



El Colegio de la Frontera Sur

Distribución vertical de los anfípodos (Amphipoda: Hyperiidea) en agua superficial tropical del Mar Caribe noroccidental durante enero, 2007

Tesis

Presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestra en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

Con orientación en Ecología y Sistemática

Por

Anahi Yunuen Domínguez Nava

2017



El Colegio de la Frontera Sur

Chetumal Q. Roo, 27 de noviembre de 2017

Las personas abajo firmantes, miembros del jurado examinador de: Anahi Yunuen Domínguez Nava, hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada “Distribución vertical de los anfípodos (Amphipoda: Hyperiidea) en agua superficial tropical del Mar Caribe noroccidental durante enero, 2007” para obtener el grado de **Maestra en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural.**

Directora	Dra. Rebeca Adriana Gasca Serrano	_____
Asesora	Dra. Laura Carrillo Bibriezca	_____
Asesora	M. en C. Lourdes Vásquez Yeomans	_____
Sinodal adicional	Dr. David González Solís	_____
Sinodal adicional	Dr. Eduardo Suárez Morales	_____
Sinodal suplente	Dr. Luis Fernando Carrera Parra	_____

“¿Qué pasa entonces en esos abismos ignotos?

¿Qué seres los habitan?

¿Cuál es la organización de esos animales?

Apenas es posible conjeturarlo.”

J. Verne: Veinte Mil Leguas de Viaje Submarino.

A mi mamá, amigos, colegas... que me apoyaron y alentaron para concluir esta etapa

AGRADECIMIENTOS

Agradezco demasiado a la Dra. Rebeca Adriana Gasca Serrano por todo su apoyo incondicional, confianza y paciencia. Especialmente por su asesoría: tiempo y conocimientos brindados desde el inicio del proyecto. Muchas gracias al comité conformado por la Dra. Laura Carrillo y M.C. Lourdes Vásquez-Yeomans por su apoyo y comentarios hacia este proyecto. Gracias a los sinodales: Dr. Eduardo Suárez Morales, Dr. Luis Carrera Parra, Dr. David González Solís por sus comentarios, sugerencias y correcciones realizadas.

Agradecimientos especiales a John Lamkin de NOAA, Lourdes Vásquez-Yeomans y Laura Carrillo de ECOSUR por el apoyo en la gestión de los cruceros oceanográficos. El programa de muestreo en México fué financiado por la NOAA “Coral Reef Conservation Program/UM project 517/04 (Monitoring Coral Reef Fish Utilization of MPAs and Recruitment Connectivity between the Florida Keys and Meso-American Reefs)” por el cual se obtuvieron las muestras de zooplancton para la realización de este estudio.

Así mismo a Iván Castellanos Osorio, Rosa María Hernández Flores, Leslie Jovana García, Giezi Misraín Yam Poot, José Ángel Cohuo Colli, Selene Morales y Samuel Martínez por su invaluable ayuda.

Agradecimientos adicionales a CONACYT por la beca otorgada, que gracias a ello se pudo concluir satisfactoriamente la realización de este proyecto, al comité de docencia y dirección de ECOSUR por todas las facilidades brindadas durante este tiempo.

Por último, pero no menos importante, a las maestras que fueron pieza clave en mi desarrollo académico en el nivel medio superior, y que gracias a ellas reforze mi pasión y cariño por las ciencias biológicas: Rosario Martínez y Estela Gamboa Vázquez.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
ÁREA DE ESTUDIO.....	10
JUSTIFICACIÓN.....	11
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	11
HIPÓTESIS.....	12
OBJETIVOS.....	12
General.....	12
Específicos.....	12
MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
COMPOSICIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA COMUNIDAD.....	14
VARIABLES AMBIENTALES.....	15
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.....	16
ANOSIM dos vías cruzadas.....	16
SIMPER.....	16
Análisis de componentes principales (PCA).....	17
RESULTADOS.....	18
COMPOSICIÓN ESPECÍFICA.....	18
DISTRIBUCIÓN VERTICAL Y MIGRACIÓN NICTIMERAL.....	22
Distribución vertical de las especies y migración nictimeral.....	22
DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL.....	25
RIQUEZA DE ESPECIES Y DIVERSIDAD.....	25
ANÁLISIS DE SIMILITUD.....	30
DISTRIBUCIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL DE LOS FACTORES AMBIENTALES.....	33
DISTRIBUCIÓN DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES Y DENSIDAD DE ANFÍPODOS.....	36
DISCUSIÓN.....	38
COMPOSICIÓN ESPECÍFICA.....	38
DISTRIBUCIÓN VERTICAL Y MIGRACIÓN NICTIMERAL.....	38
DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL DE LOS ANFÍPODOS.....	39

ANÁLISIS DE SIMILITUD	40
DISTRIBUCIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL DE LAS VARIABLES AMBIENTALES	42
CONCLUSIONES.....	43
LITERATURA CITADA	45
ANEXOS.....	50

RESUMEN

Los anfípodos hipéridos son organismos marinos holoplanctónicos que realizan migraciones verticales y nictimerales en la columna de agua. El comportamiento migratorio de este grupo del zooplancton no se conoce en el Mar Caribe debido a la escasez de trabajos sobre su distribución vertical. El presente trabajo se realizó con el objetivo de describir la comunidad de hipéridos del Agua Superficial Tropical del Mar Caribe noroccidental y por primera vez analizar la distribución nictimeral, vertical y horizontal de los hiperidos y su relación con las variables ambientales temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto. Las muestras fueron recolectadas en enero del 2007 durante un crucero oceanográfico del B/O "Gordon Gunter" que incluyó aguas del Mar Caribe de México y Belice. Se visitaron 52 estaciones, en las que se recolectaron muestras ya sea de día o de noche y en cada estación se muestrearon cuatro diferentes estratos de profundidad en la capa 0-100m. Se registraron 84 especies de las cuales 16 no habían sido observadas en el Mar Caribe occidental: *Brachyscelus rapax*, *Cranocephalus scleroticus*, *Hemiscelus sp.*, *Lanceola loveni*, *Lycaea gracilis*, *L. serrata*, *Oxycephalus piscator*, *Phronima bowmani*, *P. dunbari*, *P. stebbingi*, *Pseudolycaea pachypoda*, *Scina pacifica*, *S. parasetigera*, *Streetsia mindanaonis*, *Vibilia antarctica* y *V. thurstoni*. Se obtuvieron nuevos registros para México: *S. parasetigera*, *V. thurstoni* y *Lycaea gracilis* y para la cuenca del mar Caribe: *Lycaea gracilis*, *P. bowmani*, *P. dunbari*, *S. parasetigera* y *V. thurstoni*. Los análisis estadísticos aplicados permitieron detectar diferencias significativas de la abundancia entre el día y la noche (mayores abundancias nocturnas en los 25 y 100m) y también entre las diferentes profundidades (mayor densidad en la superficie que disminuye conforme se incrementa la profundidad). La densidad de anfípodos estuvo más relacionada con la temperatura del agua. Por primera vez para el Mar Caribe se describen aquí los patrones de migración vertical de las especies: *Lestrigonus bengalensis*, *Brachyscelus cruscolum*, *Brachyscelus spp.* *Eupronoe intermedia* e *Hyperietta vosseleri*.

Palabras clave: vertical distribution, holoplancton, crustáceos, Crustacea, distribución horizontal, zooplancton

INTRODUCCIÓN

Los anfípodos hiperideos son crustáceos marinos holoplanctónicos pertenecientes al suborden Hyperiidea que contiene más de 250 especies descritas en el mundo (Vinogradov et al. 1996) y de las cuales 92 están registradas para el Mar Caribe (Gasca, 2009).

Estos organismos habitan desde la superficie hasta la zona abisal de todos los océanos. Cada uno de los dos infraórdenes taxonómicos en los que se clasifican se asocian a una profundidad definida; los Physosomata, la mayoría de las especies son de aguas profundas, mientras que los Physoscephalata son formas que usualmente se encuentran en las capas superficiales y en aguas intermedias pues algunas de estas especies son capaces de realizar migraciones hasta aguas profundas (Répelin, 1978; Vinogradov et al. 1996).

Los hipéridos pueden presentar patrones de distribución particulares en respuesta a la luz; durante la noche se encuentran en la superficie y en el día ocupan las capas inferiores de la columna de agua (Brusca, 1967; Répelin, 1978). Otras especies han sido relacionadas con condiciones oceanográficas (Répelin, 1978) o con masas de agua como el giro central del Pacífico norte o con variaciones en la temperatura de la Corriente de California (Shulenberger, 1978; Lavaniegos y Ohman, 1999). La termoclina también juega un papel importante en su distribución vertical, ya que funciona como una barrera que impide el cruce de los organismos de una masa de agua a otra en la columna de agua (Brusca, 1967).

A nivel mundial existen solamente algunos trabajos enfocados en describir la distribución vertical de los anfípodos hipéridos y sus patrones de migración nictimeral en relación con la profundidad; se mencionan a continuación.

En el sureste de California, Brusca (1967) determinó la distribución vertical (hasta 1100 m) de los hiperideos y los patrones migratorios de las especies más abundantes de las que se mencionan siete ya que son las que están registradas en el Caribe noroccidental: *Eupronoe minuta*, *Oxycephalus clausi*, *Parapronoe crassipes*, *Parapronoe gracilis*, *Phronima sedentaria*, *Platyscelus serratulus* y *Vibilia viatrix*. El autor mencionó que los

factores principales para explicar la migración vertical son la luz y la termoclina, y que también existen otros factores que intervinieron, pero cuya influencia no está claramente definida.

Répelin (1978) trabajó con muestras de aguas ecuatoriales en el Pacífico central (hasta 800 m) y registró que la mayoría de las especies tenían un descenso diurno hacia el estrato 50-200 m por lo que los primeros 50 metros quedan prácticamente sin anfípodos. También mencionó que los anfípodos pequeños ocuparon solamente una zona, mientras que las especies más grandes fueron euribáticas y ocuparon más zonas en la columna de agua.

En el Pacífico norte, Shulenberger (1978) estudió diferentes estratos de profundidad (25 m cada uno) hasta los 100 m y estratos variables más profundos hasta 600 m. Registró patrones de distribución vertical para 10 especies de las cuales seis se encuentran en el Mar Caribe occidental: *Hyperietta vosseleri*, *Hyperioides longipes*, *Lestrignonus bengalensis*, *Paratyphis parvus*, *Primno latreillei* y *Scina crassicornis*. La última especie migra por debajo de los 600 m de profundidad y durante la noche por encima de los 100 m, mientras que *P. latreillei* y *L. bengalensis* mostraron un patrón de migración inverso.

En la corriente de Benguela, al norte de Namibia, Cornet y Gili (1993) muestrearon hasta los 200 m de profundidad, evaluaron los parámetros hidrográficos (salinidad y temperatura) y mencionaron que la termoclina influyó en la distribución de los anfípodos. Definieron tres grupos de hiperideos: 1) los que se encontraron por arriba de los 40 m de profundidad (las mayores densidades se registraron por encima de la termoclina; 20 y 40 m); 2) especies cuya distribución ocurrió entre los 60 m y la superficie; 3) los que presentaron migraciones muy marcadas, como *Phronima atlantica* y *Paraphronima crassipes* (especies también registradas para el Caribe), que ascendieron a la superficie durante la noche y descendieron en el día hasta 200 m, es decir, estas especies son capaces de atravesar la termoclina. No encontraron diferencias significativas entre las abundancias diurnas y nocturnas concluyendo así que la estructura de la columna de agua determina las migraciones y los patrones de distribución vertical.

Existen algunos trabajos sobre estos organismos en las latitudes tropicales del Atlántico incluyendo la región occidental del Mar Caribe donde la composición de especies y los

factores que determinan su distribución están siendo investigados (Stuck et al., 1980; Gasca y Shih, 200; Gasca, 2003; Gasca, Manzanilla y Suárez-Morales, 2009).

En la región del Mar Caribe occidental correspondiente a México, Gasca y Shih (2001; 2003) registraron 58 especies, Gasca y Suárez-Morales (2004) 34 especies y Gasca (2009) encontró 92 especies siendo este estudio realizado para estudiar aguas hasta los 941 m de profundidad. Para la región norte, correspondiente a Belice no existen estudios previos acerca de los anfípodos hiperideos.

Las muestras estudiadas para realizar esta investigación han sido también analizadas para otros grupos del zooplancton como los pterópodos, sifonóforos, larvas de peces y filosomas (Parra, 2008; Domínguez-Nava, 2013; Muhling et al., 2013; Canto et al., 2015). Igualmente, las condiciones oceanográficas del Mar Caribe que influyeron en la comunidad en el área de estudio durante enero del 2007 han sido estudiadas en al menos dos trabajos que son esenciales para apoyar las interpretaciones de los patrones de distribución del zooplancton en esta área (Carrillo et al., 2015, 2016).

ÁREA DE ESTUDIO

El Mar Caribe (MC) es irrigado por el sistema de circulación del océano Atlántico que pasa a través de diversas rutas; las Antillas Menores y el Pasaje de los vientos, alimentando a la corriente del Caribe que viaja hacia el oeste, al encontrarse con la península de Yucatán gira hacia el norte-noreste, denominándose corriente de Yucatán, la cual viaja paralela a la costa para continuar hacia el Golfo de México a través del canal de Yucatán (Gordon, 1967; Johns et al., 2002; Longhurst 2007; Alvera-Azcárate y Barth, 2009; Pérez-Santos y Schneider, 2011; Lin, et al., 2012; Muhling et al., 2013; Carrillo et al., 2015).

Carrillo et al. (2015) mencionaron que la circulación de la Barrera Arrecifal Mesoamericana se puede dividir en la región norte la cual está dominada por la corriente de Yucatán y su gran intensidad que aumenta desde 2.5 hasta 4 nudos al pasar a través del Canal de Yucatán; y la región sur caracterizada por corrientes costeras débiles y el giro ciclónico del Golfo de Honduras. Cabe destacar que al sur de la isla Cozumel también

ocurren giros ciclónicos (Gordon, 1967; Pérez-Santos y Schneider, 2011; Ezer et al., 2015; Muhling et al., 2013; Carrillo et al., 2015).

El Agua Superficial Tropical del Caribe se caracteriza por ser cálida y térmicamente homogénea, con temperaturas por encima de los 25° C, pero con salinidad variable de 34.5-36.6 UPS (Carrillo et. al., 2015). La temperatura superficial varía de acuerdo a la estacionalidad y llega a oscilar entre 25 y 28°C, (Jurry, 2011). La termoclina y el Agua Subtropical Subsuperficial del Atlántico se encuentran por debajo de los 100 m de profundidad y cercano al estrecho de Yucatán las aguas profundas emergen hacia la superficie (Carrillo et al., 2015).

JUSTIFICACIÓN

Aún son muy pocos los trabajos sobre los hipéridos planctónicos en el Mar Caribe y se desconoce cuáles son las especies que habitan en la zona, la distribución vertical, y horizontal de las especies y su comportamiento nictimeral, entre otras cosas.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Al igual que otros organismos del zooplancton los anfípodos realizan migraciones verticales, aunque sus factores de comportamiento aún no son del todo claros del todo en el Mar Caribe. Existen trabajos acerca de este grupo de crustáceos para el Caribe mexicano, pero no están enfocados a la distribución vertical ni patrones migratorios. Por ello el presente estudio pretende conocer cómo esta conformada la comunidad de anfípodos desde la superficie hasta los 100m de profundidad.

HIPÓTESIS

- H_1 = hay diferencia en las densidades de anfípodos entre el día y la noche.
- H_2 =las densidades de anfípodos son diferentes en los distintos estratos. (considerando además el hecho de que se hayan muestreado de día o de noche)
- La densidad de anfípodos está relacionada con los factores ambientales.
- Habrá diferencia entre la densidad de los anfípodos hiperideos entre las regiones norte y sur del área de estudio.

OBJETIVOS

General

Describir la comunidad de anfípodos hipéridos particularmente su distribución vertical y horizontal en el Agua Superficial Tropical del Mar Caribe noroccidental (México y Belice) durante enero de 2007.

Específicos

1. Identificar las especies de la comunidad de anfípodos
2. Estimar la densidad y composición de la comunidad de los anfípodos en cuatro estratos de profundidad (0-25, 25-50, 50-75, 75-100 m) en muestras diurnas y nocturnas.
3. Describir la distribución vertical y la migración nictimeral (día-noche) del grupo.
4. Describir la distribución horizontal de los anfípodos en el Mar Caribe occidental.
5. Determinar la influencia de los factores ambientales (temperatura, salinidad, Oxígeno disuelto y densidad del agua) en la densidad de anfípodos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo comprendió la separación, revisión e identificación de anfípodos de 208 muestras. Las muestras fueron colectadas durante el crucero oceanográfico B.O. Gordon Gunter (GG0701) de la NOAA durante enero del 2007. El crucero incluyó 90 estaciones, de las que solo se analizaron 52, que tenían los cuatro estratos y los respectivos datos de temperatura, salinidad, y volumen filtrado por la red. Se realizaron muestreos durante el día (6:00 a 18:00 hrs) y la noche (18:00 a 6:00 hrs) (Figura 1). Se tomaron muestras en cuatro estratos de profundidad: 25 m (0-25 m), 50 m (25-50 m), 75 m (50-75 m) y 100 m (75-100 m) en cada estación.

Este muestreo estratificado se logró con el uso de un sistema de redes de apertura/cierre denominado MOCNESS-1 (Multiple Opening/Closing Net and Environmental Sensing System) con boca de 1 m² y abertura de malla de 333 µm. El sistema se equipó con un medidor de flujo digital y cada muestra fue preservada con etanol al 70%.

Se separaron los anfípodos del total de cada muestra y se identificaron y contaron para lo que se empleó un microscopio de disección. Se contaron los organismos adultos y juveniles, e identificaron hasta hasta nivel de especie. Los organismos juveniles o aquellos que no tenían los caracteres necesarios para identificar se dejaron hasta género como los juveniles de *Lestrigonus* spp., *Brachyscelus* spp., y *Eupronoe* spp.

Las labores de taxonomía básica e identificación de la mayoría de los géneros se basaron en Vinogradov et al. (1996). Para la identificación de grupos de la superfamilia Platysceloidea se utilizó el trabajo de Zeidler (2016), para Lanceoloidea el de Zeidler (2009), para Lycaeopsoidea el de Zeidler (2004a) y para Phronimoidea los trabajos de Shih (1991) y Zeidler (2004b). Los géneros complejos como *Lycaea*, *Scina*, *Oxycephalus* y *Vibilia* fueron identificados con las claves de Harbison y Madin (1976), Zeidler (1999, 1990), Shih y Hendricks (2003) y Zeidler (2003), respectivamente.

Se observó también la presencia de varias especies atípicas (no tenían la característica de la especie y/o poseían otras características distintivas) algunas fueron ubicadas como

confer (cf.) y otras se denominaron en género y sp.1 (ej. *Streetsia* sp1), y se realizó un registro con estas observaciones. Estos especímenes se separaron para realizar, en una segunda etapa, otro proyecto y llevar a cabo las mediciones morfométricas y observaciones morfológicas comparativas con mayor detalle, así como los análisis genéticos respectivos. Estas especies no identificadas se omitieron en la tesis, listados y de los análisis estadísticos.

Los anfípodos identificados se contaron y las abundancias se estandarizaron a 1000 m³; se obtuvo también la abundancia relativa de las especies para conocer las especies que contribuyeron con su densidad al 81% de la comunidad.

Se presentan gráficas con valores promedio de densidad de los anfípodos para cada estrato vertical durante el día y la noche.

Se exploró la distribución geográfica utilizando el programa SURFER 13 para el graficado de los datos de abundancia (org.1000/m³) por muestra con la finalidad de observar las abundancias en la región norte y sur del área de estudio y en las distintas profundidades.

COMPOSICIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA COMUNIDAD

Para describir la estructura y la composición de la comunidad de anfípodos hiperidos estudiada, se calcularon los índices de diversidad de Shannon (H' loge), Margalef (d) y equidad de Pielou (J'). La interpretación/categorización de la diversidad se realizó según Araujo (2012): alta diversidad ($H' > 3$), media diversidad ($3 \leq H' < 2$) baja diversidad ($2 \leq H' < 1$) muy baja diversidad ($H' < 1$). La equidad de Pielou se realizó según el criterio de clasificación de Pielou (1977) en el que $J' < 0.5$ fue una muestra poco equitativa y $J' \geq 0.5$ fue equitativa significando una distribución uniforme de las especies.

VARIABLES AMBIENTALES

Los datos de las variables ambientales se graficaron en el mapa del área de estudio con ayuda del programa SURFER 13. Para la realización de las figuras con los valores de densidad de las masas de agua, se tomó la clasificación propuesta por Carrillo et al, (2016) para diferenciar las aguas superficiales del Caribe de las aguas subsuperficiales subtropicales del Noratlantico. Para los valores de las demás variables se tomaron en cuenta los valores mínimos y máximos.

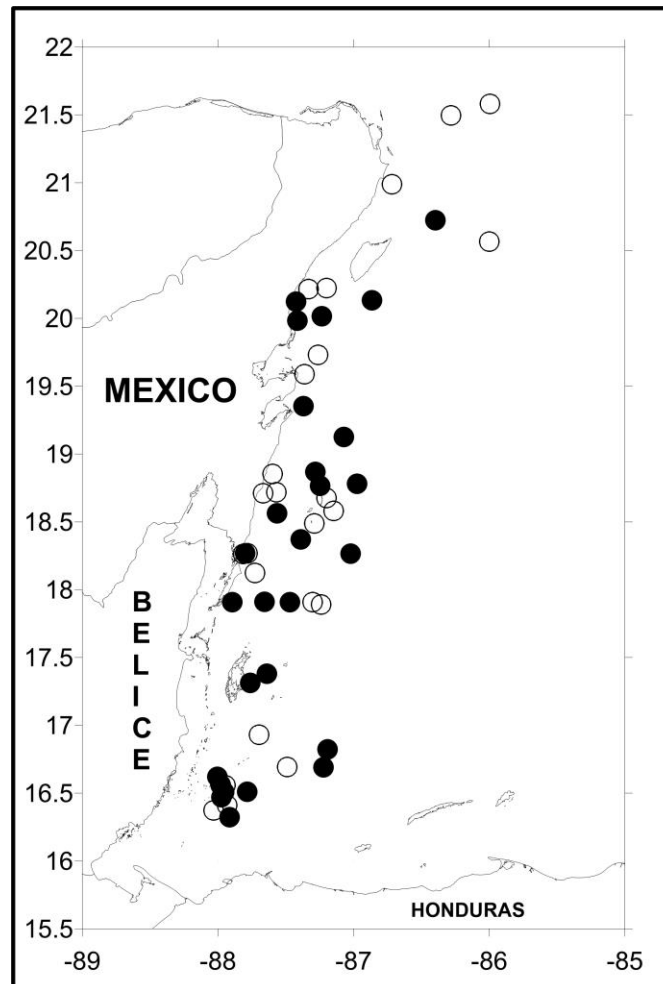


Figura 1. Área de muestreo del cruceo Gordon Gunter 2007, durante enero del 2007. Las estaciones diurnas están representadas con círculos blancos, las nocturnas con círculos negros.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Se observó que la mayor densidad fue de 352 org/1000 m³, por lo que se decidió realizar los análisis estadísticos con los datos sin transformar.

ANOSIM dos vías cruzadas

Con la finalidad de determinar si existieron diferencias entre las muestras diurnas y nocturnas tomando en cuenta además que fueron recolectadas en distintos estratos de profundidad (25, 50, 75 y 100 m) se realizó la prueba de ANOSIM de dos vías cruzado con los datos de densidad de anfípodos. Para su realización se determinaron los dos factores: primero el día/noche (factor no ordenado) con dos niveles día y noche, y segundo la profundidad del estrato (factor ordenado) con cuatro niveles (diferentes profundidades) 25 m (0-25 m), 50 m (25-50 m), 75 m (50-75 m) y 100 m (100 -75 m).

Este análisis comprendió dos pruebas: una que involucró a las muestras diurnas y nocturnas (H_0 = no hay diferencias entre la densidad entre el día y la noche) y otra para la profundidad del estrato (H_{01} = no hay diferencias entre las diferentes profundidades). Para cada prueba se calculó R, cuyo valor va de -1 a +1:

- R promedio, indica la similitud de la densidad con los grupos. Los valores más cercanos a 1 indican mayores diferencias encontradas.
- R estadística se calcula basado en la diferencia del promedio de los rangos entre grupos. Valores cercanos a cero indica que está fuertemente superpuesto y apenas diferentes.

SIMPER

El análisis de similitud SIMPER de dos vías cruzado se empleó para observar las diferencias en la aportación de las principales especies de anfípodos presentes en las muestras diurnas/nocturnas y a distintas profundidades en las que fueron recolectadas. Este análisis funciona cuando hay grupos establecidos de las muestras y el promedio de similitud (Bray-Curtis) entre cada par de grupos puede ser separado en las contribuciones

de cada especie usando el porcentaje de similitud (Clarke & Gorley, 2015). El análisis define para cada grupo sus especies típicas.

Análisis de componentes principales (PCA)

Con la finalidad de conocer cuáles fueron las principales variables ambientales que intervinieron, así como la relación entre ellas y los sitios de muestreo se empleó el Análisis de Componentes Principales (PCA). El análisis estimó primero el grado de correlación entre las variables, seguidamente el porcentaje de varianza explicada (las variables que contribuyeron más para explicar los datos) y por último, la realización del gráfico de PCA.

En los gráficos, se superpusieron los datos de densidad de las especies que contribuyeron con el 81% de la abundancia relativa para observar los patrones de abundancia, profundidad y los valores ambientales (temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto) de manera simultánea.

RESULTADOS

COMPOSICIÓN ESPECÍFICA

Se registró un total de 84 especies (Tabla 1, Anexo 1, Anexo 2) de las cuales 16 son nuevos registros para el Mar Caribe occidental: *Brachyscelus rapax*, *Cranocephalus scleroticus*, *Hemiscelus* sp., *Lanceola loveni*, *Lycaea gracilis*, *L. serrata*, *Oxycephalus piscator*, *Phronima bowmani*, *P. dunbari*, *P. stebbingi*, *Pseudolycaea pachypoda*, *Scina pacifica*, *S. parasertigera*, *Streetsia mindanaonis*, *Vibilia antártica* y *V. thurstoni*. Tres de ellas son nuevos registros para México (*S. parasertigera*, *V. thurstoni* y *L. gracilis*) y 5 lo son para el Mar Caribe: *L. gracilis*, *P. bowmani*, *P. dunbari*, *S. parasertigera* y *V. thurstoni*.

Tabla 1. Lista de especies del Gordon Gunter durante enero 2007. ¹ indica nuevos registros para el Mar Caribe Occidental, ² nuevo registro para México, ³ Nuevo registro para el Mar Caribe.

<i>Acanthoscina acanthodes</i>	<i>P. parva</i>
<i>Amphityrus bispinosus</i>	<i>Parascelus edwardsi</i>
<i>A. glaber</i>	<i>Paratyphis maculatus</i>
<i>A. muratus</i>	<i>P. parvus</i>
<i>A. sculpturatus</i>	<i>P. promontori</i>
<i>Anchylomera blossevilei</i>	<i>P. spinosus</i>
<i>Brachyscelus cruscolum</i>	<i>Phronima atlantica</i>
<i>B. globiceps</i>	<i>P. bowmani</i> ^{1,3}
<i>B. rapacoides</i>	<i>P. colleti</i>
<i>B. rapax</i> ¹	<i>P. dunbari</i> ^{1,3}
<i>Cranocephalus scleroticus</i> ¹	<i>P. pacifica</i>
<i>Dairella californica</i>	<i>P. sedentaria</i>
<i>Eupronoe intermedia</i>	<i>P. solitaria</i>
<i>E. laticarpa</i>	<i>P. stebbingi</i> ¹
<i>E. maculata</i>	<i>Phronimella elongata</i>
<i>E. minuta</i>	<i>Phronimopsis spinifera</i>
<i>Glossocephalus</i> sp.	<i>Phrosina semilunata</i>
<i>Hemiscelus</i> sp. ¹	<i>Platyscelus crustulatus</i>
<i>Hemityphis tenuimanus</i>	<i>P. serratulus</i>
<i>Hyperietta stephensi</i>	<i>Primno</i> spp.
<i>H. vosseleri</i>	<i>Pseudolycaea pachypoda</i> ¹

<i>Hyperioides longipes</i>	<i>Rhabdosoma minor</i>
<i>Lanceola loveni</i> ¹	<i>R. whitei</i>
<i>Leptocotis tenuirostris</i>	<i>Scina borealis</i>
<i>Lestrignonus bengalensis</i>	<i>S. crassicornis</i>
<i>L. latissimus</i>	<i>S. curvidactyla</i>
<i>L. macrophthalmus</i>	<i>S. langhansi</i>
<i>L. schizogeneios</i>	<i>S. pacifica</i> ¹
<i>Lycaea bajensis</i>	<i>S. parasetigera</i> ^{1, 2, 3}
<i>L. bovalli</i>	<i>Simorhynchotus anttenarius</i>
<i>L. bovallioides</i>	<i>Streetsia mindanaonis</i> ¹
<i>L. gracilis</i> ^{1,2,3}	<i>S. porcella</i>
<i>L. pulex</i>	<i>S. steenstrupi</i>
<i>L. serrata</i> ¹	<i>Tetrathyrus forcipatus</i>
<i>L. vincentii</i>	<i>Themistella fusca</i>
<i>Lycaeopsis themistoides</i>	<i>Thyropus sphaeroma</i>
<i>L. zamboangae</i>	<i>Vibilia antárctica</i> ¹
<i>Oxycephalus clausi</i>	<i>V. australis</i>
<i>O. piscator</i> ¹	<i>V. gibbosa</i>
<i>Paralycaea gracilis</i>	<i>V. stebbingi</i>
<i>Paraphronima gracilis</i>	<i>V. thurstoni</i> ^{1, 2, 3}
<i>Parapronoe crustulum</i>	<i>V. viatrix</i>

Las especies registradas exclusivamente durante el día fueron 12: *Craniocephalus scleroticus*, *E. laticarpa*, *Glossocephalus* sp., *Hyperioides longipes*, *Lycaea bajensis*, *L. gracilis*, *L. serrata*, *Paraphronima gracilis*, *Parathyphis maculatus*, *Primno* spp., *Pseudolycaea pachypoda* y *Rhabdosoma minor*.

Sólo durante muestreos nocturnos se registraron 20 especies: *Acanthoscina acanthodes*, *Dairella californica*, *Hemiscelus* sp., *Lanceola loveni*, *Leptocotis tenuirostris*, *P. stebbingi*, *P. solitaria*, *Scina borealis*, *S. curvidactyla*, *S. crassicornis*, *S. parasetigera*, *S. pacifica*, *S. langhansi*, *Vibilia antarctica*, *V. australis*, *V. gibbosa*, *V. viatrix*, *V. stebbingi*, *V. thurstoni* y *Vibilia* spp. Las demás especies se registraron tanto en el día como en la noche (Tabla 2).

Tabla 2. Listado de especies de anfípodos del Gordon Gunter 2007 que se registraron durante el día o la noche o en ambas. Incluye los organismos que se identificaron hasta género.

Especies	D	N	D/N		
<i>Acanthoscina acanthodes</i>		x			
<i>Anchylomera blossevilei</i>			x		
<i>Amphityrus bispinosus</i>			x		
<i>A. glaber</i>			x		
<i>A. sculpturatus</i>			x		
<i>A. muratus</i>			x		
<i>Amphytyrus</i> spp.			x		
<i>Brachyscelus cruscolum</i>			x		
<i>B. globiceps</i>			x		
<i>B. rapacoides</i>			x		
<i>B. rapax</i>			x		
<i>Brachyscelus</i> spp.			x		
<i>Cranocephalus scleroticus</i>	x				
<i>Dairella californica</i>		x			
<i>Eupronoe intermedia</i>			x		
<i>E. maculata</i>			x		
<i>E. minuta</i>			x		
<i>E. laticarpa</i>	x				
<i>Eupronoe</i> spp.			x		
<i>Glossocephalus</i> sp.	x				
<i>Hemityphis tenuimanus</i>			x		
<i>Hemiscelus</i> sp.		x			
<i>Hyperietta stephenseni</i>			x		
<i>H. vosseleri</i>			x		
<i>Hyperioides longipes</i>	x				
<i>Lanceola loveni</i>		x			
<i>Leptocotis tenuirostris</i>		x			
				<i>Lestrigonus bengalensis</i>	x
				<i>L. latissimus</i>	X
				<i>L. schizogeneios</i>	x
				<i>L. macrophthalmus</i>	x
				<i>Lestrigonus</i> spp.	x
				<i>Lycaea bajensis</i>	x
				<i>L. bovallioides</i>	x
				<i>L. gracilis</i>	x
				<i>L. vincentii</i>	x
				<i>L. bovalli</i>	x
				<i>L. pulex</i>	x
				<i>L. serrata</i>	x
				<i>Lycaea</i> spp.	x
				<i>Lycaeopsis themistoides</i>	x
				<i>L. zamboangae</i>	x
				<i>Lycaeopsis</i> spp.	x
				<i>Oxycephalus clausi</i>	x
				<i>O. piscator</i>	x
				<i>Oxycephalus</i> spp.	x
				<i>Parapronoe parva</i>	x
				<i>P. crustulum</i>	x
				<i>Parapronoe</i> spp.	x
				<i>P. edwardsi</i>	x
				<i>Paralycaea gracilis</i>	x
				<i>Paraphronima gracilis</i>	x
				<i>Parathiphys promontori</i>	x
				<i>P. spinosus</i>	x
				<i>P. parvus</i>	x

<i>P. maculatus</i>	x		<i>Streetsia mindanaonis</i>	x
<i>P. spinosus</i>		x	<i>S. porcella</i>	x
<i>Paratyphis</i> spp.		x	<i>S. steenstrupi</i>	x
<i>Platyscelus crustulatus</i>		x	<i>Streetsia</i> spp.	x
<i>Platyscelus</i> spp.		x	<i>Tetrathyrus forcipatus</i>	x
<i>P. serratulus</i>		x	<i>Themistella fusca</i>	x
<i>Phronima atlantica</i>		x	<i>Thyropus sphaeroma</i>	x
<i>P. bowmani</i>		x	<i>Vibilia antarctica</i>	x
<i>P. colleti</i>		x	<i>V. australis</i>	x
<i>P. dunbari</i>		x	<i>V. gibossa</i>	x
<i>P. pacifica</i>		x	<i>V. viatrix</i>	x
<i>P. sedentaria</i>		x	<i>V. stebbingi</i>	x
<i>P. stebbingi</i>	x		<i>V. thurstoni</i>	x
<i>P. solitaria</i>	x		<i>Vibilia</i> spp.	x
<i>Phronima</i> spp.		x	Total	12 20 68
<i>Phronimella elongata</i>		x		
<i>Phronimopsis spinifera</i>		x		
<i>Phrosina semilunata</i>		x		
<i>Primno</i> spp.	x			
<i>Pseudolycaea pachypoda</i>	x			
<i>Rabdosoma whitei</i>		x		
<i>R. minor</i>	x			
<i>Rhabdosoma</i> spp.		x		
<i>Scina borealis</i>		x		
<i>S. curvidactyla</i>		x		
<i>S. crassicornis</i>		x		
<i>S. parasetigera</i>		x		
<i>S. pacifica</i>		x		
<i>S. langhansi</i>		x		
<i>Scina</i> spp.		x		
<i>Simorhynchotus anttenarius</i>		x		

DISTRIBUCIÓN VERTICAL Y MIGRACIÓN NICTIMERAL

Los anfípodos hiperideos tuvieron una densidad promedio diurna de 160 org./1000 m³ (total 15,972 org./1000 m³) y nocturna de 135 org./1000 m³ (total 14,599 org./1000 m³) en el área de estudio. En lo referente a los estratos analizados se observó que las densidades promedio (Figura 2) mostraron un patrón de disminución con respecto a la profundidad tanto en el día como en la noche. En el estrato de 0-25 m las abundancias fueron ligeramente mayores en la noche que en el día.

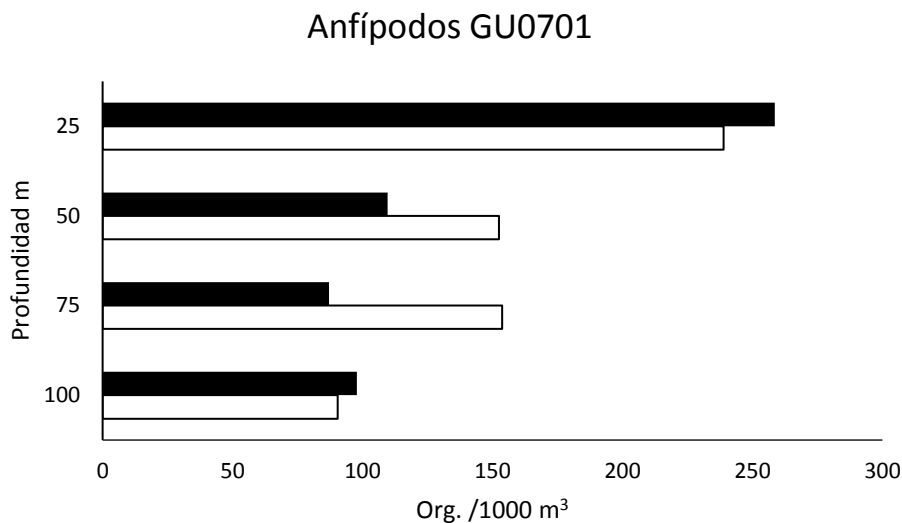


Figura 2. Densidad promedio de los anfípodos del Gordon Gunter 2007 durante el día (barras blancas) y la noche (barras oscuras), con respecto a las diferentes profundidades muestreadas.

Distribución vertical de las especies y migración nictimeral

Las especies más abundantes y que en conjunto representaron el 81% de la abundancia relativa del grupo (Anexo 3) fueron *Lestrigonus bengalensis* (36%), *Brachyscelus crusculum* (11%), *Brachyscelus* spp. (9%), *Eupronoe intermedia* (8%), *Hyperietta vosseleri* (8%), *Parathypis parvus* (5%), *Lestrigonus* spp. (2%), y *Lycaeopsis zamboangae* (2%). Cabe destacar que los *Brachyscelus* spp. y *Eupronoe* spp. encontrados son individuos juveniles y crías.

Algunas especies presentaron patrones de distribución nictemeral y con los diferentes estratos de profundidad (Figura 3) tales como *L. bengalensis*, *B. crusculum*, *Brachyscelus* spp., *E. intermedia* y *Lycaeopsis zamboangae*.

Lestrigonus bengalensis presentó un patrón de disminución de la densidad desde la superficie hasta los 100 m tanto en el día como en la noche. *Brachyscelus crusculum* presentó ligeramente mayores abundancias durante la noche que disminuyeron hacia mayores profundidades. *Brachyscelus* spp. tuvieron sus mayores densidades durante la noche en la superficie (25 m) y fue disminuyendo con la profundidad.

Lycaeopsis zamboangae presentó un patrón nocturno; su abundancia se incrementó hacia la superficie durante la noche, aunque su presencia fue más o menos constante durante el día en todos los estratos. Por su parte, *Lestrigonus* spp. presentaron un patrón inverso a la especie anterior, siendo más abundantes durante el día en el estrato 0-25 m, pero con presencia constante en los demás estratos durante la noche.

La especie *E. intermedia*, con abundancias menores en superficie que se incrementaron hacia los 100 m de profundidad, fue más abundante durante el día que durante la noche en todos los estratos; sus mayores abundancias se presentaron en los estratos centrales durante el día. *Hyperietta vosseleri* y *P. parvus* mostraron una marcada migración hacia los estratos superiores durante la noche y hacia los inferiores en el día.

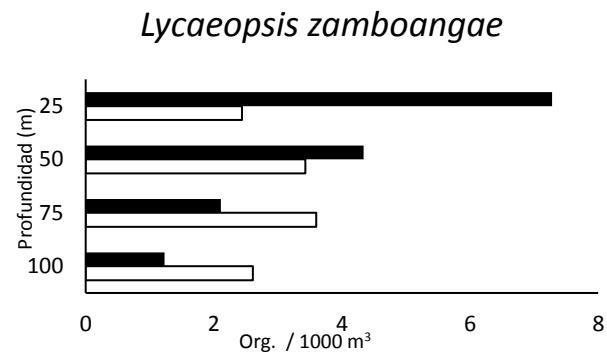
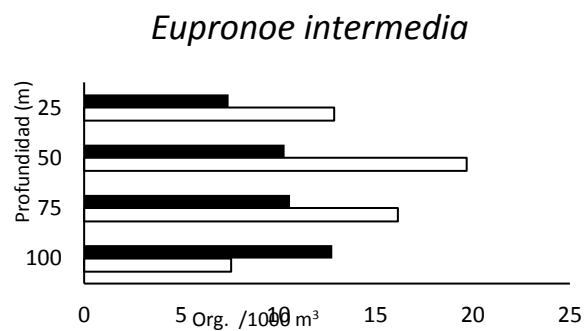
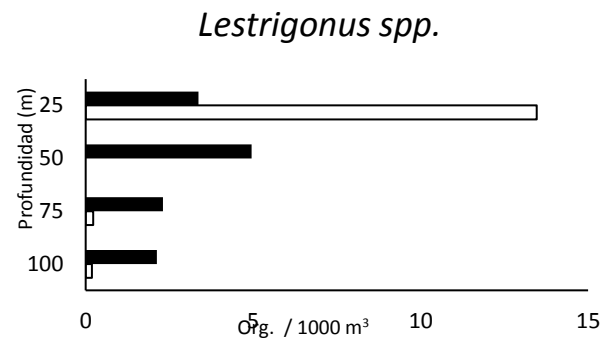
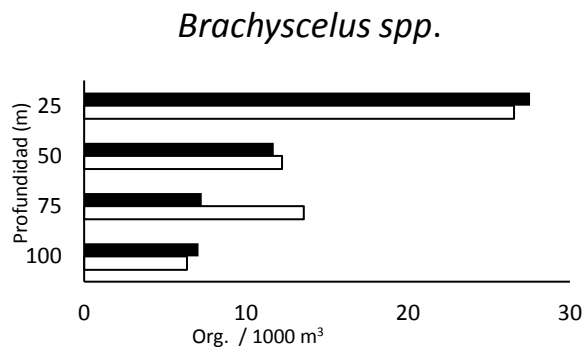
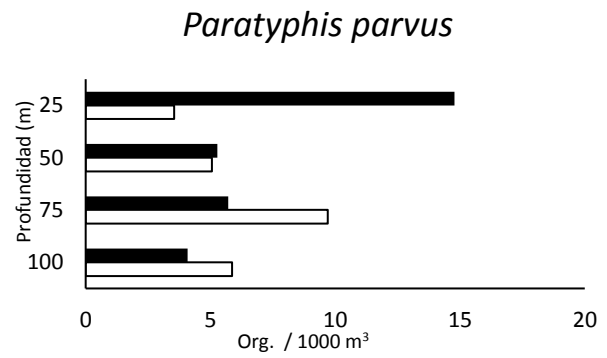
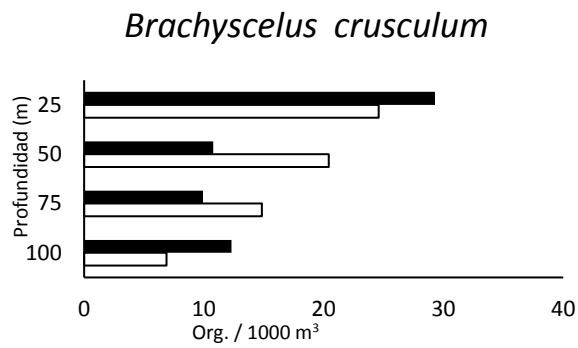
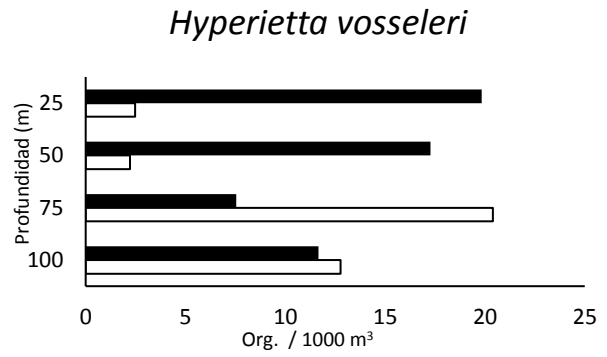
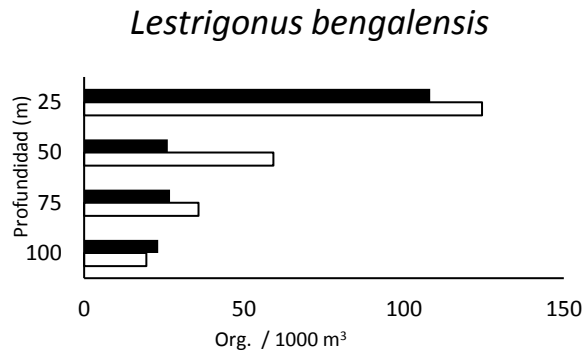


Figura 3. Distribución vertical de las especies de anfípodos más abundantes del Gordon Gunter 2007.

DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL

Los mapas de la distribución horizontal de las abundancias de hipéridos muestran las mayores densidades al sur de la isla de Cozumel, al norte y sur de Banco Chinchorro (BC), y al sur de Belice (Figura 4). Considerando los estratos, también se observó que la abundancia va disminuyendo conforme a la profundidad; sin embargo, al sur de Cozumel, se mantiene relativamente constante desde la superficie hasta los 75 m de profundidad, mientras que norte de BC se presenta una abundancia de 150 a 916 org./1000 m³ desde los 0 hasta los 100 m de profundidad. Se registraron bajas densidades en el Golfo de Honduras con respecto al Norte de BC.

RIQUEZA DE ESPECIES Y DIVERSIDAD

La riqueza específica (Figura 5) y la diversidad de Shannon (Figura 6) no mostraron un patrón horizontal definido pero variaron conforme a la profundidad. Según el criterio empleado, las muestras de anfípodos hiperídeos del Mar Caribe occidental variaron entre muy baja y mediana diversidad durante el periodo analizado.

De manera general la equidad aumentó hacia mayores profundidades, lo que sugiere una distribución uniforme de las especies y por tanto, a una menor dominancia de alguna(s) de ella(s) (Figura 7).

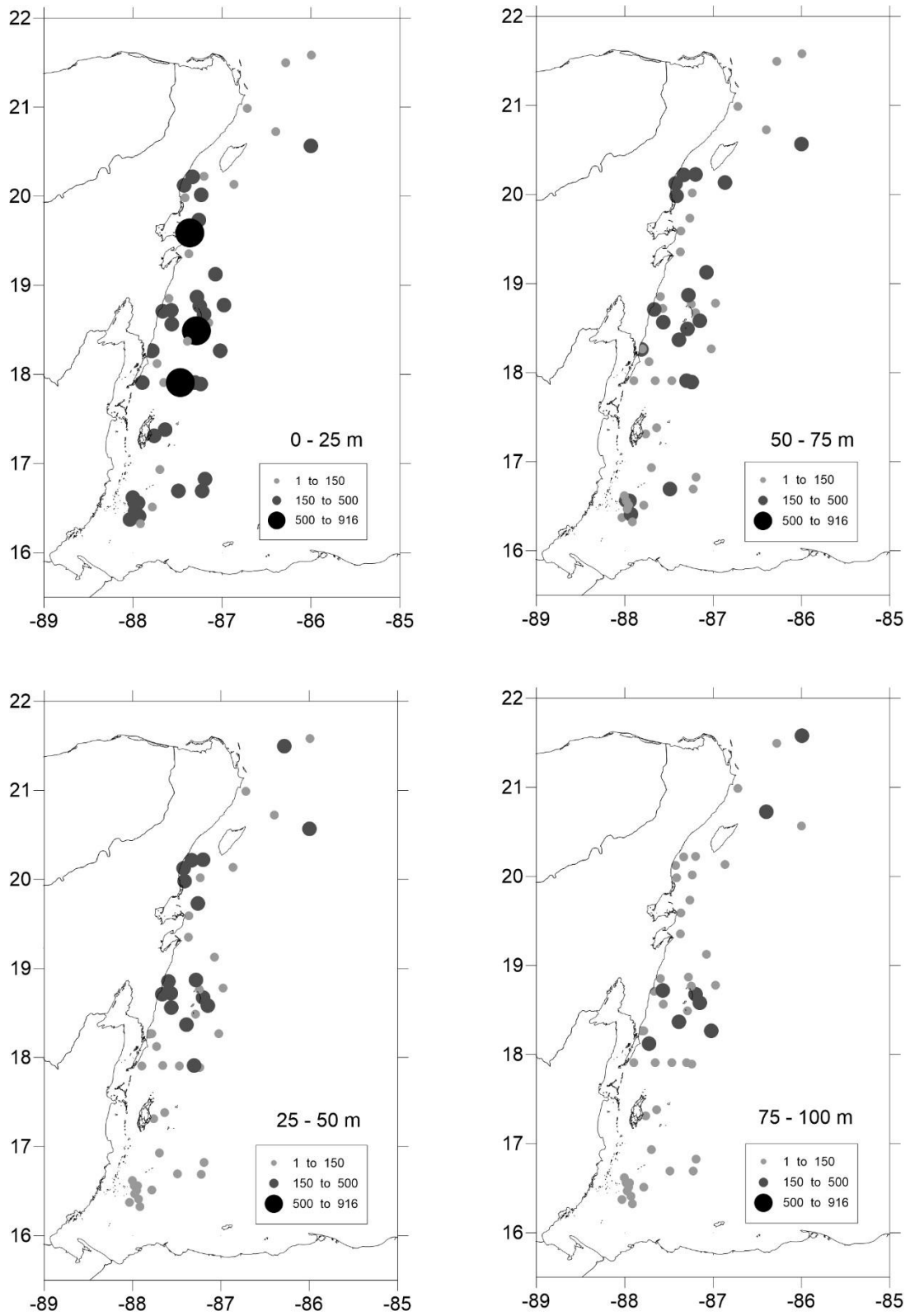


Figura 4. Densidad de anfipodos hipéridos del GU0701 en los distintos estratos de profundidad.

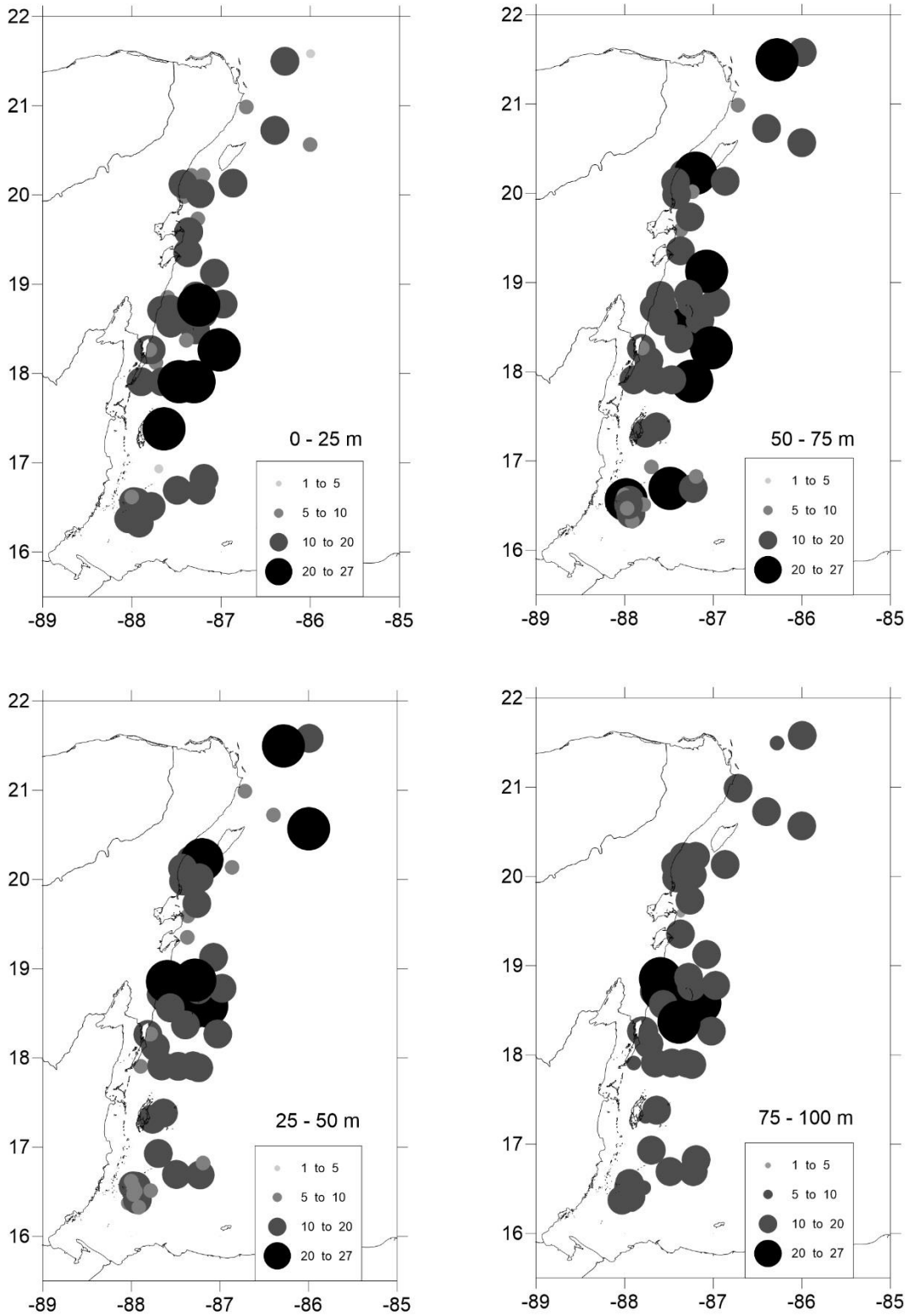


Figura 5. Riqueza específica de los anfípodos hipéridos en cada estrato de profundidad durante el periodo analizado.

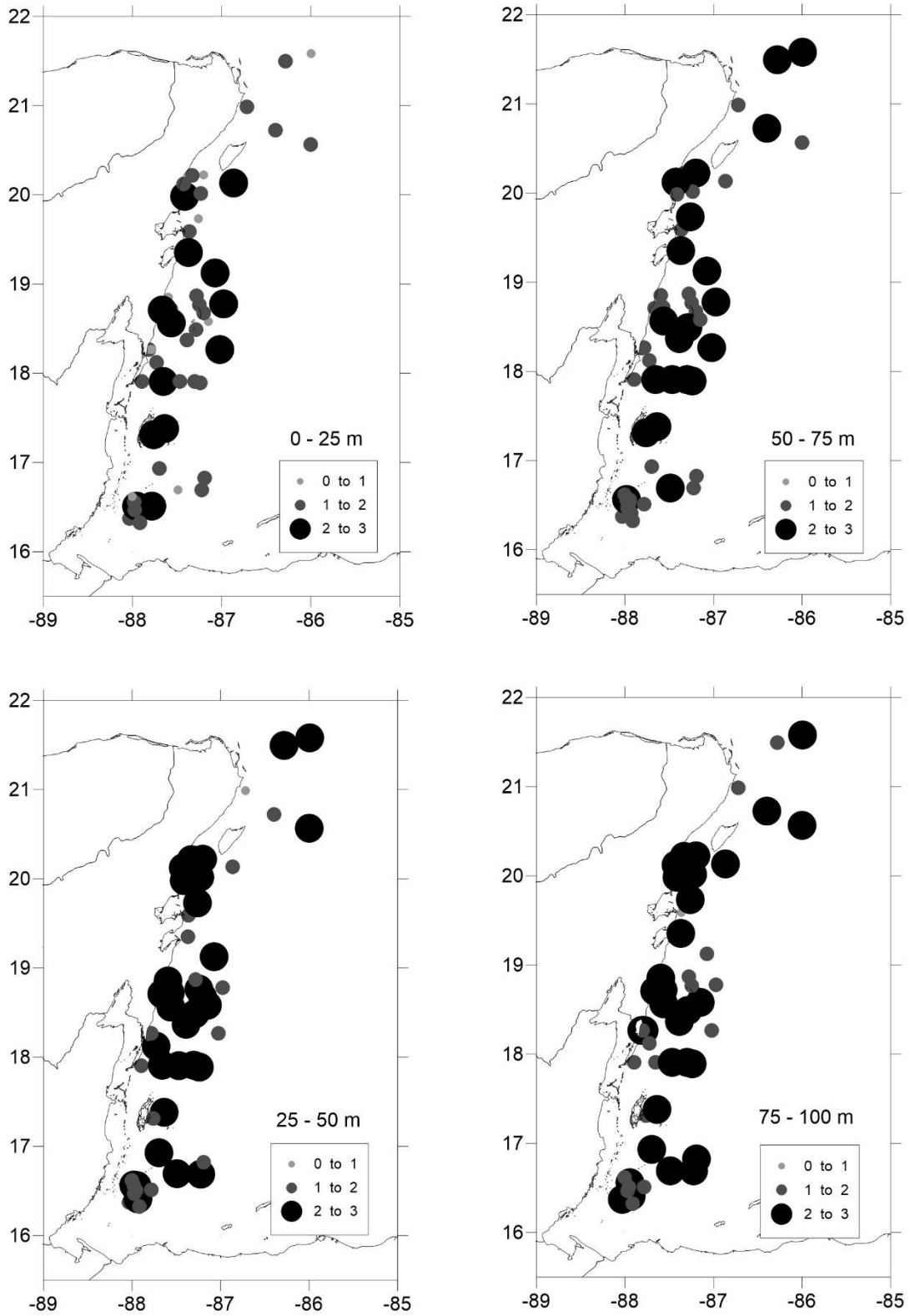


Figura 6. Diversidad de Shannon en los diferentes estratos de profundidad durante el periodo analizado.

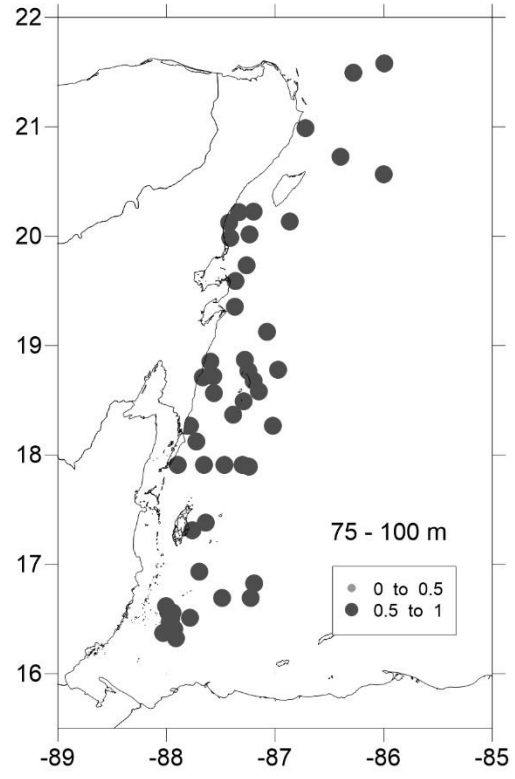
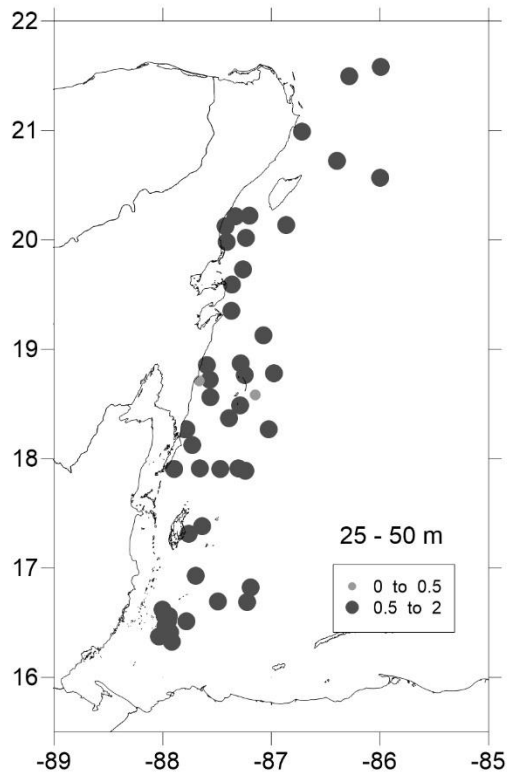
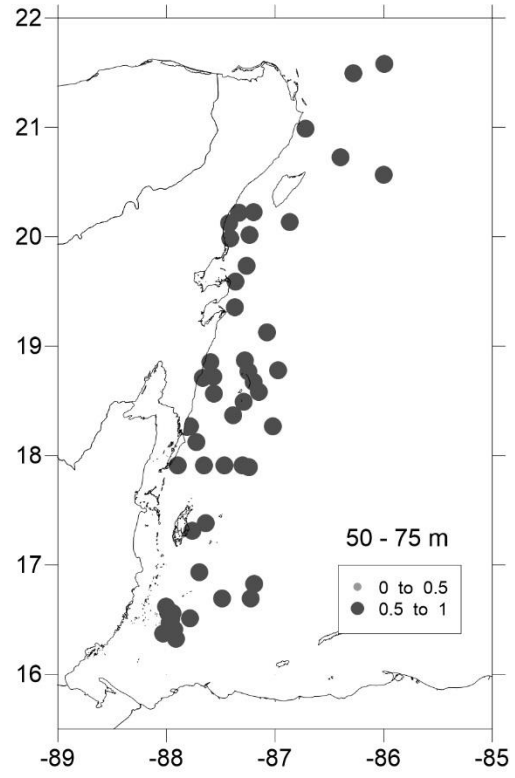
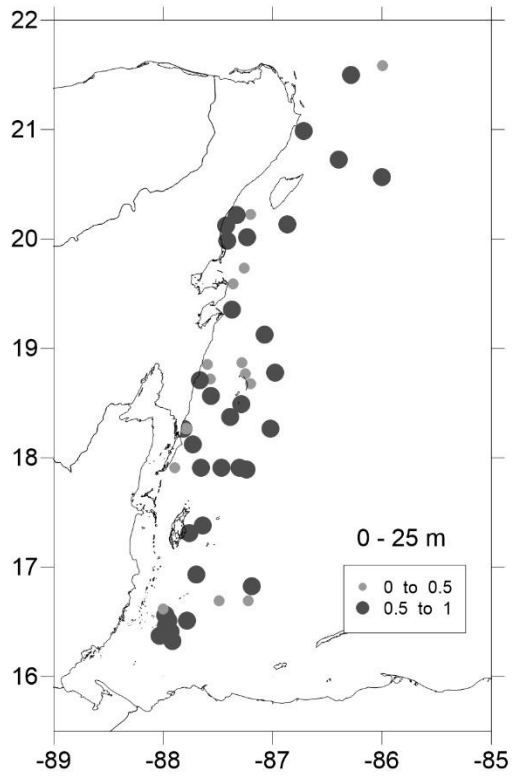


Figura 7. Equidad de Pielou en los diferentes estratos de profundidad durante el periodo analizado.

ANÁLISIS DE SIMILITUD

El análisis de similitud ANOSIM indicó un nivel de significancia de 0.1 para ambos grupos (día/noche) revelando diferencia entre grupos (Tabla 3). El grupo conformado con muestras diurnas y nocturnas obtuvo un R promedio de 0.119 y el grupo conformado con datos de profundidad tuvo un R promedio de 0.27.

Tabla 3. ANOSIM de dos vías cruzado con el día-noche y la profundidad como factores. *Indica diferencia entre grupos considerando ambos factores simultáneamente.

Grupos	R promedio	Nivel de significancia P (%)
Día-Noche	0.119	0.1*
Profundidad	0.27	0.1*
Test pareado	R estadístico	
0-25 - 25-50 m	0.192	0.1*
0-25 - 50-75 m	0.359	0.1*
0-25 - 75-100 m	0.463	0.1*
25-50 - 50-75 m	0.045	1.9
25-50 - 75-100 m	0.163	0.1*
50-75 - 75-100 m	0.05	1

El test pareado indicó que hubo diferencia ($p=0.1$) entre los estratos de profundidad las cuales fueron: 25-50 m, 25-75 m, 25-100 m y 50-100 m. Cabe destacar que el estrato 0-25m fue distinto a todos los demás, siendo más marcada su diferencia con el estrato 75-100m (R estadística = 0.463) y que no hubo diferencias entre los dos estratos más profundos, ni entre los centrales, pero sí entre el 25-50 y el 75-100m.

El análisis SIMPER de 2 vías cruzado permitió determinar las especies que contribuyeron significativamente en la composición de la comunidad durante el día y la noche, así como en las diferentes profundidades (Tabla 4). Para la realización de este análisis se tomaron en cuenta las especies que aportaron más del 70% de la contribución de abundancia en la comunidad.

Las especies de anfípodos que contribuyeron más a la comunidad diurna (37.2 similitud) y nocturna (39.6 similitud) fueron las mismas. Se observó que la densidad y por lo tanto la contribución de los organismos fue levemente mayor durante el día, a dichas especies

el análisis las consideró como especies típicas: *L. bengalensis*, *E. intermedia*, *B. crusculum* y *H. vosseleri*. Estas especies estuvieron presentes tanto en el día como en la noche y se mantuvieron en la misma posición de contribución, solamente variaron en su densidad entre el día y la noche.

El grupo día y noche tuvo un promedio de disimilitud de 64.65% lo cual indica que no es grande comparado con el valor de similitud (0% disimilitud=100%similitud) del día y la noche: las especies que más contribuyeron para que se haya presentado esa disimilitud fueron *L. bengalensis* (1.13) y *Brachyscelus crusculum* (1.12). Con respecto a la contribución total fue *L. bengalensis* (25.23%) seguido de *Brachyscelus* spp. (9.69%), *B. crusculum* (9.27%), *H. vosseleri* (8.72%), *E. intermedia* (8.58%), *P. parvus* (5.11%), *Thyropus sphaeroma* (3.10%) y *Eupronoe* spp. (2.77%). *H. vosseleri* fue la única especie cuya densidad aumentó muy levemente durante la noche mientras las demás aumentaron en el día.

Respecto a los resultados de las distintas profundidades, se presentaron las mismas especies típicas desde los 100 m hasta los 50 m, pero sus densidades variaron junto con su contribución específica a la comunidad. También se observó que las densidades fueron disminuyendo hacia los 100 m. En los 50 m las especies típicas y su contribución fueron *L. bengalensis* (41.3%), *B. crusculum* (15%), *E. intermedia* (13.4%) y *H. vosseleri* (7.28%). A los 75 m fueron *L. bengalensis* (39.03%) *E. intermedia* (15.9%), *H. vosseleri* (11.16%) y *B. crusculum* (9.63%). En los 100 m *L. bengalensis* (25.33%), *E. intermedia* (20.36%), *B. crusculum* (13.81%), *H. vosseleri* (13.28%). Algo interesante fue que a los 25 m de profundidad estuvieron *L. bengalensis* (60.85%), *B. crusculum* (8.08 %) y *Brachyscelus* spp. (7.61%) y ya no se presentó *H. vosseleri*, como una de las especies que contribuyó principalmente a la comunidad como ocurrió en los estratos de 100 a 50 m.

Al analizar comparativamente mediante la determinación de su disimilitud, se encontró que los que difirieron fueron 100 y 25 m (74.99%), y 75-25 m (71.19%) lo que significó que estas profundidades fueron menos similares entre sí.

Tabla 4. Análisis SIMPER cruzado de dos vías.

	Diurno/nocturno (cruzado con todas las profundidades)			Profundidad (m) (cruzado con todos los diurno/ nocturno)										
	D	N	D y N	25	50	75	100	100 y 75	100 y 50	75 y 50	100 y 25	75 y 25	50 y 25	
Grupos														
Promedio de similitud	37.2	39.6		38.6	37.1	40.7	37.9							
Promedio de disimilitud			64.7					61.9	66.4	62.3	75.0	71.2	67.8	
Contribución en % de cada especie														
<i>Brachyscelus cruscolum</i>	10.8	12.1	9.3	8.1	15.0	9.6	13.8	9.1	8.9	9.1	8.1	8.8	9.4	
<i>Brachyscelus spp.</i>	39.8		9.7	7.6				8.3	9.2	10.3	10.0	10.5	11.6	
<i>Eupronoe intermedia</i>	11.2	14.9	8.6		13.4	15.9	20.4	11.1	10.4	9.1	5.5	5.5	5.8	
<i>Eupronoe spp.</i>			2.8					3.0		3.2				
<i>Hyperietta stephensi</i>								3.8	3.3					
<i>Hyperietta vosseleri</i>	8.0	9.7	8.7		7.3	11.2	13.3	10.3	8.6	9.1	7.0	7.6	5.1	
<i>Lestrignus bengalensis</i>	44.5	39.8	25.2	60.9	41.3	39.0	25.3	19.5	23.5	24.0	37.1	35.6	37.5	
<i>Lestrignus spp.</i>									2.7	3.1				
<i>Parathypis parvus</i>			5.1					6.2	4.6	5.2	4.2		4.3	
<i>Thyropus sphaeroma</i>			3.1									5.0		
Contribución total %	74.4	76.5	72.5	76.5	77.0	75.7	72.8	71.3	71.1	73.0	71.9	72.9	73.8	

DISTRIBUCIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL DE LOS FACTORES AMBIENTALES

Se observaron patrones en los datos de distribución (horizontal y vertical) de la densidad del agua y oxígeno disuelto. De los 25 a los 50 m se mantuvo el agua superficial del Caribe y se nota la surgencia en la región norte del área de estudio, correspondiente al canal de Yucatán (Figura 8) apareciendo la masa de agua subsuperficial subtropical del Noratlántico en los 75 a los 100 m.

Los niveles de oxígeno fueron descendiendo conforme aumentó la profundidad, habiendo concentraciones mayores y uniformes a los 25 m, mientras que en los 100 m la concentración fue mínima y, en general, homogénea en el área de estudio (Figura 9).

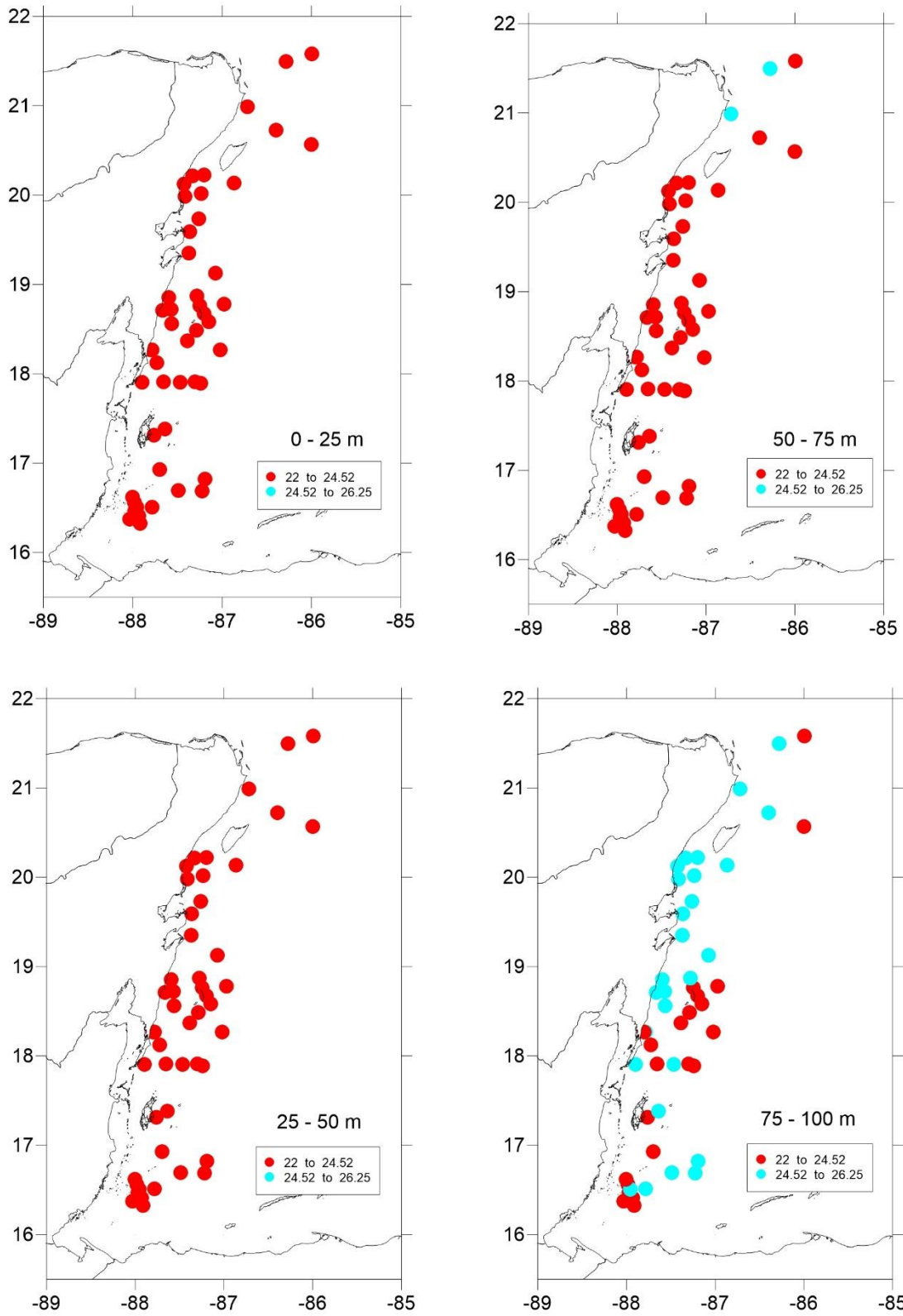


Figura 8. Densidad de las masas de agua del Mar Caribe durante enero 2007 usando los intervalos mencionados por Carrillo et al. (2016).

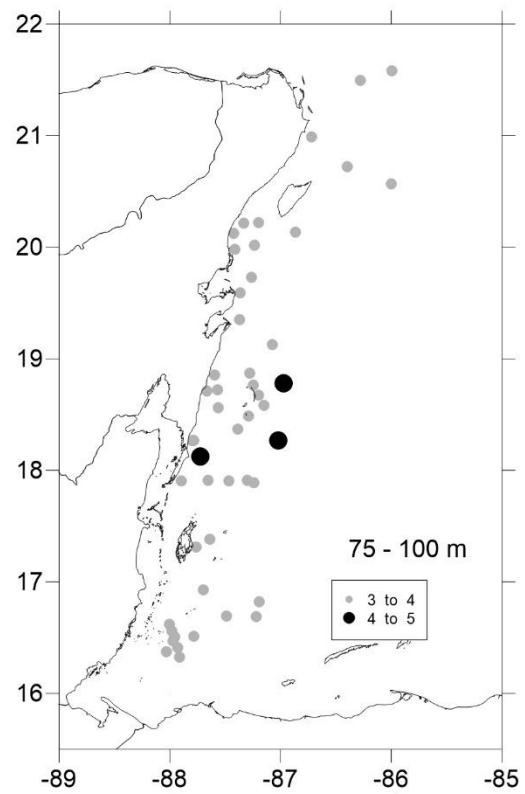
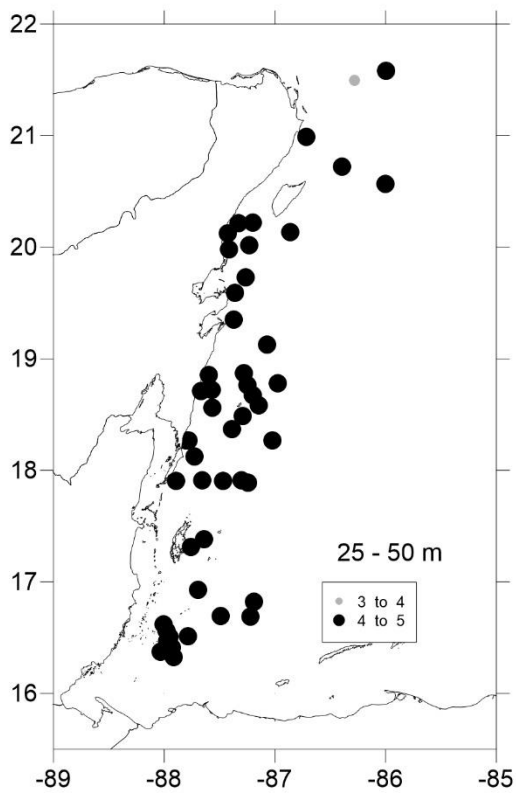
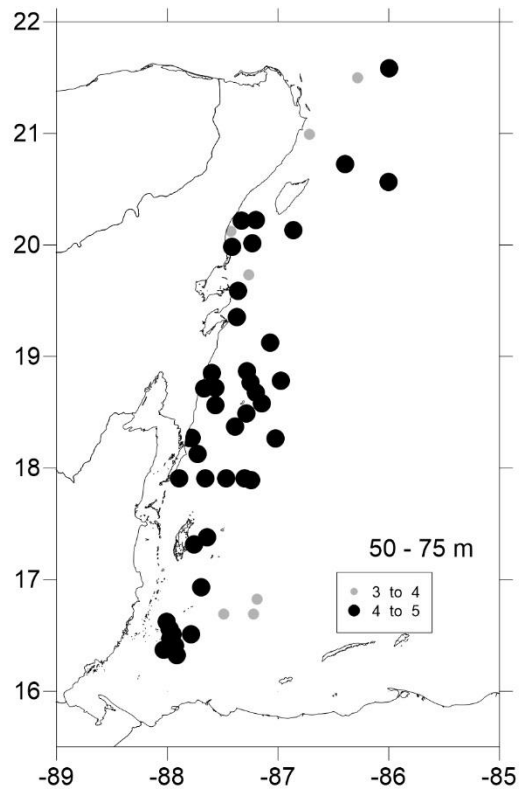
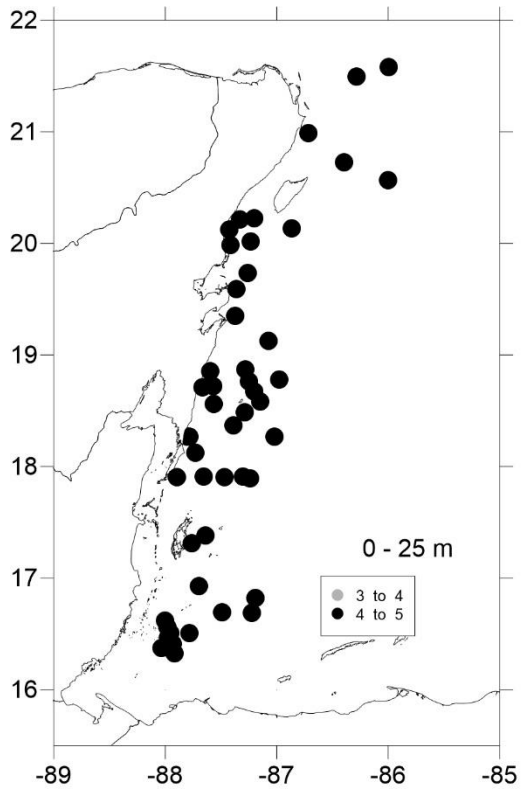


Figura 9. Oxígeno disuelto en el Mar Caribe durante el periodo analizado.

DISTRIBUCIÓN DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES Y DENSIDAD DE ANFÍPODOS

Los resultados del PCA mostraron el porcentaje de la varianza explicada, el cual fue del 99.1%, es decir, que el componente 1 (PC1) y el componente 2 (PC2) en conjunto explicaron el 99.1% de la relación entre las muestras. El PC1 estuvo influenciado por la densidad (-0.513) y el PC2 por la temperatura (-0.719) (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de Componentes Principales; desglose de la influencia de las variables.

VariabLe	PC1	PC2	PC3	PC4
Temperatura	0.488	-0.719	-0.175	-0.462
Salinidad	-0.491	-0.671	0.418	0.366
Densidad	-0.513	0.104	0.272	-0.807
O ₂	0.507	0.149	0.849	-0.018

La temperatura fue la variable más importante de todas las analizadas. De acuerdo a los resultados del PCA se desprende que la densidad disminuyó a mayor temperatura, y se observó también la estratificación entre la profundidad de 25 m y 100 m (Figura 10).

Las gráficas de la Figura 11 muestran el mismo PCA pero con la información sobrepuesta de las densidades de *L. bengalensis*, *Brachyscelus crusculum*, *Brachyscelus* spp., *Eupronoe intermedia*, *H. vosseleri* y *Lestrignonus* spp.

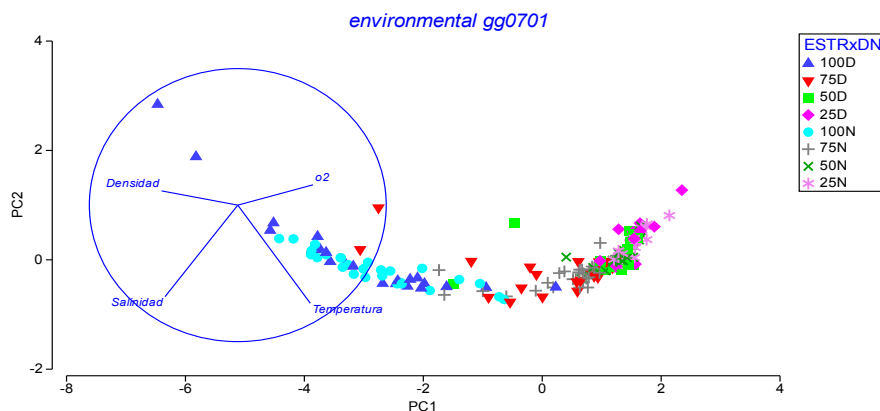


Figura 10. PCA de datos ambientales con los puntos de muestreo y la procedencia de cada uno; muestreos diurnos (D) o nocturnos (N).

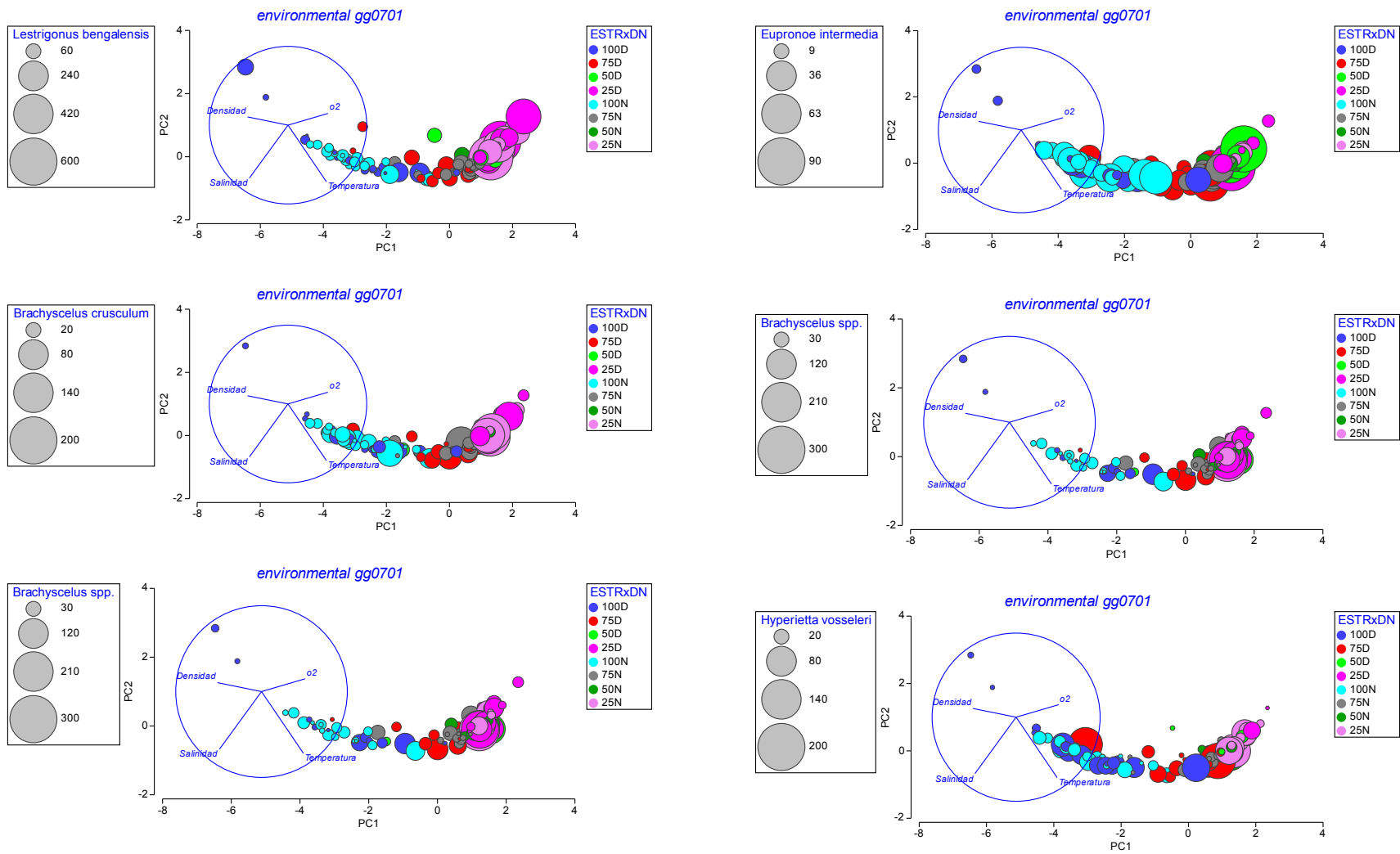


Figura 11. PCA con información de densidad (org./1000 m³) de cada especie.

DISCUSIÓN

COMPOSICIÓN ESPECÍFICA

Se registraron 84 especies de anfípodos hipéridos entre las cuales se obtuvieron 16 nuevos registros para las aguas del Mar Caribe Occidental considerando la fauna de hipéridos registrados hasta el momento; también hay tres nuevos registros para México y cinco para el Mar Caribe.

Según la literatura regional, era predecible que el número de especies registradas en el área de estudio aumentaría conforme se ampliara el área de muestreo, así como la profundidad. En este sentido, se observó que en Banco Chinchorro (Gasca y Shih, 2003) reconocieron 28 especies, mientras que Gasca y Suárez-Morales (2004) incluyeron parte del Mar Caribe y registraron 34 especies y Gasca y Shih (2001) registraron 58 especies al abarcar todo el Mar Caribe. Más recientemente, Gasca (2009) registró 92 a partir de muestreos que abarcaron hasta los 940 m de profundidad. Durante el presente estudio solo se registraron 84 pero con una proporción considerable de nuevos registros. El hecho de que el área de estudio del Gordon Gunter 2007 (desde el norte de la Península de Yucatán hasta Belice) fue considerablemente más extensa y con más estaciones, se registró un menor número de especies que las encontradas por Gasca (2009). La profundidad fue un factor que intervino en la aparición de menos especies, por lo que sería ideal efectuar muestreos a mayores profundidades para incrementar la lista de especies y para conocer la estructura comunitaria a esas profundidades y su verdadera diversidad.

DISTRIBUCIÓN VERTICAL Y MIGRACIÓN NICTIMERAL

Un hallazgo interesante fue que para este estudio los anfípodos hipéridos tuvieron mayores densidades durante la noche en los estratos de 0-25 m y de 75-100 m, con valores mucho menores en el estrato 75-100 m; en otros trabajos que involucraron datos

diurnos y nocturnos estos crustáceos tuvieron sus mayores abundancias en la noche, pero no fueron significativamente diferentes (Cornet y Gili, 1993; Gasca y Shih, 2003; Gasca y Suárez-Morales, 2004,). Es difícil establecer las causas actuales de este comportamiento, pero pudiera atribuirse a que las condiciones oceanográficas del Mar Caribe tal vez son distintas a las que predominan en el sur de California, o en el giro central del Pacífico Norte. Los resultados son similares a lo observado por Gasca y Shih (2001), quienes mencionaron que las mayores densidades de anfípodos en la superficie fueron durante la noche para *L. bengalensis*, *B. cruscolum* y *E. intermedia*.

Shulenberger (1978) mencionó que hay una variación de las densidades con la profundidad mientras que Cornet y Gili (1993) registraron las mayores densidades en la superficie de la columna de agua, similar a lo registrado en este trabajo para el Gordon Gunter 2007, es decir la disminución de la abundancia con respecto a la profundidad. Las densidades de anfípodos fueron mayores durante el día en contraste con las abundancias de otros grupos del zooplancton, como lo son los pterópodos, sifonóforos y filosomas (Parra, 2008; Domínguez-Nava, 2013; Canto et al., 2015), cuyas abundancias disminuyeron conforme a la profundidad, pero fueron más abundantes durante la noche en estratos superficiales.

DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL DE LOS ANFÍPODOS

Canto et al., (2015) observaron que las mayores abundancias de filosomas ocurrieron en la región centro del área de estudio y al sur de Isla Cozumel; Muhling et al. (2013) también observaron el mismo patrón en larvas de peces y los anfípodos no fueron la excepción.

Referente a las condiciones oceanográficas del Mar Caribe occidental mencionadas en la literatura consultada y con base en los resultados obtenidos, la presencia de un giro ciclónico al sur de la Isla de Cozumel (ver Carrillo et al., 2015) pudiera explicar las densidades homogéneas desde la superficie hasta los 75 m de profundidad. Dichos giros ciclónicos favorecen la retención de zooplancton y provocan la emersión de aguas profundas más densas y ricas en nutrientes lo que se denomina zona de surgencia (ver

Carrillo et al., 2015) que en este caso favorecería la uniformidad vertical de la comunidad bajo su influencia.

La baja densidad de anfípodos en la región sur, correspondiente al Golfo de Honduras (GOH), pudiera deberse a la presencia de una masa de agua costera que pudiera no ser favorable para la distribución de grupos plenamente marinos como los anfípodos, mientras que para larvas de peces estas condiciones fueron muy favorables (Muhling et al., 2013).

Debido a que la Corriente Caimán choca con la plataforma continental de Yucatán, ésta incide en BC y se bifurca hacia al sur hasta el GOH mientras que la otra continúa su camino hasta el norte pasando a través del Canal de Yucatán formando así dos condiciones distintas que caracterizan ambas regiones (Carrillo et al. 2015). El efecto isla al norte de BC (Carrillo et al, 2015; 2017) pudiera explicar las mayores densidades de anfípodos hiperidos.

La velocidad de la corriente en la región del GOH es más débil y la presencia del giro pudo haber favorecido la retención de anfípodos al igual que larvas de peces (Ezer et al., 2005; Carrillo et al., 2015; Muhling et al., 2013). Al incidir la Corriente Caimán con BC da origen a la Corriente de Yucatán la cual se bifurca rodeando BC para encontrarse de nuevo, lo que pudiera explicar la alta densidad de hiperidos en este sitio.

Muhling et al. (2015) mencionaron que en general el Mar Caribe tiene bajas condiciones de retención debido a la velocidad de la corriente, la cual se vuelve más rápida conforme va hacia el norte e ingresa al Canal de Yucatán. Este efecto pudo verse reflejado en la menor densidad de anfípodos en las estaciones ubicadas más al norte del área de muestreo.

ANÁLISIS DE SIMILITUD

En los resultados del ANOSIM se observó que hubo una diferencia significativa entre muestras diurnas y nocturnas, y entre las distintas profundidades (25 y 50 m, 25 y 75 m, 25 y 100 m y 50 y 100 m) con un R promedio de 0.119 y 0.27, respectivamente, mientras que ambos grupos tuvieron una diferencia significativa de 0.1%. La primera hipótesis H₁

se acepta indicando que hay una diferencia entre el día y la noche ($p < 0.1\%$) sin embargo debido a que los valores de R promedio fueron cercanos a 0 indicaron que hay una ligera diferencia de similitud entre las muestras.

Debido a que hubo diferencias significativas para los distintos estratos de profundidad, la segunda hipótesis H_2 se acepta. Las mayores densidades de anfípodos se encontraron en el estrato 25 y las menores en el 100 m y dado el valor de R estadística de 0.463 entre estos dos estratos se indica que las profundidades 25 y 100 m son las más distintas.

El siguiente grupo con cierta diferencia después de los estratos más y menos profundos, fue el de la superficie (25 m) y los 75 m. Debido a los valores de R promedio los valores cercanos a 0 indicaron que estuvieron fuertemente superpuestos y apenas fueron diferentes, dentro de estos grupos no tan diferentes estuvieron las profundidades de 25 y 50 m (0.192) y 50 y 100 m (0.163). Los grupos que no presentaron diferencia significativa fueron 50 y 75 m, y 75 y 100 m lo cual va acorde con los demás análisis realizados. Estos estratos intermedios aparecen como zonas de transición o de movimiento en las que el paso de o hacia los estratos más superficiales o más profundos hace que su definición sea débil.

Como se mencionó antes, todas las profundidades están relacionadas, solo que con mayor o menor grado de diferencia entre ellas, lo que indica que a pesar de ser homogénea la comunidad muestra cambios discernibles aún en escalas de 25 m en la columna de agua.

El análisis de similitud SIMPER mostró que las especies típicas son las mismas durante el día y la noche, y que su densidad fue lo que varió durante el día y la noche y por lo tanto su contribución a la comunidad, que resultó con 64.65% de disimilitud entre ellas.

De manera general las densidades de anfípodos fueron mayores en la superficie (25 m) y disminuyeron conforme aumentaba la profundidad, aunque las especies tuvieron distintos comportamientos verticales.

DISTRIBUCIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL DE LAS VARIABLES AMBIENTALES

La densidad de anfípodos en el área de estudio está más relacionada con la temperatura del agua. Se observó también que a los 100 m de profundidad el Agua Subtropical Subsuperficial del Atlántico (más densa) desplazó hacia la superficie (detectándose esta masa de agua aproximadamente entre los 50 y 75 m) al Agua Superficial Tropical (AST) (menos densa) a lo largo de la plataforma continental, lo que se interpreta como zonas de surgencia (Carrillo et al., 2016) y parece tener relación con el asomeramiento de la AST.

CONCLUSIONES

En los muestreos realizados (enero del 2007) por el Crucero Gordon Gunter en la región del Mar Caribe Occidental (MCO), México y Belice, se registró un total de 84 especies de las cuales 16 fueron nuevos registros para el MCO: *Brachyscelus rapax*, *Cranocephalus scleroticus*, *Hemiscelus* sp., *Lanceola loveni*, *Lycaea gracilis*, *L. serrata*, *Oxycephalus piscator*, *Phronima bowmani*, *P. dunbari*, *P. stebbingi*, *Pseudolycaea pachypoda*, *Scina pacifica*, *S. parasetigera*, *Streetsia mindanaonis*, *Vibilia antarctica* y *V. thurstoni*. Nuevos registros para México: *S. parasetigera*, *V. thurstoni* y *Lycaea gracilis* y para el Mar Caribe fueron registradas *L. gracilis*, *P. bowmani*, *P. dunbari*, *S. parasetigera* y *V. thurstoni*.

Se observaron organismos atípicos los cuales pudieran ser especies indescritas, debido a las diferencias que presentaron con respecto a las especies conocidas. Se trabajará con ellas en un proyecto posterior, para clarificar su taxonomía efectuando análisis morfológicos y genéticos.

Las especies que contribuyeron en un 81% a la comunidad de anfípodos hiperidos fueron *Lestrigonus bengalensis*, *Brachyscelus cruscolum*, *Brachyscelus* spp., *Eupronoe intermedia* e *Hyperietta vosseleri*.

Se describieron, por primera vez para el Mar Caribe, los patrones detallados de migración vertical (0-100 m) de *Lestrigonus bengalensis*, *Brachyscelus cruscolum* *Brachyscelus* spp. *Eupronoe intermedia* e *Hyperietta vosseleri*

Se observó diferencia significativa entre las abundancias diurnas y nocturnas; los anfípodos hiperidos fueron más abundantes durante el día excepto en el estrato 0-25 m. También hubo diferencias significativas entre las diferentes profundidades. El estrato 0-25 m fue distinto a todos los demás, con una máxima diferencia con el estrato más profundo. Las profundidades de 50-75 y 75-100 metros fueron similares, pero con diferencias con las profundidades no adyacentes. Estas capas intermedias parecen ser altamente dinámicas, como zonas de paso entre los estratos más superficiales y los más profundos.

La temperatura del agua fue el factor que explicó mejor la distribución vertical de los organismos, el asumeramiento de la masa de Agua Subtropical Subsuperficial del Atlántico por encima de los 100 m sugiere una relación con la densidad de anfípodos como se constata con la relación temperatura-densidad. Las densidades de anfípodos también variaron de manera horizontal encontrándose las mayores densidades en la región norte de Banco Chinchorro y al sur de Cozumel donde se conoce de acuerdo a la literatura giros en la corriente que favorecieron la retención de los organismos, pero los análisis estadísticos no mostraron ese patrón.

LITERATURA CITADA

- Alvera-Azcárate, A. y Barth A., 2009. The Surface Circulation of the Caribbean Sea and the Gulf of Mexico as Inferred from Satellite Altimetry. *Journal of Physical Oceanography*, 39, pp. 640-657.
- Brusca, G. J., 1967. Species accounts, vertical zonation and migration of amphipoda from the waters off Southern California. *Pacific Science*, 21, pp. 382-393.
- Canto G.A, Goldstein J.S, Sosa-Cordero E, Carrillo L.G. 2016. Abundancia y distribución espacial de filosomas de *Panulirus* spp. frente a la costa del Caribe mexicano a partir de dos cruceros oceanográficos, marzo de 2006 y enero de 2007. [Tesis de Maestría] El Colegio de la Frontera Sur, pp. 60.
- Carrillo, L., Largier, J.L, Johns, E., Smith, R., y Lamkin, J., 2016. Pathways and upper hydrography in the Mesoamerican Barrier Reef System: Part 2: Water masses and thermohaline structure. *Continental Shelf Research*, pp 164-176.
- Carrillo, L., Largier, J.L, Johns E., Smith, R., y Lamkin, J., 2015. Pathways and upper hydrography in the Mesoamerican Barrier Reef System Part 1: Circulation, *Continental Shelf Research*, pp 164-176.
- Cornet, C., y Gili, J-M., 1993. Vertical distribution and daily migrations of amphipods in the northern Benguela in relation to water column stratification. *Deep-Sea Research I*:40. pp. 2295-2306.
- Domínguez-Nava A. Y., 2013. Distribución vertical de los sifonóforos (Cnidaria: Hydrozoa) del Mar Caribe occidental (México-Belice). [Tesis de Licenciatura] Instituto Tecnológico de Chetumal, pp. 86.
- Ezer, T., Thattai D. V., Kjerfve B. y Heyman W. D., 2005. On the variability of the flow along the Meso-American Barrier Reef system: a numerical model study of the influence of the Caribbean current and eddies. *Ocean Dynamics*, 55, pp. 458-475.
- Gasca, R., 2009. Diversity of Hyperiid Amphipods (Crustacea: Peracarida) in the Western Caribbean Sea: News from the Deep. *Zoological Studies*, 48(1), pp. 63–70.

- Gasca, R., 2003. Hyperiid amphipods (Crustacea: Peracarida) and spring mesoscale features in the Gulf of Mexico. *Marine Ecology*, 24(4), pp. 303-317.
- Gasca, R. y Shih, C-T., 2003. Hyperiid amphipods of Banco Chinchorro. *Bulletin of Marine Science*, 73(1), pp. 91-98.
- Gasca, R. y Shih, C-T., 2001. Hyperiid amphipods from Surface waters of the western Caribbean Sea (1991). *Crustaceana*, 74(5), pp. 489-499.
- Gasca, R. y Suárez-Morales, E., 2004. Distribution and Abundance of Hyperiid Amphipods (Crustacea: Peracarida) of the Mexican Caribbean Sea, (August 1986). *Caribbean Journal of Science*, 40(1), pp. 23–30.
- Gasca, R. y Franco-Gordo, C., 2008. Hyperiid amphipods (Peracarida) from Banderas Bay, Mexican tropical Pacific. *Crustaceana*, 81(5), pp. 563-575.
- Gasca, R., Manzanilla, H. y Suárez-Morales, E. 2009. Distribution of hyperiid amphipods (Crustacea) of the southern Gulf of Mexico, summer and winter, 1991. *Journal of Plankton Research*, 31(12), pp. 1493-1504.
- Gordon, A. L., 1967. Circulation of the Caribbean Sea. *Journal of Geophysical Research*, 72(24), pp. 6207- 6223.
- Johns, W. E., Townsend T. L., Fratantoni, D. M., y Wilson W. D., 2002. On the Atlantic inflow to the Caribbean Sea. *Deep-Sea Research I*, 49, pp. 211–243.
- Jurry, M.R., 2011. Environmental Influences on Caribbean Fish Catch. *International Journal of Oceanography*, pp. 1-11.
- Lavaniegos, B. E. y Hereu, C. M., 2009. Seasonal variation in hyperiid amphipod abundance and diversity and influence of mesoscale structures off Baja California, Marine Ecology Progress Series, 394, pp. 137-152.
- Lavaniegos, B. E. y Ohman, M. D., 1999. Hyperiid amphipods as indicators of climate change in the California current. Proceedings of the Fourth International Crustaceans Congress. *Crustaceans and the Biodiversity Crisis*, pp. 389-509.

- Laval, P., 1980. Hyperiid amphipods as crustacean parasitoids associated with gelatinous zooplankton *Oceanography and Marine Biology, Annual Review*, pp. 18, 11–56.
- Lin, Y., Sheng J., Greatbatch R.J., 2012. A numerical study of the circulation and monthly-to-seasonal variability in the Caribbean Sea: the role of Caribbean eddies. *Ocean Dynamics*, 62, pp. 193-211.
- Longhurst, A. R., 2007. The Atlantic Ocean. *En* A. R. Longhurst. *Ecological geography of the sea*. Segunda edición. Elsevier. USA. pp. 131-273
- Muhling, B. A., Smith, R. H, Vásquez–Yeomans, L., Lamkin, J. T., Johns E. M., Carrillo, L., Sosa-Cordero, E., and Malca, E., 2013. Larval fish assemblages and mesoscale oceanographic structure along the Mesoamerican Barrier Reef System. *Fisheries Oceanography*, 22, pp. 409–428.
- Parra-Flores, A. M., 2008. Distribución espacial y composición de la comunidad de pterópodos (Mollusca: Gastropoda: Thecosomata) en el Caribe de México y Belice. [Tesis de maestría] El Colegio de la Frontera Sur. pp. 86.
- Pérez-Santos, I., Schneider, W., 2011. Oceanografía de la Cuenca de Yucatán, Mar Caribe. Editorial Académica Española, pp. 148.
- Répelin, R., 1978. Les amphipodes pélagiques du Pacifique occidental et central: biologie, écologie et relations trophiques avec la faune ichtyologique. *Travaux et Documents de l'ORSTOM*, 86, p. 329.
- Shih, C.-T. 1991. Description of two new species of *Phronima* Latreille, 1802 (Amphipoda: Hyperiidea) with a key to all species of the genus. *Journal of Crustacean Biology*. 11: 322-335.
- Shih C.-T y Hendrycks, E.A. 2003. A new species and new records of the genus *Vibilia* Milne Edwards, 1830 (Amphipoda: Hyperiidea: Vibiliidae) occurring in the eastern Pacific Ocean. *Journal of Natural History*, 37:3, 253-296
- Shulenberger, E., 1978. Vertical distribution, diurnal migrations, and sampling problems of hyperiid amphipods in the North Pacific central gyre. *Deep-Sea Research*, 25, pp. 605-623.

- Stuck, K. C., Perry, H. M. y Fish, A. G., 1980. New records of Hyperiiidea (Crustacea: Amphipoda) from the north central Gulf of Mexico. *Gulf Research Reports*, 6(4), pp. 359-370.
- Vinogradov, M. E., Volkov, A. F. y Semenova, T. N., 1996. *Hyperiid amphipods (Amphipoda, Hyperiiidea) of the world oceans*. Science Publishers Inc. Lebanon, USA.
- Zeidler, W. .2016. A review of the families and genera of the superfamily PLATYSCELOIDEA Bowman & Gruner, 1973 (Crustacea: Amphipoda: Hyperiiidea), together with keys to the families, genera and species. *Zootaxa* 4192(1):1-136.
- Zeidler, W. 2009. A review of the hyperiidean amphipod superfamily Lanceoloidea Browman & Gruner, 1973 (Crustacea: Amphipoda: Hyperiiidea). *Zootaxa* 2000: 1-117
- Zeidler, W. 2006. A review of the hyperiidean amphipod superfamily Archaeoscinoidea Vinogradov, Volkov and Semenova, 1982 (Crustacea: Amphipoda: Hyperiiidea). *Zootaxa* 1125: 1-37.
- Zeidler, W. 2004a. A review of the hyperiidean amphipod superfamily Lycaepsoidea Bowman and Gruner, 1973 (Crustacea: Amphipoda: Hyperiiidea). *Zootaxa* 520: 1-184.
- Zeidler, W. 2004b. A review of the families and genera of the hyperiidean amphipod superfamily Phronimoidea Bowman and Gruner, 1973 (Crustacea: Amphipoda: Hyperiiidea). *Zootaxa* 567: 1-66.
- Zeidler, W. 2003. A review of the hyperiidean amphipod superfamily Vibilioidea Bowman and Gruner, 1973 (Crustacea: Amphipoda: Hyperiiidea). *Zootaxa* 280: 1-104.
- Zeidler, W. 1999. Review of the hyperiidean amphipod genus *Oxycephalus* Milne-Edwards (Crustacea: Amphipoda: Hyperiiidea: Oxycephalidae). *Inv. Taxon.* 13: 391-424.
- Zeidler, W., 1992a. A new species of pelagic amphipod of the genus *Lestrignonus* (Crustacea: Amphipoda: Hyperiiidea: Hyperiididae) from eastern Australia. *Journal of Plankton Research* 14: 1383-1396.

Zeidler, W., 1992b. Hyperiid amphipods (Crustacea: Amphipoda: Hyperiidea) collected recently from eastern Australian waters. *Records of the Australian Museum* 44: 85-133.

Zeidler, W., 1990. Pelagic amphipods, infraorder Physosomata (Crustacea: Amphipoda: Hyperiidea) from the CSK International Zooplankton Collection (western North Pacific) with the description of four new species of *Scina*. *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory* 34: 167-200.

ANEXOS

Anexo 1. Anfípodos hiperídeos del GG0701.



Brachyscelus rapacoides



Platyscelus serratulus; hembra con cría



Lestrigonus bengalensis; dos machos y una hembra.



Streetsia steenstrupi



Phronima dunbari



Amphytirus bispinosus

Anexo 2. Lista y clasificación de especies de anfípodos presentes
durante el Crucero Gordon Gunter 2007.

Clase Crustacea

Subclase Malacostraca

Superorden Peracarida

Orden Amphipoda

Suborden Hyperiidea Milne Edwards, 1830

Infraorden Physosomata Pirlot, 1929

Superfamilia Archaeoscinoidea Vinogradov, Volkov & Semenova,
1982

Familia Archaeoscinidae Stebbing, 1904

Archaeoscina Stebbing, 1904

Archaeoscina steenstrupi (Bovallius, 1885)

A. stebbingi Woltereck, 1909

A. danae Zeidler 2006

Paralanceola K.H. Barnard, 1930

Paralanceola anomala K.H. Barnard, 1930

P. olesenii Zeidler, 2006

P. wolfii Zeidler, 2006

Superfamilia Scinoidea Stebbing, 1888

Familia Scinidae Stebbing, 1888

Scina Prestandrea, 1833

Scina crassicornis (Fabricius, 1775)

S. curvidactyla Chevreux, 1914

S. langhansi Wagler, 1926

S. borealis (G.O. Sars, 1882)

S. parasetigera Zeidler, 1990

S. pacifica (Bovallius, 1887)

Scina spp.

Acanthoscina Vosseler, 1900

Acanthoscina acanthodes (Stebbing, 1895)

Superfamilia Lanceoloidea Bovallius, 1887

Familia Lanceolidae Bovallius, 1887

L. loveni Bovallius, 1885

Infraorden Physocephalata Bowman & Gruner, 1973

Superfamilia Vibilioidea Dana, 1852

Familia Vibiliidae Dana, 1852

Vibilia Milne-Edwards, 1830

V. antarctica Stebbing, 1888

V. australis Stebbing, 1888

V. gibbosa Bovallius, 1887

V. stebbingi Behning and Woltereck, 1912

V. viatrix Bovallius, 1887
Vibilia spp.

Familia Paraphronimidae Bovallius, 1887
Paraphronima Claus, 1879
Paraphronima gracilis Claus, 1879

Superfamilia Phronimoidea Rafinesque, 1815

Familia Phronimidae Rafinesque, 1815
Phronima Latreille, 1802
Phronima sedentaria (Forskål, 1775)
Ph. atlantica Guérin-Méneville, 1836
P. solitaria Guérin-Méneville, 1844
P. stebbingi Vosseler, 1901
P. colletti Bovallius, 1887
P. pacifica Streets, 1877
P. bowmani Shih, 1991
P. dunbari Shih, 1991
Phronima spp.
Phronimella Claus, 1871
Phronimella elongata (Claus, 1862)

Familia Phrosinidae Dana, 1852
Phrosina Risso, 1822
Phrosina semilunata Risso, 1822
Anchylomera Milne-Edwards, 1830
Anchylomera blossevillei Milne-Edwards, 1830
Primno Guérin-Méneville, 1836
Primno spp.

Familia Lestrigonidae Zeidler, 2004
Lestrigonus Milne-Edwards, 1830
L. bengalensis Giles, 1887
Lestrigonus schizogeneios (Stebbing, 1888)
L. latissimus (Bovallius, 1889)
L. macrophthalmus (Vosseler, 1901)
Lestrigonus spp.
Phronimopsis Claus, 1879
Phronimopsis spinifera Claus, 1879
Themistella Bovallius, 1887
Themistella fusca (Dana, 1852)
Hyperioides Chevreux, 1900
Hyperioides longipes Chevreux, 1900
Hyperietta Bowman, 1973
H. vosseleri (Stebbing, 1904)
H. stephensi Bowman, 1973

Familia Dairellidae Bovallius, 1887
Dairella Bovallius, 1887
Dairella californica (Bovallius, 1885)

Superfamilia Lycaeopsoidea Chevreux, 1913

Familia Lycaeopsidae Chevreux, 1913
Lycaeopsis Claus, 1879
Lycaeopsis themistoides Claus, 1879
L. zamboangae (Stebbing, 1888)
Lycaeopsis spp.

Superfamilia Platysceloidea Spence Bate, 1862

Family Eupronoidae Zeidler, 2016

Eupronoe Claues, 1879
Eupronoe maculata Claus, 1879
E. minuta Claus, 1879
E. laticarpa Stephensen, 1925
E. intermedia Stebbing, 1888
Eupronoe spp.
Parapronoe Claus, 1879
Parapronoe crustulum Claus, 1879
P. parva Claus, 1879
Parapronoe spp.

Family Amphithyridae Zeidler, 2016

Paralycaea Claus, 1879
Paralycaea gracilis Claus, 1879
Amphithyrus Claus, 1879
Amphithyrus bispinosus Claus, 1879
A. muratus Volkov, 1982
A. glaber Spandl, 1924
A. sculpturatus Claus, 1879
Amphithyrus spp.

Familia Brachyscelidae Stephensen, 1923

Brachyscelus Bate, 1861
Brachyscelus crusulum Bate, 1861
B. globiceps (Claus, 1879)
B. rapax (Claus, 1879)
B. rapacoides Stephensen, 1925
Brachyscelus spp.

Familia Lycaeidae Claus, 1879

Lycaea Dana, 1852
Lycaea pulex Marion, 1874
L. serrata Claus, 1879
L. vincentii Stebbing, 1888
L. bajensis Shoemaker, 1925
L. bovalloides Stephensen, 1925
L. bovalli Chevreux, 1900
L. gracilis
Lycaea spp.
Symorhynchotus Stebbing, 1888
Simorhynchotus antennarius (Claus, 1871)

Familia Oxycephalidae Bate, 1861

Oxycephalus Milne-Edwards, 1830
Oxycephalus piscator Milne-Edwards, 1830
O. clausi Bovallius, 1887
Oxycephalus spp.
Rhabdosoma White, 1847
Rhabdosoma whitei Bate, 1862
R. minor Fage, 1954
Rhabdosoma spp.
Leptocotis Streets, 1877
Leptocotis tenuirostris (Claus, 1871)
Glossocephalus sp.
Streetsia Stebbing, 1888
Streetsia steenstrupi (Bovallius, 1887)
S. porcella (Claus, 1879)
S. mindanaonis Stebbing, 1888
Streetsia spp.

Cranocephalus Bovallius, 1890
Cranocephalus scleroticus (Streets, 1878)

Familia Platyscelidae Bate, 1862
Platyscelus Spence Bate, 1861
Platyscelus serratulus Stebbing, 1888
P. crustulatus (Claus, 1879)
Platyscelus spp.
Hemityphis Claus, 1879
Hemityphis tenuimanus Claus, 1879
Paratyphis Claus, 1879
Paratyphis maculatus Claus, 1879
P. parvus Claus, 1887
P. spinosus Spandl, 1924
P. promontorii Stebbing, 1888
Paratyphis spp.
Tetrathyrus Claus, 1879
Tetrathyrus forcipatus Claus, 1879

Familia Parascelidae Bovallius, 1887
Parascelus Claus, 1879
P. edwardsii Claus, 1879
Thyropus Dana, 1852
Thyropus sphaeroma (Claus, 1879)

Anexo 3. Abundancia abundancia relativa y promedios de las especies para cada estrato de profundidad.

Especie	Abundancia Relativa %	Promedios				Desviaciones estándar			
		25 m	50 m	75 m	100 m	25 m	50 m	75 m	100 m
<i>Lestrignonus bengalensis</i>	36.20	118	42	31	21	110.69	22.6	22.6	24.12
<i>Brachyscelus cruscolum</i>	10.74	25	15	12	10	34.2	15.28	15.28	11.08
<i>Brachyscelus</i> spp.	9.47	27	12	10	7	43.44	19.44	19.44	11.82
<i>Eupronoe intermedia</i>	8.27	9	14	13	11	13.86	10.78	10.78	11.12
<i>Hyperietta vosseleri</i>	7.58	11	8	14	12	20.12	20.93	20.93	13.54
<i>Paratyphis parvus</i>	4.52	9	5	8	5	12.39	9.8	9.8	7.11
<i>Lestrignonus</i> spp.	2.28	8	3	1	1	37.72	4.87	4.87	4.6
<i>Lycaeopsis zamboangae</i>	2.19	4	4	3	2	6.57	3.12	3.12	2.89
<i>Thyropus sphaeroma</i>	1.98	4	1	4	3	7.35	5.62	5.62	6.26
<i>Eupronoe</i> spp.	1.91	5	3	3	1	10.33	6.37	6.37	2.78
<i>Platyscelus serratulus</i>	1.68	2	3	2	2	3.34	3.44	3.44	2.98
<i>Hyperietta stephensi</i>	1.53	0	1	4	4	0.79	4.63	4.63	3.87
<i>Tetrathyrus forcipatus</i>	1.21	4	1	2	1	5.37	2.87	2.87	2.06
<i>Lestrignonus schizogeneios</i>	1.09	3	2	1	1	4.67	1.66	1.66	2.07
<i>Lycaeopsis themistoides</i>	0.89	2	1	1	1	4.42	1.99	1.99	2.85
<i>Parathyphys promontori</i>	0.83	2	1	1	1	2.14	1.66	1.66	1.48
<i>Platyscelus crustulatus</i>	0.62	1	1	1	1	1.87	1.61	1.61	1.5
<i>Phronima</i> spp.	0.52	1	1	1	1	1.47	1.62	1.62	2.08
<i>Lestrignonus macrophthalmus</i>	0.44	1	1	0	0	2.45	1.03	1.03	0.72
<i>Streetsia porcella</i>	0.42	1	1	0	0	1.2	1.02	1.02	0.77
<i>Amphytyrus bispinosus</i>	0.36	1	1	1	0	1.41	1.48	1.48	0.8
<i>Anchylomera blossevilei</i>	0.33	1	0	0	0	2.26	1.03	1.03	1.23
<i>Brachyscelus rapacoides</i>	0.33	0	1	0	1	0.72	0.84	0.84	1.63
<i>Simorhynchotus antenarius</i>	0.30	1	0	0	0	2.08	0.42	0.42	0.38
<i>Lestrignonus latissimus</i>	0.25	1	0	0	0	1.15	0.94	0.94	0.76
<i>Lycaea bovallioides</i>	0.23	0	0	0	0	1.12	0.89	0.89	0.81
<i>Parascelus edwardsi</i>	0.21	0	0	0	0	1.06	0.65	0.65	0.66
<i>Themistella fusca</i>	0.20	1	0	0	0	1.07	0.49	0.49	0.41
<i>Hemityphis tenuimanus</i>	0.18	0	0	0	0	0.44	1.14	1.14	0.93
<i>Phronimopsis spinifera</i>	0.18	0	0	0	1	0.18	0.71	0.71	1.86
<i>Lycaea</i> spp.	0.17	0	0	0	0	0.91	0.5	0.5	0.51
<i>Amphytyrus</i> spp.	0.17	0	0	0	0	0.77	0.95	0.95	0.74
<i>Hyperioides longipes</i>	0.16	0	0	0	1	0	0.57	0.57	1.97
<i>Eupronoe minuta</i>	0.16	0	0	0	1	0	1.55	1.55	1.48
<i>Oxycephalus clausi</i>	0.15	0	0	0	0	1.12	0.62	0.62	0.4
<i>Brachyscelus rapax</i>	0.14	0	0	0	0	0.86	1.05	1.05	0.2
<i>Scina</i> spp.	0.14	0	0	0	1	0	1.04	1.04	2.05

<i>Phronima pacifica</i>	0.12	0	0	0	0	0.87	0.81	0.81	0.7
<i>Streetsia steenstrupi</i>	0.12	0	0	0	0	0.53	0.48	0.48	0.79
<i>Phrosina semilunata</i>	0.10	0	0	0	0	0.54	0.45	0.45	1.25
<i>Amphityrus sculpturatus</i>	0.10	0	0	0	0	0.53	0.64	0.64	0.68
<i>Primno</i> spp.	0.09	0	0	0	0	0.17	0.68	0.68	1.72
<i>Amphityrus glaber</i>	0.09	0	0	0	0	0.4	0.92	0.92	0.47
<i>Paraproneo parva</i>	0.08	0	0	0	0	0.6	0.37	0.37	0.22
<i>Paraproneo crustulum</i>	0.08	0	0	0	0	2.98	0	0	0.19
<i>Scina curvidactila</i>	0.07	0	0	0	0	0	0.17	0.17	1.58
<i>Lycaeopsis</i> spp.	0.07	0	0	0	0	1.51	0.2	0.2	0.42
<i>Phronimella elongata</i>	0.07	0	0	0	0	0.17	0.58	0.58	1.16
<i>Vibilia viatrix</i>	0.06	0	0	0	0	1	0.27	0.27	0.24
<i>Lycaea pulex</i>	0.05	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0.34
<i>Phrinima bowmani</i>	0.05	0	0	0	0	0.27	0.37	0.37	0.39
<i>Paratyphis</i> spp.	0.05	0	0	0	0	0.27	0.38	0.38	0.4
<i>Streetsia</i> spp.	0.05	0	0	0	0	0	0.37	0.37	0.34
<i>Oxycephalus</i> spp.	0.04	0	0	0	0	0.4	0.29	0.29	0.33
<i>Phronima atlantica</i>	0.04	0	0	0	0	0	0.83	0.83	0.55
<i>Scina crassicornis</i>	0.04	0	0	0	0	0.27	0.48	0.48	0.33
<i>Rhabdosoma whitei</i>	0.03	0	0	0	0	0.34	0.2	0.2	0.19
<i>A. muratus</i>	0.03	0	0	0	0	0.8	0	0	0
<i>Parathyphis spinosus</i>	0.03	0	0	0	0	0.32	0.25	0.25	0.46
<i>O. piscator</i>	0.03	0	0	0	0	0.34	0	0	0.33
<i>Lycaea vincentii</i>	0.03	0	0	0	0	0.28	0.33	0.33	0
<i>Phronima sedentaria</i>	0.03	0	0	0	0	0.5	0	0	0.24
<i>Rhabdosoma</i> spp.	0.03	0	0	0	0	0.25	0.2	0.2	0.22
<i>Vibilia stebbingi</i>	0.03	0	0	0	0	0.37	0.27	0.27	0
<i>Phronima colleti</i>	0.02	0	0	0	0	0.54	0.21	0.21	0.27
<i>Brachyscelus globiceps</i>	0.02	0	0	0	0	0.34	0	0	0.21
<i>Paratyphis spinosus</i>	0.02	0	0	0	0	0.18	0.25	0.25	0.23
<i>Phronima stebbingi</i>	0.02	0	0	0	0	0.39	0.27	0.27	0
<i>Lycaea bajensis</i>	0.02	0	0	0	0	0.27	0	0	0.28
<i>Paraphronima gracilis</i>	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0.54
<i>Paraproneo</i> spp.	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Streetsia mindanaonis</i>	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0.33
<i>Eupronoe laticarpa</i>	0.02	0	0	0	0	0	0.31	0.31	0.2
<i>Eupronoe maculata</i>	0.02	0	0	0	0	0.23	0.32	0.32	0
<i>Lycaea bovalli</i>	0.02	0	0	0	0	0.24	0	0	0.23
<i>Scina borealis</i>	0.02	0	0	0	0	0	0.34	0.34	0.29
<i>Vibilia</i> spp.	0.01	0	0	0	0	0	0.23	0.23	0.32
<i>Platyscelus</i> spp.	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.26
<i>Paralycaea gracilis</i>	0.01	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.29
<i>Phronima solitaria</i>	0.01	0	0	0	0	0.27	0.21	0.21	0

<i>Phronima dunbari</i>	0.01	0	0	0	0	0	0.22	0.22	0
<i>Glossocephalus</i> sp.	0.01	0	0	0	0	0.34	0	0	0
<i>Acantoscina acantoides</i>	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.27
<i>Lanceola loveni</i>	0.01	0	0	0	0	0.27	0	0	0
<i>Scina langhansi</i>	0.01	0	0	0	0	0	0.27	0.27	0
<i>Dairella californica</i>	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.26
<i>Cranoecephalus scleroticus</i>	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vibilia australis</i>	0.01	0	0	0	0	0.24	0	0	0
<i>Lycaea serrata</i>	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.24
<i>Lycaea gracilis</i>	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.24
<i>Pseudolycaea pachypoda</i>	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.24
<i>Scina pacifica</i>	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.23
<i>Vibilia antarctica</i>	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.22
<i>Vibilia gibbossa</i>	0.01	0	0	0	0	0	0.22	0.22	0
<i>Hemiscelus</i> sp.	0.01	0	0	0	0	0.22	0	0	0
<i>Vibilia thurstoni</i>	0.01	0	0	0	0	0	0.21	0.21	0
<i>R. minor</i>	0.00	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0
<i>Scina parasetigera</i>	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0.2
<i>Paratyphis maculatus</i>	0.00	0	0	0	0	0.18	0	0	0
Total	100	242	122	113	90				

Anexo 4. Datos ecológicos de la comunidad de anfípodos por estación y estratos de profundidad.

Estación	Profundidad		S	N	d	J'	H'(loge)	1-Lambda'
	metros							
1	25		4	57	0.7418	0.4972	0.6893	0.3558
2	25		12	124	2.284	0.7343	1.825	0.7865
7	25		8	93	1.544	0.5843	1.215	0.5479
10	25		13	149	2.398	0.5614	1.44	0.5825
13	25		9	238	1.462	0.6448	1.417	0.7043
16	25		15	54	3.508	0.8876	2.404	0.8889
18	25		9	135	1.63	0.4167	0.9156	0.374
19	25		7	206	1.127	0.7355	1.431	0.6862
20	25		14	242	2.369	0.7126	1.881	0.7654
21	25		9	20	2.68	0.9534	2.095	0.907
22	25		18	232	3.122	0.6714	1.941	0.7756
25	25		7	192	1.141	0.1816	0.3533	0.1257
27	25		16	852	2.223	0.4595	1.274	0.607
29	25		13	91	2.658	0.8187	2.1	0.8356
31	25		18	215	3.165	0.7722	2.232	0.8229
32	25		5	103	0.8629	0.3669	0.5906	0.2648
34	25		17	337	2.749	0.4992	1.414	0.5639

36	25	21	474	3.246	0.4995	1.521	0.5898
37	25	19	326	3.111	0.7242	2.132	0.8282
38	25	17	193	3.041	0.4838	1.371	0.5131
39	25	1	1	0	****	0	0
40	25	18	614	2.648	0.5633	1.628	0.7395
41	25	22	237	3.841	0.8215	2.539	0.8915
43	25	5	12	1.629	0.9463	1.523	0.8372
45	25	10	278	1.599	0.427	0.9831	0.4269
46	25	12	105	2.363	0.5852	1.454	0.6183
49	25	17	412	2.657	0.765	2.167	0.8545
52	25	12	228	2.026	0.4985	1.239	0.493
53	25	18	245	3.09	0.7241	2.093	0.8301
54	25	16	374	2.532	0.4133	1.146	0.4306
55	25	18	146	3.413	0.8146	2.354	0.8623
56	25	24	915	3.373	0.5208	1.655	0.6396
57	25	21	409	3.326	0.5888	1.793	0.7426
58	25	16	303	2.626	0.6139	1.702	0.7198
62	25	17	236	2.928	0.6437	1.824	0.724
63	25	19	289	3.177	0.4927	1.451	0.5725
65	25	18	399	2.838	0.3124	0.9031	0.3222
68	25	9	308	1.396	0.2324	0.5107	0.1878
70	25	13	200	2.266	0.6665	1.709	0.7563
71	25	16	110	3.189	0.7547	2.092	0.8008
72	25	18	241	3.099	0.5585	1.614	0.6202
73	25	9	235	1.465	0.5882	1.292	0.6224
74	25	18	302	2.977	0.4931	1.425	0.6352
75	25	17	340	2.745	0.5969	1.691	0.6696
77	25	16	257	2.703	0.6813	1.889	0.7802
78	25	12	120	2.297	0.7722	1.919	0.7724
79	25	11	75	2.314	0.8777	2.105	0.8597
81	25	4	11	1.233	0.8962	1.242	0.7308
82	25	27	363	4.41	0.7042	2.321	0.8324
83	25	20	429	3.134	0.7124	2.134	0.8482
86	25	8	173	1.358	0.2664	0.5539	0.2152
90	25	9	116	1.682	0.7389	1.623	0.7503
1	50	12	70	2.586	0.8653	2.15	0.8641
2	50	22	94	4.624	0.8819	2.726	0.9195
7	50	8	98	1.528	0.6769	1.407	0.6474
10	50	17	72	3.741	0.7613	2.157	0.8163
13	50	15	270	2.501	0.6684	1.81	0.7513
16	50	16	215	2.792	0.694	1.924	0.7821
18	50	22	199	3.967	0.6481	2.003	0.7241
19	50	14	190	2.477	0.7282	1.922	0.7753

20	50	9	108	1.708	0.7321	1.609	0.7204
21	50	15	169	2.73	0.6391	1.731	0.7185
22	50	14	156	2.575	0.7637	2.015	0.79
25	50	14	113	2.748	0.7851	2.072	0.8122
27	50	7	27	1.813	0.889	1.73	0.8155
29	50	12	45	2.89	0.9282	2.306	0.9048
31	50	20	158	3.755	0.7833	2.347	0.8712
32	50	13	141	2.425	0.7476	1.918	0.7691
34	50	12	208	2.061	0.5339	1.327	0.5862
36	50	11	56	2.485	0.7668	1.839	0.7616
37	50	14	104	2.798	0.8366	2.208	0.8615
38	50	3	6	1.121	1	1.099	0.8013
39	50	17	299	2.807	0.4613	1.307	0.5306
40	50	21	166	3.911	0.832	2.533	0.894
41	50	20	141	3.838	0.8241	2.469	0.8781
43	50	18	347	2.907	0.7916	2.288	0.8579
45	50	9	58	1.968	0.7739	1.7	0.7691
46	50	14	187	2.484	0.4497	1.187	0.4501
49	50	19	259	3.238	0.7829	2.305	0.8718
52	50	16	106	3.215	0.7157	1.984	0.7997
53	50	15	340	2.401	0.4538	1.229	0.5081
54	50	14	136	2.648	0.6038	1.594	0.6132
55	50	16	62	3.636	0.9109	2.526	0.9198
56	50	16	102	3.243	0.7841	2.174	0.8598
57	50	16	154	2.979	0.7685	2.131	0.8361
58	50	24	175	4.454	0.7593	2.413	0.8663
62	50	9	77	1.843	0.5524	1.214	0.5154
63	50	10	37	2.486	0.7954	1.832	0.7728
65	50	25	224	4.435	0.7055	2.271	0.8448
68	50	7	20	2	0.9353	1.82	0.8624
70	50	6	27	1.523	0.9567	1.714	0.8404
71	50	10	80	2.051	0.5602	1.29	0.5265
72	50	8	99	1.522	0.5501	1.144	0.5198
73	50	14	221	2.408	0.6784	1.79	0.7589
74	50	17	197	3.029	0.6955	1.971	0.7995
75	50	21	166	3.911	0.7928	2.414	0.8783
77	50	4	16	1.084	0.9183	1.273	0.7377
78	50	7	18	2.063	0.8634	1.68	0.8181
79	50	7	22	1.951	0.8166	1.589	0.7426
81	50	8	67	1.665	0.7816	1.625	0.7609
82	50	16	88	3.347	0.863	2.393	0.8944
83	50	12	66	2.624	0.8983	2.232	0.8893
86	50	9	45	2.108	0.8556	1.88	0.8354

90	50	10	104	1.938	0.5806	1.337	0.5807
1	75	14	80	2.969	0.876	2.312	0.8842
2	75	23	251	3.981	0.7394	2.319	0.8047
7	75	5	37	1.11	0.597	0.9609	0.4696
10	75	7	23	1.917	0.9577	1.864	0.8714
13	75	20	379	3.199	0.7087	2.123	0.8277
16	75	9	83	1.809	0.725	1.593	0.7245
18	75	23	268	3.935	0.7572	2.374	0.8498
19	75	18	178	3.281	0.8596	2.485	0.8913
20	75	12	137	2.236	0.8456	2.101	0.852
21	75	14	189	2.481	0.8056	2.126	0.8424
22	75	15	154	2.78	0.7967	2.158	0.8551
25	75	15	166	2.738	0.7935	2.149	0.8243
27	75	7	53	1.51	0.813	1.582	0.7599
29	75	8	93	1.543	0.8587	1.786	0.8045
31	75	18	105	3.656	0.8832	2.553	0.9079
32	75	26	268	4.473	0.6927	2.257	0.8431
34	75	21	243	3.641	0.6268	1.908	0.7708
36	75	13	66	2.864	0.7891	2.024	0.8204
37	75	12	82	2.499	0.6995	1.738	0.7066
38	75	24	288	4.061	0.7624	2.423	0.8752
39	75	20	301	3.329	0.805	2.412	0.88
40	75	13	134	2.45	0.8268	2.121	0.8492
41	75	11	84	2.256	0.7906	1.896	0.7967
43	75	17	183	3.071	0.8057	2.283	0.8642
45	75	9	111	1.7	0.5424	1.192	0.5206
46	75	11	98	2.179	0.7659	1.837	0.7712
49	75	19	158	3.555	0.7841	2.309	0.8537
52	75	22	167	4.105	0.8428	2.605	0.9002
53	75	18	190	3.239	0.8549	2.471	0.9013
54	75	6	51	1.271	0.6508	1.166	0.5651
55	75	11	130	2.055	0.8685	2.083	0.8549
56	75	15	71	3.283	0.8007	2.168	0.8513
57	75	19	246	3.27	0.6859	2.02	0.7595
58	75	19	139	3.646	0.8378	2.467	0.8917
62	75	7	35	1.694	0.7419	1.444	0.6825
63	75	10	17	3.161	0.9788	2.254	0.9436
65	75	14	106	2.788	0.8553	2.257	0.874
68	75	5	34	1.137	0.7012	1.129	0.5766
70	75	7	44	1.584	0.9478	1.844	0.8492
71	75	8	64	1.684	0.7698	1.601	0.7604
72	75	7	39	1.643	0.8375	1.63	0.7734
73	75	10	51	2.294	0.8718	2.007	0.8467

74	75	19	105	3.87	0.8039	2.367	0.859
75	75	15	100	3.038	0.7732	2.094	0.8091
77	75	8	15	2.566	0.9308	1.936	0.8916
78	75	7	39	1.64	0.7724	1.503	0.7279
79	75	6	21	1.644	0.9335	1.673	0.8332
81	75	11	45	2.62	0.8372	2.008	0.8237
82	75	13	72	2.808	0.7052	1.809	0.7535
83	75	13	59	2.937	0.8729	2.239	0.8779
86	75	8	19	2.367	0.9308	1.936	0.879
90	75	17	91	3.543	0.8293	2.35	0.8708
1	100	17	158	3.162	0.8386	2.376	0.8846
2	100	8	30	2.052	0.852	1.772	0.7997
7	100	11	100	2.169	0.5338	1.28	0.5183
10	100	18	152	3.386	0.8186	2.366	0.871
13	100	14	105	2.795	0.8925	2.355	0.8939
16	100	16	91	3.328	0.843	2.337	0.8821
18	100	14	121	2.71	0.8159	2.153	0.8542
19	100	13	57	2.969	0.8402	2.155	0.8274
20	100	13	135	2.448	0.8183	2.099	0.8476
21	100	17	97	3.5	0.919	2.604	0.917
22	100	18	107	3.637	0.864	2.497	0.9028
25	100	17	78	3.669	0.9248	2.62	0.9254
27	100	3	10	0.8649	0.865	0.9503	0.6215
29	100	12	77	2.532	0.8876	2.206	0.8787
31	100	12	105	2.364	0.7778	1.933	0.8206
32	100	25	142	4.84	0.8162	2.627	0.8986
34	100	14	114	2.745	0.7212	1.903	0.7856
36	100	12	76	2.537	0.7894	1.961	0.8187
37	100	16	105	3.223	0.6113	1.695	0.6488
38	100	11	210	1.87	0.6333	1.519	0.6807
39	100	23	297	3.864	0.7704	2.415	0.8543
40	100	15	46	3.647	0.9407	2.548	0.9273
41	100	14	187	2.484	0.7541	1.99	0.8286
43	100	21	255	3.609	0.6952	2.116	0.8056
45	100	15	45	3.671	0.941	2.548	0.9314
46	100	13	51	3.057	0.8312	2.132	0.8478
49	100	17	144	3.219	0.822	2.329	0.8716
52	100	22	195	3.982	0.8079	2.497	0.8825
53	100	17	120	3.342	0.8237	2.334	0.8698
54	100	7	59	1.469	0.7131	1.388	0.6561
55	100	13	89	2.673	0.7204	1.848	0.7736
56	100	16	116	3.153	0.8391	2.327	0.8795
57	100	16	104	3.227	0.8365	2.319	0.8746

58	100	16	88	3.352	0.8763	2.43	0.8809
62	100	14	105	2.793	0.847	2.235	0.8719
63	100	13	82	2.726	0.8487	2.177	0.8546
65	100	16	53	3.77	0.9318	2.584	0.9275
68	100	9	76	1.848	0.8251	1.813	0.808
70	100	6	43	1.327	0.5316	0.9525	0.4336
71	100	10	58	2.22	0.7214	1.661	0.7346
72	100	8	50	1.793	0.7239	1.505	0.7073
73	100	14	47	3.368	0.8791	2.32	0.8856
74	100	11	44	2.638	0.8429	2.021	0.8392
75	100	6	17	1.751	0.9163	1.642	0.8243
77	100	14	38	3.583	0.8874	2.342	0.891
78	100	6	19	1.684	0.8285	1.484	0.7485
79	100	8	33	1.995	0.8344	1.735	0.7763
81	100	15	54	3.503	0.8479	2.296	0.8695
82	100	8	60	1.708	0.5997	1.247	0.5529
83	100	14	74	3.024	0.8293	2.189	0.8589
86	100	11	97	2.187	0.7102	1.703	0.7372
90	100	15	165	2.741	0.7336	1.987	0.7853



**Vertical distribution patterns of hyperiid amphipods in the
upper 100 m
of the northwestern Caribbean Sea**

Journal:	<i>Marine Biology Research</i>
Manuscript ID	Draft
Manuscript Type:	Original Article
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Domínguez-Nava, Anahí; El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Departamento de Sistemática y Ecología Acuática Gasca, Rebeca; El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Departamento de Sistemática y Ecología Acuática
Keywords:	zooplankton, Hyperiidea, Crustacea, holoplankton, tropical surface water, upwelling

SCHOLARONE™
Manuscripts

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Vertical distribution patterns of hyperiid amphipods in the upper 100 m of the northwestern Caribbean Sea

Anahí Yunuen Domínguez-Nava and Rebeca Gasca

Departamento de Sistemática y Ecología Acuática, El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Chetumal, Av. del Centenario Km. 5.5, Chetumal, Quintana Roo C.P. 77014, Mexico

e-mail Rebeca Gasca: rgasca@ecosur.mx

e-mail Anahí Domínguez: anahydominguez@gmail.com

Corresponding author: Rebeca Gasca Tel. +52(983)8350440 ext. 4325

Aknowledgments

Special thanks to John Lamkin of NOAA, Lourdes Vásquez-Yeomans and Laura Carrillo of ECOSUR for the support in the management of the oceanographic cruises. The sampling program in Mexico was funded by the NOAA "Coral Reef Conservation Program / UM project 517/04 (Monitoring Coral Reef Fish Utilization of MPAs and Recruitment Connectivity between the Florida Keys and Meso-American Reefs)" by which the samples of zooplankton for the realization of this study. Also to Eduardo Suárez Morales, Luis Carrera Parra, David González Solís, Iván Castellanos Osorio, Rosa María Hernández Flores, Leslie Jovana García, Giezi Misraín Yam Poot, José Ángel Cohuo Colli and Selene Morales for their invaluable help. This contribution is part of the thesis requirements of the firs author in the ECOSUR graduate program. Additional support was recieved from CONACYT through a scholarship and ECOSUR.

25 **Vertical distribution patterns of hyperiid amphipods in the upper 100 m**
26 **of the northwestern Caribbean Sea**

27 This work describes for the first time the nictemeral, vertical and horizontal distribution of
28 hyperiid amphipods in the upper 100 m depth of the Northwestern Caribbean Sea. The
29 influence of environmental variables on the amphipod community was also assessed. A
30 total of 208 zooplankton samples were collected during a cruise of the R/V Gordon Gunter
31 (NOAA) (January, 2007) in the western Caribbean. Stations included day and night samples
32 at four depth strata of the upper 100 m. Up to 84 species were identified and quantified. A
33 similitude analysis (ANOSIM) was performed to define if samples are different,
34 considering the four depth strata and time of day (day/night). A Similarity Percentage
35 analysis (SIMPER) was used to identify the species related to the differences among sample
36 groups. Both day/night and selected inter-strata differences were significant, particularly of
37 the surface and deepest strata analyzed, thus indicating active hyperiid small-scale vertical
38 migration patterns above the thermocline. This trend was defined by the behavior of
39 *Lestrigonus bengalensis* and *Brachyscelus crusculum*; both species were most abundant in
40 the surface (0-25) during the day and nighttime but had lower abundances in the deepest
41 layer. The hyperiid species display mixed migratory patterns that may be partially
42 determined by the vertical distribution of the gelatinous zooplankters, their potential hosts.
43 Highest hyperiid abundances appear to be related with local upwelling processes. Our PCA
44 analysis indicated that temperature and density were the main factors explaining the
45 observed variability of environmental parameters in the area. The CAP indicated that
46 temperature and salinity are the most influential parameters in contrasting the biological
47 samples. Stations with higher temperature (mainly uppermost stratum) diverge biologically
48 from those with lower temperature and higher salinity (deeper strata), thus confirming the
49 local polarization of the hyperiid community in these vertical strata.

50 Key words: zooplankton, Hyperiidea, Crustacea, holoplankton, tropical surface water,
51 upwelling

52

53 **Introduction**

54 Hyperidean amphipods are holoplanktonic marine crustaceans belonging to the suborder

55 Hyperiidea, a group currently containing more than 250 described species worldwide

56 (Vinogradov et al., 1996) of which 92 are known to occur in the Caribbean Sea (Gasca, 2009).

57 Hyperiids show particular distribution patterns in response to light; during the night they tend to

58 remain in the surface and during daytime they migrate onto deeper layers (Répelin, 1978). Other

59 species have been related to oceanographic conditions (Répelin, 1978) or water masses

60 (Shulenberger, 1978, Lavaniegos & Ohman, 1999, Lavaniegos & Hereu, 2009). The thermocline

61 also plays an important role in its vertical distribution; for many species it represents a barrier

62 preventing their vertical crossing in the water column (Brusca, 1967; Cornet & Gili, 1993).

63 There are few works on these pelagic crustaceans in tropical Atlantic waters including the

64 western Caribbean Sea, where the knowledge on the species composition and the factors that

65 determine their distribution is still being developed (Stuck et al., 1980; Gasca & Shih, 2001;

66 Gasca, 2003; Gasca et al., 2009). Most of these works include unstratified samples collected in

67 the upper 200 m, thus the vertical distribution remained unknown; there are no previous data on

68 the vertical distribution of hyperiid amphipods in the Northwestern Tropical Atlantic.

69 The water circulation pattern of the Mesoamerican Barrier Reef includes a northern region

70 dominated by the Yucatan Current with a speed that increases from 2.5 to 4 knots when flowing

71 through the Yucatan Channel. The southern region is characterized by weak coastal currents and

72 the cyclonic gyre off the Gulf of Honduras. It should be noted that south of Cozumel Island a

73 submesoscale cyclonic gyre of could be present (Carrillo et al., 2015) and that there is a cyclonic

74 gyre that add variability to the Yucatan current and its adjacent basins (Gordon, 1967; Pérez-

75 Santos & Schneider, 2011; Ezer et al., 2015; Muhling et al., 2013; Carrillo et al., 2015).

76 In this work we intend to describe the hyperiid community of the Tropical Surface Water
77 in the northwest Caribbean Sea based on an unprecedented set of stratified samples of the upper
78 100m. We provide the first data on their vertical migratory patterns, but also on their relationship
79 with the environmental variables herein analyzed (temperature, salinity, density and dissolved
80 oxygen).

81

82 **Material and methods**

83 Zooplankton samples were collected during January 2007 on board of the R/V Gordon Gunter
84 (GG0701) from NOAA. We studied a total of 52 stations in which stratified samplings were
85 carried out during the daytime (6:00 to 18:00 h) and night (18:00 to 6:00 h) (Figure 1). The
86 sampling was carried out with a MOCNESS-1 net system with 1 m² of mouth area and a filtering
87 mesh of 333 µm. Samples were obtained at four depth layers: 25 m (0-25 m), 50 m (25-50 m), 75
88 m (50-75 m) and 100 m (75-100 m) at each station. The MOCNESS net system was equipped
89 with a digital flowmeter; samples were fixed and preserved with 70% ethanol.

90 The identification of most genera followed Vinogradov et al. (1996). Zeidler (2016) was
91 used for Lanceoloidea, Zeidler (2009) for Lycaeopsoidea, Zeidler (2004a) for Phronimoidea and
92 Shih (1991) and Zeidler (2004b) for the Platysceloidea. Complex genera like
93 Lycaea, Scina, Oxycephalus and Vibilia were identified following Harbison & Madin (1976),
94 Zeidler (1999, 1990), Shih & Hendricks (2003), and Zeidler (2003), respectively. The juvenile
95 specimens of the most abundant species/genera are presented as spp.

96 Hyperiid abundances were standardized to 1000 m³. The SURFER 13 program was used
97 to map abundance data (org.1000 / m³). The PRIMER v7 (Clarke & Gorley, 2015) program was

98 used to perform the statistical analyses. In order to know the main environmental variables that
99 influenced the community, as well as the relationship between them and the sampling points, we
100 performed a Principal Component Analysis (PCA). The analysis first estimated the degree of
101 correlation among variables and then the percentage of variance explained. In the PCA graphics,
102 the abundance of the species that together contributed 81% of the relative abundance were
103 overlaid to observe the abundance, depth and environmental patterns. In order to reveal
104 differences between day and nighttime samples and considering the depth layers (25 m, 50 m, 75
105 m and 100 m), a two-way ANOSIM test was performed with the standardized amphipod density
106 data; these were not normalized because abundances varied between 1 and 526 org / 1000m³.
107 Two factors were included: day / night (unordered factor) with two levels: day and night. The
108 second factor was the stratum depth (ordered factor) with four levels: 25 m (range = 0-25 m), 50
109 m (25-50 m), 75 m (50-75 m) and 100 m (75 -100 m). The two-way SIMPER cross analysis was
110 used to observe differences in the contribution of the main species of amphipods considering both
111 their day/ night and depth stratum occurrence. The analysis reveals the species that define each
112 group. Finally, with the program PERMANOVA + (Anderson et al., 2008), a canonical analysis
113 of principal coordinates (CAP) was performed using the biological data matrix and including the
114 aforementioned interaction of factors.

115

116 **Results**

117 *Environmental data*

118 Patterns were observed in the distribution (horizontal and vertical) of both temperature (Figure 2)
119 and density (Figure 3). From 25 to 50 m the Caribbean surface water was present and the

120 upwelling in the northern area (Yucatan channel) was noted; the subtropical Atlantic water mass
121 was detected at depths between 75 and 100 m). Oxygen decreased at deeper layers, with highest
122 concentrations at 25 m and generalized minimum values at 100 m in the surveyed area. The
123 resulting PCA (Figure 4) components were PC1 (influenced by density: -0.513) and PC2
124 (temperature: -0.719); they explained 99.1% of the affinities among samples.

125

126 ***Vertical distribution and nictemeral migration***

127 The most abundant species in the area were *Lestrignus bengalensis* (36.20%), *Brachyscelus*
128 *crusculum* (10.74%), *Brachyscelus* spp. (9.47%), *Eupronoe intermedia* (8.27%) and *Hyperietta*
129 *vosseleri* (7.58%), together they represented 72% of the total hyperiid abundance. The overall
130 average density was higher in the daytime (160 org./1000 m³, total 15,972 org./1000 m³) than in
131 the night (135 org./1000 m³, total 14,599 org./1000 m³) in the surveyed area. As for the depth
132 strata analyzed, it was observed that the average densities showed a generalized pattern of
133 abundance decrease with respect to depth both in day and night samples (Figure 5). In the
134 uppermost (0-25 m) and deepest (75-100 m) strata the abundances were greater at night than in
135 the day, this pattern was the opposite in the other strata.

136 The most abundant species presented a well-defined vertical distribution pattern (Figure
137 6). *Lestrignus bengalensis* consistently decreased its abundance from the surface (0-25 m) to
138 100 m both in day and night samples. *Brachyscelus crusculum* had slightly higher abundances
139 during the night but also with decreasing abundances at higher depths. *Lycaeopsis zamboangae*
140 showed a nocturnal pattern; its abundance increased in the uppermost layer at night, but its
141 presence was uniform during the daytime in all the strata. On the other hand, *Lestrignus* spp.
142 presented an opposite pattern to the previous sediment, being more abundant during the day in

143 the stratum 0-25 m, but with constant presence in the other strata during the night. *Eupronoe*
144 *intermedia* showed lower surface abundances that increased with depth. It was more abundant
145 during the day than during at night in all the strata; its greatest abundances occurred in the
146 intermediate strata during the day. *Hyperietta vosseleri* and *P. parvus* show a marked migration
147 towards the upper strata during the night and towards the lower strata during the day. Overall,
148 hyperiids displayed mixed migratory patterns: 1) day and night concentration at upper 25 with
149 weak migration to deeper strata (*L. bengalensis*, *B. cruscolum*, *Brachyscelus* spp.), 2) strong
150 daytime migration to deeper strata (*H. vosseleri*), 3) strong daytime migration to the surface
151 (*Lestrigonus* juveniles), 4) day and night concentration at intermediate strata (*E. intermedia*).

152

153 ***Horizontal distribution***

154 The hyperiid abundances (Figure 7) showed highest values south of Cozumel island, north and
155 south of Banco Chinchorro (BC), and south of Belize. In terms of depth, abundance decreased at
156 higher depths; however, south of Cozumel it remains relatively uniform from the surface to 75 m,
157 while north of BC vertical hyperiid abundances was variable (150 to 916 org./1000 m³ from 0 to
158 100 m). Relatively low densities were recorded in the Gulf of Honduras with respect to the north
159 of BC.

160

161 ***Community analysis***

162 The analysis of similarity (ANOSIM) indicated a level of significance of $p = 0.1$ for both groups
163 (day / night) revealing difference between groups (Table 1). There were also differences ($p = 0.1$)
164 among the following strata: 25 and 50 m, 25 and 75 m, 25 and 100 m, 50 and 100 m, but the
165 strongest difference was between: 25 and 75 and 75-100 m. The uppermost stratum (0-25m) was

166 different from all others, differing markedly from the deepest stratum (75-100m) ($R = 0.463$);
167 there were no differences between the two deepest strata, nor between intermediate strata.

168 The crossed 2-way SIMPER analysis allowed us to detect the species that contributed
169 significantly to the day and night communities in the different depths sampled (Table 2). To carry
170 out this analysis, the species that contributed more than 70% of abundance in the community
171 were taken into account. The amphipod species that contributed significantly to the diurnal (37.2
172 similarity) and nocturnal (39.6 similarity) communities were the same. The amphipod
173 abundances and therefore their contribution in the community were greater during the day; these
174 species were deemed as typical: *L. bengalensis*, *E. intermedia*, *B. crusculum* and *H. vosseleri*.
175 These species were present both in the day and in the night and their individual contribution was
176 uniform; they had only day/night variations.

177 The group day and night group had a dissimilarity average of 64.6% indicating that the
178 diurnal and nocturnal samples are more dissimilar than similar (0% dissimilarity = 100%
179 similarity). The species that contributed most to this dissimilarity were *L. bengalensis* with 1.13
180 and *Brachyscelus crusculum* with 1.12. With respect to the total contribution the main species
181 was *L. bengalensis* (25.2%) followed by *Brachyscelus* spp. (9.6%), *B. crusculum* (9.2%), *H.*
182 *vosseleri* (8.7%), *E. intermedia* (8.5%), *P. parvus* (5.1%), *Thyropus sphaeroma* (3.1%) and
183 *Eupronoe* spp. (2.7%). Our analyses showed dissimilarity between the different strata, those that
184 differed were 100 and 25 m (74.99%), and 75-25 m (71.19%) which meant that these depths were
185 less similar to each other.

186 The same typical species occurred from 100 m to 50 m, but their abundances and
187 contribution to the community varied. Their abundances tend to decrease at deeper layers. At the
188 surface layer (0-25m) *L. bengalensis* (60.85%), *B. crusculum* (8.08%) and *Brachyscelus* spp.

189 (7.61%) occurred abundantly as expected but *H. vosseleri* was not among the main species in the
190 100 to 50 m.

191 The canonical correlation (CAP) graphic shows the species similarity matrix against the
192 environmental variables (Figure 8); the main correlations were with salinity (CAP1,-0.752) and
193 temperature (CAP2, -0.654). The species vectors resulting of multiple partial correlations (> 0.3)
194 with the canonical axes were plotted in Figure 9.

195

196 **DISCUSSION**

197 *Environmental data*

198 Water temperature was the factor that best explained the vertical distribution of organisms, the
199 presence of the Subtropical Subsurface Water mass of the Atlantic above 100 m suggests local
200 conditions of upwelling (Carrillo et al., 2016). The densities of amphipods also varied
201 horizontally, with the highest densities found in the northern region of Banco Chinchorro and
202 south of Cozumel where there were turns in the stream that favored the retention of organisms,
203 but statistical analysis did not show this pattern. The PCA (Figure 4) showed that water density
204 decreased at higher temperatures, and the stratification between the depths of 25 m and 100 m.

205 From the CAP analysis it can be observed that the surface (0-25 m) samples are clearly
206 separated from the deepest layers (75-100 m). Most importantly, salinity and temperature are here
207 revealed as the most influential factors in separating the samples in the surveyed area. Also, some
208 species are revealed as having strong affinities to a given set of conditions (depth), like *L.*
209 *bengalensis* in the uppermost, warmest, less saline layer, whereas *H. stephensi* is related to
210 deeper, colder and saltier conditions.

211

212 ***Vertical distribution patterns of community***

213 In this study the hyperiid amphipods were significantly most abundant during the night in both
214 the 0-25 m and 75-100 m layers; the community structure was stable in all strata but abundances
215 are significantly lower in the deepest stratum (75-100 m). In other studies involving day/ night
216 variations, hyperiids were also most abundant at night but inter-strata abundances did not differ
217 significantly (Cornet and Gili, 1993, Gasca and Shih, 2003, Gasca and Suárez-Morales, 2004,).
218 This pattern resembles that reported by Gasca and Shih (2001) in the Mexican Caribbean; they
219 found highest amphipod densities in the surface layer during the night and *L. bengalensis*, *B.*
220 *crusculum* and *E. intermedia* as the dominant species. In the north Pacific, Shulenberger (1978)
221 reported *L. bengalensis* as having its daytime highest abundances at 0-25 m and speculated that it
222 descends at night, but found no significative differences between day and night samples at that
223 layer. A roughly similar pattern was found in the surveyed area for this species (Figure 3). Also,
224 *H. vosseleri* was found to migrate to the upper 25 m layer at night and it is absent during the day,
225 when they remain at deeper layers. This pattern agrees with our results in the Caribbean (Figure
226 3). *Hyperietta stephensi* showed identical day/ night distributions, and no apparent depth
227 preference in the 0-350 m depth range in the North Pacific (Shulenberger, 1978). In the
228 Caribbean, *H. stephensi* shows a marked preference to occur in the deepest strata at night.
229 Shulenberger (1979) found a group of species that were the most abundant and were captured
230 together in the upper layers; it included *B. crusculum*, *Hyperietta luzoni*, *H. stephensi*, *H.*
231 *vosseleri*, and *L. bengalensis*; they were deemed to have a similar daytime migratory behavior. In
232 our study, the most abundant species presented different migration patterns (Figure 3).

233 The generalized pattern showing an abundance decrease with respect to increasing depth
234 is similar to other reports (Shulenberger, 1978, Cornet and Gili, 1993). In addition, the amphipod
235 densities were higher during the day, thus diverging from the patterns found in other zooplankton
236 groups like pteropod molluscs, siphonophores, and phyllosoma larvae (Parra, 2008, Domínguez-
237 Nava, 2013; Canto et al, 2016) whose abundances were higher at night. Particularly, in the case
238 of siphonophores, symbiotically associated with hyperiid amphipods (Gasca & Browne, 2017),
239 highest densities were found in the uppermost layer (0-25 m) in day and night samples and
240 abundance decreased at higher depth values (Domínguez-Nava, 2013), but were slightly more
241 abundant during the night. Both groups concentrate at night and daytime in the upper 0-25 m and
242 are scarcest in the deepest layer (75-100), a co-occurrence relatable to the biology of these
243 groups. *Lestrigonus* is known to associate with the siphonophore *Diphyes bojani* (Lima &
244 Valentine, 2001), highly abundant in the surveyed area (Domínguez-Nava, 2013); *Brachyscelus*
245 *crusculum* is mainly associated with salps (Madin & Harbison, 1977).

246 There was a significant difference between the diurnal and nocturnal abundances;
247 hyperiid amphipods were more abundant during the day. There were also significant differences
248 between the different depths. The stratum 0-25 m was different from all the others, with a
249 maximum difference with the deepest stratum. The depths of 50-75 and 75-100 meters were
250 similar, but with differences with non-adjacent depths. These intermediate layers seem to be
251 highly dynamic, like passage zones between the most superficial layers and the deepest ones.

252

253 ***Horizontal distribution of community***

254 There are two different conditions that characterize the northern and southern region of the
255 Caribbean Sea (Carrillo et al., 2014, 2017). The first is the presence of a cyclonic gyre south of
256 Cozumel Island and is related to enhanced zooplankton retention and local upwelling (Ezer et al.,
257 2005; Carrillo et al., 2015). Its presence could explain the homogeneous hyperiid densities from
258 the surface to the 75 m in this area (Carrillo et al, 2015). High density of hyperiids at north of
259 Banco Chinchorro could be explained due to the island effect that the Yucatan current makes
260 when passing through BC (Carrillo et al, 2015; 2017). In the southern region, corresponding to
261 the Gulf of Honduras, the relatively low amphipod abundances could result from the influence
262 coastal waters that might not be favorable for the distribution of hyperiids, but were found to be
263 highly favorable for fish larvae (Muhling et al., 2013). In general, the western Caribbean Sea has
264 low retention conditions due to the high current speed, which becomes faster as it flows north
265 into the Yucatan Channel (Muhling et al., 2013); it is possible that these conditions determine the
266 lower hyperiid abundances in the northern sector of the sampling area.

267

268 **References**

269

270 Anderson MJ, Gorley RN, Clarke KR. 2008. PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to software
271 and Statistical Methods. PRIMER-E: Plymouth, UK. 214 pp.

272 Canto GA, Goldstein JS, Sosa-Cordero E, Carrillo L. 2016. Distribution and abundance of
273 *Panulirus* spp. phyllosomas off the Mexican Caribbean coast. Bulletin of Marine Science
274 92(2):207-227.

- 275 Carrillo L, Largier JL, Johns E, Smith R, Lamkin J. 2015. Pathways and upper hydrography in
276 the Mesoamerican Barrier Reef System Part 1: Circulation. *Continental Shelf Research*
277 109:164-176.
- 278 Carrillo L, Largier JL, Johns E, Smith R, Lamkin J. 2016. Pathways and upper hydrography in
279 the Mesoamerican Barrier Reef System: Part 2: Water masses and thermohaline structure.
280 *Continental Shelf Research* 120:164-176.
- 281 Carrillo L, Lamkin J, Johns EM, Vásquez-Yeomans L, Sosa-Corderoa F, Malca E, Smith RH,
282 Gerard T. 2017. Linking oceanographic processes and marine resources in the western
283 Caribbean Sea Large Marine Ecosystem Subarea. *Environmental Development* 22:84-96.
- 284 Clarke KR, Gorley RN. 2015. *PRIMER v7: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E: Plymouth, UK.
285 296 pp.
- 286 Cornet C, Gili JM. 1993. Vertical distribution and daily migrations of amphipods in the northern
287 Benguela in relation to water column stratification. *Deep-Sea Research I* 40:2295-2306.
- 288 Domínguez-Nava AY. 2013. Distribución vertical de los sifonóforos (Cnidaria: Hydrozoa) del
289 Mar Caribe occidental (México-Belice). [Tesis de Licenciatura] Instituto Tecnológico de
290 Chetumal, pp. 86.
- 291 Ezer T, Thattai DV, Kjerfve B, Heyman WD. 2005. On the variability of the flow along the
292 Meso-American Barrier Reef system: a numerical model study of the influence of the
293 Caribbean current and eddies. *Ocean Dynamics* 55:458-475.

- 294 Gasca R. 2003. Hyperiid amphipods (Crustacea: Peracarida) and spring mesoscale features in the
295 Gulf of Mexico. *Marine Ecology* 24(4):303-317.
- 296 Gasca R. 2009. Diversity of Hyperiid Amphipods (Crustacea: Peracarida) in the Western
297 Caribbean Sea: News from the Deep. *Zoological Studies* 48(1):63–70.
- 298 Gasca R, Browne WE. 2017. Symbiotic associations of crustaceans and a pycnogonid with
299 gelatinous zooplankton in the Gulf of California. *Marine Biodiversity*. Published online 11
300 March 11, 2017. DOI 10.1007/s12526-017-0668-5
- 301 Gasca R, Shih C-T. 2001. Hyperiid amphipods from Surface waters of the western Caribbean Sea
302 (1991). *Crustaceana* 74(5):489-499.
- 303 Gasca R, Shih, C-T. 2003. Hyperiid amphipods of Banco Chinchorro. *Bulletin of Marine Science*
304 73(1):91-98.
- 305 Gasca R, Suárez-Morales E. 2004. Distribution and Abundance of Hyperiid Amphipods
306 (Crustacea: Peracarida) of the Mexican Caribbean Sea, (August 1986). *Caribbean Journal*
307 *of Science* 40(1):23–30.
- 308 Gasca R, Franco-Gordo C. 2008. Hyperiid amphipods (Peracarida) from Banderas Bay, Mexican
309 tropical Pacific. *Crustaceana* 81(5):563-575.
- 310 Gasca R, Manzanilla H, Suárez-Morales E. 2009. Distribution of hyperiid amphipods (Crustacea)
311 of the southern Gulf of Mexico, summer and winter, 1991. *Journal of Plankton Research*
312 31(12):1493-1504.

- 313 Lavaniegos BE, Hereu, CM. 2009. Seasonal variation in hyperiid amphipod abundance and
314 diversity and influence of mesoscale structures off Baja California, *Marine Ecology*
315 *Progress Series* 394:137-152.
- 316 Lavaniegos BE, Ohman MD. 1999. Hyperiid amphipods as indicators of climate change in the
317 California current. *Proceedings of the Fourth International Crustaceans Congress.*
318 *Crustaceans and the Biodiversity Crisis*, pp. 389-509.
- 319 Lima MCG, Valentin JL. 2001. Preliminary results to the holistic knowledge of the Amphipoda
320 Hyperiidea faunal composition off the Brazilian coast. *Journal of Plankton Research*
321 23(5):469–480.
- 322 Madin LP, Harbison GR. (1977) The associations of Amphipoda Hyperiidea with gelatinous
323 zooplankton. I. Associations with Salpidae. *Deep-Sea Res* 24:449–463
- 324 Muhling, BA, Smith RH, Vásquez–Yeomans L, Lamkin JT, Johns EM, Carrillo L, Sosa-Cordero
325 E, Malca E. 2013. Larval fish assemblages and mesoscale oceanographic structure along
326 the Mesoamerican Barrier Reef System. *Fisheries Oceanography* 22:409–428.
- 327 Parra-Flores AM. 2008. Distribución espacial y composición de la comunidad de pterópodos
328 (Mollusca: Gastropoda: Thecosomata) en el Caribe de México y Belice. [Tesis de maestría]
329 El Colegio de la Frontera Sur. pp. 86.
- 330 Pérez-Santos I, Schneider W. 2011. *Oceanografía de la Cuenca de Yucatán, Mar Caribe.*
331 Editorial Académica Española, pp. 148.

- 332 Répelin R. 1978. Les amphipodes pélagiques du Pacifique occidental et central: biologie,
333 écologie et relations trophiques avec la faune ichtyologique. Travaux et Documents de
334 l'ORSTOM 86:1-329.
- 335 Shih C.-T. 1991. Description of two new species of *Phronima* Latreille, 1802 (Amphipoda:
336 Hyperiidea) with a key to all species of the genus. *Journal of Crustacean Biology* 11:322-
337 335.
- 338 Shih C.-T Hendrycks EA. 2003. A new species and new records of the genus *Vibilia* Milne
339 Edwards, 1830 (Amphipoda: Hyperiidea: Vibiliidae) occurring in the eastern Pacific
340 Ocean. *Journal of Natural History* 37(3):253-296
- 341 Shulenberger E. 1978. Vertical distribution, diurnal migrations, and sampling problems of
342 hyperiid amphipods in the North Pacific central gyre. *Deep-Sea Research* 25:605-623.
- 343 Shulenberger E. 1979. Distributional pattern and niche separation among North Pacific hyperiid
344 amphipods. *Deep-Sea Research* 26A:293-315.
- 345 Stuck KC, Perry H M, Fish AG. 1980. New records of Hyperiidea (Crustacea: Amphipoda) from
346 the north central Gulf of Mexico. *Gulf Research Reports* 6(4):359-370.
- 347 Vinogradov ME, Volkov AF, Semenova, TN. 1996. Hyperiid amphipods (Amphipoda,
348 Hyperiidea) of the world oceans. Science Publishers Inc. Lebanon, USA.
- 349 Zeidler W. 1990. Pelagic amphipods, infraorder Physosomata (Crustacea: Amphipoda:
350 Hyperiidea) from the CSK International Zooplankton Collection (western North Pacific)
351 with the description of four new species of *Scina*. *Publications of the Seto Marine*
352 *Biological Laboratory* 34:167-200.

- 353 Zeidler W. 1999. Review of the hyperiidean amphipod genus *Oxycephalus* Milne-Edwards
354 (Crustacea: Amphipoda: Hyperiidea: Oxycephalidae). *Invertebrate Taxonomy* 13:391-424.
- 355 Zeidler W. 1992a. A new species of pelagic amphipod of the genus *Lestrigonus* (Crustacea:
356 Amphipoda: Hyperiidea: Hyperiidae) from eastern Australia. *Journal of Plankton Research*
357 14:1383-1396.
- 358 Zeidler W. 1992b. Hyperiid amphipods (Crustacea: Amphipoda: Hyperiidea) collected recently
359 from eastern Australian waters. *Records of the Australian Museum* 44:85-133.
- 360 Zeidler W. 2003. A review of the hyperiidean amphipod superfamily *Vibilioidea* Bowman and
361 Gruner, 1973 (Crustacea: Amphipoda: Hyperiidea). *Zootaxa* 280:1-104.
- 362 Zeidler W. 2004a. A review of the hyperiidean amphipod superfamily *Lycaepsoidea* Bowman
363 and Gruner, 1973 (Crustacea: Amphipoda: Hyperiidea). *Zootaxa* 520:1-184.
- 364 Zeidler W. 2004b. A review of the families and genera of the hyperiidean amphipod superfamily
365 *Phronimoidea* Bowman and Gruner, 1973 (Crustacea: Amphipoda: Hyperiidea). *Zootaxa*
366 567:1-66.
- 367 Zeidler W. 2006. A review of the hyperiidean amphipod superfamily *Archaeoscinoidea*
368 Vinogradov, Volkov and Semenova, 1982 (Crustacea: Amphipoda: Hyperiidea). *Zootaxa*
369 1125:1-112
- 370 Zeidler W. 2009. A review of the hyperiidean amphipod superfamily *Lanceoloidea* Browman &
371 Gruner, 1973 (Crustacea: Amphipoda: Hyperiidea). *Zootaxa* 2000:1-117.

372 Zeidler W. 2016. A review of the families and genera of the superfamily Platysceloidea Bowman
373 & Gruner, 1973 (Crustacea: Amphipoda: Hyperiidia), together with keys to the families,
374 genera and species. Zootaxa 4192(1):1-136.

375

376

377

For Peer Review Only

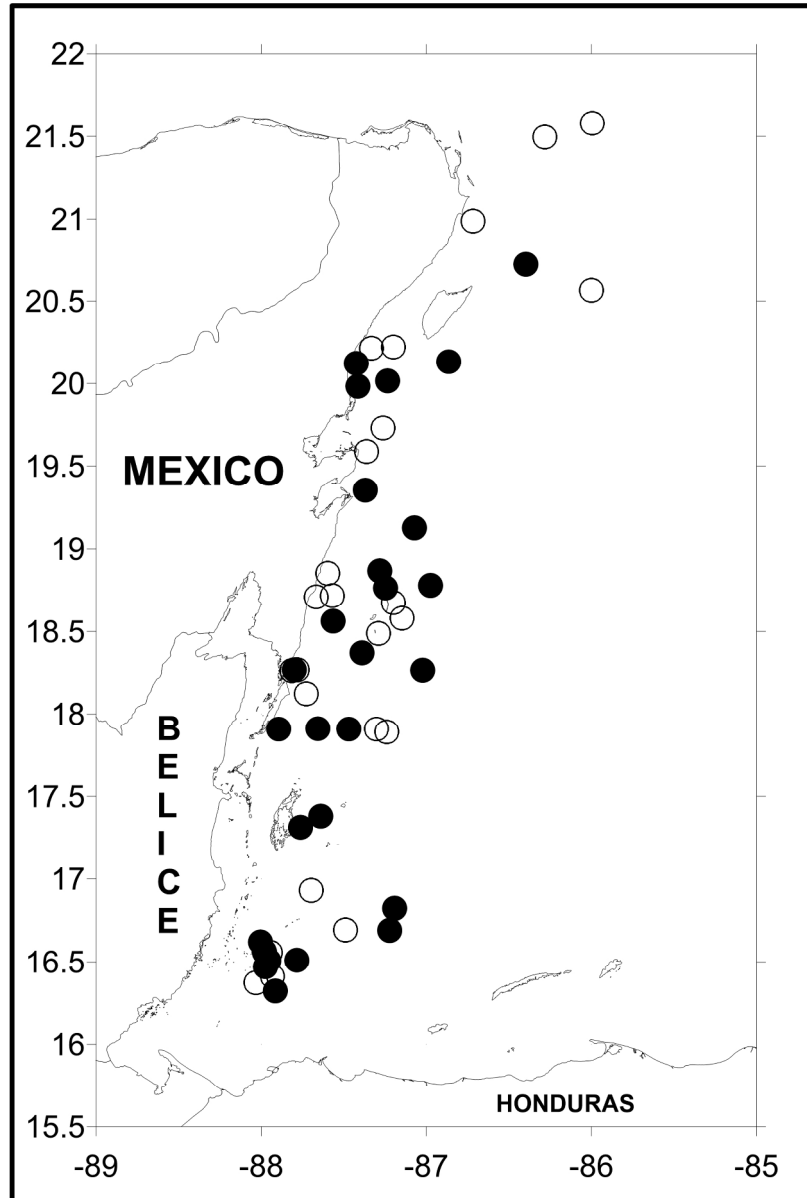


Figure 1. Sampled area of the 2007 Gordon Gunter cruise in the western Caribbean during January 2007. Daytime stations: white circles, night stations: black circles.

167x246mm (299 x 299 DPI)

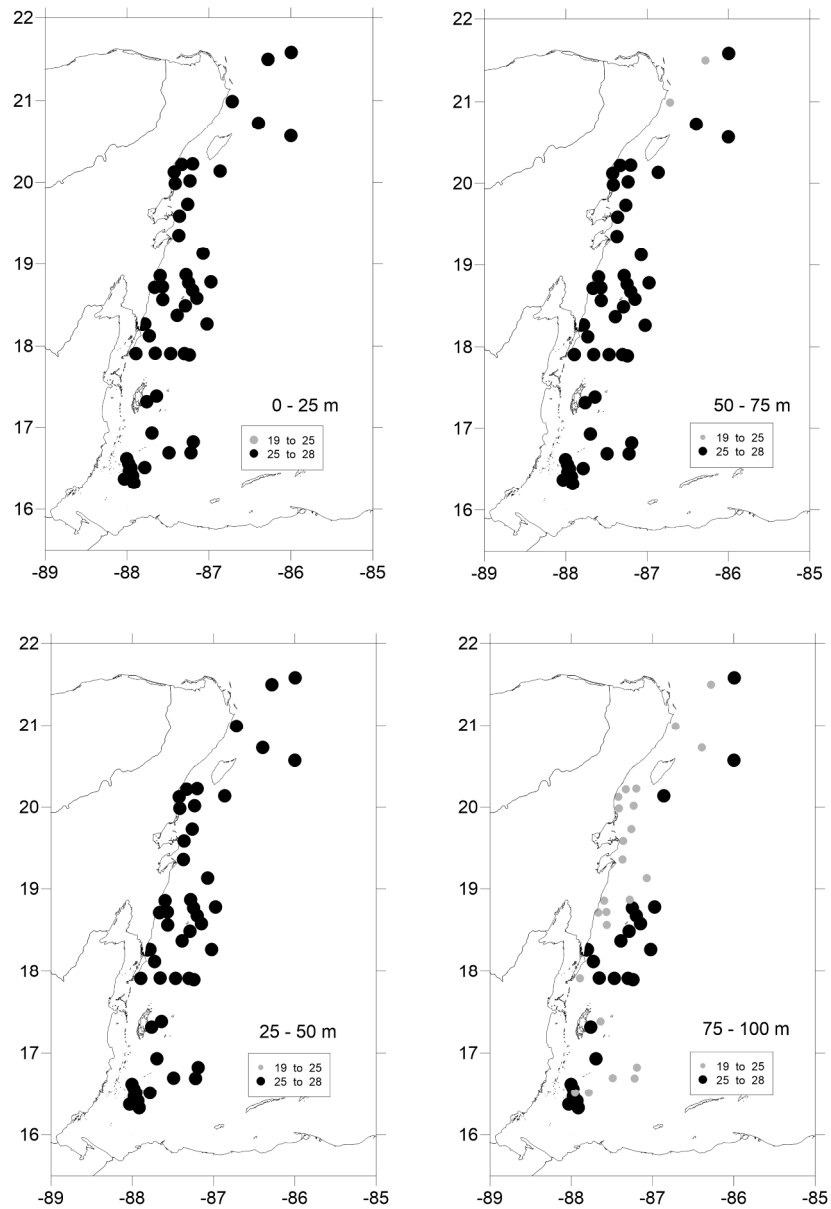


Figure 2. Water temperature in the different deep strata

233x343mm (300 x 300 DPI)

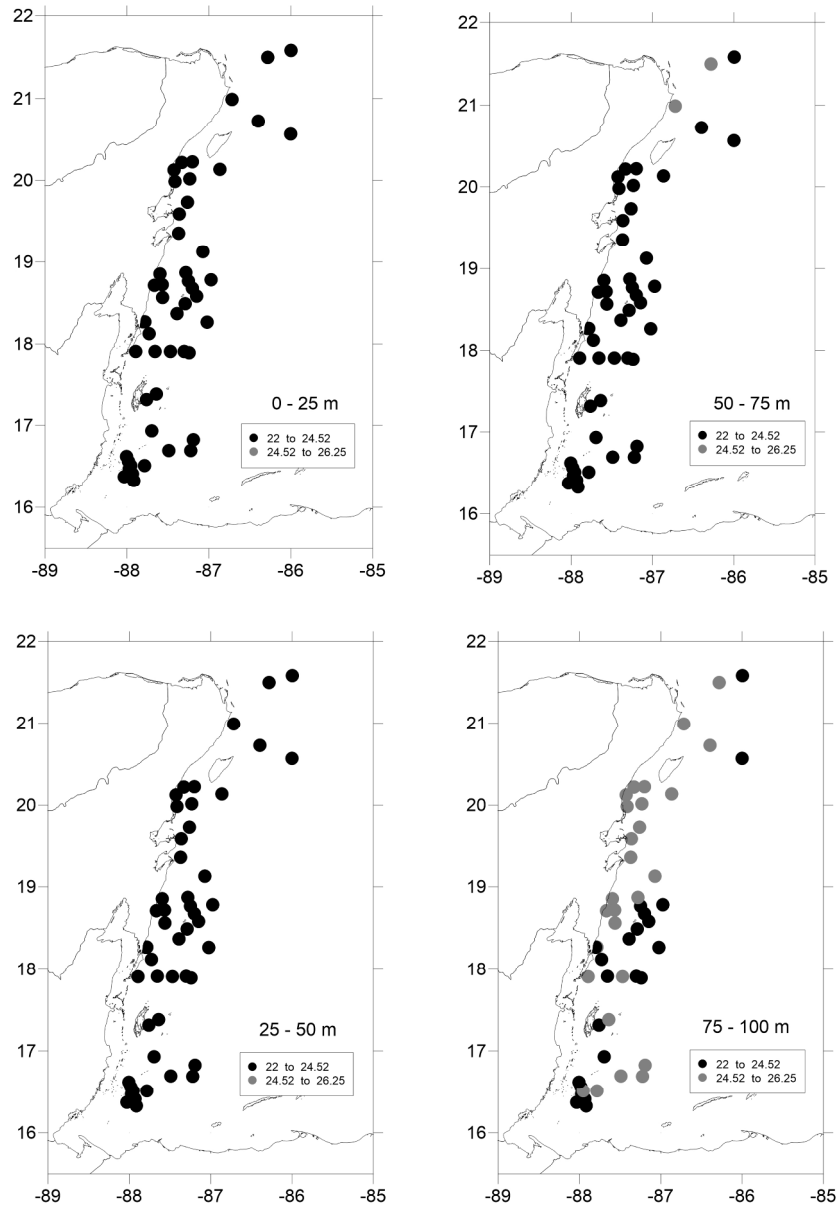


Figure 3. Density of the water masses of the western Caribbean in the four depth strata studied during December 2007. Black dots are Caribbean Surface Waters (CSW); grey dots are North Atlantic Subtropical Underwater (SUW) according to Carrillo et al. (2016).

233x339mm (300 x 300 DPI)

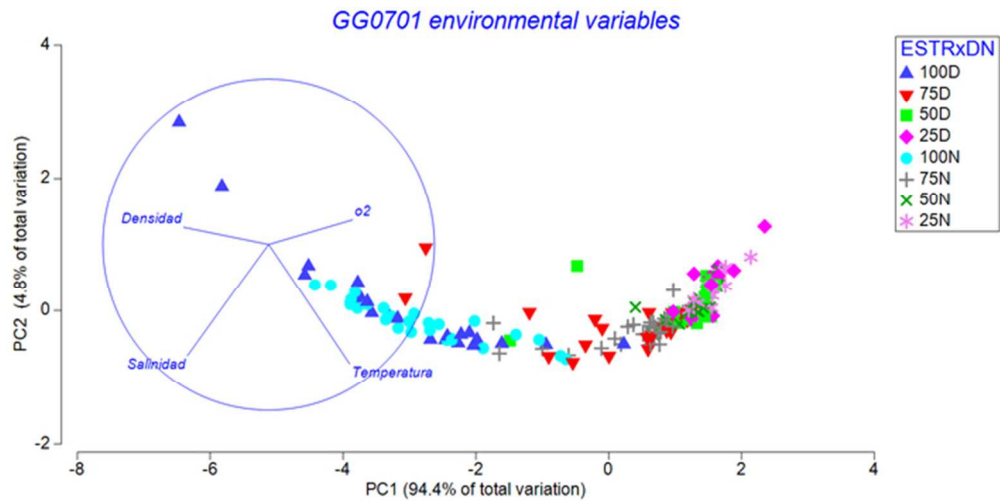


Figure 4. PCA of environmental data with the sampling points. PC1 explains 94.4 of total variation and PC2 explains 4.4 of total variation and.

59x33mm (300 x 300 DPI)

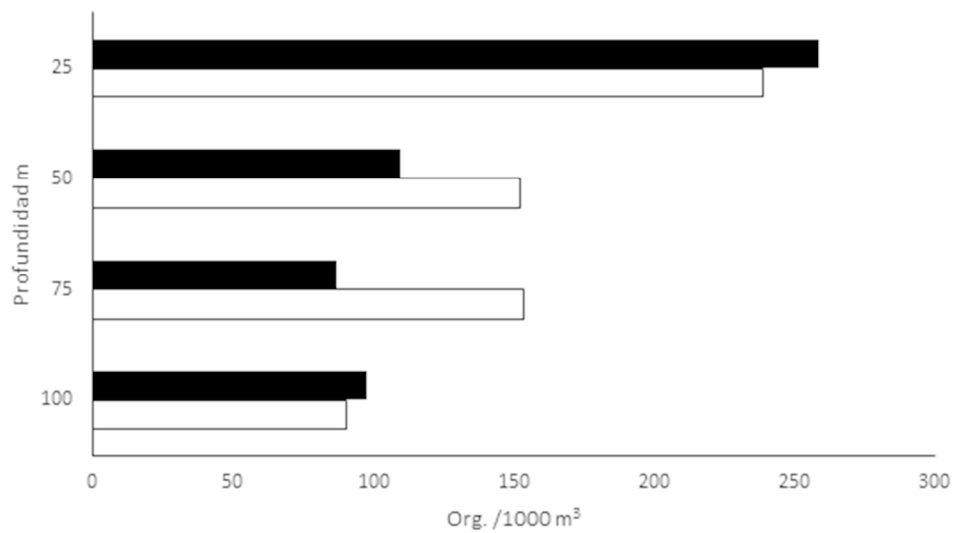


Figure 5. Day (white bars) and night (black bars) average abundance (org. /1000 m³) of hyperiid amphipods in the four depth strata sampled.

199x114mm (300 x 300 DPI)

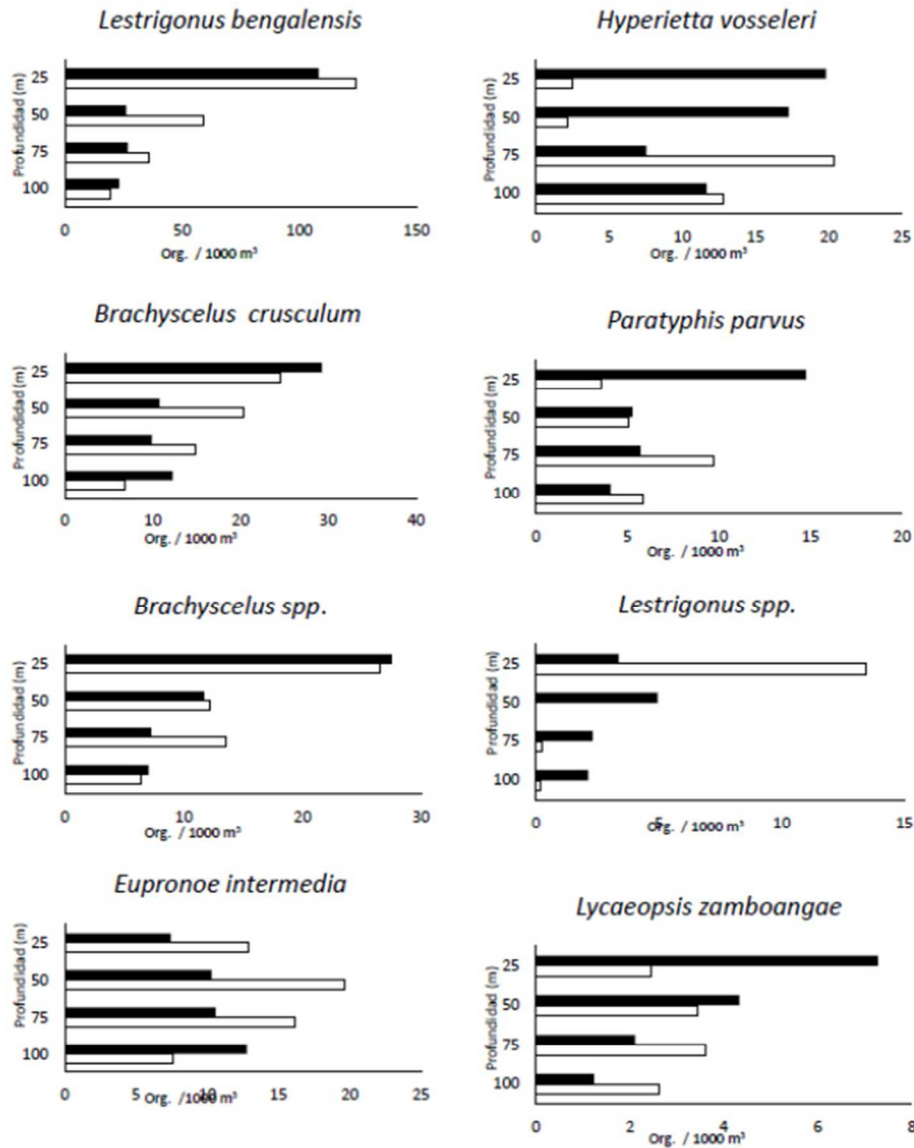


Figure 6. Day/night vertical distribution of the most abundant hyperiid species in the four depth strata sampled.

51x65mm (300 x 300 DPI)

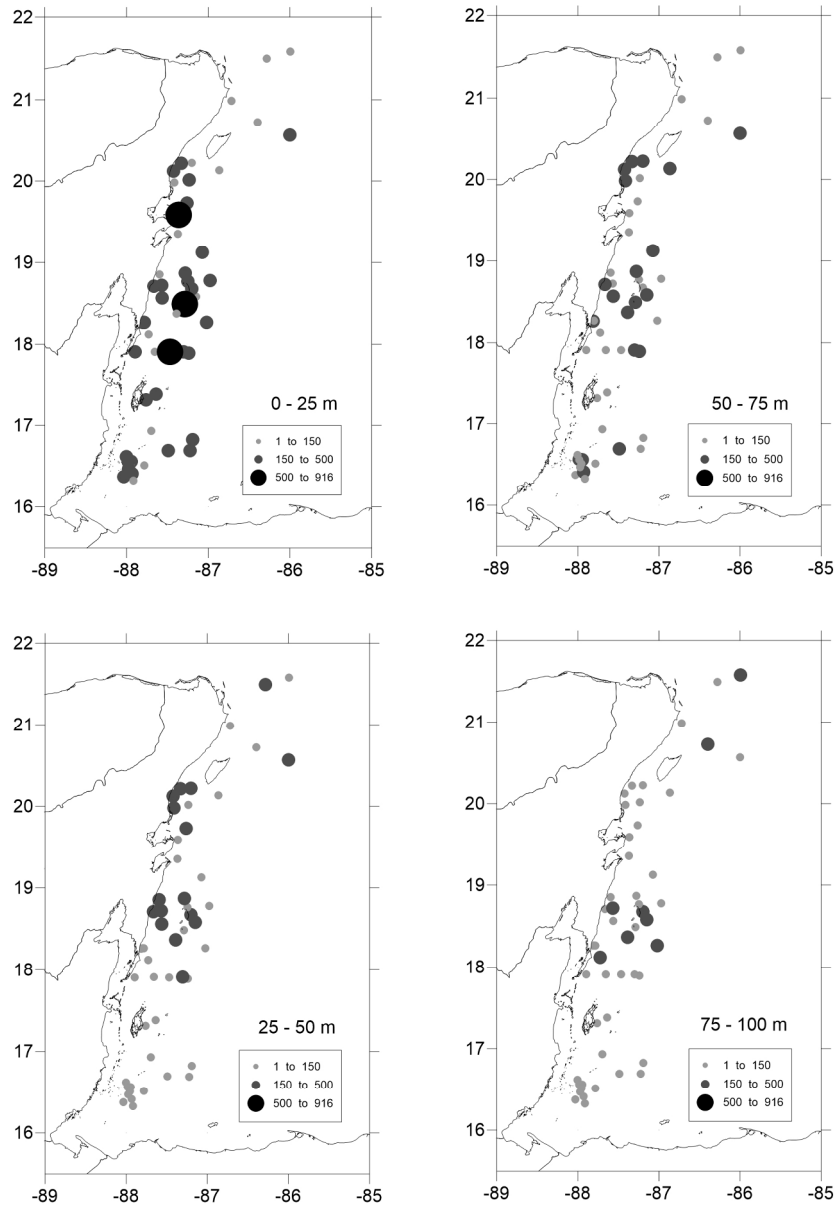


Figure 7. Horizontal distribution of the hyperiid amphipods abundance in the different depth strata during the Gordon Gunter 2007 cruise in the western Caribbean.

160x234mm (299 x 299 DPI)

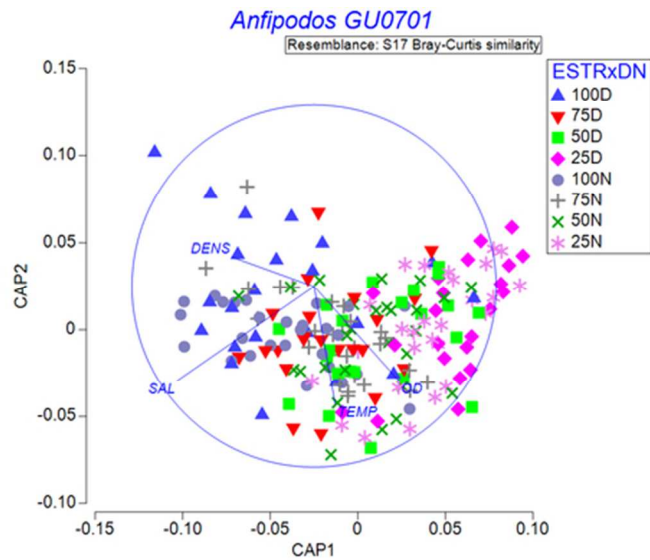


Figure 8. CAP ordination plot relating hyperiid samples to environmental variables.

58x33mm (300 x 300 DPI)

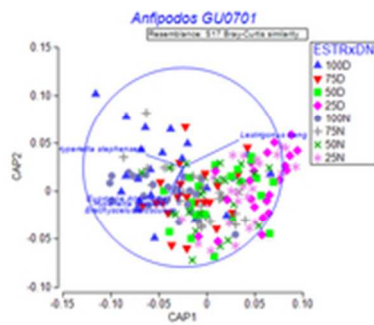


Figure 9. CAP ordination plot relating selected hyperiid samples to environmental variables, with vectors overlaid of multiple partial correlations (> 0.3) of species with the canonical axes.

29x13mm (300 x 300 DPI)

Peer Review Only

Table 1. Two-way crossed ANOSIM including day/ night and depth strata as fac

Groups	average R	Significance P (%)
Day-Night	0.119	0.1*
Depth	0.27	0.1*
Paired test	statistic R	
0-25 & 25-50 m	0.192	0.1*
0-25 & 50-75 m	0.359	0.1*
0-25 & 75-100 m	0.463	0.1*
25-50 & 50-75 m	0.045	1.9
25-50 & 75-100 m	0.163	0.1*
50-75 & 75-100 m	0.05	1

ctors.

For Peer Review Only

Table 2. Results of the two-way SIMPER analysis.

Groups	Day/night (crossed with all depth strata)			Depth (m) (crossed with all day/night)	
	D	N	D y N	25	50
Average similitude	37.2	39.6		38.6	37.1
Average dissimilitude			64.7		
Contribución en % de cada especie					
<i>Brachyscelus crusculum</i>	10.8	12.1	9.3	8.1	15
<i>Brachyscelus spp.</i>	39.8		9.7	7.6	
<i>Eupronoe intermedia</i>	11.2	14.9	8.6		13.4
<i>Eupronoe spp.</i>			2.8		
<i>Hyperietta stephensi</i>					
<i>Hyperietta vosseleri</i>	8	9.7	8.7		7.3
<i>Lestrigonus bengalensis</i>	44.5	39.8	25.2	60.9	41.3
<i>Lestrigonus spp</i>					
<i>Parathypis parvus</i>			5.1		
<i>Thyropus sphaeroma</i>			3.1		
Total contribution %	74.4	76.5	72.5	76.5	77

it data)

75	100	100 + 75	100 + 50	75 + 50	100 + 25	75 + 25
40.7	37.9					
		61.9	66.4	62.3	75	71.2
9.6	13.8	9.1	8.9	9.1	8.1	8.8
		8.3	9.2	10.3	10	10.5
15.9	20.4	11.1	10.4	9.1	5.5	5.5
		3		3.2		
		3.8	3.3			
11.2	13.3	10.3	8.6	9.1	7	7.6
39	25.3	19.5	23.5	24	37.1	35.6
			2.7	3.1		
		6.2	4.6	5.2	4.2	
						5
75.7	72.8	71.3	71.1	73	71.9	72.9

=====

50 + 25

67.8

9.4

11.6

5.8

5.1

37.5

4.3

73.8

=====

For Peer Review Only