DE GUAYMAS Y EL MARGEN DE SONORA, MÉXICO

Taxa	Ubicación																	
	Océano Pacífico												Océano Atlántico					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Orden <b>SIPHONOSTOMATOIDA</b> Burmeister, 1834																		
Asterocheridae Giesbrecht, 1899																		
1 <i>Cheramomyzon abyssale</i> Humes, 1989			*															
2 <i>Collocherides brychius</i> Humes, 1999							*											
Dirivultidae Humes y Dojiri, 1981																		
3 <i>Aphotopontius acanthinus</i> Humes y Luts, 1994		*																
4 <i>Aphotopontius arcuatus</i> Humes, 1987	*		*	*														
5 <i>Aphotopontius atlanteus</i> Humes, 1996													*				*	
6 <i>Aphotopontius baculigerus</i> Humes, 1987	*			*														
7 <i>Aphotopontius flexispina</i> Humes, 1987				*														
8 <i>Aphotopontius forcipatus</i> Humes, 1987							*	*	*						*	*		
9 <i>Aphotopontius hydronauticus</i> Humes, 1989			*															
10 <i>Aphotopontius limatulus</i> Humes, 1987	*	*		*														
11 <i>Aphotopontius mammillatus</i> Humes, 1987	*		*	*	*													
12 <i>Aphotopontius probolus</i> Humes, 1990	*																	
13 <i>Aphotopontius temperatus</i> Humes, 1997														*				
14 <i>Benthoxynus spiculifer</i> Humes, 1984							*	*	*									
15 <i>Benthoxynus tumidiseta</i> Humes, 1989			*															
16 <i>Ceuthoecetes acanthothrix</i> Humes, 1987	*	*	*	*														
17 <i>Ceuthoecetes aliger</i> Humes y Dojiri, 1980	*	*	*	*														
18 <i>Ceuthoecetes cristatus</i> Humes, 1987		*	*	*														
19 <i>Ceuthoecetes introversus</i> Humes, 1987	*			*														
20 <i>Chasmatopontius thescalus</i> Humes, 1990									*		*							
21 <i>Dirivultus dentaneus</i> Humes y Dojiri, 1980						*												
22 <i>Dirivultus spinigulatus</i> Humes, 1999										*								

COPÉPODOS MEIOFAUNALES ASOCIADOS A HÁBITATS BÉNTICOS ABISALES Y QUIMIOSINTÉTICOS DE LA CUENCA DE GUAYMAS Y EL MARGEN DE SONORA, MÉXICO

Taxa	Ubicación																	
	Océano Pacífico												Océano Atlántico					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
23 <i>Exrima dolichopus</i> Humes, 1987			*															
24 <i>Exrima singula</i> Humes, 1987				*														
25 <i>Exrima walteri</i> Ivanenko <i>et al.</i> , 2011			*															
26 <i>Fissuricola caritus</i> Humes, 1987				*														
27 <i>Humesipontius arthuri</i> gen.n., sp.n.								+										
28 <i>Nilva torifera</i> Humes, 1987	*		*	*														
29 <i>Rhogobius contractus</i> Humes, 1987	*		*	*														
30 <i>Rhogobius pressulus</i> Humes, 1989	*																	
31 <i>Rhogobius rapunculus</i> Humes y Segonzac, 1998		*																
32 <i>Rimipontius mediospinifer</i> Humes, 1996														*		*		*
33 <i>Scotoecetes introrsus</i> Humes, 1987		*	*															
34 <i>Stygiopontius appositus</i> Humes, 1989			*	*														
35 <i>Stygiopontius brevispina</i> Humes, 1991											*							
36 <i>Stygiopontius cinctiger</i> Humes, 1987		*	*	*														
37 <i>Stygiopontius cladarus</i> Humes, 1996														*		*		*
38 <i>Stygiopontius flexus</i> Humes, 1987		*			*													
39 <i>Stygiopontius hispidulus</i> Humes, 1987		*	*	*														
40 <i>Stygiopontius latulus</i> Humes, 1996																*		
41 <i>Stygiopontius lauensis</i> Humes, 1991											*							
42 <i>Stygiopontius lomonosovi</i> Ivanenko <i>et al.</i> , 2006																		+
43 <i>Stygiopontius mirus</i> Humes, 1996		*														*		
44 <i>Stygiopontius mucroniferus</i> Humes, 1987		*			*													
45 <i>Stygiopontius paxillifer</i> Humes, 1989		*		*														
46 <i>Stygiopontius pectinatus</i> Humes, 1987											*			*	*	*		*
47 <i>Stygiopontius quadrispinosus</i> Humes, 1987						*	*	*										

COPÉPODOS MEIOFAUNALES ASOCIADOS A HÁBITATS BÉNTICOS ABISALES Y QUIMIOSINTÉTICOS DE LA CUENCA DE GUAYMAS Y EL MARGEN DE SONORA,  
MÉXICO

Taxa	Ubicación																	
	Océano Pacífico												Océano Atlántico					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
48 <i>Stygiopontius regius</i> Humes, 1996																	*	
49 <i>Stygiopontius rimivagus</i> Humes, 1997														*				
50 <i>Stygiopontius sentifer</i> Humes, 1987		*	*	*														
51 <i>Stygiopontius sepacrius</i> Humes y Shank				*														
52 <i>Stygiopontius serratus</i> Humes, 1996																	*	
53 <i>Stygiopontius stabilitus</i> Humes, 1990			*					*										
54 <i>Stygiopontius teres</i> Humes, 1996																	*	
55 <i>Stygiopontius verruculatus</i> Humes, 1987		*		*														
Ecbathyriontidae Humes, 1987																		
56 <i>Ecbathyrion prolixicauda</i> Humes, 1987	*	*	*	*														
Megapontiidae Heptner, 1968																		
57 <i>Hyalopontius boxshalli</i> Humes, 1988	*																	
Orden <b>POECILOSTOMATOIDA</b> Thorell, 1859																		
Clausidiidae Giesbrecht, 1895																		
58 <i>Hyplalion captans</i> Humes, 1987					*													
Erebonasteridae Humes, 1987																		
59 <i>Ambilimbus altalis</i> Humes y Huys, 1992							*											
60 <i>Ambilimbus arcuscelestis</i> Ivanenko <i>et al.</i> , 2005																	+	
61 <i>Ambilimbus pacificus</i> Huys, 1991																		+
62 <i>Ambilimbus tuerkayi</i> Martínez Arbizu, 1999											*							
63 <i>Erebonaster protentipes</i> Humes, 1987					*													
Lubbockiidae Huys y Boettger-Schnack, 1997																		
64 <i>Laitmatobius crinitus</i> Humes, 1987					*													
Oncaeidae Giesbrecht, 1893																		
65 <i>Oncaea venusta</i> Philippi, 1843	*	*	*	*	*													

COPÉPODOS MEIOFAUNALES ASOCIADOS A HÁBITATS BÉNTICOS ABISALES Y QUIMIOSINTÉTICOS DE LA CUENCA DE GUAYMAS Y EL MARGEN DE SONORA,  
MÉXICO

Taxa	Ubicación																	
	Océano Pacífico												Océano Atlántico					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
66 <i>Oncaea</i> sp. Ivanenko, 1998														*				
Orden <b>HARPACTICOIDA</b> Sars, 1903																		
Aegisthidae Giesbrecht, 1893																		
67 <i>Andromastax cephaloceratus</i> Lee y Huys, 2000																		+
68 <i>Andromastax muricatus</i> Huys y Conroy-Dalton, 1999	*																	
69 <i>Scabrantenna yooi</i> Lee y Huys, 2000																		+
70 <i>Jamstecia terazakii</i> Lee y Huys, 2000																		+
Ameiridae Monard, 1927																		
71 <i>Ameira</i> cf. <i>tenuicornis</i> Scott, 1902						+												
72 <i>Ameira</i> spp. Scott, 1902																		+
73 <i>Ameiropsis</i> sp. Sars, 1907																		+
74 <i>Sarsameira</i> sp. Wilson, 1924																		+
75 <i>Stenocopia</i> sp. Sars, 1907																		+
Ancorabolidae Sars, 1909																		
76 <i>Uptionyx verenae</i> Huys y Conroy-Dalton, 2000								*										
Argestidae Por, 1986																		
77 <i>Argestoides prehensilis</i> Huys y Conroy-Dalton, 1997	*																	
78 <i>Argestes</i> sp. Sars, 1910																		+
Canthocamptidae Brady, 1880																		
79 <i>Mesochra</i> sp. Boeck, 1865																		+
Ectinosomatidae Sars, 1903																		
80 <i>Microsetella norvegica</i> Bray y Robertson, 1873																		*
81 <i>Bradya</i> sp. Boeck, 1873																		+
82 <i>Ectinosoma</i> spp. Boeck, 1865																		+
83 <i>Halectinosoma</i> spp. Vervoort, 1962																		+

COPÉPODOS MEIOFAUNALES ASOCIADOS A HÁBITATS BÉNTICOS ABISALES Y QUIMIOSINTÉTICOS DE LA CUENCA DE GUAYMAS Y EL MARGEN DE SONORA,  
MÉXICO

Taxa	Ubicación																	
	Océano Pacífico												Océano Atlántico					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
84 <i>Halophytophilus</i> sp. Brian, 1919		+																
Laophontidae Scott, 1905																		
85 <i>Bathylaophonte azorica</i> Lee y Huys, 1999														*			*	
86 <i>Bathylaophonte pacifica</i> Lee y Huys, 1999				*	*													
Miraciidae Dana, 1846																		
87 <i>Stenhelia gundulae</i> Willen, 2003																		
88 <i>Amphiascus</i> sp. Sars, 1905		+																
Pseudotachidiidae Lang, 1936																		
89 <i>Xylora bathyalis</i> Hicks, 1988		+																
90 <i>Leptotachidia</i> sp. Becker, 1974		+																
91 <i>Xouthous</i> spp. Thomson, 1883		+																
Novocriniidae Huys y Iliffe, 1998																		
92 <i>Atergopedia</i> sp. Martínez-Arbizu y Moura, 1998		+																
Tegastidae Sars, 1904																		
93 <i>Smacigastes micheli</i> Ivanenko y Defaye, 2004																	+	
94 <i>Smacigastes barti</i> Gollner <i>et al.</i> , 2008		+																
Tetragonicipitidae Lang, 1944																		
95 <i>Tetragoniceps</i> sp. Brady, 1880		+																
Tisbidae Stebbing, 1910																		
96 <i>Cholidya polypi</i> Farran, 1914																		*
97 <i>Genesis vulcanoctopodi</i> López-González <i>et al.</i> , 2000				*														
98 <i>Tisbe dahmsi</i> Ivanenko <i>et al.</i> , 2011																		+
Orden <b>CALANOIDA</b> Sars, 1903																		
Aetideidae Giesbrecht, 1892																		
99 <i>Chiridius gracilis</i> Farran, 1908																		+

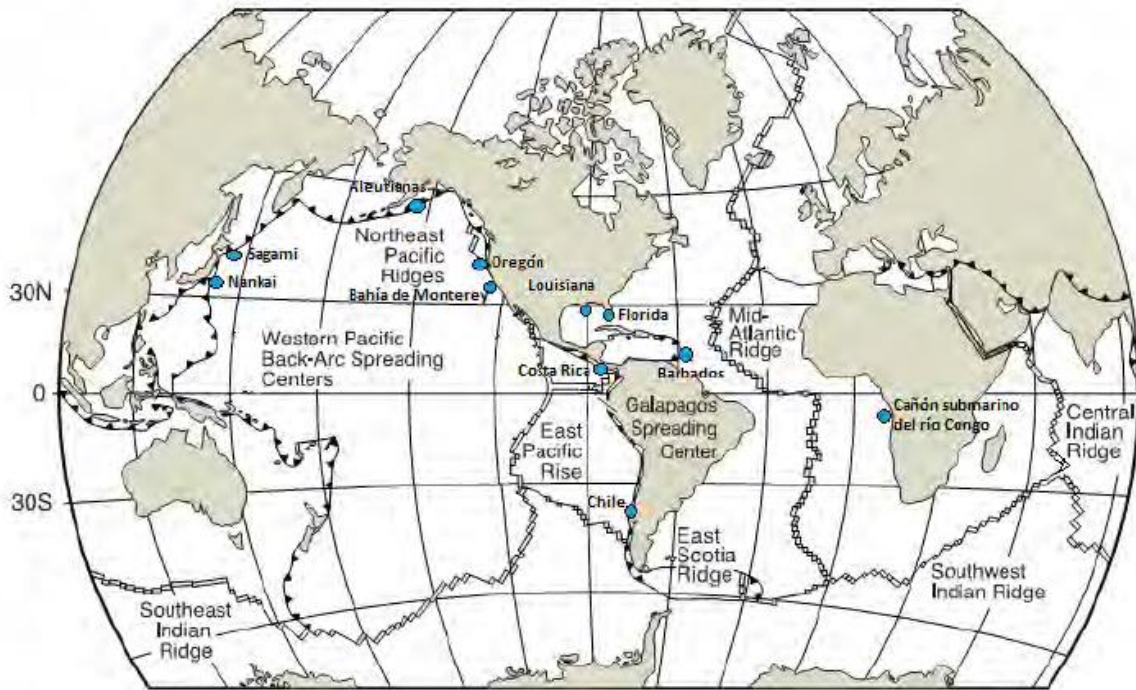
COPÉPODOS MEIOFAUNALES ASOCIADOS A HÁBITATS BÉNTICOS ABISALES Y QUIMIOSINTÉTICOS DE LA CUENCA DE GUAYMAS Y EL MARGEN DE SONORA,  
MÉXICO

Taxa	Ubicación																	
	Océano Pacífico												Océano Atlántico					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
100 <i>Gaetanus minutus</i> Sars, 1907					+													
101 <i>Valdiviella</i> sp. Steuer, 1904					+													
Arietellidae Sars, 1902																		
102 <i>Nullosetigera bidentata</i> Brady, 1833					+													
Bathypontiidae Brodsky, 1950																		
103 <i>Temorites brevis</i> Sars, 1900					+													
Candaciidae Giesbrecht, 1893																		
104 <i>Candacia magna</i> Sewell, 1932					+													
Euchaetidae Giesbrecht, 1893																		
105 <i>Euchaeta</i> sp. Philippi, 1843					+													
Heterorhabdidae Sars, 1902																		
106 <i>Paraheterorhabdus compactus</i> Sars, 1900					+													
107 <i>Heterostylites longicornis</i> Giesbrecht, 1889					+													
108 <i>Mesorhabdus</i> sp. Sars, 1905					+													
Lucicutiidae Sars, 1902																		
109 <i>Lucicutia bicornuta</i> Wolfenden, 1905																		
Phaennidae Sars, 1902																		
110 <i>Xanthocalanus gracilis</i> Wolfenden, 1911					*													
Scolecitrichidae Giesbrecht, 1893																		
111 <i>Grievella shanki</i> Ferrari y Markhaseva, 2000				*														
112 <i>Scolecithricella longifurca</i> Giesbrecht, 1893					+													
113 <i>Amallothrix emarginata</i> Farran, 1905					+													
114 <i>Scolecitrichopsis tenuipes</i> Scott, 1894					+													
Spinocalanidae Vervoort, 1951																		
115 <i>Farrania orbus</i> Tanaka, 1956					+													

COPÉPODOS MEIOFAUNALES ASOCIADOS A HÁBITATS BÉNTICOS ABISALES Y QUIMIOSINTÉTICOS DE LA CUENCA DE GUAYMAS Y EL MARGEN DE SONORA,  
MÉXICO

Taxa	Ubicación																	
	Océano Pacífico												Océano Atlántico					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
116 <i>Isaacsicalanus paucisetus</i> Fleminger, 1983				*														
117 <i>Monacilla tenera</i> Sars, 1907					+													
118 <i>Spinocalanus sp.</i> Giesbrecht, 1888					+													
Tharybidae Sars, 1902																		
119 <i>Undinella frontalis</i> Tanaka, 1937					+													
Orden <b>CYCLOPOIDA</b> Burmeister, 1834																		
Cyclopinidae Sars, 1913																		
120 <i>Barathricola rimensis</i> Humes, 1999																		*
121 <i>Hepterina confusa</i> Ivanenko y Defaye, 2004																		+
Orden <b>MISOPHRIOIDA</b> Gurney, 1933																		
Misophriidae Brady, 1878																		
122 <i>Misophriopsis longicauda</i> Humes, 1999																		*

**Actualización de las especies de copépodos que se han reportado en infiltraciones frías de mar profundo del Pacífico y el Atlántico.**



Ubicación de algunos de los sitios más estudiados de infiltraciones frías de acuerdo con Warén y Bouchet (1993; 2001) y Ramírez-Llodra *et al.* (2003). Modificado de Van Dover *et al.* (2002)

Distribución de Copepoda en sitios de infiltraciones frías del mar profundo a partir de los cuales se han reportado copépodos. Pacífico: 1) Bahía Sagami, Japón; 2) Canal medio Okinawa, Japón; 3) Sitio Paita, frente a Perú, 6°S; 4) Margen de Sonora. Atlántico: 5) Golfo de México; 6) frente a Louisiana; 7) Escarpe de Florida. En (\*) son las especies que se tenían registradas en el estudio de Heptner e Ivanenko (2002) y en (+) son las especies que se agregaron al listado original con la búsqueda de nuevos estudios.



COPÉPODOS MEIOFAUNALES ASOCIADOS A HÁBITATS BÉNTICOS ABISALES Y QUIMIOSINTÉTICOS DE LA CUENCA DE GUAYMAS Y EL MARGEN DE SONORA, MÉXICO

Taxa	Ubicación						
	Pacífico				Atlántico		
	1	2	3	4	5	6	7
Orden <b>SIPHONOSTOMATOIDA</b> Burmeister, 1834							
Asterocheridae Giesbrecht, 1899							
1	<i>Bythocheres prominulus</i> Humes, 1988						*
Orden <b>POECILOSTOMATOIDA</b> Thorell, 1859							
Clausidiidae Embleton, 1901							
2	<i>Hyphalion sagamiense</i> Toda et al., 1982						*
3	<i>Hyphalion captans</i> Humes, 1987						+
4	<i>Hyphalion tertium</i> Defaye y Toda, 1994						*
5	<i>Hyphalion</i> sp. Hashimoto et al., 1995						*
Erebonasteridae Humes, 1987							
5	<i>Ambilimbus spinulosus</i> Humes, 1989						*
6	<i>Erebonaster protentipes</i> Humes, 1987						+
7	<i>Erebonaster</i> sp. Humes, 1987						+
Oncaeidae Giesbrecht, 1893							
8	<i>Oncaea venusta</i> Philippi, 1843						+
Orden <b>HARPACTICOIDA</b> Sars, 1903							
Aegisthidae Giesbrecht, 1893							
9	<i>Nudivorax todai</i> Lee y Huys, 2000						+

COPÉPODOS MEIOFAUNALES ASOCIADOS A HÁBITATS BÉNTICOS ABISALES Y QUIMIOSINTÉTICOS DE LA CUENCA DE GUAYMAS Y EL MARGEN DE SONORA, MÉXICO

Taxa	Ubicación						
	Pacífico				Atlántico		
	1	2	3	4	5	6	7
Ameiroidea Boeck, 1865							
10 <i>Ameira cf. tenuicornis</i> Scott, 1902				+			
Ancorabolidae Sars, 1909							
11 <i>Uptionyx spec.</i> Conroy-Dalton y Huys, 2000						+	
Cletodoidea Scott, 1905							
12 <i>Enhydrosoma sp.</i> Boeck, 1873				+			
Ectinosomatidae Sars, 1903							
13 <i>Microsetella sp.</i> Brady y Robertson, 1873				+			
Cerviniidae Sars, 1903							
14 <i>Neocervinia itoi</i> Lee y Yoo, 1998	*						
Normanellidae Lang, 1944							
15 <i>Normanella bifida</i> Lee y Huys, 1999	*						
16 <i>Sagamiella latirostrata</i> Lee y Huys, 1999	*						
Tegastidae Sars, 1904							
17 <i>Smacigastes methanophilus</i> Plum y Martinez-Arbizu, 2009					+		
Tisbidae Stebbing, 1910							
18 <i>Tisbe sp.</i> Lilljeborg, 1853						+	

**REFERENCIAS: Anexo I** (Formato Deep-sea Research)

- Copley, N. J., Wiebe, P. H. 1990. Drawings and descriptions of some deep-sea copepods living above the Guaymas Basin hydrothermal vent field. Woods Hole Oceanographic Institution. Inst Tech. Rept., WHOI-90-15, 1-61
- Gollner, S., Zekely, J., Govenar, B., Le Bris, N., Nemeschkal, H. L., Fisher, C. R., Bright, M. 2007. Tubeworm-associated permanent meiobenthic communities from two chemically different hydrothermal vent sites on the East Pacific Rise. Marine Ecology progress series 337, 39-49
- Gollner, S., Ivanenko, V. N., Martínez-Arbizu, P. 2008. A new species of deep-sea Tegastidae (Crustacea: Copepoda: Harpacticoida) from 9° 50'N on the East Pacific Rise, with remarks on its ecology. Zootaxa 1866, 323.
- Gollner, S., Ivanenko, V. N., Martínez-Arbizu, P., Bright, M. 2010. Advances in taxonomy, ecology, and biogeography of Dirivultidae (Copepoda) associated with chemosynthetic environments in the deep sea. PloS ONE 5 (8), e9801.
- Hessler, R. R., Lonsdale, P. F. 1991. Biogeography of Mariana Trough hydrothermal vent communities. Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers 38 (2), 185-199.
- Humes, A. G. 1984. *Benthoxynus spiculifer* n. gen., n. sp. (Copepoda: Siphonostomatoida) associated with Vestimentifera (Pogonophora) at a deep-water geothermal vent off the coast of Washington. Canadian journal of zoology 62 (12), 2594-2599.
- Humes, A. G. 1987. Copepoda from deep-sea hydrothermal vents. Bulletin of Marine Science 41 (3), 645-788.
- Humes, A. G. 1988a. Copepoda from deep-sea hydrothermal vents and cold seeps. Hydrobiologia 167 (1), 549-554.
- Humes, A. G. 1988b. *Oncaea praeclara* n. sp. (Copepoda: Poecilostomatoida) from deep-sea hydrothermal vents in the eastern Pacific. Journal of plankton research 10 (3), 475-485.
- Humes, A. G. 1988c. *Hyalopontius boxshalli*, new species (Copepoda: Siphonostomatoida), from a deep-sea hydrothermal vent at the Galapagos rift. Proceedings of the biological society of Washington 101 (4), 825-831.
- Humes, A. G. 1989a. Copepoda from deep-sea hydrothermal vents at the East Pacific Rise. Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris 4 (11), 829-849.
- Humes, A. G. 1989b. A new poecilostomatoid copepod (Erebonasteridae) from deep-sea cold seeps at the West Florida Escarpment. Hydrobiologia 175 (3), 175-182.
- Humes, A. G. 1989c. *Rhogobius pressulus* n. sp. (Copepoda: Siphonostomatoida) from a deep-sea hydrothermal vent at the Galapagos Rift. Pacific Science 43 (1), 27-31.
- Humes, A. G. 1990a. Copepods (Siphonostomatoida) from a deep-sea hydrothermal vent at the Mariana Back-Arc Basin in the Pacific, including a new genus and species. Journal of natural history 24 (2), 289-304.
- Humes, A. G. 1990b. *Aphotopontius probolus*, sp. nov., and records of other siphonostomatoid copepods from deep-sea vents in the eastern Pacific. Scientia Marina 54 (2), 145-154.

- Humes, A. G. 1996. Deep-sea Copepoda (Siphonostomatoida) from hydrothermal sites on the Mid-Atlantic Ridge at 23° and 37° N. *Bulletin of marine science* 58 (3), 609-653.
- Humes, A. G. 1999. Copepoda (Cyclopinidae and Misophriidae) from a deep-sea hydrothermal site in the northeastern Pacific. *Journal of Natural History* 33 (7), 961-978.
- Humes, A. G. 1999. Copepoda (Siphonostomatoida) from Pacific hydrothermal vents and cold seeps, including *Dirivultus spinigulatus* sp. nov. in Papua New Guinea. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 79 (06), 1053-1060.
- Humes, A. G., Huys, R. 1992. Copepoda (Poecilostomatoida and Siphonostomatoida) from deep-sea hydrothermal vent areas off British Columbia, including *Amphicrossus altalis*, a new species of Erebonasteridae, with notes on the taxonomic position of the genus *Tychidion* Humes. *Canadian Journal of Zoology* 70 (7), 1369-1380.
- Humes, A. G., Lutz, R. A. 1994. *Aphotopontius acanthinus*, new species (Copepoda: Siphonostomatoida), from deep-sea hydrothermal vents on the East Pacific Rise. *Journal of Crustacean Biology* 14 (2), 337-345.
- Humes, A. G., Segonzac, M. 1997. Copepods from deep-sea hydrothermal sites and cold seeps: description of a new species of *Aphotopontius* from the East Pacific Rise and general distribution. *Cahiers de Biologie Marine* 39 (1), 51-62.
- Heptner, M. V., e Ivanenko, V. N. 2002. Copepoda (Crustacea) of hydrothermal ecosystems of the World Ocean. *Arthropoda Selecta* 11 (2), 117-134.
- Ivanenko, V. N., Ferrari, F. D. 2002. A new genus and species of the family Dirivultidae (Copepoda: Siphonostomatoida) from a deep-sea hydrothermal vent at the Juan de Fuca Ridge (the northeastern Pacific) with comments of dirivultid distribution. *Arthropoda Selecta* 11 (3), 177-185.
- Ivanenko, V. N., Defaye, D. 2004a. A new and primitive genus and species of deep-sea Tegastidae (Crustacea, Copepoda, Harpacticoida) from the Mid-Atlantic Ridge, 37°N (Azores triple junction, Lucky Strike). *Cahiers de Biologie Marine* 45 (3), 255-268.
- Ivanenko, V. N., Defaye, D. 2004b. A new genus and species of deep-sea cyclopoid (crustacea, copepoda, cyclopinidae) from the Mid-Atlantic Ridge (azores triple junction, lucky strike). *Zoosystema* 26 (1), 49-64.
- Ivanenko, V. N., Defaye, D., Huys, R. 2005. A new species of *Ambilimbus* nom. nov., a replacement name for *Amphicrossus* Huys, 1991 (Copepoda, Cyclopoidea, Erebonasteridae), from the Mid-Atlantic Ridge at 36° N (hydrothermal vent site Rainbow). *Marine Biology Research* 1 (3), 233-241.
- Ivanenko, V. N., Martínez Arbizu, P., Stecher, J. 2006. Copepods of the family Dirivultidae (Siphonostomatoida) from deep-sea hydrothermal vent fields on the Mid-Atlantic Ridge at 14°N and 5°S. *Zootaxa* 1277, 1-21.
- Ivanenko, V., Ferrari, F. D., Defaye, D., Sarradin, P. M., Sarrazin, J. 2011. Description, distribution and microhabitats of a new species of *Tisbe* (Copepoda: Harpacticoida: Tisbidae) from a deep-sea hydrothermal vent field at the Mid-Atlantic Ridge (37°N, Lucky Strike). *Cahiers de Biologie Marine* 52 (1), 89-106.
- Ivanenko, V. N., Defaye, D., Segonzac, M., Khripounoff, A., Sarrazin, J., Ferrari, F. D. 2011. A new species of *Exrima*, synonymy of four species of *Aphotopontius*, *Stygiopontius* and *Rhogobius*, and record of

- first copepodid stage of Dirivultidae (Copepoda: Siphonostomatoida) from deep-sea hydrothermal vents of the East Pacific Rise (13°N). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 91 (07), 1547-1559.
- Lee, W., Yoo, K. I. 1998. A new species of *Neocervinia* (Copepoda: Harpacticoida: Cerviniidae) from the hyperbenthos of the Hatsushima cold-seep site in Sagami Bay, Japan. *Hydrobiologia* 377 (1-3), 165-175.
- Lee, W., Huys, R. 1999. *Bathylaophonte* gen. nov. from deep-sea hydrothermal vents and the polyphyly of *Paronychocamptus* (Copepoda: Harpacticoida). *Cahiers de Biologie marine* 40, 293-328.
- Plum, C., Arbizu, P. M. 2009. Discovery of *Smacigastes* Ivanenko & Defaye, 2004 (Copepoda: Harpacticoida: Tegastidae) in a deep-sea cold seep, with the description of a new species from the Gulf of Mexico. *Zootaxa* 2096, 338-355.
- Plum, C., Gollner, S., Martínez-Arbizu, P., Bright, M. 2015. Diversity and composition of the copepod communities associated with megafauna around a cold seep in the Gulf of Mexico with remarks on species biogeography. *Marine Biodiversity* 45 (3), 419-432.
- Ramírez-Llodra, E., Tyler, P. A., Germman, C. R. 2003. Biogeography of deep-water chemosynthetic ecosystems (ChEss): Exploring the southern oceans. *Guyana* 67 (2), 168-176.
- Tsurumi, M., Tunnicliffe, V. 2001. Characteristics of a hydrothermal vent assemblage on a volcanically active segment of Juan de Fuca Ridge, northeast Pacific. *Canadian Journal of fisheries and aquatic sciences* 58 (3), 530-542.
- Tsurumi, M., De Graaf, R. C., Tunnicliffe, V. 2003. Distributional and biological aspects of copepods at hydrothermal vents on the Juan de Fuca Ridge, north-east Pacific Ocean. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 83 (03), 469-477.
- Tunnicliffe, V. 1992. The nature and origin of the modern hydrothermal vent fauna. *Palaios* 7 (4), 338-350.
- Van Dover, C. L., German, C. R., Speer, K. G., Parson, L. M., Vrijenhoek, R. C. 2002. Evolution and biogeography of deep-sea vent and seep invertebrates. *Science* 295 (5558), 1253-1257.
- Wiebe, P. H., Copley, N., Van Dover, C., Tamse, A., Manrique, F. 1988. Deep-water zooplankton of the Guaymas Basin hydrothermal vent field. *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers* 35 (6), 985-1013.
- Zekely, J., Van Dover, C. L., Nemeschkal, H. L., Bright, M. 2006. Hydrothermal vent meiobenthos associated with mytilid mussel aggregations from the Mid-Atlantic Ridge and the East Pacific Rise. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 53 (8), 1363-1378.

**ANEXO II**

**Tabla de clasificación y distribución de las especies.**

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>Hábitat</b>
<b>Harpacticoida</b>	No identificada		Harpacticoida sp. 1	Infiltraciones frías, planicie abisal
	Ameiridae	<i>Ameira</i>	<i>Ameira cf. tenuicornis</i>	Infiltraciones frías, planicie abisal
	Cletodidae	<i>Enhydrosoma</i>	<i>Enhydrosoma</i> sp. 1	Infiltraciones frías, planicie abisal
	Ancorabolidae		Ancorabolidae sp. 1	Infiltraciones frías
	Ectinosomatidae		Ectinosomatidae sp. 1	Infiltraciones frías, planicie abisal
		<i>Microsetella</i>	<i>Microsetella</i> sp. 1	Infiltraciones frías, planicie abisal
<b>Poecilostomatoida</b>	Clausidiidae	<i>Hyphalion</i>	<i>Hyphalion captans</i>	Infiltraciones frías
	Erebonasteridae	<i>Erebonaster</i>	<i>Erebonaster protentipes</i>	Infiltraciones frías, ventilas hidrotermales
	Oncaidae	<i>Oncaea</i>	<i>Oncaea venusta</i>	Infiltraciones frías, ventilas hidrotermales
<b>Siphonostomatoida</b>	Dirivultidae		Dirivultidae sp. 1	Ventilas hidrotermales

### ANEXO III

Tablas de presencia-ausencia y abundancia total ( ) de cada especie por ecosistema y por nivel de profundidad en el sedimento.

Nivel 1 (0-1 cm)	Especies	Infiltraciones frías	Ventilas hidrotermales	Planicie abisal
	<i>Harpacticoida</i> sp. 1	1 (16)	0	1 (3)
	<i>Ameira</i> cf. <i>tenuicornis</i>	1 (28)	0	1 (12)
	<i>Enhydrosoma</i> sp. 1	1 (16)	0	1 (9)
	Ancorabolidae sp.1	1 (8)	0	0
	Ectinosomatidae sp. 1	1 (90)	0	1 (70)
	<i>Microsetella</i> sp. 1	1 (12)	0	1 (8)
	<i>Hyphalion captans</i>	1 (5)	0	0
	<i>Erebonaster protentipes</i>	1 (19)	1 (8)	0
	<i>Oncaea venusta</i>	1 (6)	1 (1)	0
	Dirivultidae sp. 1	0	1 (4)	0

Nivel 2 (1-3 cm)	Especies	Infiltraciones frías	Ventilas hidrotermales	Planicie abisal
	<i>Harpacticoida</i> sp. 1	1 (2)	0	1 (1)
	<i>Ameira</i> cf. <i>tenuicornis</i>	1 (5)	0	1 (1)
	<i>Enhydrosoma</i> sp. 1	1 (3)	0	1 (2)
	Ancorabolidae sp.1	0	0	0
	Ectinosomatidae sp. 1	1 (28)	0	1 (3)
	<i>Microsetella</i> sp. 1	0	0	0
	<i>Hyphalion captans</i>	0	0	0
	<i>Erebonaster protentipes</i>	1 (7)	0	0
	<i>Oncaea venusta</i>	0	0	0
	Dirivultidae sp. 1	0	0	0

**Nivel 3 (3-5 cm)**

<b>Especies</b>	<b>Infiltraciones frías</b>	<b>Ventilas hidrotermales</b>	<b>Planicie abisal</b>
<i>Harpacticoida</i> sp. 1	0	0	0
<i>Ameira</i> cf. <i>tenuicornis</i>	0	0	1 (1)
<i>Enhydrosoma</i> sp. 1	0	0	0
Ancorabolidae sp.1	0	0	0
Ectinosomatidae sp. 1	0	0	1 (3)
<i>Microsetella</i> sp. 1	0	0	0
<i>Hyphalion captans</i>	0	0	0
<i>Erebonaster protentipes</i>	1 (1)	0	0
<i>Oncaea venusta</i>	0	0	0
Dirivultidae sp. 1	0	0	0

**Nivel 4 (5-10 cm) – No se registraron especies de copépodos meiofaunales.**

**Nivel 5 (>10 cm) – No se registraron especies de copépodos meiofaunales.**



#### ANEXO IV

##### Tablas de presencia-ausencia y abundancia ( ) de cada especie por hábitat y por nivel de profundidad en el sedimento.

Infiltraciones frías: Vasconcelos se divide en tres hábitats; Tapete microbiano (**Vas\_TMicrob**), Vesicómidos (*Archivesica gigas*) (**Vas\_Vesico**), Tapete microbiano y Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Vas\_Tmicrob + Vesico**); Ayala con Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Aya\_Vesico**), y Juárez con Siboglínidos (*Escarpia spicata*) (**Jua\_Sibo**). Ventilias hidrotermales: Megamat *Riftia pachyptila* asociado a Tapete microbiano (**Mega\_Rif + Tmicrob**), y Morelos con Vesicómidos (*Archivesica gigas*) y Tapete microbiano (**Mor\_Vesico + Tmicrob**). Planicie abisal: Testigo con sedimento blando abisal (**Test\_SedBlan**).

##### Nivel 1 (0-1 cm)

Especies	Infiltraciones frías					Ventilias hidrotermales		Planicie abisal
	Vas_Tmicrob	Vas_Vesico	Vas_Tmicrob + Vesico	Aya_Vesico	Jua_Sibo	Mega_Rif + Tmicrob	Mor_Vesico + Tmicrob	Test_SedBlan
<b>Harpacticoida sp. 1</b>	0	0	0	0	1 (16)	0	0	1 (3)
<b><i>Ameira cf. tenuicornis</i></b>	0	0	0	0	1 (28)	0	0	1 (12)
<b><i>Enhydrosoma sp. 1</i></b>	0	0	0	0	1 (16)	0	0	1 (9)
<b>Ancorabolidae sp.1</b>	0	0	0	0	1 (8)	0	0	0
<b>Ectinosomatidae sp. 1</b>	0	0	0	0	1 (90)	0	0	1 (70)
<b><i>Microsetella sp. 1</i></b>	0	0	0	0	1 (12)	0	0	1 (8)
<b><i>Hyphalion captans</i></b>	0	0	0	0	1 (5)	0	0	0
<b><i>Erebonaster protentipes</i></b>	1 (1)	1 (4)	1 (2)	0	1 (12)	1 (2)	1 (6)	0
<b><i>Oncaea venusta</i></b>	0	0	0	0	1(6)	0	1 (1)	0
<b>Dirivultidae sp. 1</b>	0	0	0	0	0	0	1 (4)	0

COPÉPODOS MEIOFAUNALES ASOCIADOS A HÁBITATS BÉNTICOS ABISALES Y QUIMIOSINTÉTICOS DE LA CUENCA DE GUAYMAS Y EL MARGEN DE SONORA,  
MÉXICO

Nivel 2 (1-3 cm)

Especies	Infiltraciones frías					Ventilas hidrotermales		Planicie abisal
	Vas_Tmicrob	Vas_Vesico	Vas_Tmicrob + Vesico	Aya_Vesico	Jua_Sibo	Mega_Rif + Tmicrob	Mor_Vesico + Tmicrob	Test_SedBlan
<b>Harpacticoida sp. 1</b>	0	0	0	0	1 (2)	0	0	1 (1)
<b><i>Ameira cf. tenuicornis</i></b>	0	0	0	0	1 (5)	0	0	1 (1)
<b><i>Enhydrosoma sp. 1</i></b>	0	0	0	0	1 (3)	0	0	1 (2)
<b>Ancorabolidae sp.1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ectinosomatidae sp. 1</b>	0	0	0	0	1 (28)	0	0	1 (3)
<b><i>Microsetella sp. 1</i></b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b><i>Hyphalion captans</i></b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b><i>Erebonaster protentipes</i></b>	0	1 (2)	0	1 (5)	0	0	0	0
<b><i>Oncaea venusta</i></b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Dirivultidae sp. 1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

COPÉPODOS MEIOFAUNALES ASOCIADOS A HÁBITATS BÉNTICOS ABISALES Y QUIMIOSINTÉTICOS DE LA CUENCA DE GUAYMAS Y EL MARGEN DE SONORA,  
MÉXICO

---

**Nivel 3 (3-5 cm)**

Especies	Vas_Tmicrob	Vas_Vesico	Vas_Tmicrob + Vesico	Aya_Vesico	Jua_Sibo	Mega_Rif + Tmicrob	Mor_Vesico + Tmicrob	Test_SedBlan
<i>Harpacticoida sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ameira cf. tenuicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1 (1)
<i>Enhydrosoma sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
Ancorabolidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ectinosomatidae sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	1 (3)
<i>Microsetella sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyphalion captans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erebonaster protentipes</i>	0	0	0	1 (1)	0	0	0	0
<i>Oncaea venusta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
Dirivultidae sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0

**Nivel 4 (5-10 cm) – No se registraron especies de copépodos meiofaunales.**

**Nivel 5 (>10 cm) – No se registraron especies de copépodos meiofaunales.**

**ANEXO V**

**Tablas de densidad de cada especie por ecosistema, hábitat, estación, réplica y nivel de profundidad en el sedimento** (en negrita se diferencian sólo los valores de las especies que se encontraron).

Infiltraciones frías: Sitio Vasconcelos formado por Tapete microbiano (**Vas\_TMicrob**), Sitio Vasconcelos formado por Vesicómidos (*Archivesica gigas*) (**Vas\_Vesico**), (continuación).

Ecosistema	Infiltraciones frías																									
	Vas_TMicrob											Vas_Vesico														
	1754-10					1754-10						1756-12					1756-12					1756-12				
	CT7					CT8						CT2					CT3					CT4				
Hábitat																										
Estación																										
Réplica																										
Nivel (cm)	0-1	1-3	3-5	5-10	>10*	0-1	1-3	3-5	5-10	>10	0-1	1-3	3-5	5-10	>10	0-1	1-3	3-5	5-10	>10	0-1	1-3	3-5	5-10	>10*	
<b>Harpacticoida sp. 1</b>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Ameira cf. tenuicornis</b>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Enhydrosoma sp. 1</b>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Ancorabolidae sp.1</b>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Ectinosomatidae sp. 1</b>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Microsetella sp. 1</b>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Hyphalion captans</b>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Erebonaster protentipes</b>	0	0	0	0	-	<b>0.35</b>	0	0	0	0	<b>1.06</b>	0	0	0	0	<b>0.35</b>	<b>0.35</b>	0	0	0	0	<b>0.35</b>	0	0	0	
<b>Oncaea venusta</b>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Dirivultidae sp. 1</b>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	0	0	0	0	-	0.35	0	0	0	0	1.06	0	0	0	0	0.35	0.35	0	0	0	0	0.35	0	0	0	

\*(-) No se obtuvieron muestras en estos niveles.

Sitio Vasconcelos formado por Tapete microbiano y Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Vas\_Tmicrob + Vesico**), (continuación).

Ecosistema Hábitat Estación Réplica Nivel (cm)	Infiltraciones frías														
	Vas_Tmicrob + Vesico														
	1758-14					1758-14					1758-14				
	CT2					CT5					CT7				
	0-1	1-3*	3-5*	5-10	>10*	0-1	1-3	3-5	5-10	>10	0-1	1-3	3-5	5-10	>10
<b>Harpacticoida sp. 1</b>	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ameira tenuicornis</b>	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Enhydrosoma sp. 1</b>	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ancorabolidae sp.1</b>	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ectinosomatidae sp. 1</b>	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Microsetella sp. 1</b>	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Hyphalion captans</b>	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Erebonaster protentipes</b>	0	-	-	0	-	<b>0.70</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Oncaea venusta</b>	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Dirivultidae sp. 1</b>	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	-	-	0	-	0.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0

\*(-) No se obtuvieron muestras en estos niveles.

Sitio Ayala formado por Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Aya\_Vesico**) y (continuación).

Ecosistema Hábitat Estación Réplica Nivel (cm)	Infiltraciones frías																			
	Aya_Vesico																			
	1759-15					1760-16					1760-16					1760-16				
	CT2					CT6					CT10					CT11				
	0-1	1-3	3-5	5-10*	>10*	0-1	1-3	3-5	5-10	>10	0-1	1-3	3-5	5-10	>10*	0-1	1-3	3-5	5-10	>10
<b>Harpacticoida sp. 1</b>	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<b>Ameira tenuicornis</b>	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<b>Enhydrosoma sp. 1</b>	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<b>Ancorabolidae sp.1</b>	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<b>Ectinosomatidae sp. 1</b>	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<b>Microsetella sp. 1</b>	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<b>Hyphalion captans</b>	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<b>Erebionaster protentipes</b>	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	<b>0.35</b>	<b>0.35</b>	0	-	0	<b>1.41</b>	0	0	0
<b>Oncaea venusta</b>	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<b>Dirivultidae sp. 1</b>	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0.35	0.35	0	-	0	1.41	0	0	0

\*(-) No se obtuvieron muestras en estos niveles.

COPÉPODOS MEIOFAUNALES ASOCIADOS A HÁBITATS BÉNTICOS ABISALES Y QUIMIOSINTÉTICOS DE LA CUENCA DE GUAYMAS Y EL MARGEN DE SONORA, MÉXICO

Sitio Juárez formado por Siboglinidos (*Escarpia spicata*) (Jua\_Sibo).

Ecosistema Hábitat Estación Réplica Nivel (cm)	Infiltraciones frías																			
	Jua_Sibo																			
	1759-15					1761-17					1762-18					1762-18				
	CT3					CT4					CT5					CT6				
	0-1	1-3	3-5	5-10*	>10*	0-1	1-3	3-5	5-10	>10	0-1	1-3*	3-5*	5-10*	>10*	0-1	1-3	3-5	5-10	>10*
<b>Harpacticoida sp. 1</b>	<b>0.35</b>	0	0	-	-	<b>1.06</b>	0	0	0	0	<b>1.41</b>	-	-	-	-	<b>2.82</b>	<b>0.70</b>	0	0	-
<b><i>Ameira tenuicornis</i></b>	<b>2.12</b>	<b>0.35</b>	0	-	-	<b>1.06</b>	0	0	0	0	<b>1.06</b>	-	-	-	-	<b>5.65</b>	<b>1.41</b>	0	0	-
<b><i>Enhydrosoma sp. 1</i></b>	<b>1.41</b>	0	0	-	-	0	0	0	0	0	<b>1.06</b>	-	-	-	-	<b>3.18</b>	<b>1.06</b>	0	0	-
<b>Ancorabolidae sp.1</b>	<b>0.70</b>	0	0	-	-	<b>0.70</b>	0	0	0	0	<b>0.70</b>	-	-	-	-	<b>0.70</b>	0	0	0	-
<b>Ectinosomatidae sp. 1</b>	<b>5.65</b>	0	0	-	-	<b>3.53</b>	0	0	0	0	<b>4.24</b>	-	-	-	-	<b>18.39</b>	<b>9.90</b>	0	0	-
<b><i>Microsetella sp. 1</i></b>	<b>1.06</b>	0	0	-	-	<b>0.70</b>	0	0	0	0	<b>0.70</b>	-	-	-	-	<b>1.76</b>	0	0	0	-
<b><i>Hyphalion captans</i></b>	<b>0.70</b>	0	0	-	-	0	0	0	0	0	<b>0.35</b>	-	-	-	-	<b>0.70</b>	0	0	0	-
<b><i>Erebonaster protentipes</i></b>	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	<b>1.41</b>	-	-	-	-	<b>2.82</b>	0	0	0	-
<b><i>Oncaea venusta</i></b>	<b>0.70</b>	0	0	-	-	<b>0.35</b>	0	0	0	0	<b>0.70</b>	-	-	-	-	<b>0.35</b>	0	0	0	-
<b>Dirivultidae sp. 1</b>	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0	-
<b>Total</b>	<b>12.73</b>	<b>0.35</b>	0	-	-	<b>7.42</b>	0	0	0	0	<b>11.67</b>	-	-	-	-	<b>36.43</b>	<b>13.09</b>	0	0	-

\*(-) No se obtuvieron muestras en estos niveles.

Ventilas hidrotermales: Sitio Megamat formado por *Riftia pachyptila* asociado a Tapete microbiano (**Mega\_Rif + Tmicrob**), y (continuación).

Ecosistema	Ventilas hidrotermales																
	Hábitat	Mega_Rif + Tmicrob															
		Estación	1764-20					1765-21					1765-21				
			Réplica	CT1					CT3					CT7			
Nivel (cm)	0-1	1-3	3-5	5-10*	>10*	0-1	1-3	3-5*	5-10*	>10*	0-1	1-3	3-5	5-10*	>10*		
<b>Harpacticoida sp. 1</b>	0	0	0	-	-	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-		
<b><i>Ameira tenuicornis</i></b>	0	0	0	-	-	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-		
<b><i>Enhydrosoma sp. 1</i></b>	0	0	0	-	-	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-		
<b>Ancorabolidae sp.1</b>	0	0	0	-	-	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-		
<b>Ectinosomatidae sp. 1</b>	0	0	0	-	-	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-		
<b><i>Microsetella sp. 1</i></b>	0	0	0	-	-	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-		
<b><i>Hyphalion captans</i></b>	0	0	0	-	-	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-		
<b><i>Erebonaster protentipes</i></b>	<b>0.70</b>	0	0	-	-	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-		
<b><i>Oncaea venusta</i></b>	0	0	0	-	-	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-		
<b>Dirivultidae sp. 1</b>	0	0	0	-	-	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-		
<b>Total</b>	<b>0.70</b>	0	0	-	-	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-		

\*(-) No se obtuvieron muestras en estos niveles.



Sitio Morelos formado por Vesicómidos (*Archivesica gigas*) y Tapete microbiano (**Mor\_Vesico + Tmicrob**).

Ecosistema Hábitat Estación Réplica Nivel (cm)	Ventilas hidrotermales														
	Mor_Vesico + Tmicrob														
	1768-24					1768-24					1770-26				
	CT3					CT4					CT9				
	0-1	1-3	3-5	5-10	>10	0-1	1-3	3-5	5-10	>10*	0-1	1-3	3-5	5-10	>10
<b>Harpacticoida sp. 1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<b><i>Ameira tenuicornis</i></b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<b><i>Enhydrosoma sp. 1</i></b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<b>Ancorabolidae sp.1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<b>Ectinosomatidae sp. 1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<b><i>Microsetella sp. 1</i></b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<b><i>Hyphalion captans</i></b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<b><i>Erebonaster protentipes</i></b>	0	0	0	0	0	<b>0.70</b>	0	0	0	-	<b>1.41</b>	0	0	0	0
<b><i>Oncaea venusta</i></b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	<b>0.35</b>	0	0	0	0
<b>Dirivultidae sp. 1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	<b>1.41</b>	0	0	0	0
<b>Total</b>	0	0	0	0	0	0.70	0	0	0	-	3.18	0	0	0	0

\*(-) No se obtuvieron muestras en estos niveles.

Planicie abisal: Sitio Testigo formado por sedimento blando abisal (**Test\_SedBlan**).

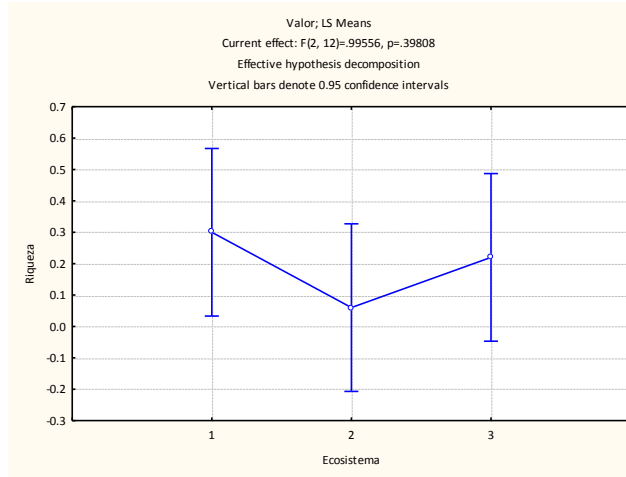
Ecosistema Hábitat Estación Réplica Nivel (cm)	Planicie abisal														
	Test_SedBlan														
	1771-27					1771-27					1771-27				
	CT2					CT7					CT8				
	0-1	1-3	3-5	5-10	> 10	0-1	1-3	3-5	5-10	> 10	0-1	1-3	3-5	5-10	> 10
<b>Harpacticoida sp. 1</b>	<b>1.06</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0.35</b>	0	0	0
<b>Ameira tenuicornis</b>	<b>2.47</b>	0	0	0	0	<b>1.76</b>	0	<b>0.35</b>	0	0	0	<b>0.35</b>	0	0	0
<b>Enhydrosoma sp. 1</b>	<b>2.47</b>	0	0	0	0	<b>0.70</b>	0	0	0	0	0	<b>0.70</b>	0	0	0
<b>Ancorabolidae sp.1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ectinosomatidae sp. 1</b>	<b>17.68</b>	0	0	0	0	<b>7.07</b>	0	<b>1.06</b>	0	0	0	<b>1.06</b>	0	0	0
<b>Microsetella sp. 1</b>	<b>2.12</b>	0	0	0	0	<b>0.70</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Hyphalion captans</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Erebonaster protentipes</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Oncaea venusta</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Dirivultidae sp. 1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>25.81</b>	0	0	0	0	<b>10.26</b>	0	<b>1.41</b>	0	0	0	<b>2.47</b>	0	0	0

\*(-) No se obtuvieron muestras en estos niveles.

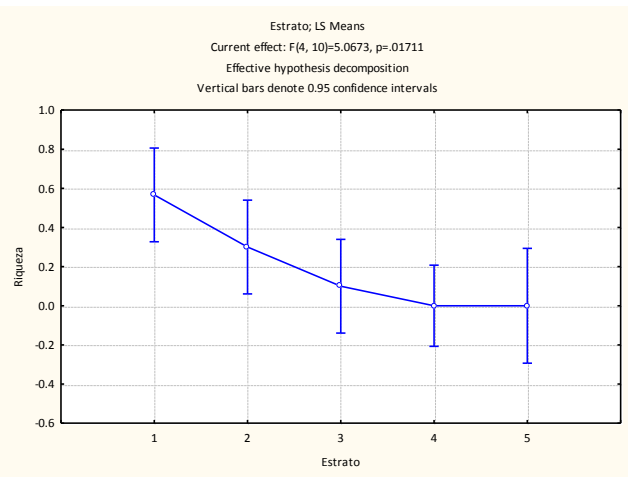
## ANEXO VI. ANOVAS

**Riqueza taxonómica promedio de cada ecosistema (A):** 1) Infiltraciones frías, 2) Ventilas hidrotermales y 3) Planicie abisal. **Riqueza taxonómica promedio de cada estrato (B):** 1) Nivel 1 (0-1 cm); 2) Nivel 2 (1-3 cm); 3) Nivel 3 (3-5 cm); 4) Nivel 4 (5-10 cm); y 5) Nivel 5 (> 10 cm).

A)

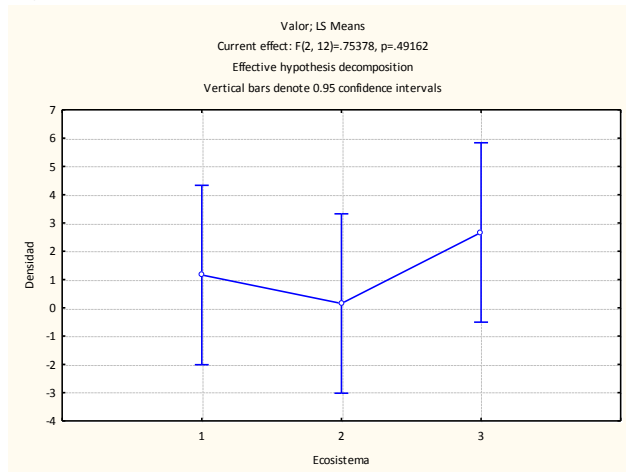


B)

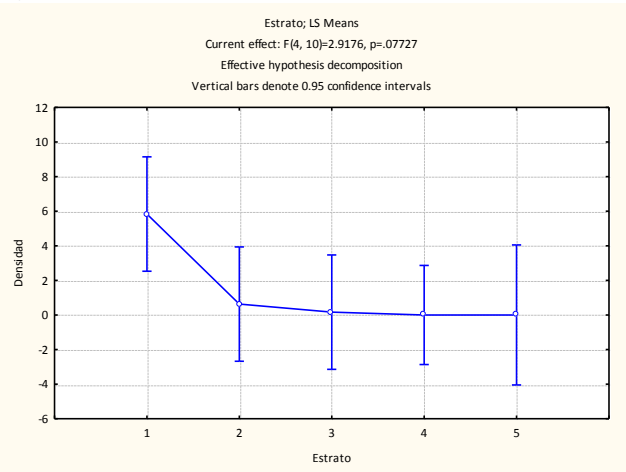


**Densidad promedio de cada ecosistema (A):** 1) Infiltraciones frías, 2) Ventilas hidrotermales y 3) Planicie abisal. **Densidad promedio de cada estrato (B):** 1) Nivel 1 (0-1 cm); 2) Nivel 2 (1-3 cm); 3) Nivel 3 (3-5 cm); 4) Nivel 4 (5-10 cm); y 5) Nivel 5 (> 10 cm).

A)

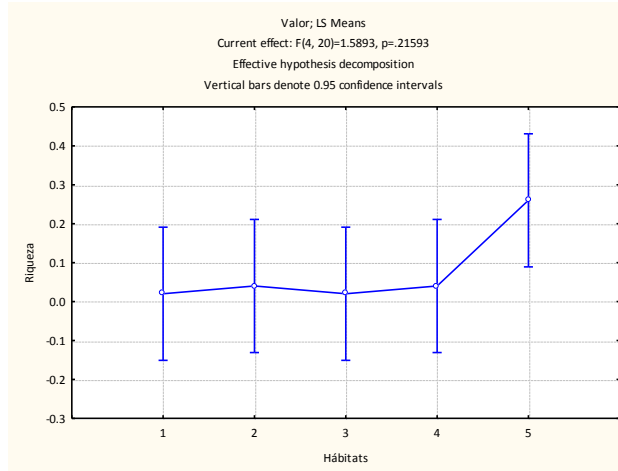


B)

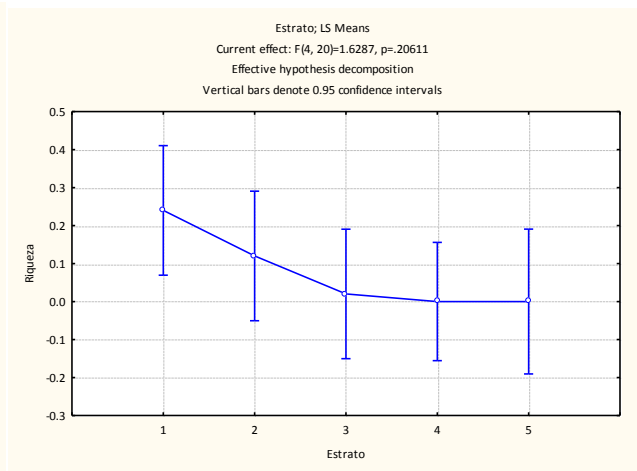


**Riqueza taxonómica promedio de los hábitats de infiltraciones frías (A):** 1) Vasconcelos con Tapete microbiano (**Vas\_TMicrob**); 2) Vasconcelos con Vesicómidos (*Archivesica gigas*) (**Vas\_Vesico**); 3) Vasconcelos con Tapete microbiano y Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Vas\_TMicrob + Vesico**); 4) Ayala con Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Aya\_Vesico**); y 5) Juárez con Siboglínidos (*Escarpia spicata*) (**Jua\_Sibo**). **Riqueza taxonómica promedio de cada estrato (B):** 1) Nivel 1 (0-1 cm); 2) Nivel 2 (1-3 cm); 3) Nivel 3 (3-5 cm); 4) Nivel 4 (5-10 cm); y 5) Nivel 5 (> 10 cm).

A)

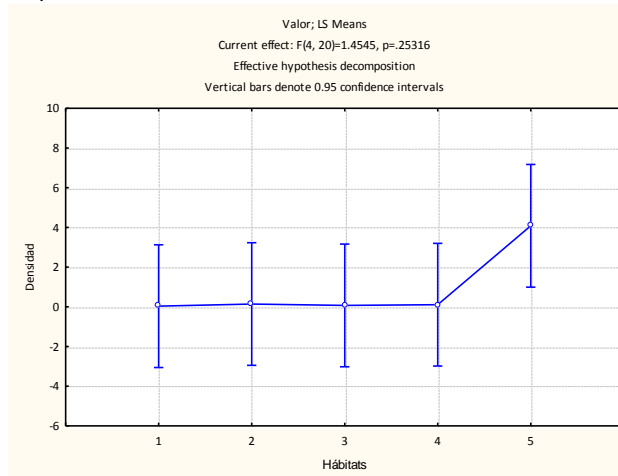


B)

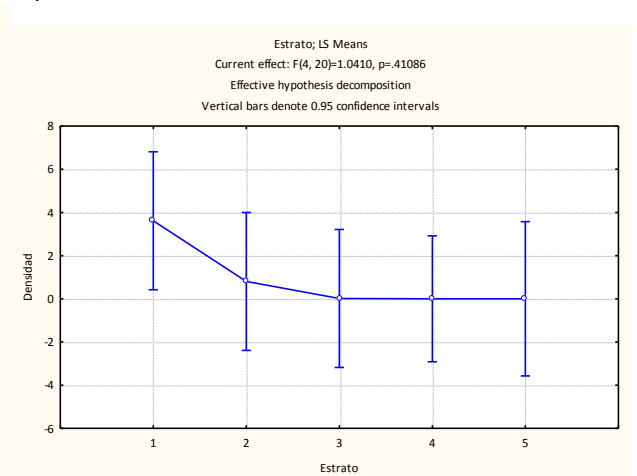


**Densidad promedio de los hábitats de infiltraciones frías (A):** 1) Vasconcelos con Tapete microbiano (**Vas\_TMicrob**); 2) Vasconcelos con Vesicómidos (*Archivesica gigas*) (**Vas\_Vesico**); 3) Vasconcelos con Tapete microbiano y Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Vas\_TMicrob + Vesico**); 4) Ayala con Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Aya\_Vesico**); y 5) Juárez con Siboglínidos (*Escarpia spicata*) (**Jua\_Sibo**). **Densidad promedio de cada estrato (B):** 1) Nivel 1 (0-1 cm); 2) Nivel 2 (1-3 cm); 3) Nivel 3 (3-5 cm); 4) Nivel 4 (5-10 cm); y 5) Nivel 5 (> 10 cm).

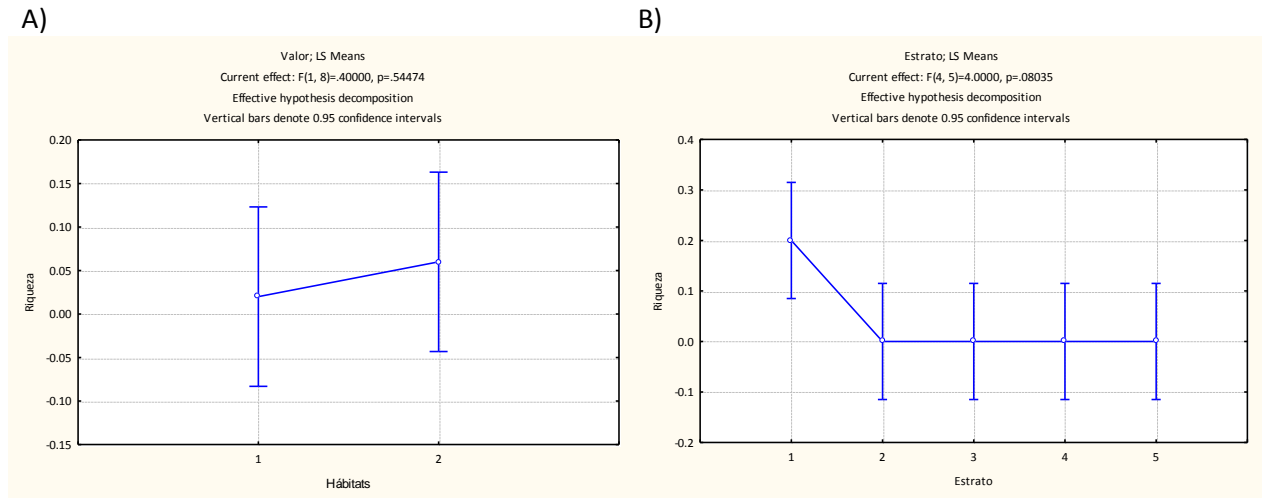
A)



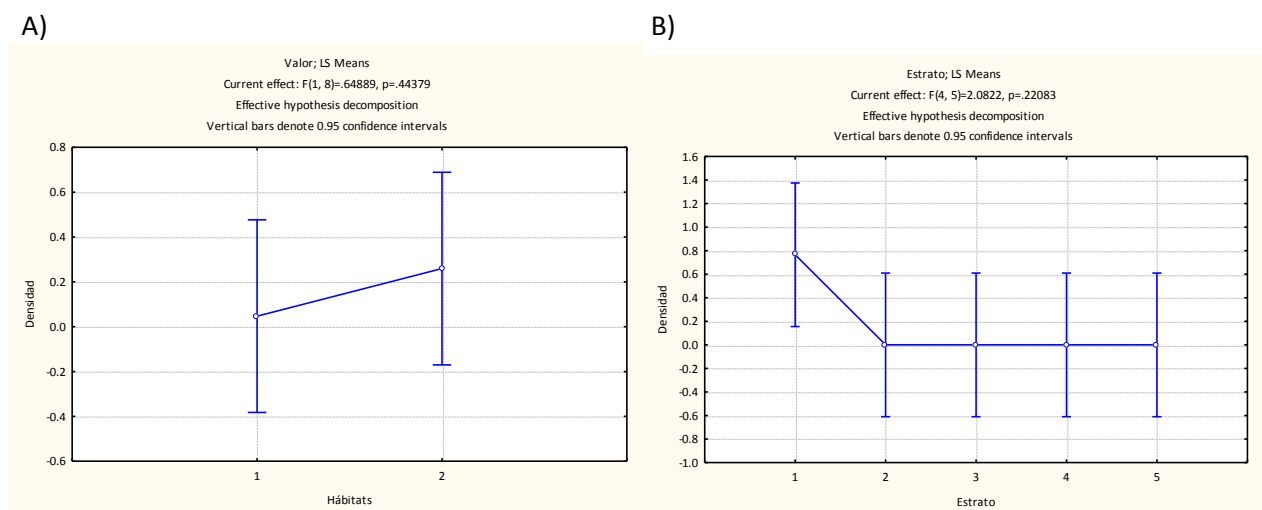
B)



**Riqueza taxonómica promedio de los hábitats de ventilas hidrotermales (A):** 1) Megamat *Riftia pachyptila* asociado a Tapete microbiano (**Mega\_Rif + Tmicrob**); y 2) Morelos con Vesicómidos (*Archivesica gigas*) y Tapete microbiano (**Mor\_Vesico + Tmicrob**). **Riqueza taxonómica promedio de cada estrato (B):** 1) Nivel 1 (0-1 cm); 2) Nivel 2 (1-3 cm); 3) Nivel 3 (3-5 cm); 4) Nivel 4 (5-10 cm); y 5) Nivel 5 (> 10 cm).

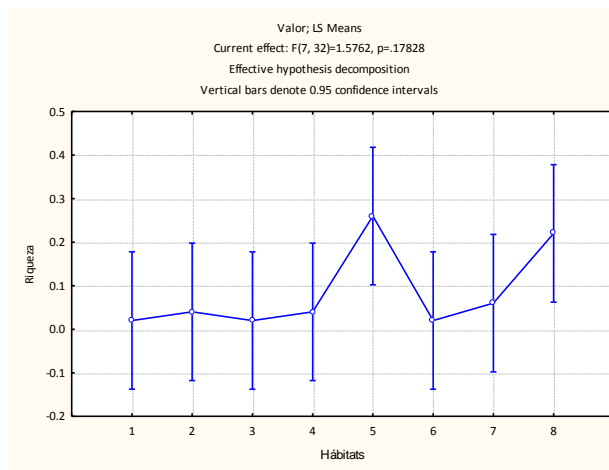


**Densidad promedio de los hábitats de ventilas hidrotermales (A):** 1) Megamat *Riftia pachyptila* asociado a Tapete microbiano (Mega\_Rif + Tmicrob); y 2) Morelos con Vesicómidos (*Archivesica gigas*) y Tapete microbiano (Mor\_Vesico + Tmicrob). **Densidad promedio de cada estrato (B):** 1) Nivel 1 (0-1 cm); 2) Nivel 2 (1-3 cm); 3) Nivel 3 (3-5 cm); 4) Nivel 4 (5-10 cm); y 5) Nivel 5 (> 10 cm).

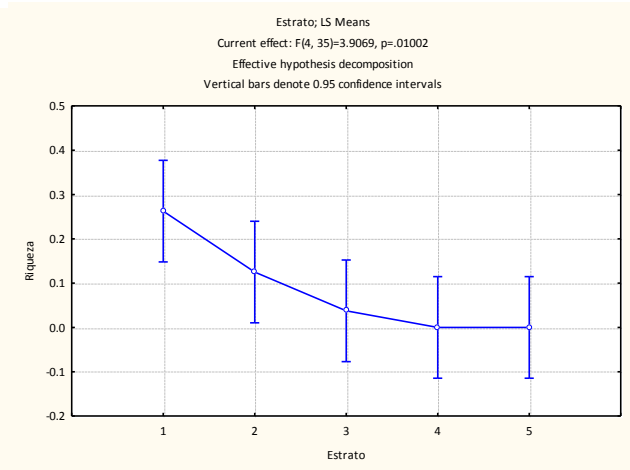


**Riqueza taxonómica promedio (A) y Densidad promedio de todos los hábitats (C).** Infiltraciones frías: 1) Vasconcelos con Tapete microbiano (**Vas\_TMicrob**); 2) Vasconcelos con Vesicómidos (*Archivesica gigas*) (**Vas\_Vesico**); 3) Vasconcelos con Tapete microbiano y Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Vas\_TMicrob + Vesico**); 4) Ayala con Vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (**Aya\_Vesico**); 5) Juárez con Siboglínidos (*Escarpia spicata*) (**Jua\_Sibo**). Ventilas hidrotermales: 6) Megamat *Riftia pachyptila* asociado a Tapete microbiano (**Mega\_Rif + Tmicrob**); 7) Morelos con Vesicómidos (*Archivesica gigas*) y Tapete microbiano (**Mor\_Vesico + Tmicrob**). Planicie abisal: 8) Testigo con sedimento blando abisal (**Test\_SedBlan**). **Riqueza taxonómica promedio por estrato (B) y Densidad promedio por estrato (D):** 1) Nivel 1 (0-1 cm); 2) Nivel 2 (1-3 cm); 3) Nivel 3 (3-5 cm); 4) Nivel 4 (5-10 cm); y 5) Nivel 5 (> 10 cm).

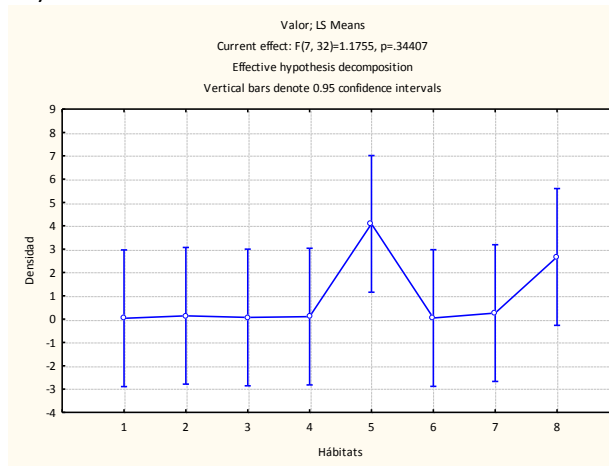
A)



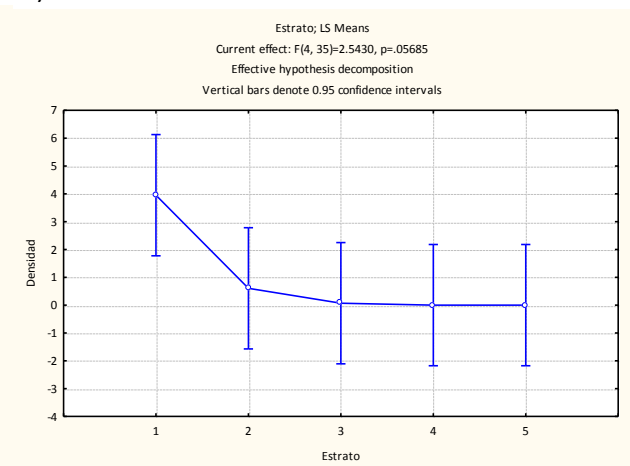
B)



C)



D)

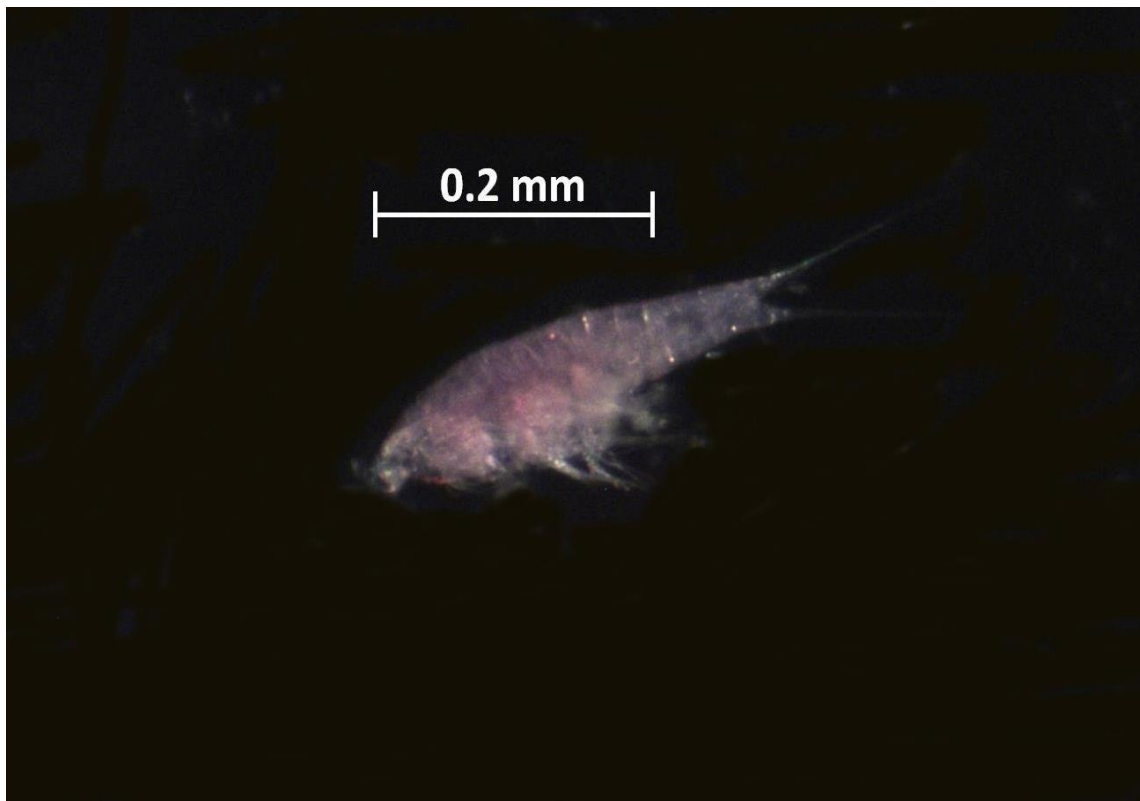


## ANEXO VII

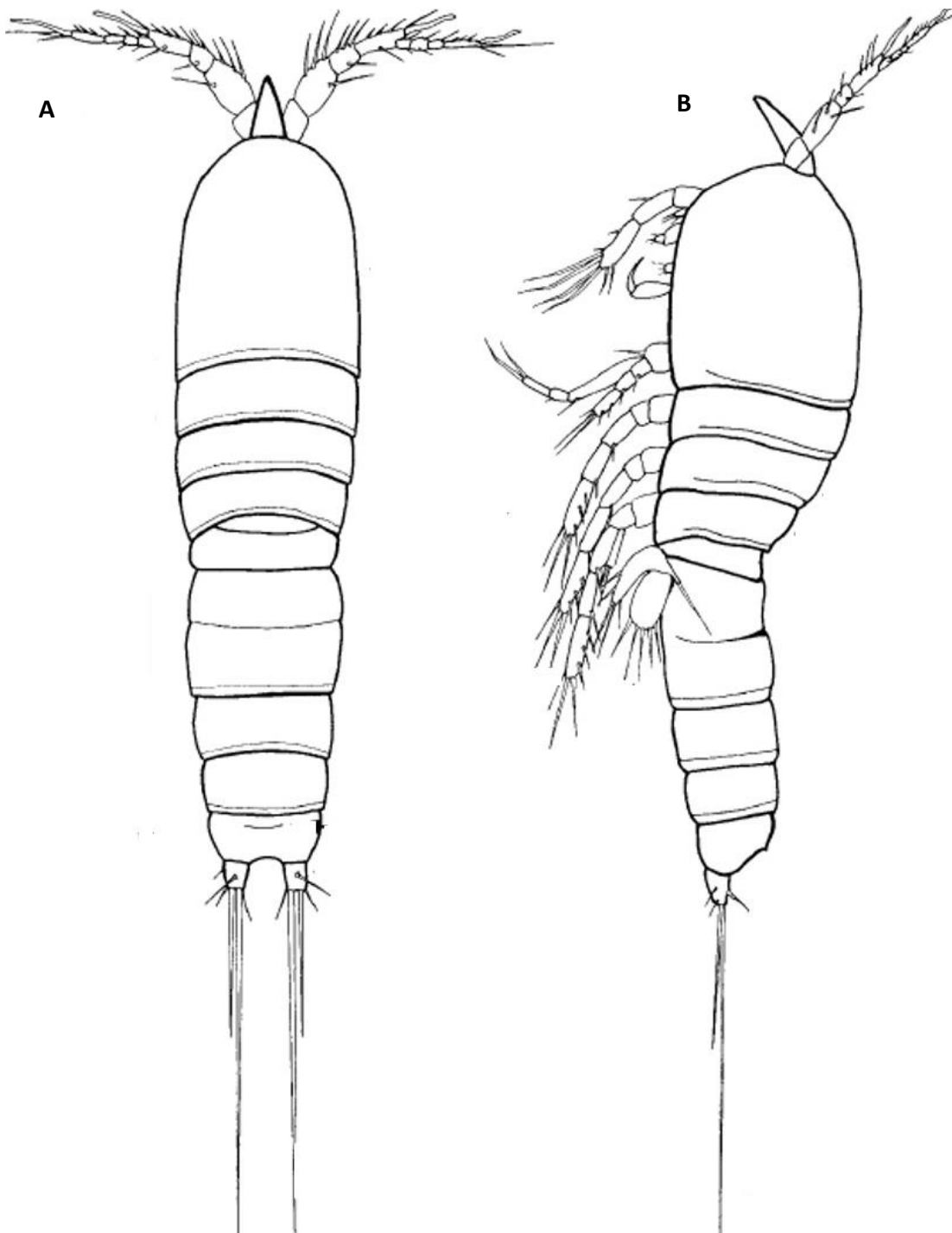
### Fotos y esquemas de las especies identificadas

1.

<b>Subclase</b>	Copepoda Milne-Edwards, 1840
<b>Infraclase</b>	Neocopepoda Huys y Boxshall, 1991
<b>Superorden</b>	Podoplea Giesbrecht, 1882
<b>Orden</b>	Harpacticoida Sars, 1903
<b>Especie</b>	<b>Harpacticoida sp. 1</b>



Fotografía de Harpacticoida sp. 1 tomada de la muestra 1771-27 CT2 Nivel 1 (0-1 cm), perteneciente al hábitat de sedimento blando (**Test\_SedBlan**) de la planicie abisal.

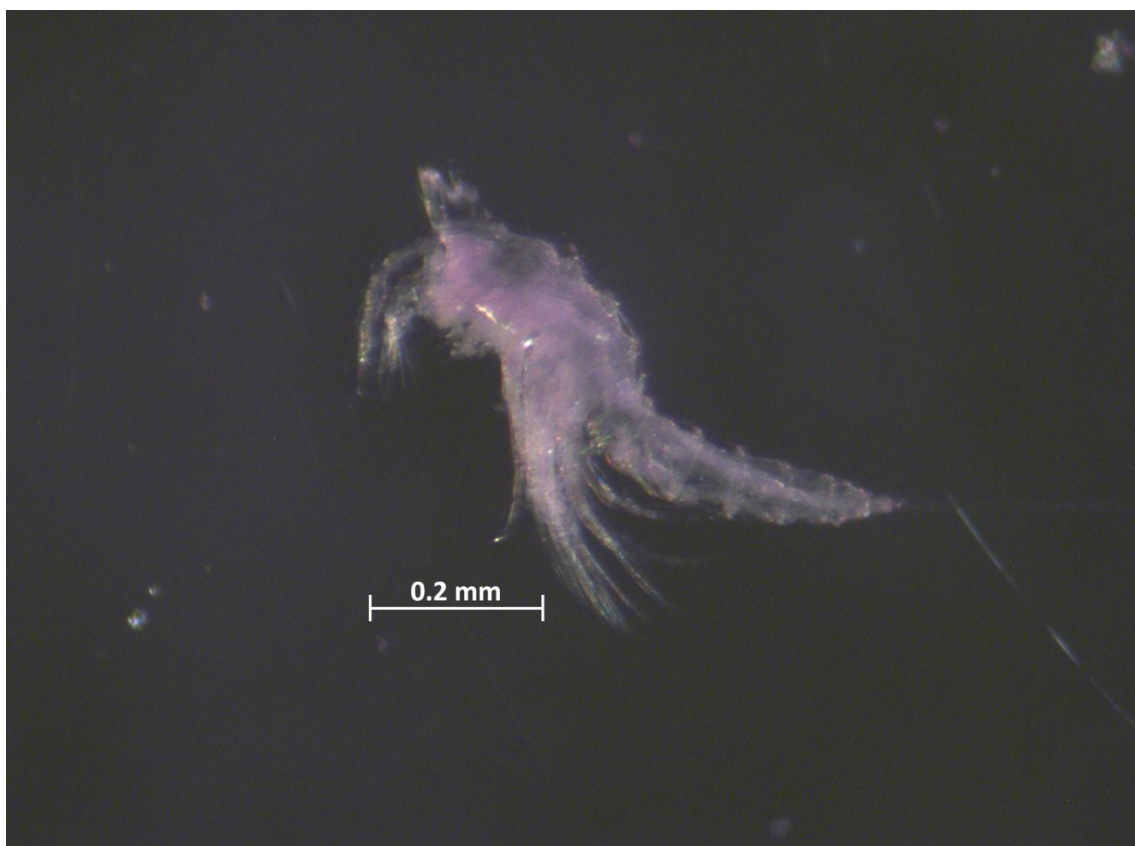


Harpacticoida. Morfología general del orden. A, vista dorsal; B, vista lateral. Modificado de Wells (2007).

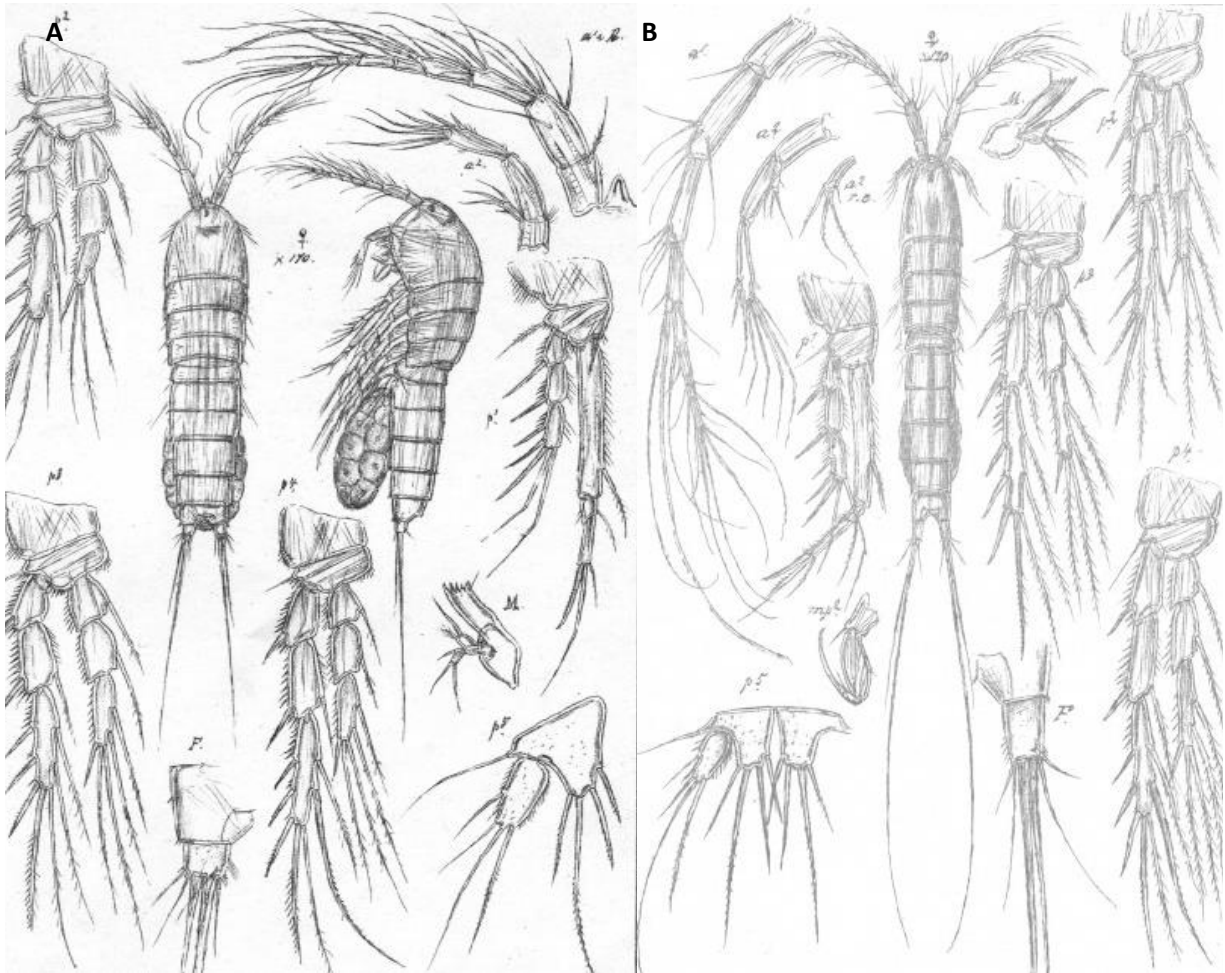


2.

<b>Subclase</b>	Copepoda Milne-Edwards, 1840
<b>Infraclase</b>	Neocopepoda Huys y Boxshall, 1991
<b>Superorden</b>	Podoplea Giesbrecht, 1882
<b>Orden</b>	Harpacticoida Sars, 1903
<b>Familia</b>	Ameiridae Monard, 1927
<b>Genero</b>	<i>Ameira</i> Boeck, 1865
<b>Especie</b>	<i>Ameira cf. tenuicornis</i> Scott, 1902



Fotografía de *Ameira cf. tenuicornis* tomada de la muestra 1762-18 CT6 Nivel 2 (1-3 cm), perteneciente al hábitat de siboglinidos (*Escarpia spicata*) (Jua\_Sibo) de infiltraciones frías.



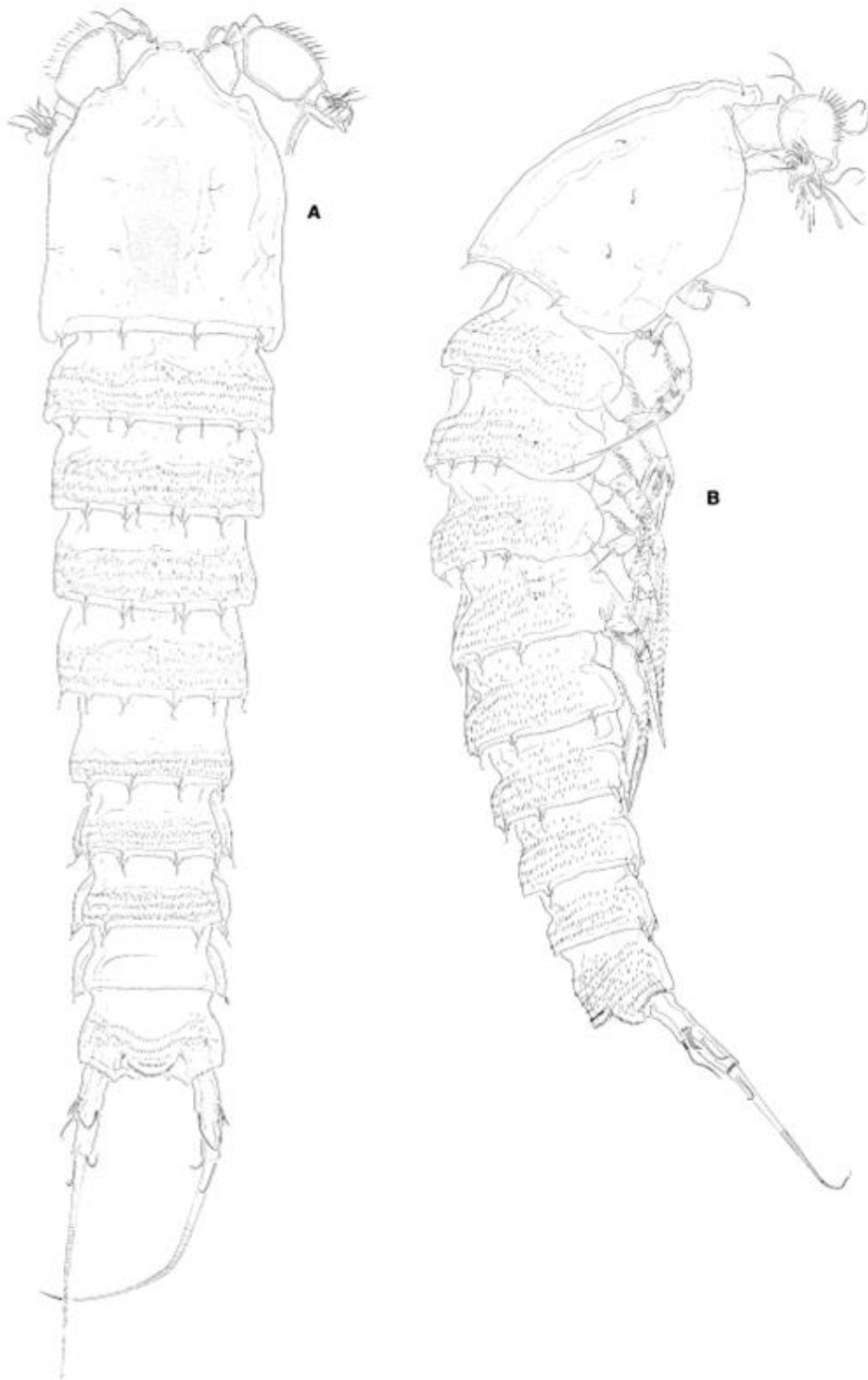
*Ameira cf. tenuicornis*. Morfología general de la especie y algunas partes taxonómicamente importantes. A, morfotipo 1; B, morfotipo 2. Modificado de Sars (1907 y 1911).

**3.**

<b>Subclase</b>	Copepoda Milne-Edwards, 1840
<b>Infraclase</b>	Neocopepoda Huys y Boxshall, 1991
<b>Superorden</b>	Podoplea Giesbrecht, 1882
<b>Orden</b>	Harpacticoida Sars, 1903 b
<b>Familia</b>	Cletodidae Scott, 1905
<b>Género</b>	<i>Enhydrosoma</i> Boeck, 1873
<b>Especie</b>	<b><i>Enhydrosoma</i> sp. 1</b>



Fotografía de *Enhydrosoma* sp. 1 tomada de la muestra 1771-27 CT8 Nivel 2 (1-3 cm), perteneciente al hábitat de sedimento blando (**Test\_SedBlan**) de la planicie abisal.

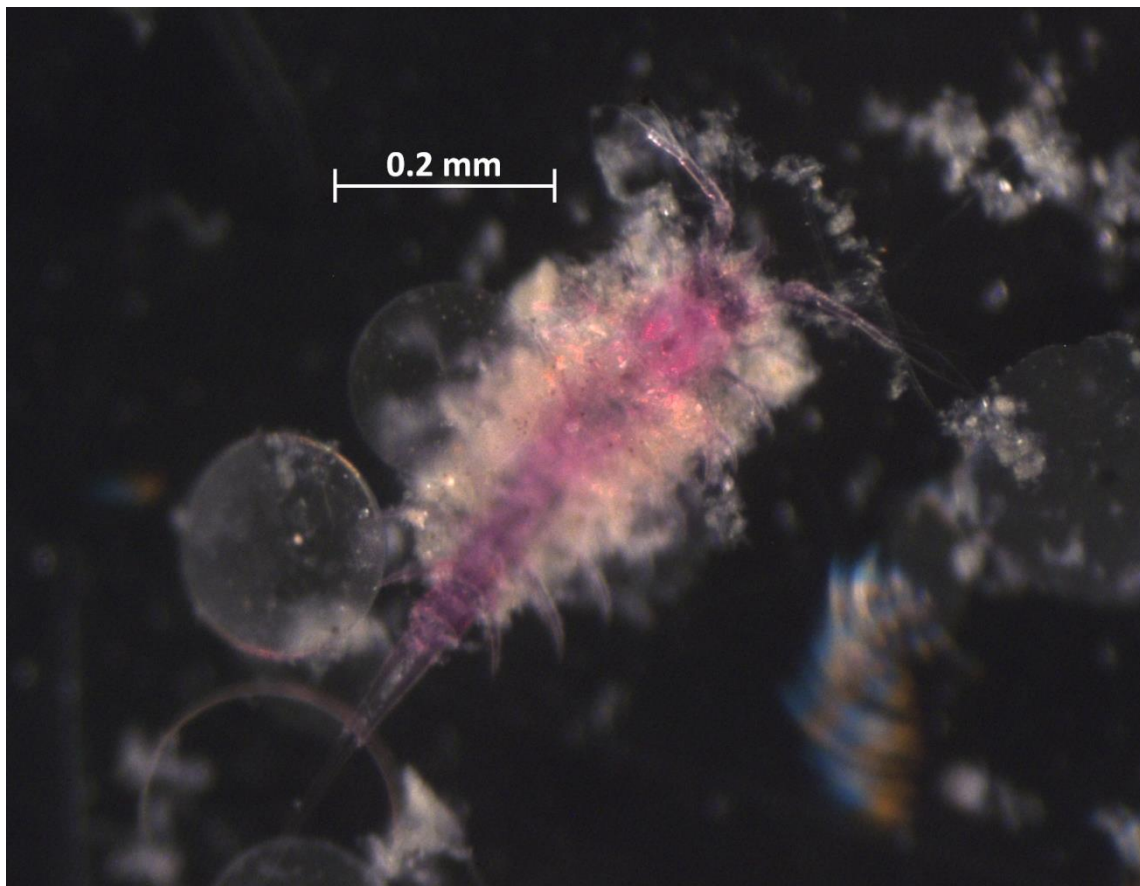


*Enhydrosoma* sp. Morfología general del género. A, vista dorsal; B, vista lateral. Modificado de Gómez (2003).

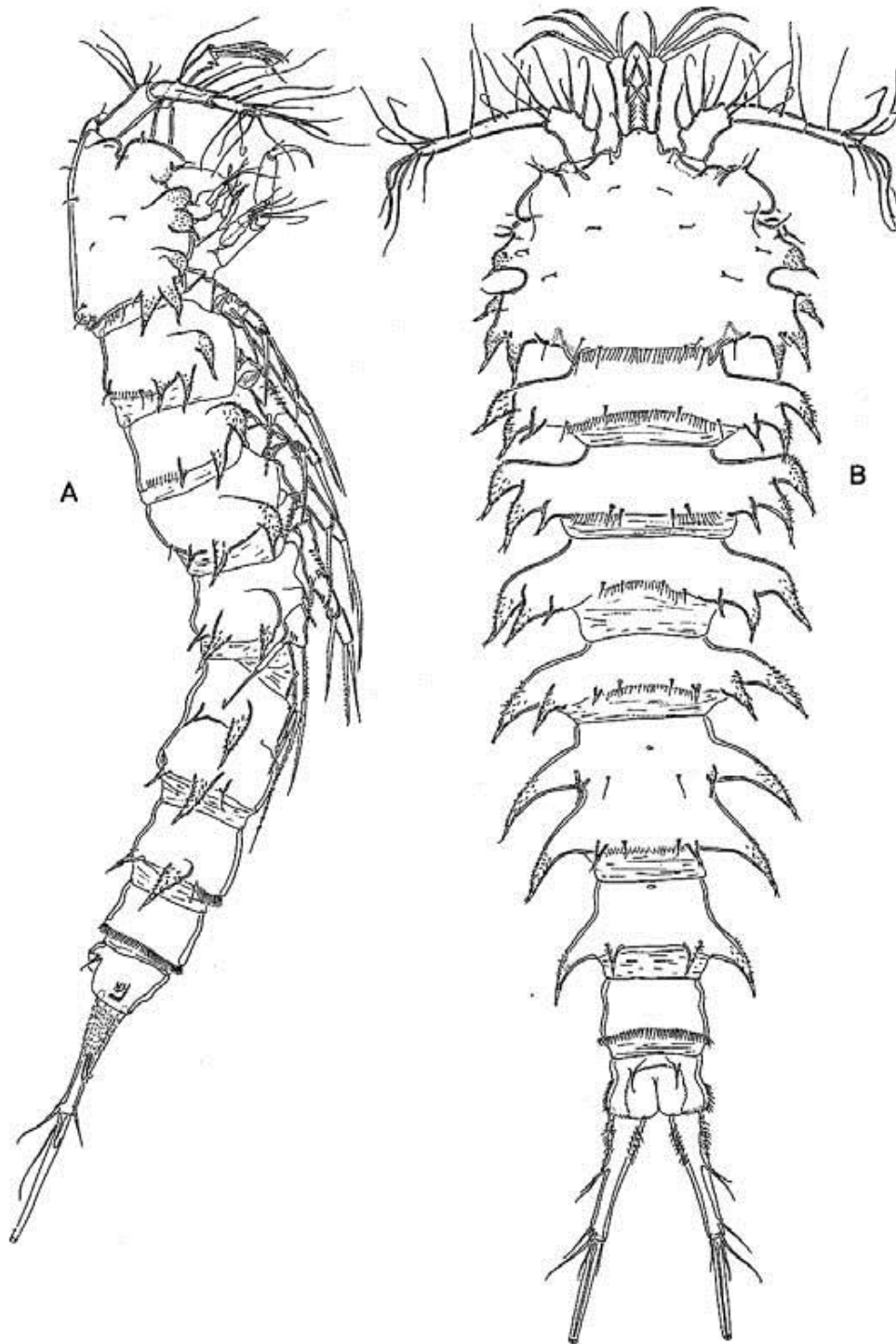


4.

<b>Subclase</b>	Copepoda Milne-Edwards, 1840
<b>Infraclase</b>	Neocopepoda Huys y Boxshall, 1991
<b>Superorden</b>	Podoplea Giesbrecht, 1882
<b>Orden</b>	Harpacticoida Sars, 1903
<b>Familia</b>	Ancorabolidae Sars, 1909
<b>Especie</b>	<b>Ancorabolidae sp. 1</b>



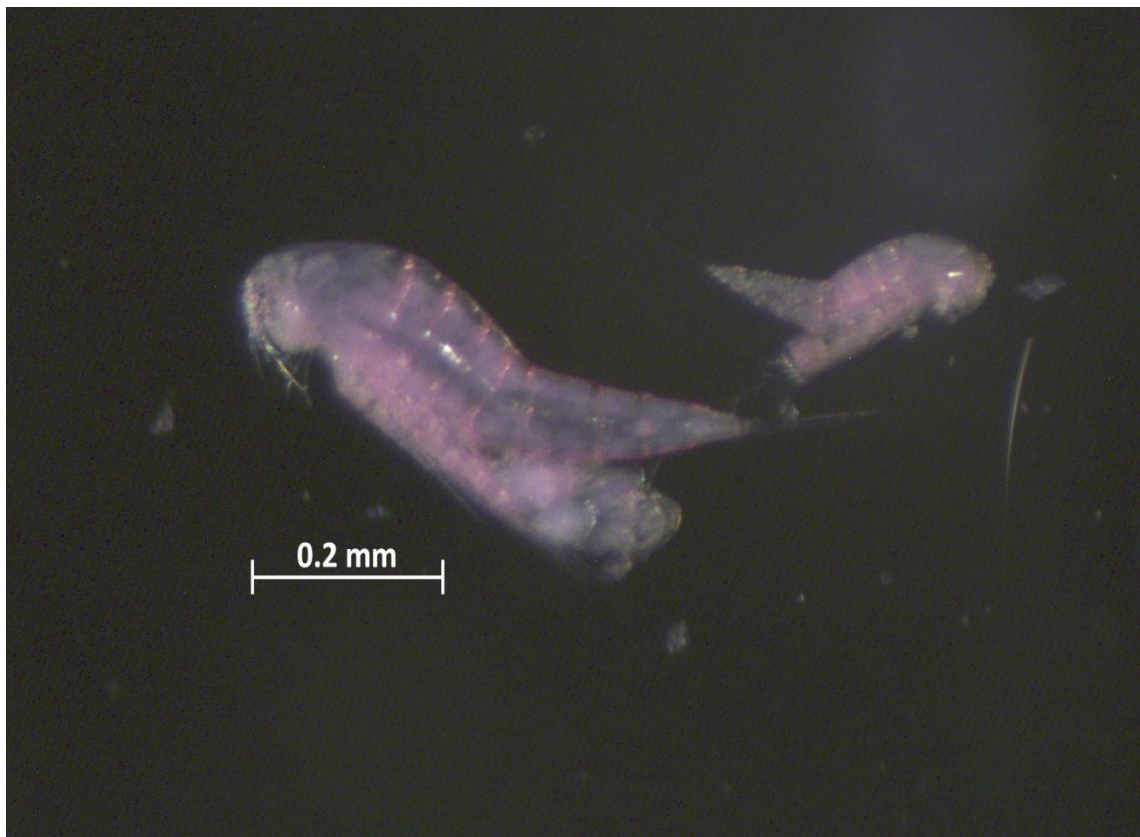
Fotografía de Ancorabolidae sp. 1 tomada de la muestra 1761-17 CT4 Nivel 1 (0-1 cm), perteneciente al hábitat de siboglínidos (*Escarpia spicata*) (Jua\_Sibo) de infiltraciones frías.



Familia Ancorabolidae. Morfología general de la familia. A, vista lateral; B, vista dorsal. Modificado de Conroy-Dalton y Huys (2000).

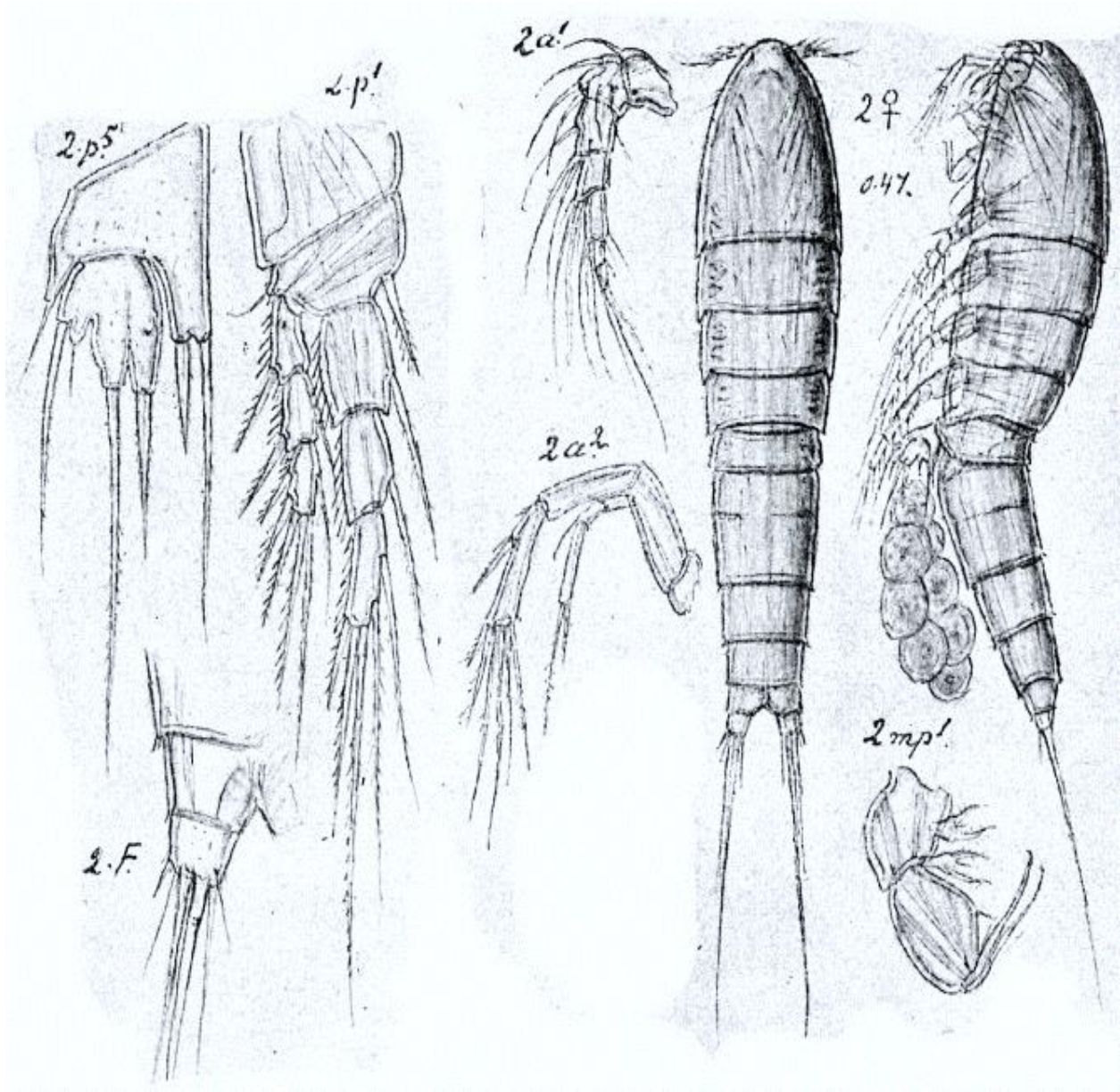
5.

<b>Subclase</b>	Copepoda Milne-Edwards, 1840
<b>Infraclase</b>	Neocopepoda Huys y Boxshall, 1991
<b>Superorden</b>	Podoplea Giesbrecht, 1882
<b>Orden</b>	Harpacticoida Sars, 1903 b
<b>Familia</b>	Ectinosomatidae Sars, 1903
<b>Especie</b>	<b>Ectinosomatidae sp. 1</b>



Fotografía de Ectinosomatidae sp. 1 tomada de la muestra 1771-27 CT2 Nivel 1 (0-1 cm), perteneciente al hábitat de sedimento blando (**Test\_SedBlan**) de la planicie abisal.



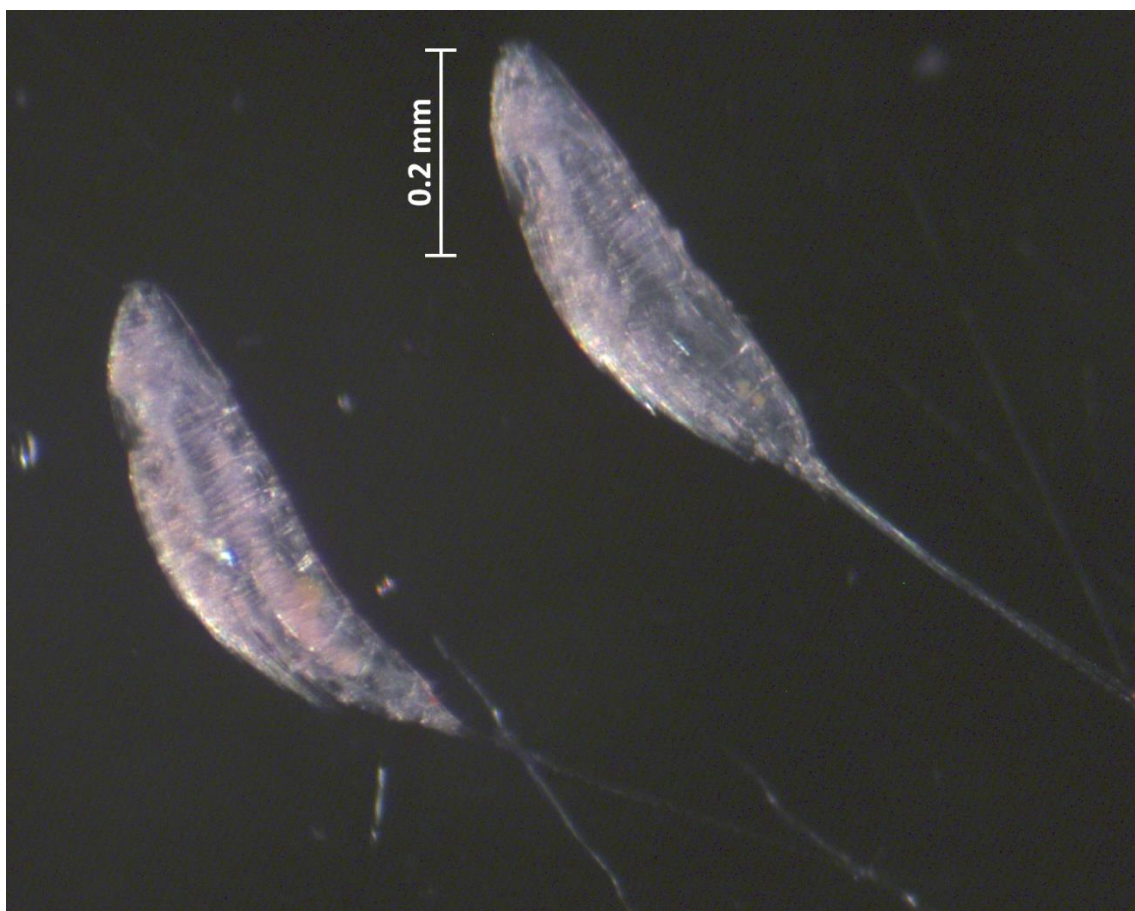


Familia Ectinosomatidae. Morfología general de la familia y algunas partes taxonómicamente importantes. Modificado de Sars (1920).

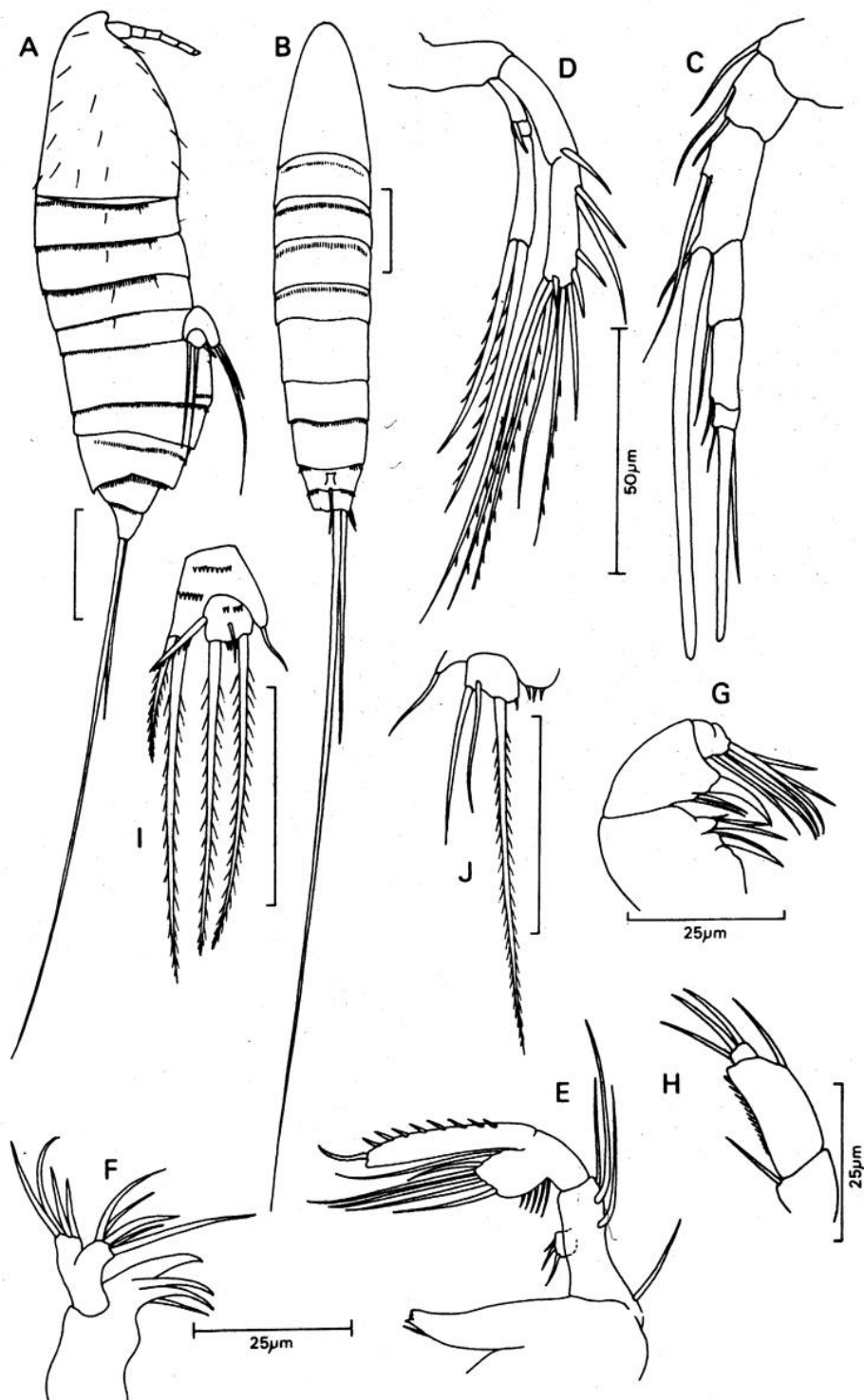


6.

<b>Subclase</b>	Copepoda Milne-Edwards, 1840
<b>Infraclase</b>	Neocopepoda Huys y Boxshall, 1991
<b>Superorden</b>	Podoplea Giesbrecht, 1882
<b>Orden</b>	Harpacticoida Sars, 1903
<b>Familia</b>	Ectinosomatidae Sars, 1903
<b>Genero</b>	<i>Microsetella</i> Brady y Robertson, 1873
<b>Especie</b>	<b><i>Microsetella</i> sp. 1</b>



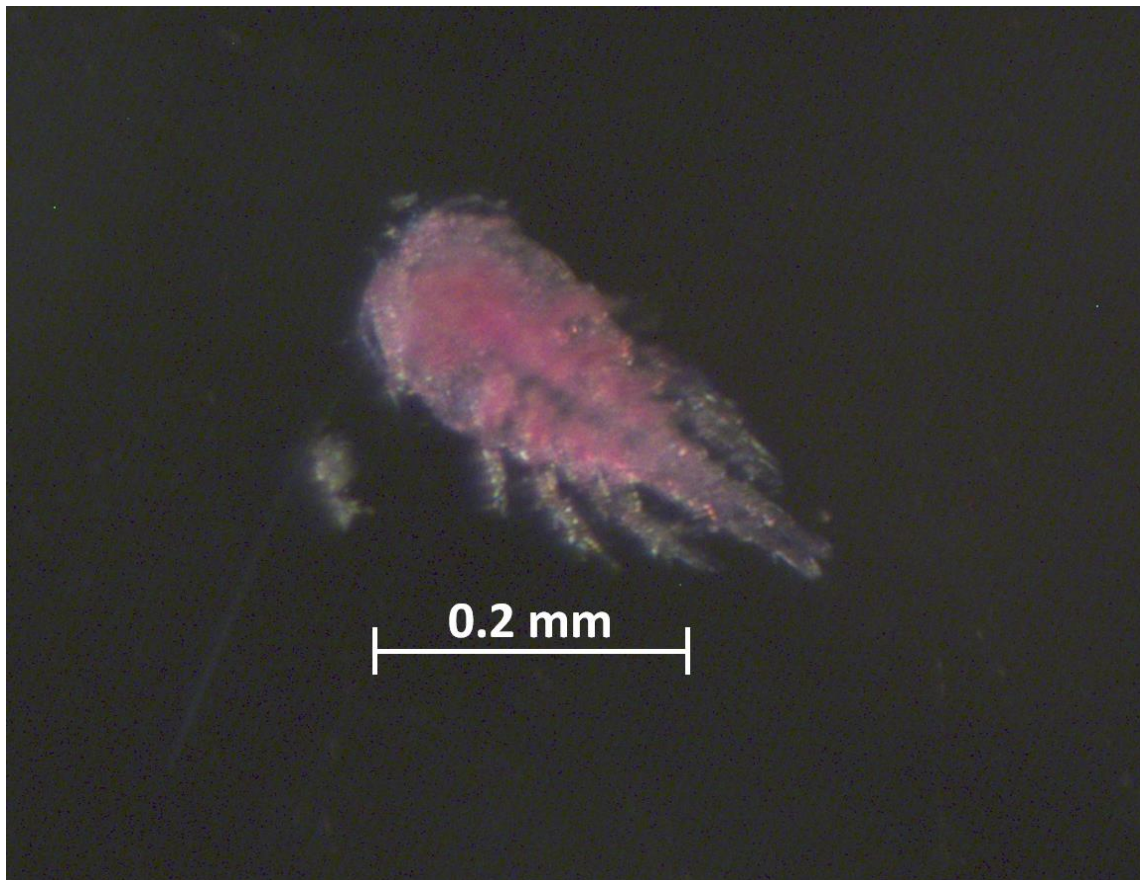
Fotografía de *Microsetella* sp. 1 tomada de la muestra 1762-18 CT5 Nivel 1 (0-1 cm), perteneciente al hábitat de siboglínidos (*Escarpia spicata*) (Jua\_Sibo) de infiltraciones frías.



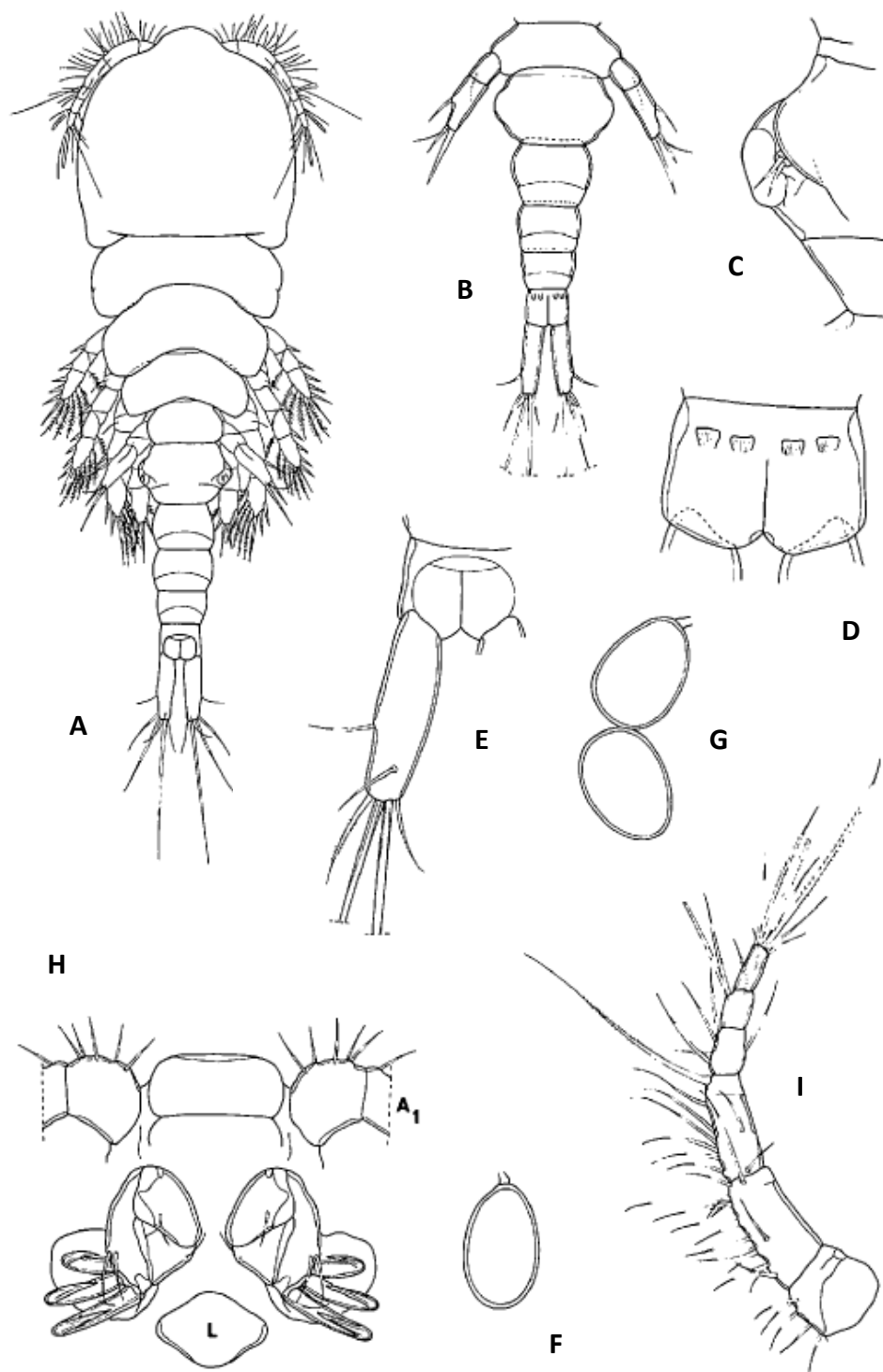
*Microsetella* sp. Morfología general del género y algunas partes taxonómicamente importantes. Hembra: A, vista lateral; B, vista dorsal; C, antena 1; D, antena 2; E, mandíbula; F, maxila 1; G, maxila 2; H, maxilípido; I, pata 5. Macho: J, pata 5. Tomado de Boxshall (1979).

7.

<b>Subclase</b>	Copepoda Milne-Edwards, 1840
<b>Infraclase</b>	Neocopepoda Huys y Boxshall, 1991
<b>Superorden</b>	Podoplea Giesbrecht, 1882
<b>Orden</b>	Poecilostomatoida Thorell, 1859
<b>Familia</b>	Clausidiidae Embleton, 1901
<b>Género</b>	<i>Hyphalion</i> Humes, 1987
<b>Especie</b>	<i>Hyphalion captans</i> Humes, 1987



Fotografía de *Hyphalion captans* tomada de la muestra 1762-18 CT6 Nivel 1 (0-1 cm), perteneciente al hábitat de siboglinidos (*Escarpia spicata*) (Jua\_Sibo) de infiltraciones frías.



*Hyphalion captans*. Hembra: A, vista dorsal; B, urosoma; C, área genital; D, segmento anal; E, rama caudal; F, saco del huevo; G, saco de huevo; H, rostro, segunda antena, y labrum; I, primera antena.

Modificado de Humes (1987).

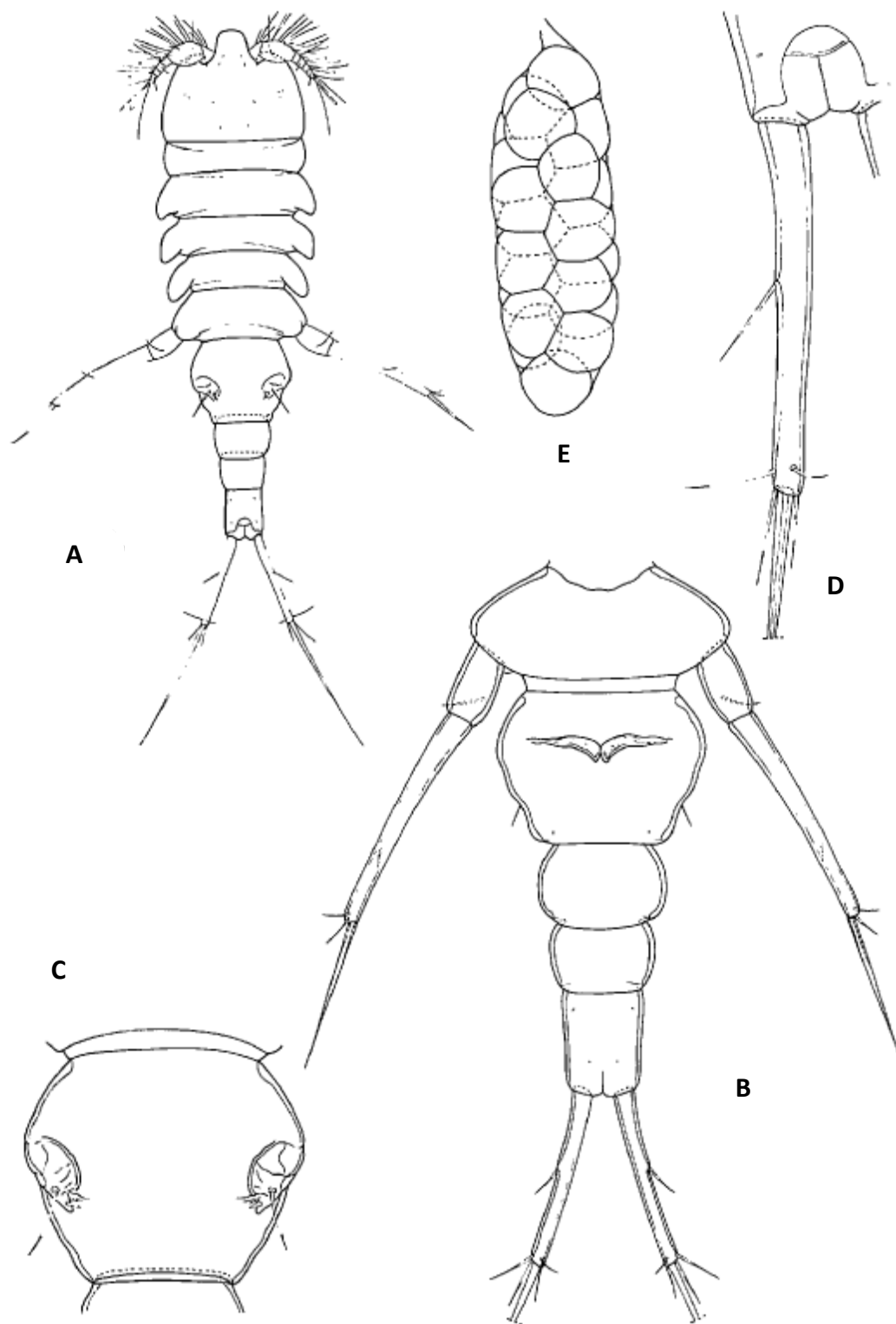


8.

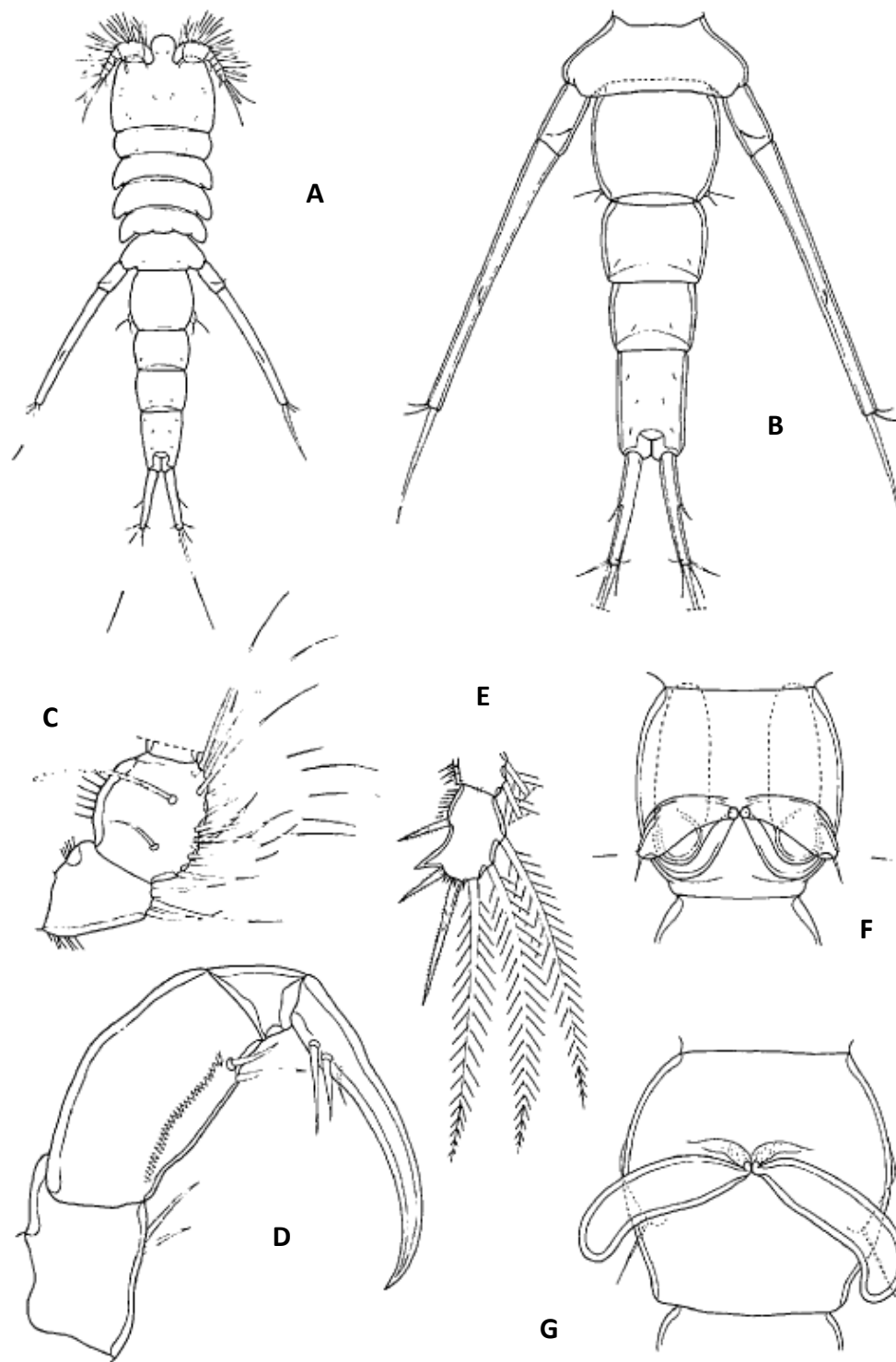
<b>Subclase</b>	Copepoda Milne-Edwards, 1840
<b>Infraclase</b>	Neocopepoda Huys y Boxshall, 1991
<b>Superorden</b>	Podoplea Giesbrecht, 1882
<b>Orden</b>	Poecilostomatoida Thorell, 1859
<b>Familia</b>	Erebonasteridae Humes 1987
<b>Genero</b>	<i>Erebonaster</i> Humes, 1987
<b>Especie</b>	<i>Erebonaster protentipes</i> Humes, 1987



Fotografía de *Erebonaster protentipes* tomada de la muestra 1760-16 CT11 Nivel 2 (1-3 cm), perteneciente al hábitat de vesicómidos (*Phreagena kilmeri*) (Aya\_Vesico) de infiltraciones frías.



*Erebonaster protentipes*. Hembra: A, vista dorsal; B, urosoma, ventral; C, segmento genital, dorsal; D, rama caudal, dorsal; E, saco de huevos, dorsal. Modificado de Humes (1987).



*Erebonaster protentipes*. Macho: A, vista dorsal; B, urosoma, dorsal; C, primer y segundo segmentos de la primera antena, ventral; D, maxilípodo, posterior-interna; E, tercer segmento del endopodio de la pata 2, anterior; F, segmento genital, ventral; G, espermatóforos unidos al segmento genital de las hembras, ventral. Modificado de Humes (1987).

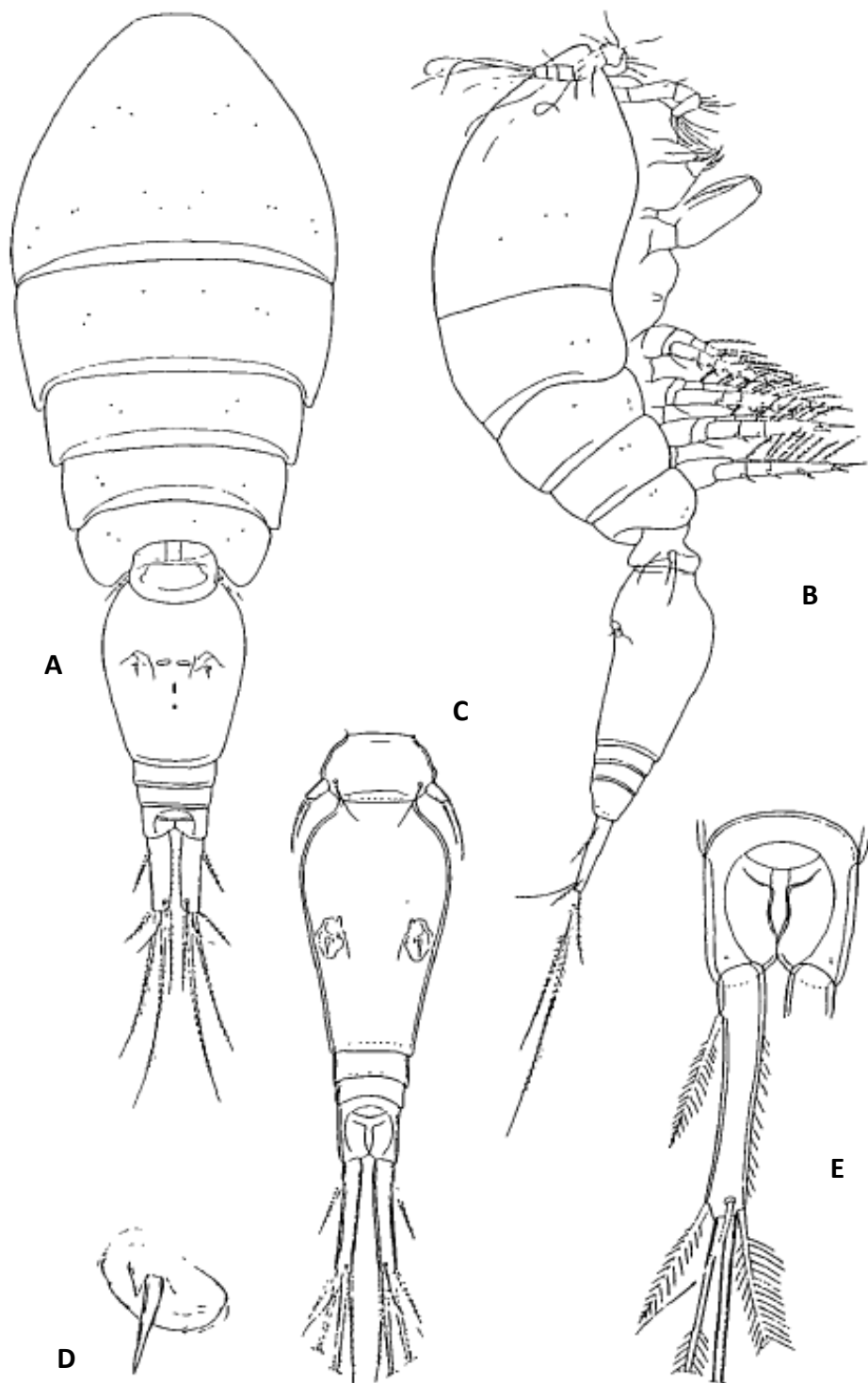
9.

<b>Subclase</b>	Copepoda Milne-Edwards, 1840
<b>Infraclase</b>	Neocopepoda Huys y Boxshall, 1991
<b>Superorden</b>	Podoplea Giesbrecht, 1882
<b>Orden</b>	Poecilostomatoida Thorell, 1859
<b>Familia</b>	Oncaeidae Giesbrecht, 1893
<b>Género</b>	<i>Oncaea</i> Philippi, 1843
<b>Especie</b>	<i>Oncaea venusta</i> Philippi, 1843

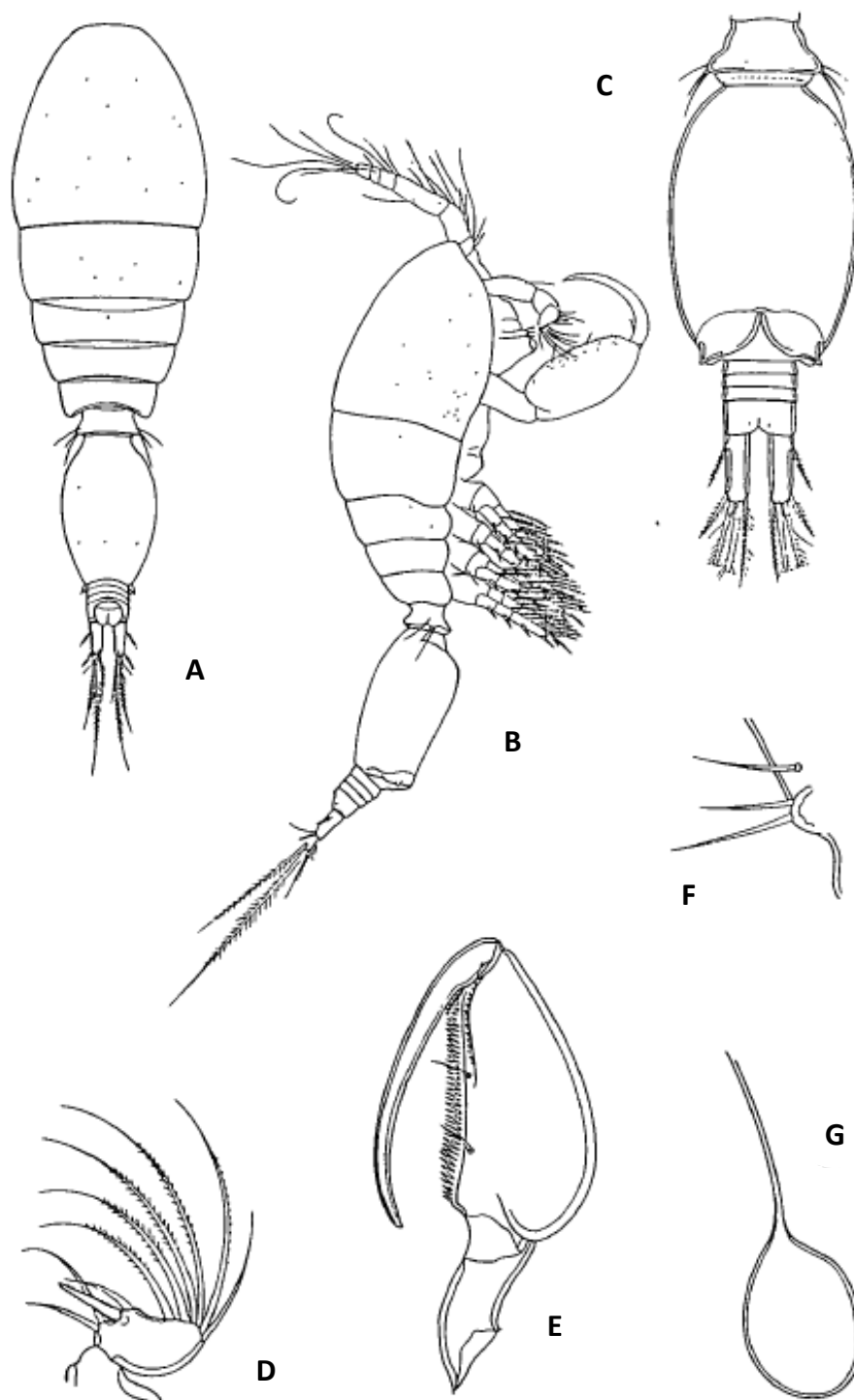


Fotografía de *Oncaea venusta* tomada de la muestra 1770-26 CT9 Nivel 1 (0-1 cm), perteneciente al hábitat de vesicómidos (*Archivesica gigas*) y tapete microbiano (**Mor\_Vesico + Tmicrob**) de ventilas hidrotermales.





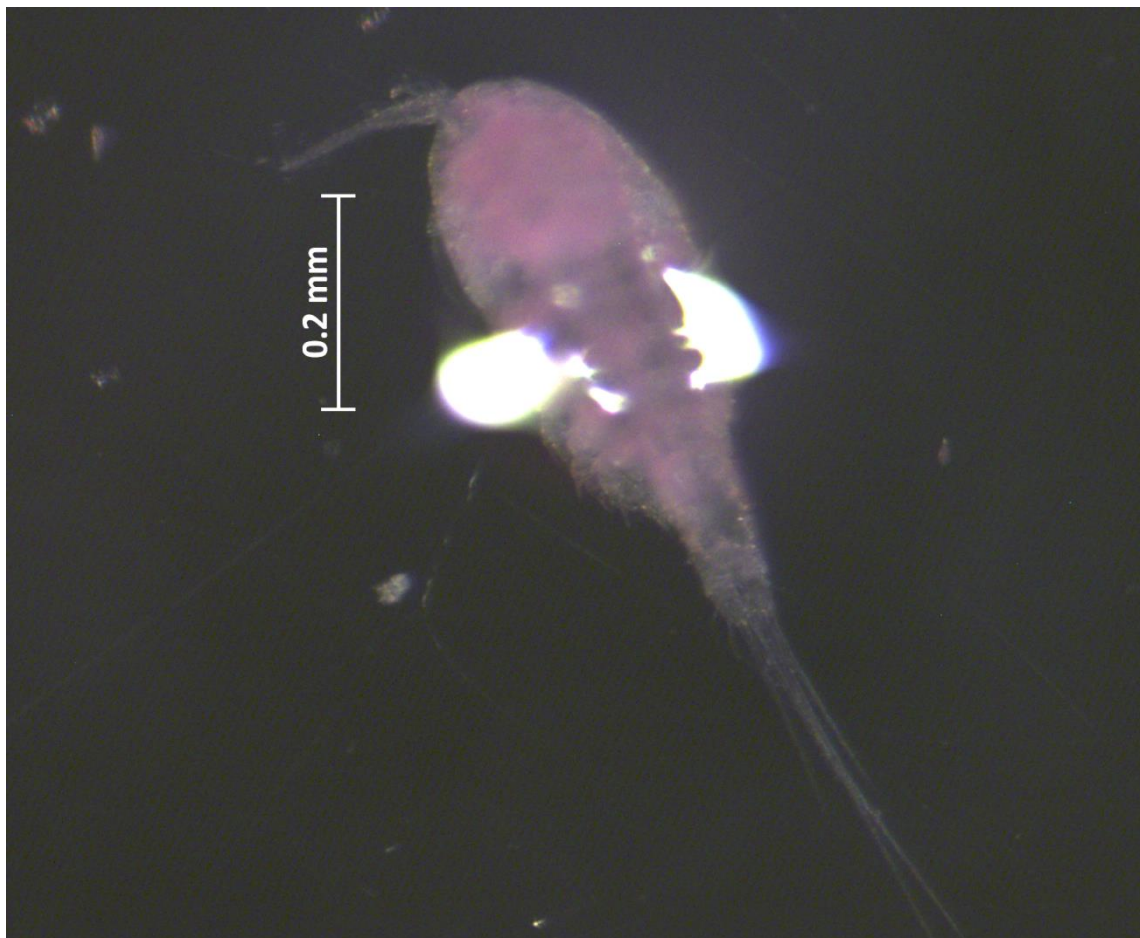
*Oncaea venusta*. Hembra: A, vista dorsal; B, vista lateral; C, urosoma, dorsal; D, área genital lateral; E, rama caudal, dorsal. Modificado de Humes (1988).



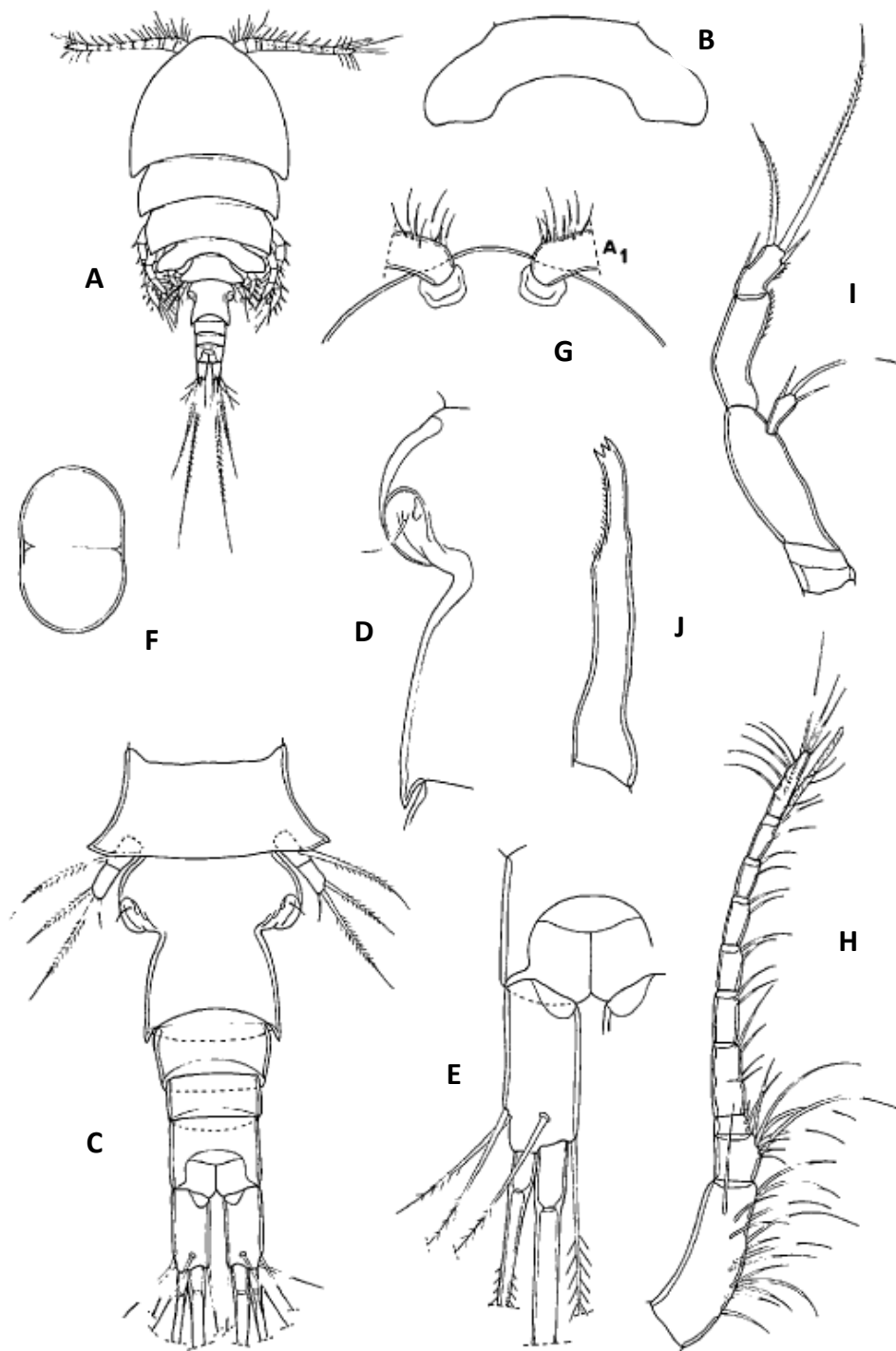
*Oncaea venusta*. Macho: A, vista dorsal; B, vista lateral; C, urosoma ventral; D, tercer segmento de la segunda antena; E, maxilípodo; F, pata 5; G, espermatóforo. Modificado de Humes (1988).

10.

<b>Subclase</b>	Copepoda Milne-Edwards, 1840
<b>Infraclase</b>	Neocopepoda Huys y Boxshall, 1991
<b>Superorden</b>	Podoplea Giesbrecht, 1882
<b>Orden</b>	Siphonostomatoida Thorell, 1859
<b>Familia</b>	Dirivultidae Humes y Dojiri, 1980
<b>Especie</b>	<b>Dirivultidae sp. 1</b>



Fotografía de Dirivultidae sp. 1 tomada de la muestra 1770-26 CT9 Nivel 1 (0-1 cm), perteneciente al hábitat de vesicómidos (*Archivesica gigas*) y tapete microbiano (**Mor\_Vesico + Tmicrob**) de ventilas hidrotermales.



Familia Dirivultidae. Morfología general de la familia y algunas partes taxonómicamente importantes. Hembra: A, vista dorsal; B, tramo de la pata de apoyo del segmento 4; C, urosoma; D, área genital; E, rama caudal; F, saco de huevo; G, área rostral; H, primera antena; I, segunda antena; J, mandíbula.