



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Influencia de factores ambientales sobre la abundancia y  
distribución de moluscos holoplanctónicos (Gastropoda:  
Thecosomata) frente a la zona centro del Estado de  
Veracruz, Golfo de México**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

**P R E S E N T A:  
MITZI ARIADNA SÁNCHEZ CAMPOS**



**DIRECTORA DE TESIS:  
DRA. LAURA SANVICENTE AÑORVE**

**Ciudad Universitaria, CD. MX., 2018**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## Hoja de datos del jurado

### 1. Datos del alumno

Sánchez  
Campos  
Mitzi Ariadna  
58 81 01 77  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Ciencias de la Tierra  
310328793

### 2. Datos del tutor

Dra.  
Laura Elena  
Sanvicente  
Añorve

### 3. Datos del Sinodal 1

Dr.  
Frank Raúl  
Gío  
Argáez

### 4. Datos del Sinodal 2

Dr.  
Jorge  
Zavala  
Hidalgo

### 5. Datos del Sinodal 3

M. en C.  
Ivette  
Ruiz  
Boijseauneau

### 6. Datos del sinodal 4

Dr.  
Miguel Ángel  
Alatorre  
Mendieta

### 7. Datos del trabajo escrito

Influencia de factores ambientales sobre la abundancia y distribución de moluscos holoplanctónicos (Gastropoda: Thecosomata) frente a la zona centro del Estado de Veracruz, Golfo de México  
71 p.  
2018

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la máxima casa de estudios, la Universidad Nacional Autónoma de México por abrir sus puertas del conocimiento para mí y brindarme la oportunidad de convertirme en profesionalista, así como a los diferentes docentes que la integran y que fueron parte de mi formación académica.

Le expreso mi más sincero agradecimiento a mi directora de tesis, la Dra. Laura Sanvicente Añorve, quien me dio la oportunidad de forma parte de su laboratorio, por creer y confiar en mí durante esta investigación, y sobre todo por su apoyo incondicional y extenso conocimiento, que han hecho de mí una mejor persona y científica, esperando algún día ser tan buena investigadora como ella.

A la Maestra en Ciencias Elia Lemus Santana por compartir su conocimiento y amor por la vida marina, especialmente su gusto por los moluscos holoplanctónicos, así como por su ayuda para la identificación de los ejemplares de tecosomados. De igual forma le agradezco por darme la primera oportunidad docente, pero sobre todo por brindarme su valiosa amistad.

Agradezco al comité de sinodales, conformado por:

Dr. Frank Raúl Gío Argáez, por su valiosa participación en la revisión de este trabajo, sus aportaciones y comentarios, mismos que enriquecieron esta tesis.

Dr. Jorge Zavala Hidalgo, por todas sus aportaciones, así como el tiempo brindado para hacer posible la culminación de este proyecto.

M. en C. Ivette Ruiz Boijseauneau, por sus atinados comentarios, correcciones y sugerencias realizadas para mejorar este trabajo.

Dr. Miguel A. Alatorre Mendieta, por las oportunas sugerencias, observaciones y el tiempo dedicado a la revisión de esta investigación con el fin de mejorarla.

A mi compañera del laboratorio de Ecología de Sistemas Pelágicos Karla Samara Sierra Zapata por su ayuda en la extracción de los moluscos holoplanctónicos de las muestras de zooplancton y por todo su apoyo recibido durante este trabajo. Gracias por tu amistad.



A los profesores del taller de “Taxonomía, biogeografía y ecología aplicada a los invertebrados macrobentónicos marinos”, por todo el aprendizaje obtenido y por cada uno de los comentarios y sugerencias que enriquecieron este proyecto.

Y a todas aquellas personas que colaboraron de alguna u otra manera para la realización de esta tesis.

## **DEDICATORIA**

Hoy concluye todo el esfuerzo y dedicación que demandó la realización de este proyecto de tesis, el cual dedico con mucho amor a mis padres, que con su guía, ejemplo, dedicación y palabras de aliento, he logrado convertirme en profesional. Gracias a mi madre por su gran amor y apoyo incondicional, por tener siempre la fortaleza de salir adelante, por haber estado dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio, por confiar y creer en mí; gracias a mi padre por siempre desear y anhelar lo mejor para mí, gracias por cada consejo y amor que me das. Soy muy afortunada de tenerlos como padres, los amo.

A mis hermanas, Deri mi compañera de vida y amiga, la persona que me ha enseñado que si eres perseverante y fiel a tus sueños se pueden cumplir, gracias por llenar mis días de risas, por cuidarme y apoyarme en todo momento, aun cuando te encuentras del otro lado del mundo. A mi pequeña hermana Dany, quien trajo alegría y amor, y de quien espero ser un buen ejemplo a seguir.

A cada uno de los miembros de mi familia por ser los pilares de mi vida, por apoyarme en cada decisión y proyecto, motivándome cada día a llegar más lejos. Les agradezco, por compartir su sabiduría, enseñanzas y sobre todo porque nunca dejaron de creer en mí. Es por ello que hago presente mi amor hacia ustedes, sin los cuales no sería posible este logro.

A Toño por el apoyo que me brindó durante mi carrera universitaria y a quien no me queda más que agradecerle, esperando algún día poder devolverle un poco de lo mucho que me dio.

A Omar por recorrer a mi lado este trayecto de vida, siempre alentándome a ser mejor persona y apoyándome incondicionalmente. Gracias por darme tu amor.

A mi mejor amiga Erika, por brindarme su sincera amistad y por todos aquellos maravillosos momentos que hemos disfrutado desde la infancia.

A mis amigas del CCH Fernanda y Daniela, que aunque tomamos caminos distintos, siempre puedo contar con ustedes. Gracias por los días de divertidas pláticas y buena comida.

A mis amigos de la Facultad, Diana, Marianne, Sandy, Andrea y Rodrigo por todos aquellos momentos en los que reímos, cantamos y sufrimos con esos proyectos y materias difíciles de aprobar. Sin ustedes la Universidad no hubiera sido la misma.

A mis amigas del laboratorio, Samara y Erika, por sus divertidas pláticas en el microscopio, por acompañarme en mis momentos de estrés y contagiarme de su alegría a través de sus ocurrencias, así como por todos aquellos días llenos de café y galletas de animalitos. Gracias por todo su apoyo, les deseo mucho éxito en lo que se propongan. A mis compañeros de laboratorio Juan Carlos, Marina y Bárbara, que aunque ha sido poco el tiempo que he convivido con ustedes he llegado a apreciarlos, deseándoles lo mejor. Al Biólogo Rodrigo Adrián por haber sido parte importante del comienzo de mi aventura en el laboratorio, por su compañía e incontables canciones, videos y charlas matutinas.

Finalmente, dedico este trabajo a mis mentoras académicas la Dra. Laura Sanvicente y la M. en C. Elia Lemus a quienes admiro y aprecio. Gracias por transmitirme conocimientos invaluable, por su tiempo y ayuda para culminar satisfactoriamente esta etapa de mi vida y sobre todo por haber confiado en mí, permitiéndome entrar a su laboratorio que se convirtió en mi segundo hogar.

Y a todas aquellas personas que no menciono pero que de alguna u otra manera han formado parte importante de mi vida, les dedico este trabajo. Gracias.

***“Lo que sabemos es una gota de agua;  
lo que ignoramos es el océano”***

**- Isaac Newton**

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>9</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>10</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
General.....	13
Particulares.....	13
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	<b>14</b>
Procesos atmosféricos.....	15
Condiciones hidrológicas.....	15
Circulación oceánica.....	16
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
Trabajo de campo.....	17
Trabajo de laboratorio y gabinete.....	19
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>23</b>
Hidrología.....	23
<i>Patrón horizontal de temperatura, salinidad y clorofila</i> .....	23
Biomasa.....	27
<i>Biomasa del zooplancton</i> .....	27
<i>Biomasa de moluscos holoplanctónicos</i> .....	28
Composición específica.....	30
Patrones de distribución y abundancia de las especies.....	33
Análisis de segregación espacial.....	35
Factores ambientales que influyen en la abundancia y distribución de los moluscos.....	36
Asociaciones de moluscos.....	38
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>42</b>
Biomasa.....	42
Composición específica.....	43
Distribución y abundancia de las especies.....	44
Factores ambientales que influyen en la abundancia y distribución de los moluscos.....	46
Asociaciones de moluscos.....	47
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>50</b>
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>52</b>
<b>APÉNDICE</b> .....	<b>59</b>

## RESUMEN

Se analizó la influencia que tienen los factores ambientales sobre la abundancia y distribución de los moluscos holoplanctónicos, incluyendo su composición, diversidad y principales asociaciones faunísticas frente a Veracruz, sur del Golfo de México. Los muestreos de zooplancton se realizaron a bordo del B/O Justo Sierra en agosto de 2008 utilizando una red Bongo con 333 y 505  $\mu\text{m}$  de luz de malla. Las colectas se efectuaron en 32 estaciones oceanográficas, donde se registró: temperatura, salinidad y fluorescencia (clorofila). En el laboratorio se estimó la biomasa zooplanctónica con dos métodos: peso húmedo y volumen desplazado, y también se cuantificó la biomasa de los moluscos pelágicos. Para identificar los factores ambientales (temperatura, salinidad y concentración de clorofila) que influyen en la distribución de tecosomados, se aplicó un Análisis de Regresión por Árboles (ARA). El índice de disimilitud de Bray-Curtis fue utilizado para establecer las principales asociaciones faunísticas. Los resultados mostraron que la biomasa de zooplancton disminuyó en sentido costa-océano y que la biomasa de moluscos pelágicos representó sólo al 3% de la biomasa total de zooplancton. De los 19,529 moluscos extraídos de las muestras, 95% pertenecen al orden Thecosomata, representados en siete familias, 14 géneros y 16 especies. La especie dominante fue *Creseis clava* con 43.29% de la abundancia total. Los resultados del ARA indicaron que la temperatura y concentración de clorofila son los factores que más influyen sobre la distribución de los moluscos. Las mayores densidades de moluscos ( $\bar{X} = 574.46$  ind/100  $\text{m}^3$ ) se encontraron en sitios con temperaturas inferiores a 27.36 °C y niveles de clorofila mayores a 0.61  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Aun cuando se ha documentado que las temperaturas elevadas inducen el proceso reproductivo, valores muy altos también pueden aminorar las poblaciones. Por otro lado, sitios con mayor concentración de fitoplancton son propicios para el desarrollo de estos organismos, esencialmente herbívoros. Se identificaron dos grupos faunísticos, denominados ‘nerítico’ y ‘oceánico’, en alusión a la zona en que se localizan. El grupo ‘nerítico’ tuvo una mayor densidad de moluscos, pero una menor riqueza de especies y diversidad de Shannon. Las especies *Limacina bulimoides* y *Heliconoides inflatus* caracterizaron al grupo ‘oceánico’, en tanto que *L. trochiformis* y *C. clava* al ‘nerítico’, con altas densidades frente a la laguna de Alvarado, sitio de alta concentración de clorofilas

## ABSTRACT

The influence of environmental factors on the abundance and distribution of holoplanktonic mollusks was analyzed, including its composition, diversity and main faunal associations in front of Veracruz, southern Gulf of Mexico. The zooplankton samplings were taken in August of 2008 on board of the B/O Justo Sierra using a Bongo net with 333 and 505  $\mu\text{m}$  mesh size. The collections were made over 32 oceanographic stations, where temperature, salinity and fluorescence (chlorophyll) were registered. Zooplankton biomass was estimated at the laboratory with two methods: wet weight and displaced volume, and biomass of pelagic mollusks was also quantified. A Regression Tree Analysis (RTA) was applied to identify the environmental factors (temperature, salinity and chlorophyll concentration) that influence the distribution of tectosomates. The dissimilarity index of Bray-Curtis was used to establish the main faunal assemblages. Results showed that zooplankton biomass decreased in the coast-ocean direction, and that the biomass of pelagic mollusks represented only 3% of the total zooplankton biomass. Of the 19,529 mollusks sorted from the samples, 95% belong to the order Thecosomata, represented in seven families, 14 genera and 16 species. The dominant species was *Creseis clava* with 43.29% of the total abundance. The RTA results indicated that temperature and chlorophyll concentration were the most important factors effecting the distribution of mollusks. The highest mollusks densities ( $\bar{X} = 574.46 \text{ ind}/100 \text{ m}^3$ ) were found at sites with temperatures lower than 27.36 °C and chlorophyll levels higher than 0.61 mg/m<sup>3</sup>. Although it has been documented that high temperatures induce the reproductive process, very high values can also reduce populations. On the other hand, sites with high concentration of phytoplankton are favorable for the development of these organisms, which are essentially herbivores. Two faunal assemblages were identified, named ‘neritic’ and ‘oceanic’, in allusion to the area they occupied. The ‘neritic’ assemblage had a higher density of mollusks, but a lower species richness and Shannon diversity. The species *Limacina bulimoides* and *Heliconoides inflatus* characterized the ‘oceanic’ assemblage, whereas *L. trochiformis* and *C. clava* to the ‘neritic’, with high densities in front of the Alvarado lagoon, site of high chlorophyll concentration.

## INTRODUCCIÓN

Los moluscos holoplanctónicos son invertebrados marinos que han desarrollado adaptaciones a la vida pelágica, entre las que sobresalen: la reducción en el tamaño y peso de la concha o su completa desaparición, la modificación del pie en forma de aletas natatorias empleadas como órganos de locomoción, así como la tendencia del cuerpo y la concha a ser transparentes (Keen, 1971; Lalli y Gilmer, 1989).

Estos organismos se encuentran incluidos en la clase Gastropoda, conformada aproximadamente por 40,000 especies marinas, de las cuales solamente 140 son consideradas holoplanctónicas (Lalli y Gilmer, 1989). Dentro de los gasterópodos, los moluscos holoplanctónicos están comprendidos en tres órdenes: Littorinimorpha (usualmente conocidos como heterópodos), Thecosomata y Gymnosomata (en conjunto, conocidos como pterópodos), siendo las especies del orden Thecosomata las más abundantes en el ambiente pelágico (van der Spoel y Dadon, 1999). A su vez, los tecosomados se dividen en dos subórdenes: Euthecosomata, que incluye organismos con conchas enrolladas de forma levógira o casi rectas, y Pseudothecosomata, dotada con discos natatorios en forma de alas y presencia de pseudoconcha (van der Spoel y Boltovskoy, 1981).

Los pterópodos viven en todos los ambientes marinos a cualquier latitud, con una mayor abundancia en aguas subpolares. En la columna de agua, se extienden desde la superficie hasta la zona batipelágica (van der Spoel, 1996). En cuanto a su posición en la cadena trófica, los tecosomados son esencialmente herbívoros, se alimentan de fitoplancton capturado por medio de una red de mucus y a su vez, constituyen el alimento de peces, ballenas, tortugas, aves y calamares (van der Spoel y Boltovskoy, 1981; van der Spoel, 1996).

Los moluscos tecosomados han sido utilizados para estudios de contaminación marina. Al ser vectores de contaminantes, los transportan de forma adherida o ingerida durante las migraciones verticales que efectúan (van der Spoel y Boltovskoy, 1981). Asimismo, son excelentes indicadores de masas de agua, debido a su sensibilidad a los cambios de temperatura y salinidad (Suárez, 1994). Además, los pterópodos tecosomados con concha pueden dejar registro fósil, útil en los estudios de paleoclima, paleoceanografía y paleoecología; aun cuando son geológicamente jóvenes, los pterópodos tienen un primer registro que data del Mioceno (van der Spoel, 1996; van der Spoel y Dadon, 1999). Entre los pterópodos, la familia Limacinidae ha sido objeto de estudio de la acidificación de los



océanos, debido a que su concha de aragonita es particularmente susceptible a la disolución, al ser altamente sensible a la disminución de pH (Comeau *et al.*, 2009, 2010).

A pesar de la importancia ecológica de los pterópodos, en el sur del Golfo de México las investigaciones sobre estos organismos son escasas, particularmente en aguas adyacentes al Sistema Arrecifal Veracruzano. En el sur del golfo, Leal-Rodríguez (1965) analizó la distribución y abundancia de pterópodos en los arrecifes de Veracruz y Matsubara-Oda (1975) y Suárez-Morales y Gasca (1992) en la bahía de Campeche. Recientemente, se ha abordado el estudio de la distribución vertical de estos organismos. Varios trabajos (Lemus-Santana, 2009, 2011; Flores-Coto *et al.*, 2013; Lemus-Santana *et al.*, 2014), hicieron contribuciones sobre el conocimiento de la estructura de la comunidad de estos animales y Sanvicente-Añorve *et al.* (2013) estudiaron la segregación vertical de los juveniles en la capa epipelágica.

Con la finalidad de contribuir en el conocimiento de este grupo de importancia ecológica, en este estudio se pretende documentar la influencia de los factores ambientales sobre la distribución de los moluscos holoplanctónicos en un sector del sur del Golfo de México. Este trabajo de tesis se inserta dentro del programa de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra con orientación en Ciencias Acuáticas, cuyo objetivo primario la formación de profesionales con habilidades interdisciplinarias que les permitan el entendimiento de las relaciones entre los procesos biológicos y ambientales, en este caso, entre organismos planctónicos y los fenómenos físicos que se desarrollan en los océanos.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Analizar la influencia que tienen los factores ambientales sobre la distribución y abundancia de moluscos holoplanctónicos (Gastropoda: Thecosomata) en aguas neríticas y oceánicas frente a la zona centro del Estado de Veracruz, sur del Golfo de México.

### **Particulares**

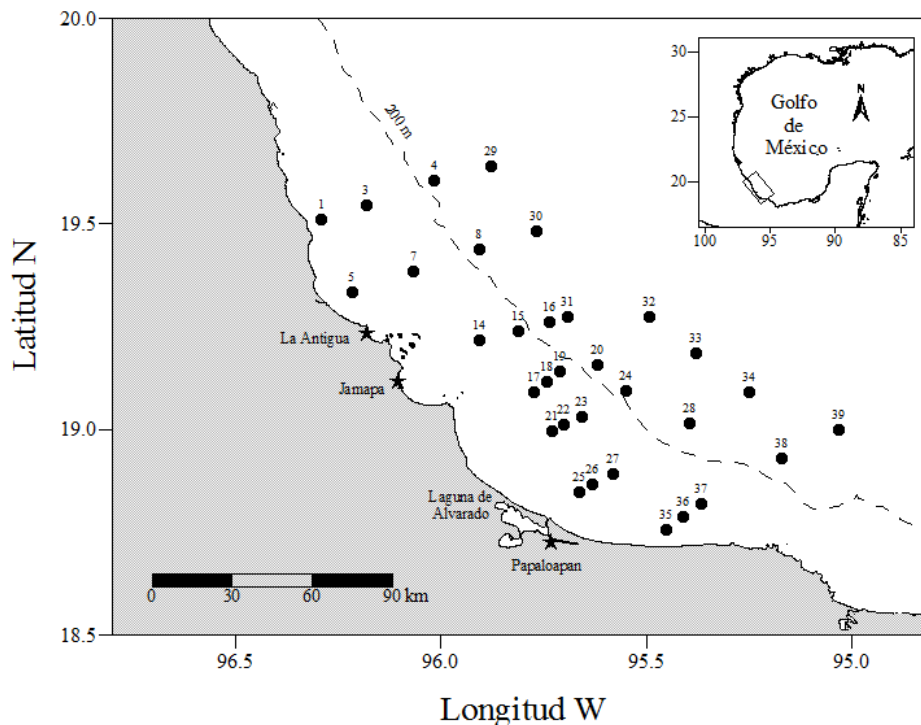
- Determinar los patrones de distribución y abundancia de los moluscos tecosomados recolectados en aguas neríticas y oceánicas frente a Veracruz.
- Analizar los parámetros ambientales (temperatura, salinidad y disponibilidad de alimento) que influyen en la distribución y abundancia de los moluscos tecosomados.
- Identificar las principales asociaciones de tecosomados en la zona de estudio y compararlas en términos de diversidad y densidad de organismos.
- Examinar la diversidad de los moluscos tecosomados en términos de distancia a la costa e influencia de aguas continentales.

## ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de México es una cuenca semicerrada, que cuenta con una superficie de 1.6 millones de km<sup>2</sup> y almacena aproximadamente un volumen de 2.3 millones de km<sup>3</sup> de agua (Elliot, 1982; Fernández *et al.*, 1993). El sistema se encuentra comunicado con el mar Caribe a través del canal de Yucatán y con el Océano Atlántico mediante el estrecho de Florida (Caso *et al.*, 2004), siendo la llamada corriente del Lazo y los anillos ciclónicos y anticiclónicos derivados de la misma, la fuerza motriz de la distribución y dispersión de agua oceánica en el Golfo de México (Elliot, 1982; Forristall *et al.*, 1992).

El Golfo de México presenta tres ecorregiones: la del Norte, que se extiende desde la costa de Luisiana, hasta el estado de Texas, la de Florida, ubicada sobre la plataforma del estado de Florida y la del Sur que comprende las aguas oceánicas frente a los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán (Spalding *et al.*, 2007).

La zona de estudio se localiza en la región sur del Golfo de México delimitada por los paralelos 18° y 20° N y los meridianos 94° y 97° W (Figura 1), lo cual corresponde a aguas neríticas y oceánicas frente al estado de Veracruz, cuya plataforma continental mide 50 km de ancho.



**Figura 1.** Área de estudio y ubicación de las estaciones de muestreo de la campaña oceanográfica SAV II, llevada a cabo del 13 al 15 de agosto de 2008.

### **Procesos atmosféricos**

Con base en la clasificación de Köppen modificada por García (1973), el clima de la región es de tipo *Aw* (cálido subhúmedo), con abundantes lluvias en verano y una precipitación media anual de 1100-2000 mm. La temperatura media anual es de 26 °C con un mínimo de 18 °C en el periodo de enero-febrero (Salas-Pérez *et al.*, 2008).

En verano se presentan valores superficiales entre 28 y 29 °C, con un aumento de hasta 5 °C en aguas superficiales de noroeste a sureste, como consecuencia de la Corriente del Lazo (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2002). Existe un aumento de temperatura en el periodo de marzo a septiembre, con valores de hasta 30 °C (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2002) y en invierno la temperatura desciende hasta los 19 °C como consecuencia de la acción de vientos fríos provenientes del norte (Expósito *et al.*, 2009).

La región presenta tres periodos climáticos: “secas” de febrero a mayo, con escasas lluvias y vientos provenientes del este y sureste, “lluvias” de junio a septiembre, con alta precipitación pluvial, el mismo patrón de vientos y algunas tormentas tropicales que pueden derivar en huracanes, y “nortes” de octubre a febrero, asociado a masas de aire frío del norte y una velocidad media del viento de 28.8 km/h (Yáñez-Arancibia y Day, 1982). Durante el periodo de nortes, el viento provoca fuertes procesos de mezcla en la columna de agua de la plataforma continental de Veracruz, lo cual modifica la posición de la termoclina, mientras que en verano, la columna de agua se encuentra estratificada (Soto y Escobar, 1995; Monreal *et al.*, 2004).

### **Condiciones hidrológicas**

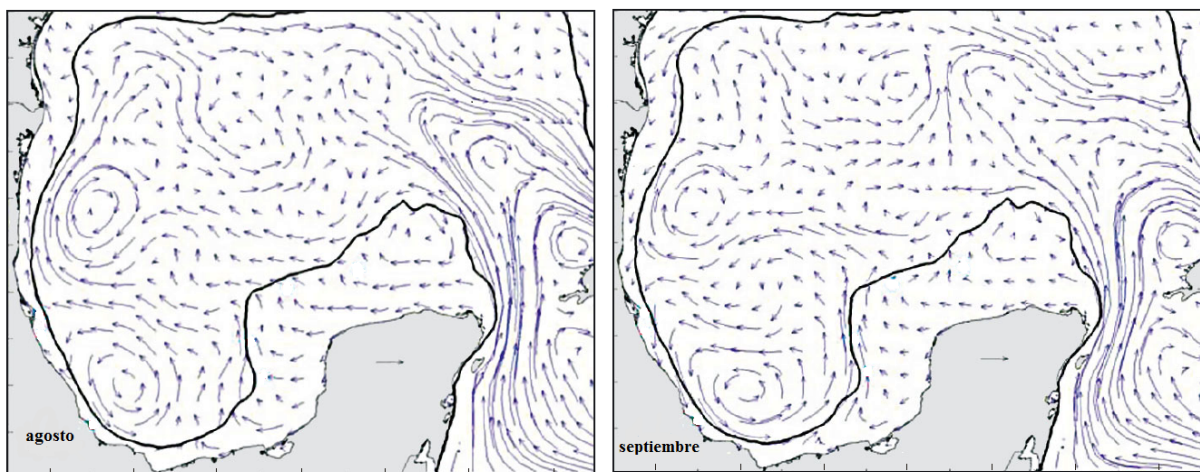
La región occidental del Golfo de México se caracteriza por la presencia de ríos que desembocan en la plataforma continental de Veracruz (Salas-Pérez *et al.*, 2008) e influyen significativamente sobre la zona marina adyacente (Sanvicente-Añorve *et al.*, 2000). En la región desembocan tres principales ríos cercanos al Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV): el río La Antigua, ubicado al norte del SAV, con una descarga anual de 2.88 millones de m<sup>3</sup>, el río Jamapa, en la parte central del sistema con una descarga anual de 1.89 millones de m<sup>3</sup> y el río Papaloapan, al sur, con una descarga anual de 36.19 millones de m<sup>3</sup> (Salas-Pérez *et al.*, 2008).

Aun cuando el Golfo de México se caracteriza por presentar cinco masas de agua provenientes del Atlántico y del mar Caribe (Salas-Pérez *et al.*, 2008), que le confieren valores

de salinidad de 36.5 ups en superficie y 36.7 ups a 20 m de profundidad (Biggs, 1992), también se presentan bajas salinidades asociadas a las descargas de los ríos como producto de la dilución entre las aguas marinas y continentales, llegando a valores de hasta 31.5 ups (de la Lanza y Gómez, 2004).

### **Circulación oceánica**

Las aguas oceánicas del sur del Golfo de México presentan un patrón de circulación predominantemente ciclónico durante todo el año (Vázquez-de la Cerda *et al.*, 2005; Zavala-Hidalgo *et al.*, 2014). El patrón de circulación en aguas neríticas es diferente al de las oceánicas. Así, en la región occidental, sobre la angosta plataforma continental, en el periodo de septiembre a marzo el transporte de agua fluye hacia el sureste; de mayo a agosto este patrón se invierte, en dirección noroeste (Figura 2), con un periodo de transición de marzo a abril y de agosto a septiembre (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003; Sanvicente-Añorve *et al.*, 2014; Allende-Arandía *et al.*, 2016). En el lado oriental, sobre la ancha plataforma continental, la circulación superficial fluye hacia el suroeste durante todo el año. Por lo tanto, durante el periodo otoño-invierno dos corrientes se encuentran en la parte meridional del Golfo e impulsan una corriente costa afuera (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003; Sanvicente-Añorve *et al.*, 2014).



**Figura 2.** Patrón de circulación superficial en el Golfo de México durante dos periodos contrastantes del año (agosto y septiembre). Tomado de Sanvicente-Añorve *et al.* (2014).

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Trabajo de campo**

Las muestras de zooplancton forman parte del proyecto denominado “Sistema Arrecifal Veracruzano” (SAV II) y fueron recolectadas del 13 al 15 de agosto de 2008 a bordo del buque oceanográfico “Justo Sierra” perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Los muestreos biológicos se hicieron sobre una red de 32 estaciones oceanográficas distribuidas en siete transectos perpendiculares a la línea de costa (Figura 1, Tabla 1). Se utilizó una red tipo bongo, compuesta por un par de redes cilíndrico-cónicas de 61 cm de diámetro y 333 y 505  $\mu\text{m}$  de apertura de luz de malla. La profundidad de muestreo varió de acuerdo a la batimetría de la zona.

Los arrastres de zooplancton describieron trayectorias circulares, a una velocidad de 2-3 nudos y una duración de 14 a 26 minutos (Tabla 1). La boca de cada red fue equipada con un flujómetro previamente calibrado, encargado de registrar las revoluciones en cada lance, a fin de estimar el volumen de agua filtrada. El material biológico fue fijado con formol al 4% neutralizado con borato de sodio.

El registro de las condiciones de temperatura y salinidad en la columna de agua, para cada una de las estaciones, se llevó a cabo mediante el uso de una sonda CTD (por sus siglas en inglés: Conductivity, Temperature, and Depth). Adicionalmente, por medio de un sensor se midió la fluorescencia, con el fin de estimar la concentración de clorofila.

**Tabla 1.** Coordenadas geográficas de estaciones de muestreo durante la campaña oceanográfica SAV II en el sur del Golfo de México en agosto de 2008.

Estación	Latitud N		Longitud W		Profundidad al fondo (m)	Profundidad de muestra (m)	Hora	Tiempo de arrastre (min)
	Grados	Minutos	Grados	Minutos				
1	19	30.69	96	17.44	36	30	09:55	15
3	19	32.74	96	10.90	76	65	07:16	14
4	19	36.26	96	0.94	621	200	05:04	16
5	19	19.95	96	13.04	34	25	11:40	18
7	19	23.05	96	4.01	75	65	13:51	15
8	19	26.37	95	54.43	644	200	16:28	20
14	19	12.99	95	54.30	50	40	03:45	15
15	19	14.35	95	48.66	97	80	02:23	19
16	19	15.68	95	44.11	1063	200	00:51	19
17	19	5.36	95	46.42	50	40	07:10	15
18	19	6.96	95	44.49	59	50	08:20	19
19	19	8.44	95	42.59	85	75	09:23	21
20	19	9.45	95	37.17	825	200	11:32	18
21	18	59.82	95	43.86	38	30	23:24	19
22	19	0.80	95	42.10	57	45	22:27	18
23	19	1.94	95	39.49	67	55	21:30	20
24	19	5.57	95	33.06	475	200	20:13	20
25	18	50.90	95	39.75	42	30	01:07	18
26	18	51.98	95	37.81	51	40	02:12	14
27	18	53.57	95	34.79	63	50	03:30	15
28	19	0.81	95	23.67	597	200	06:19	15
29	19	38.34	95	52.61	1335	200	02:25	26
30	19	28.98	95	46.00	1297	200	19:30	17
31	19	16.48	95	41.56	1267	200	22:36	19
32	19	16.48	95	29.65	1587	200	14:56	19
33	19	11.05	95	22.70	1505	200	17:56	16
34	19	5.47	95	14.99	1344	200	09:13	22
35	18	45.37	95	27.17	30	20	18:12	15
36	18	47.35	95	24.65	55	45	17:19	15
37	18	49.21	95	22.00	77	65	16:16	16
38	18	55.85	95	10.29	639	200	14:27	22
39	19	0.03	95	1.96	1242	200	12:09	19

## Trabajo de laboratorio y gabinete

El análisis de cada una de las muestras de zooplancton se realizó en el Laboratorio de Ecología de Sistemas Pelágicos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

La biomasa de zooplancton se determinó con dos métodos: *i)* peso húmedo, para el cual se utilizaron las muestras de la malla de 333  $\mu\text{m}$  y que consiste en quitar el exceso de agua de la muestra mediante un sistema de vacío y filtrado, y después pesarla en una balanza analítica, *ii)* volumen desplazado, en el cual se utilizaron las muestras de la malla de 505  $\mu\text{m}$ , y que consiste en separar la muestra con una malla fina y después verterla en una probeta graduada con un líquido de volumen conocido y observar el volumen que desplaza. Ambos tipos de mediciones (peso y volumen) fueron estandarizadas a 100  $\text{m}^3$  de agua filtrada.

El hecho de utilizar la malla de 333  $\mu\text{m}$  en el método de peso húmedo es para poder comparar los valores de biomasa aquí obtenidos con estudios previos. La utilización de la malla de 505  $\mu\text{m}$  en el método de volumen desplazado se debe a que el estudio cuantitativo de los moluscos (número de individuos, biomasa) se realizó con las muestras de esta malla.

De las muestras recolectadas con la malla de 505  $\mu\text{m}$ , se extrajeron todos los moluscos holoplanctónicos (heterópodos y pterópodos) y su biomasa también fue determinada en términos de volumen desplazado. Con los datos de las dos biomásas (moluscos y zooplancton) se hizo una estimación del porcentaje que representan los moluscos en el zooplancton.

Posteriormente, se procedió a la identificación taxonómica de los pterópodos pertenecientes al orden Thecosomata mediante el uso de literatura especializada (van der Spoel y Boltovskoy, 1981; Lalli y Gilmer, 1989; van der Spoel, 1996; van der Spoel y Dadon, 1999). Los taxones identificados fueron cuantificados y estandarizados a 100  $\text{m}^3$  de agua filtrada, datos que se utilizaron para la elaboración de mapas de distribución de cada una de las especies, para ello se establecieron las siguientes categorías de abundancia (ind/100  $\text{m}^3$ ).

Ausente	+	
Mínima	○	<1
Regular	⊕	1-3
Máxima	◐	3-9
Elevada	●	>9



Además, se estimó el índice de segregación espacial ( $D$ ) entre todas las posibles combinaciones de parejas de las 4 especies más abundantes de tecosomados (*C. clava*, *L. trochiformis*, *C. virgula* y *H. inflatus*) referidas en este estudio. El valor  $D$  fue estimado según la ecuación dada por White (1983):

$$D = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left| \frac{N_{1i}}{N_1} - \frac{N_{2i}}{N_2} \right|$$

donde:

$N_{1i}$  = Número de individuos de la especie 1 en la estación  $i$

$N_{2i}$  = Número de individuos de la especie 2 en la estación  $i$

$N_1$  = Número total de individuos de la especie 1

$N_2$  = Número total de individuos de la especie 2

Los valores de  $D$  van desde 0, cuando las dos especies coinciden espacialmente, hasta 1, que significa una completa segregación espacial.

A fin de conocer la influencia de los parámetros ambientales (temperatura, salinidad, disponibilidad de alimento) sobre la distribución y abundancia de los moluscos tecosomados se aplicó un Análisis de Regresión por Árboles (ARA). En este análisis, la variable de respuesta fue la densidad (ind/100 m<sup>3</sup>) de los tecosomados en cada estación de muestreo, y las variables explicativas fueron temperatura, salinidad y concentración de clorofilas, esta última como una medida de la disponibilidad de alimento para dichos moluscos herbívoros. Debido a que la mayor abundancia de moluscos pterópodos en el sur del Golfo de México es el estrato de 0-45 m (Lemus-Santana *et al.*, 2014), las variables explicativas fueron integradas en esa capa como sigue:

$$M_x = \frac{1}{45} \int_0^{45} x(z) dz$$

donde:

$M_x$  = valor medio integrado (0-45 m) de la variable  $x$

$x$  = temperatura, salinidad o concentración de clorofilas

$z$  = profundidad

El ARA se basa en la construcción de árboles o dendrogramas que no son más que una expresión gráfica construida a partir de distintas variables independientes (parámetros ambientales), a fin de maximizar la asociación de alguna variable dependiente (densidad de tecosomados herbívoros). El método consiste en dividir los datos de la variable dependiente a fin de dar lugar a una separación de dos grupos, avanzando así en pasos sucesivos a lo largo del dendrograma hasta llegar a la clasificación final (Breiman *et al.*, 1984). El software utilizado para este análisis fue R versión 3.4.1.

Para establecer las principales asociaciones entre los tecosomados se aplicó el índice de disimilitud de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957). Este índice está basado en las diferencias de densidades (ind/100 m<sup>3</sup>) de cada especie entre dos estaciones de muestreo, con el propósito de determinar asociaciones faunísticas entre las estaciones muestreadas. El índice de Bray-Curtis es definido como:

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

donde:

$D_{jk}$  = valor de similitud entre las muestras  $j$  y  $k$

$X_{ij}$  = densidad de organismos de la especie  $i$  en la muestra  $j$

$X_{ik}$  = densidad de organismos de la especie  $i$  en la muestra  $k$

$S$  = número total de especies

La máxima similitud tendría como valor el uno (ó 100 si se considera en porcentaje), y la mínima, cero. Previo a la aplicación de este índice, los datos fueron transformados a  $\sqrt{x}$ . A partir de la matriz de similitud obtenida se generó un dendrograma de afinidad de estaciones de muestreo utilizando el método de ligamiento promedio mediante el software PRIMER 6 (Clarke y Warwick, 2001).

La diversidad de moluscos tecosomados para cada estación de muestreo se determinó mediante la simple riqueza de especies ( $S$ ) y la diversidad de Shannon ( $H'$ ), definida por la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

donde:

$H'$  = índice de diversidad expresado en bits/individuo

$N$  = número total de individuos en la muestra

$n_i$  = abundancia de la  $i$ -ésima especie en la muestra

$S$  = número total de especies

Este índice considera tanto la riqueza de especies ( $S$ ) como la abundancia relativa de las mismas, dando como resultando valores de entre cero (cuando hay sólo una especie) y el logaritmo base 2 de  $S$ , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

## RESULTADOS

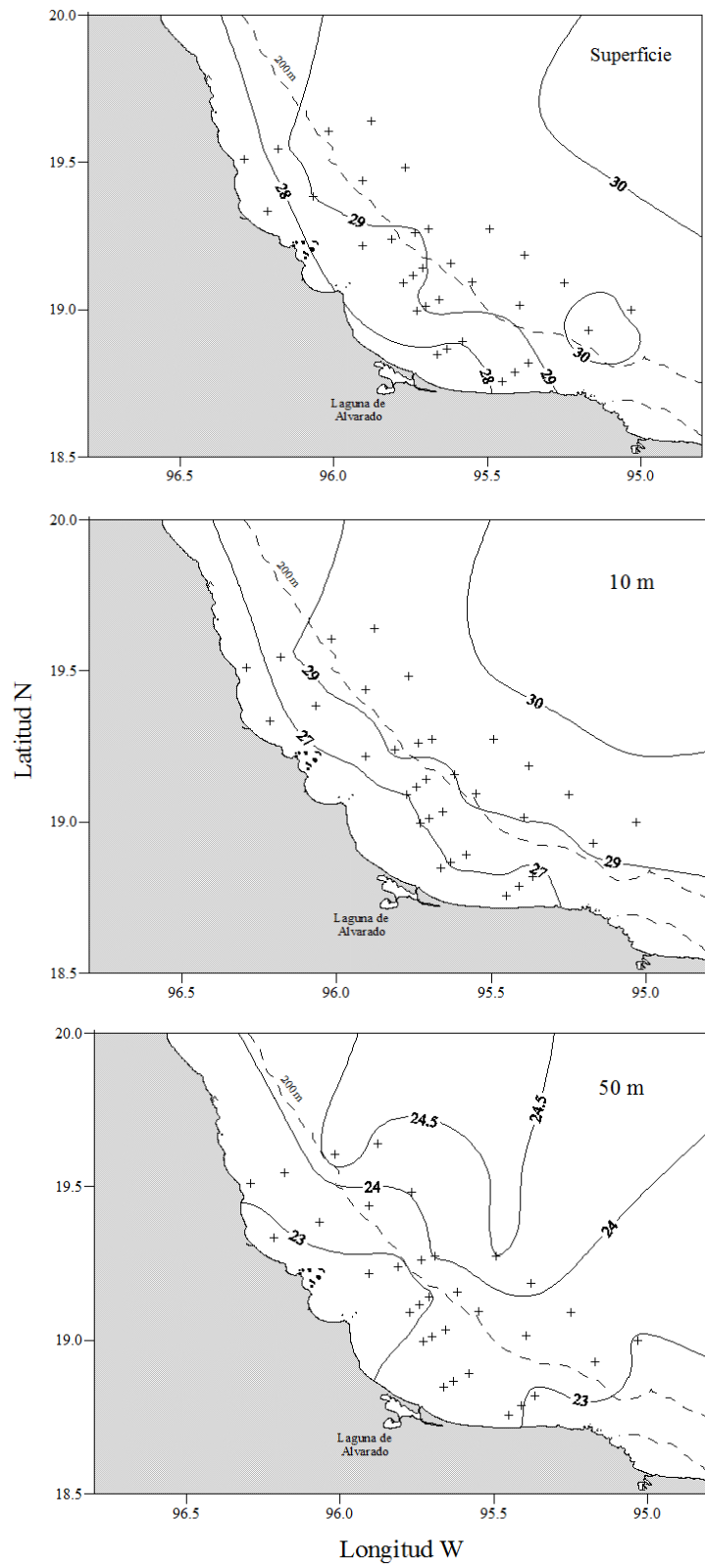
### Hidrología

#### *Patrón horizontal de temperatura, salinidad y clorofila*

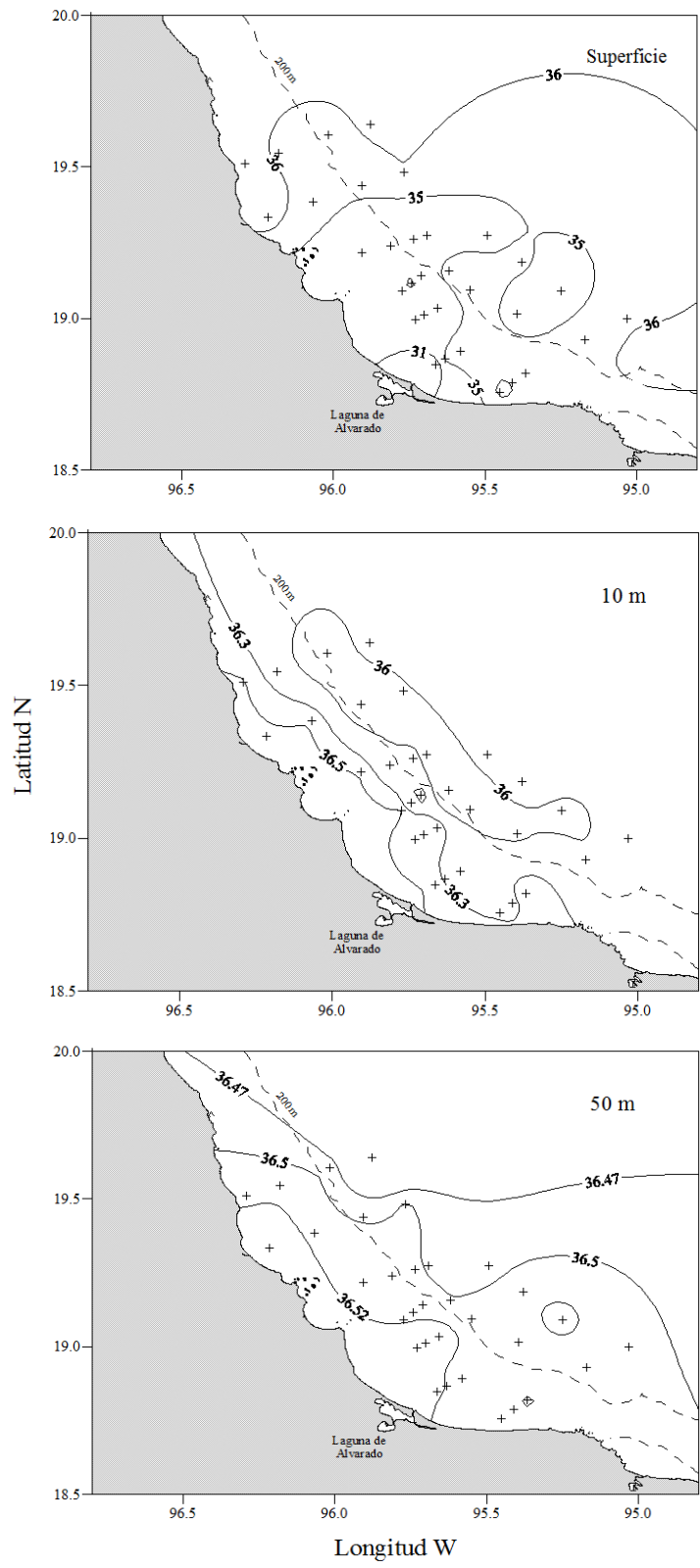
La temperatura superficial presentó un intervalo de 26.8 a 30.6 °C. Se observó un incremento de temperatura de la costa a la zona oceánica. En el plano de los 10 m, la temperatura varió de 25 a 30 °C, con un patrón igual al de superficie. En el plano de los 50 m se presentaron temperaturas menores, las cuales oscilan entre 22.8 y 24.5 °C (Figura 3).

En superficie la salinidad fluctuó entre 31 y 36 ups, con salinidades menores (alrededor de 31 ups) frente a la Laguna de Alvarado, la salinidad presentó un gradiente en aumento en dirección noroeste. En el plano de los 10 m la salinidad varió poco (36 a 36.6 ups) ligeramente menor en aguas oceánicas. En el plano de los 50 m, la salinidad fue muy homogénea, varió de 36.46 a 36.52 ups (Figura 4).

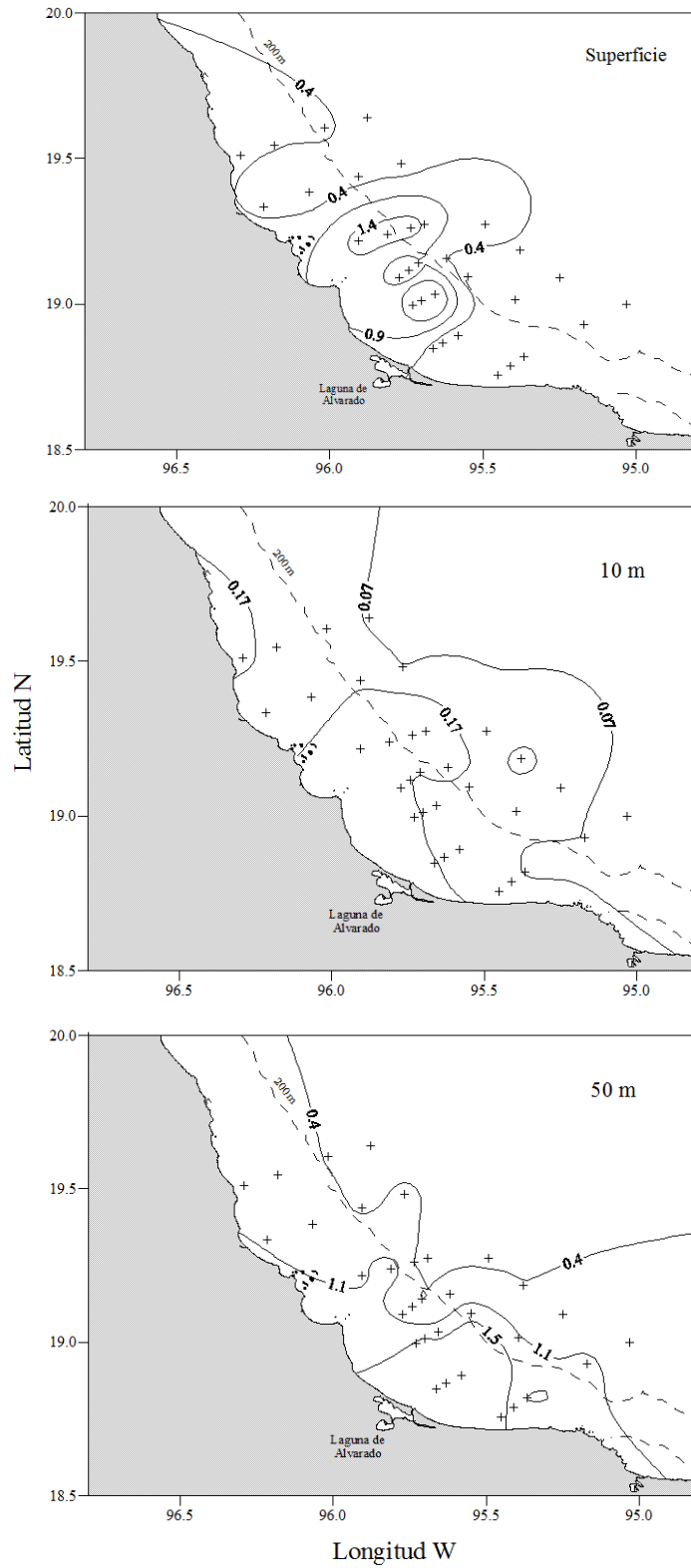
La clorofila superficial en la zona de estudio presentó valores que fluctuaron de 0.1 a 1.4 mg/m<sup>3</sup>, con valores mayores sobre la plataforma continental y menores en la zona oceánica, donde se presenta una menor productividad primaria. El plano de 10 m registró valores de 0.05 a 0.29 mg/m<sup>3</sup>, con la misma tendencia que en superficie. A 50 m de profundidad, los valores fluctuaron entre 0.2 y 1.6 mg/m<sup>3</sup>: los más altos frente a la laguna de Alvarado (1.6 mg/m<sup>3</sup>) y los más bajos en aguas oceánicas (Figura 5).



**Figura 3.** Isotermas (°C) en distintos niveles de la columna de agua: superficie, 10 m y 50 m, registradas en agosto de 2008 frente a Veracruz.



**Figura 4.** Isohalinas (ups) en distintos niveles de la columna de agua: superficie, 10 m y 50 m, registradas en agosto de 2008 frente a Veracruz.

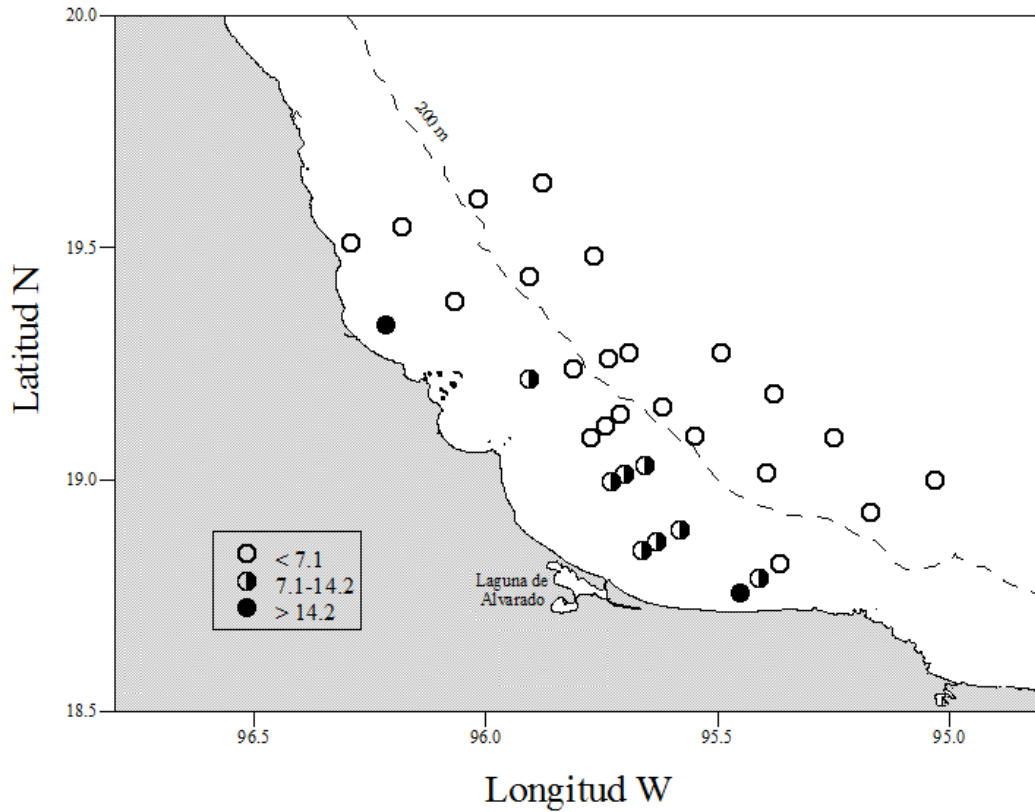


**Figura 5.** Isolíneas de clorofila ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) en distintos niveles de la columna de agua: superficie, 10 m y 50 m, registradas en agosto de 2008 frente a Veracruz.

## Biomasa

### *Biomasa del zooplancton*

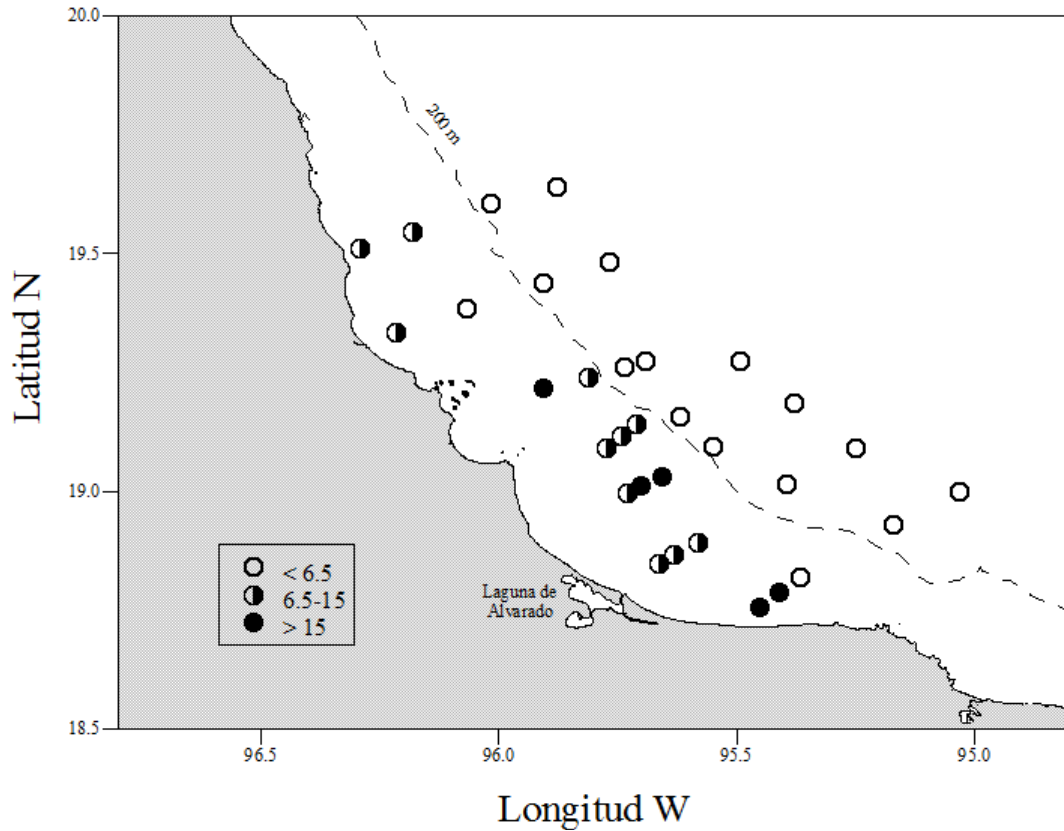
La biomasa de zooplancton estimada mediante peso húmedo presentó sus valores mayores en aguas neríticas (18.48 a 21.32 g/100 m<sup>3</sup>), particularmente frente a la laguna de Alvarado. La zona oceánica registró valores bajos (1.09 a 4.92 g/100 m<sup>3</sup>) (Figura 6).



**Figura 6.** Biomasa zooplanctónica (g/100 m<sup>3</sup>) en aguas adyacentes a Veracruz, Golfo de México en agosto de 2008.

Utilizando el método de volumen desplazado, los valores de biomasa oscilaron entre 0.86 y 23.6 mL/100 m<sup>3</sup>, con el mismo patrón de distribución que el anterior, como se esperaba (Figura 7).



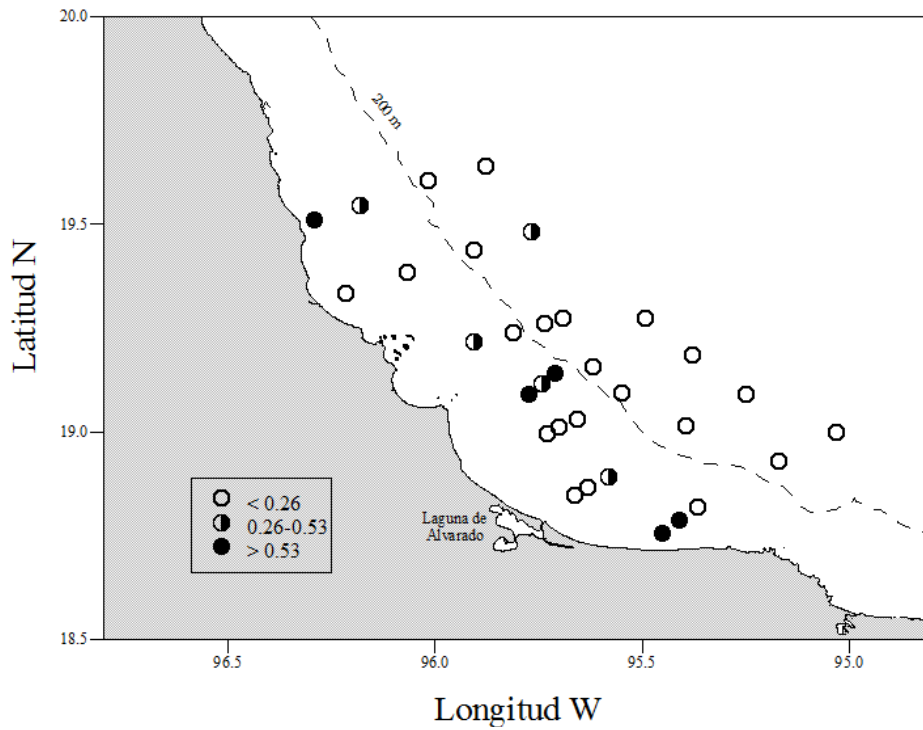


**Figura 7.** Biomasa zooplanctónica (mL/100 m<sup>3</sup>) en aguas adyacentes a Veracruz, Golfo de México en agosto de 2008.

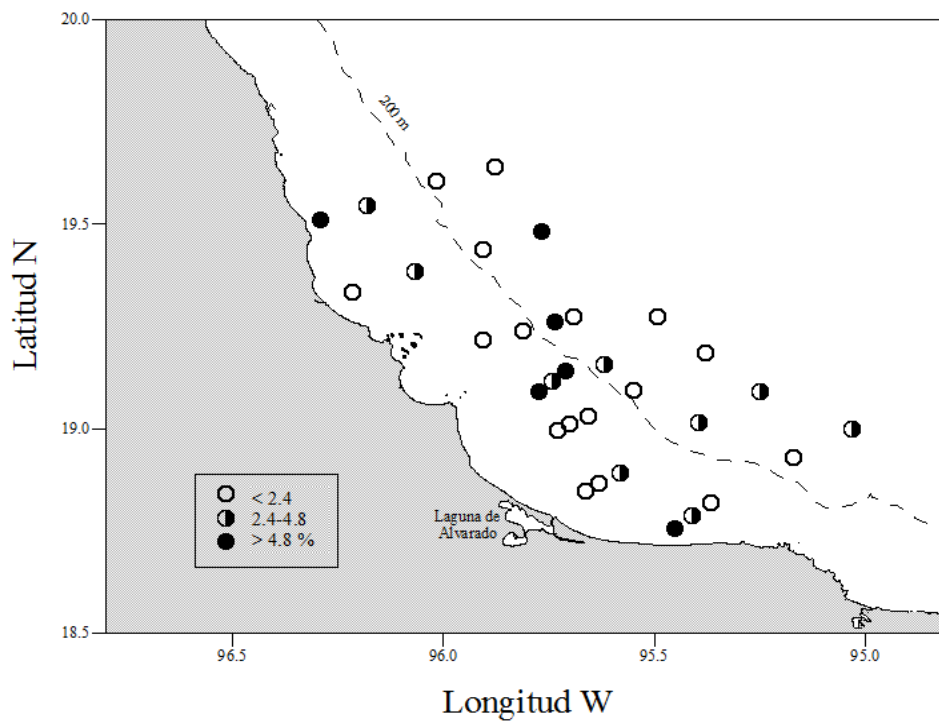
#### *Biomasa de moluscos holoplanctónicos*

La biomasa de moluscos holoplanctónicos fue baja en general. El valor mayor fue de 1.069 mL/100 m<sup>3</sup> y el menor, aún por debajo del mínimo de detección (0.03 mL/100 m<sup>3</sup>). En general, los mayores valores se observaron en aguas neríticas, especialmente frente a la laguna de Alvarado; los valores menores se registraron en aguas oceánicas (Figura 8).

Considerando la biomasa total de zooplancton, la biomasa de moluscos representó sólo el 3% del total. Los porcentajes fluctuaron entre 0.48 y 7.78%, sin un patrón definido en su distribución (Figura 9).



**Figura 8.** Distribución de biomasa de moluscos holoplanctónicos (mL/100 m<sup>3</sup>) frente a Veracruz, Golfo de México, en agosto de 2008.



**Figura 9.** Distribución de porcentaje de biomasa de moluscos holoplanctónicos con respecto a la biomasa total de zooplancton frente a Veracruz, Golfo de México, en agosto de 2008.

### Composición específica

Se extrajeron un total de 19,529 moluscos holoplanctónicos. De ellos, 911 individuos pertenecen al orden Littorinimorpha (4.67%), 60 organismos corresponden al orden Gymnosomata (0.3%), mientras que el orden Thecosomata fue el más abundante, representado por 18,550 individuos (95.02%) que fueron identificados al nivel más específico posible.

Los tecosomados estuvieron representados en siete familias, 14 géneros y 16 especies (Tabla 2). Los estadios juveniles de los géneros *Cavolinia*, *Diacavolinia*, *Diacria* y *Clio* no se determinaron a nivel específico. Un porcentaje pequeño (<1%) de los organismos fueron contabilizados como indeterminados porque se encontraban muy maltratados.

Considerando el nivel taxonómico de familia, Creseidae fue la más abundante (50.32%), seguida por Limacinidae (45.33%), Cavoliniidae (2.58%), Cymbuliidae (0.46%), Desmopteridae (0.25%), Peraclididae (0.11%) y Cliidae (0.02%).

**Tabla 2.** Lista sistemática de moluscos holoplanctónicos tecosomados recolectados en la zona sur del Golfo de México durante agosto de 2008. Clasificación tomada de Ruggieron *et al.* (2015) para la subclase Heterobranchia y para el orden Thecosomata.

---

Phylum Mollusca Cuvier, 1795

Clase Gastropoda Cuvier, 1797

Subclase Heterobranchia Haszprunar, 1985

Orden Thecosomata Blainville, 1824

Suborden Euthecosomata Meisenheimer, 1905

Familia Limacinidae Gray, 1847

Género *Limacina* Bosc, 1817

*Limacina bulimoides* d'Orbigny, 1836

*Limacina trochiformis* d'Orbigny, 1836

*Limacina lesueurii* d'Orbigny, 1836

Género *Heliconoides* d'Orbigny, 1836

*Heliconoides inflatus* (d'Orbigny, 1836)

Familia Cavoliniidae Gray, 1850

Género *Cavolinia* Abildgaard, 1791

Género *Diacavolinia* van der Spoel, Bleeker y Kobayashi, 1993

***Diacavolinia longirostris*** d'Orbigny, 1836

Género *Diacria* J.E. Gray, 1840

***Diacria danae*** van der Spoel, 1968

Familia Cliidae Jeffreys, 1869

Género *Clio* Linnaeus, 1767

***Clio pyramidata*** forma ***lanceolata*** d'Orbigny, 1836

Familia Creseidae Rampal, 1973

Género *Creseis* Rang, 1828

***Creseis clava*** (Rang, 1828)

***Creseis virgula*** (Rang, 1828)

Género *Hyalocylis* Fol, 1875

***Hyalocylis striata*** Rang, 1828

Género *Styliola* Gray, 1850

***Styliola subula*** Quoy y Gaimard, 1827

Suborden Pseudothecosomata Meisenheimer, 1905

Familia Cymbuliidae Cantraine, 1841

Género *Cymbulia* Peron y Lesueur, 1810

***Cymbulia peronii*** Blainville, 1818

Género *Corolla* Dall, 1871

Género *Glebinae* Niebuhr, 1776

***Gleba cordata*** Niebuhr, 1776

Familia Desmopteridae Chun, 1889

Género *Desmopterus* Chun, 1889

***Desmopterus papilio*** Chun, 1889

Familia Peraclididae Tesch, 1913

Género *Peracle* Forbes, 1884

***Peracle diversa*** (Monterosato, 1875)

***Peracle reticulata*** d'Orbigny, 1836

Las especies más abundantes fueron *Creseis clava* con 43.29% de la abundancia total y *Limacina trochiformis* con 37.82%. Con valores registrados entre el 1 y el 6% de la abundancia total se encuentran registrados cinco taxones; *Creseis virgula*, *Heliconoides inflatus*, juveniles del género *Cavolinia*, *Limacina bulimoides* e *Hyalocylis striata*. Los demás taxones presentan una abundancia porcentual menor a 1 (Tabla 3).

**Tabla 3.** Abundancia relativa (AR, %) y densidad promedio ( $\bar{X}$ , ind/100 m<sup>3</sup>) de los moluscos holoplanctónicos tecosomados registrados en el sur del Golfo de México en agosto de 2008. *F* = número de veces que aparece el taxón en 32 estaciones muestreadas.

TAXÓN	AR	$\bar{X}$	F
<i>Creseis clava</i>	43.29	111.30	32
<i>Limacina trochiformis</i>	37.82	97.23	32
<i>Creseis virgula</i>	5.93	15.24	28
<i>Heliconoides inflatus</i>	5.91	15.20	25
<i>Cavolinia</i> sp juveniles	1.33	3.41	31
<i>Limacina bulimoides</i>	1.04	2.67	23
<i>Hyalocylis striata</i>	1.00	2.57	21
<i>Diacavolinia</i> sp	0.81	2.08	23
<i>Limacina lesueurii</i>	0.56	1.45	12
<i>Corolla</i> sp	0.38	0.96	17
<i>Diacavolinia</i> sp juveniles	0.26	0.66	9
<i>Desmopterus papilio</i>	0.25	0.63	17
<i>Diacria</i> sp juveniles	0.12	0.30	7
<i>Styliola subula</i>	0.10	0.27	4
<i>Gleba cordata</i>	0.08	0.19	8
<i>Peracle diversa</i>	0.06	0.16	5
<i>Peracle reticulata</i>	0.05	0.12	6
<i>Diacavolinia longirostris</i>	0.04	0.10	2
<i>Diacria danae</i>	0.02	0.05	3
<i>Cymbullia peronii</i>	0.01	0.04	3
<i>Cavolinia</i> sp	0.01	0.03	3
<i>Clio pyramidata</i> forma <i>lanceolata</i>	0.01	0.03	1
<i>Clio</i> sp juvenil	0.01	0.03	1
Indeterminados	0.93	2.39	28

## **Patrones de distribución y abundancia de las especies**

A continuación se presenta una breve descripción de los patrones de distribución y abundancia de las especies de moluscos tecosomados recolectados en el sur del Golfo de México en agosto de 2008.

### Familia Limacinidae

*Limacina bulimoides* se observó en 23 estaciones de muestreo tanto de aguas neríticas como oceánicas, con una mayor abundancia en estaciones alejadas de la plataforma continental (Apéndice: Figura 1).

*Limacina trochiformis* fue la segunda especie más abundante (37.82% del total de los moluscos tecosomados) registrada en el área de estudio. Se encontró en todas las estaciones aunque con una mayor densidad en aguas cercanas a la línea de costa (Apéndice: Figura 2, Tabla 3).

*Limacina lesueurii* fue la especie menos abundante de la familia Limacinidae (1.33% del total de los limacínidos), con una distribución limitada a 12 estaciones principalmente de carácter oceánico (Apéndice: Figura 3).

*Heliconoides inflatus* se registró en 25 estaciones con altas densidades principalmente en estaciones de aguas oceánicas y algunas ubicadas cercanas a la costa, frente a la laguna de Alvarado (Apéndice: Figura 4).

### Familia Cavoliniidae

*Cavolinia* sp. Presentó valores bajos de abundancia, registrada únicamente en tres estaciones distantes a la línea de costa (Apéndice: Figura 5).

*Cavolinia* sp (juveniles). Tuvo una amplia distribución, con altas concentraciones sobre la plataforma continental. (Apéndice: Figura 6).

*Diacavolinia longirostris* únicamente se registró en dos estaciones de aguas neríticas con valores bajos de abundancia. (Apéndice: Figura 7).

*Diacavolinia* sp fue observada con una mayor concentración sobre la plataforma continental, y estuvo ausente en la zona sur del área de estudio. (Apéndice: Figura 8).

*Diacavolinia* sp (juveniles) estuvo presente en nueve estaciones distribuidas a lo largo de toda el área de estudio, con una mayor abundancia sobre la plataforma continental (Apéndice:

Figura 9).

*Diacria danae* se distribuyó únicamente en tres estaciones de la parte sur de la zona estudiada, con niveles mínimos de densidad (Apéndice: Figura 10).

*Diacria sp (juveniles)* se registró en siete estaciones con niveles regulares de abundancia en las estaciones de la parte sur y valores mínimos en la parte norte (Apéndice: Figura 11).

#### Familia Cliidae

*Clio pyramidata* forma *lanceolata* únicamente fue observada en una de las estaciones más alejadas de la línea de costa, asociada a aguas oceánicas de la parte norte de la zona de estudio, siendo una de las especies menos abundantes (2 individuos) (Apéndice: Figura 12).

*Clio sp (juveniles)*. El único individuo de este taxón se observó en aguas oceánicas (Apéndice: Figura 13).

#### Familia Creseidae

*Creseis clava* fue la especie más abundante (43.29%) y estuvo presente en todas las estaciones con altos niveles de abundancia, cuyas categorías fueron de regular a elevada, principalmente sobre aguas neríticas (Apéndice: Figura 14, Tabla 3).

*Creseis virgula* fue la tercera especie más abundante. Se registró en 28 de las 32 estaciones, con su mayor abundancia sobre aguas neríticas (Apéndice: Figura 15, Tabla 3).

*Hyalocylis striata* se encontró en 21 estaciones, con su mayor abundancia en aguas oceánicas (Apéndice: Figura 16).

*Styliola subula* únicamente fue observada en aguas oceánicas, presente en cuatro estaciones (Apéndice: Figura 17).

#### Familia Cymbuliidae

*Cymbulia peronii* fue registrada exclusivamente en tres estaciones cercanas al borde de la plataforma continental con bajas abundancias (Apéndice: Figura 18).

*Corolla sp* tuvo una amplia distribución, aunque presentó una mayor abundancia en las estaciones cercanas a la línea de costa y en el límite de la plataforma continental (Apéndice: Figura 19).

*Gleba cordata* se localizó en ocho estaciones esencialmente de aguas neríticas con bajos

niveles de abundancia (Apéndice: Figura 20).

Familia Desmopteridae

*Desmopterus papilio* fue notablemente más frecuente y abundante en aguas oceánicas (Apéndice: Figura 21).

Familia Peraclididae

*Peracle diversa* sólo se distribuyó en la parte oceánica del sitio de estudio, registrada en cinco estaciones con bajos niveles de abundancia (Apéndice: Figura 22).

*Peracle reticulata* se presentó en seis estaciones de las cuales cinco fueron de carácter oceánico y sólo una de aguas neríticas con niveles mínimo y regular de abundancia (Apéndice: Figura 23).

#### **Análisis de segregación espacial**

El máximo valor de segregación espacial ( $D = 0.89$ ) se observó entre las especies *C. clava* y *H. inflatus*, quienes mostraron una separación espacial (Apéndice: Figuras 4 y 14). Los pares *H. inflatus* - *L. trochiformis* y *H. inflatus* - *C. virgula* también obtuvieron valores altos de segregación ( $\geq 0.84$ ). Por su parte, el valor  $D$  entre *C. virgula* y *L. trochiformis* fue de 0.35, lo cual evidencia una coexistencia entre estas especies (Apéndice: Figuras 2 y 15).

**Tabla 4.** Índice de segregación espacial ( $D$ ) de las especies más abundantes de moluscos tecosomados en el sur del Golfo de México en agosto de 2008.

Especies	<i>C. clava</i>	<i>L. trochiformis</i>	<i>C. virgula</i>	<i>H. inflatus</i>
<i>C. clava</i>	0	-	-	-
<i>L. trochiformis</i>	0.47	0	-	-
<i>C. virgula</i>	0.43	0.35	0	-
<i>H. inflatus</i>	0.89	0.87	0.84	0

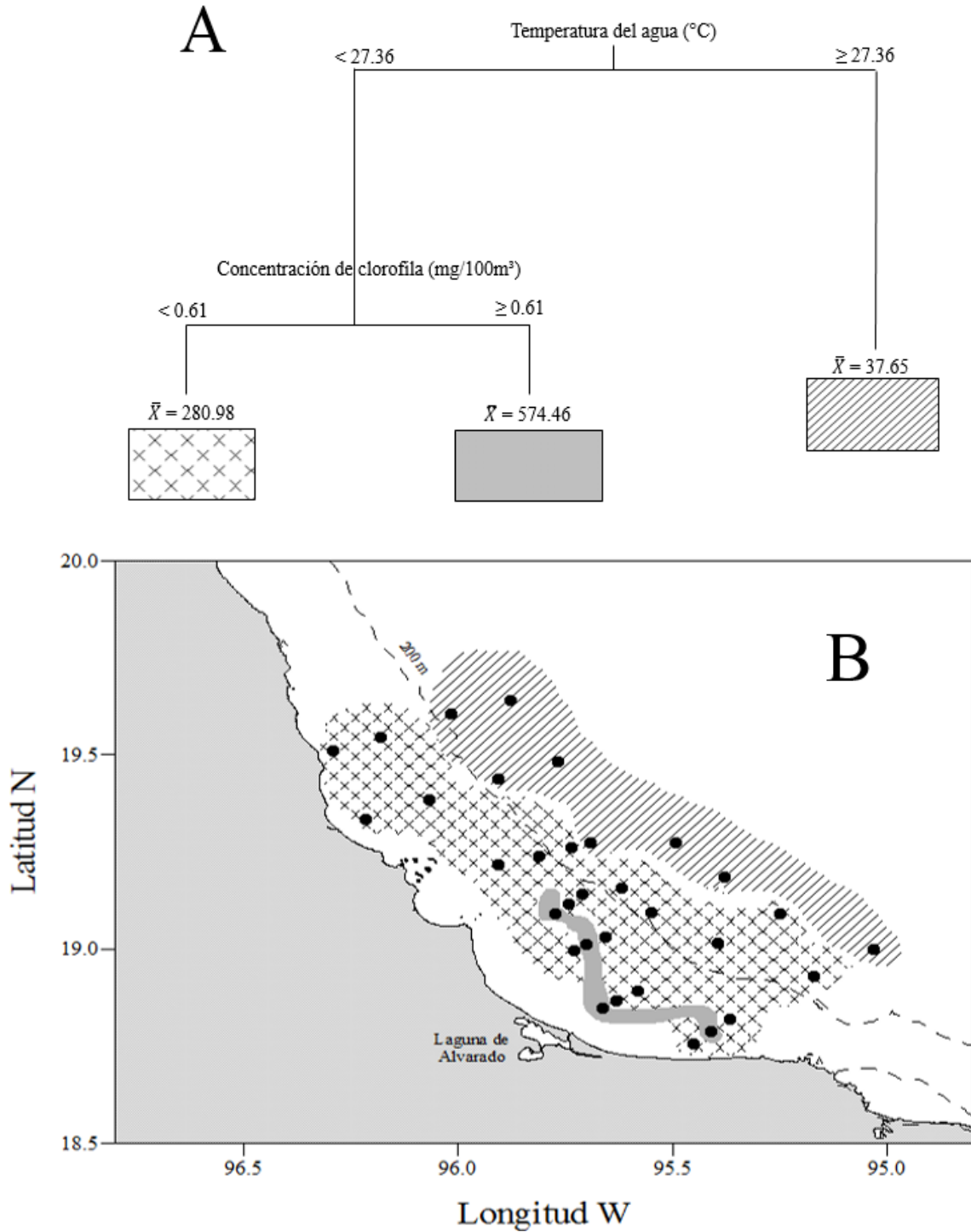


### **Factores ambientales que influyen en la abundancia y distribución de los moluscos**

Para analizar la influencia que tienen los factores ambientales sobre la distribución y abundancia de los tecosomados se realizó un Análisis de Regresión por Árboles, en donde la variable de respuesta fue la densidad de tecosomados herbívoros y las variables explicativas fueron temperatura, salinidad y disponibilidad de alimento (concentración de clorofila).

El análisis indicó que el parámetro ambiental que tuvo una mayor influencia sobre la abundancia y distribución de los tecosomados, fueron la temperatura y la concentración de clorofila (Figura 10A). Las mayores densidades de tecosomados ( $\bar{X} = 574.46 \text{ ind}/100 \text{ m}^3$ ) se relacionaron con valores de temperaturas menores a  $27.36 \text{ }^\circ\text{C}$  y niveles de concentración de clorofila superiores a  $0.61 \text{ mg}/\text{m}^3$  (Figura 10A). A su vez, las densidades más bajas de tecosomados ( $\bar{X} = 37.65 \text{ ind}/100 \text{ m}^3$ ) corresponden con temperaturas superiores a  $27.36 \text{ }^\circ\text{C}$  (Figura 10A).

Generalmente las áreas con una mayor densidad de tecosomados, temperaturas bajas y mayor disponibilidad de alimento se ubicaron frente a la laguna de Alvarado, mientras que el grupo de estaciones con menor cantidad promedio de tecosomados estuvo conformado por 8 estaciones ubicadas en aguas oceánicas (Figura 10B).



**Figura 10.** A) Resultado del Análisis de Regresión por Árboles aplicado a la densidad de tecosomados (ind/100 m<sup>3</sup>) como variable de respuesta y salinidad, temperatura y concentración de clorofila como variables explicativas. B) Mapa de localización de los grupos frente a Veracruz, agosto de 2008.

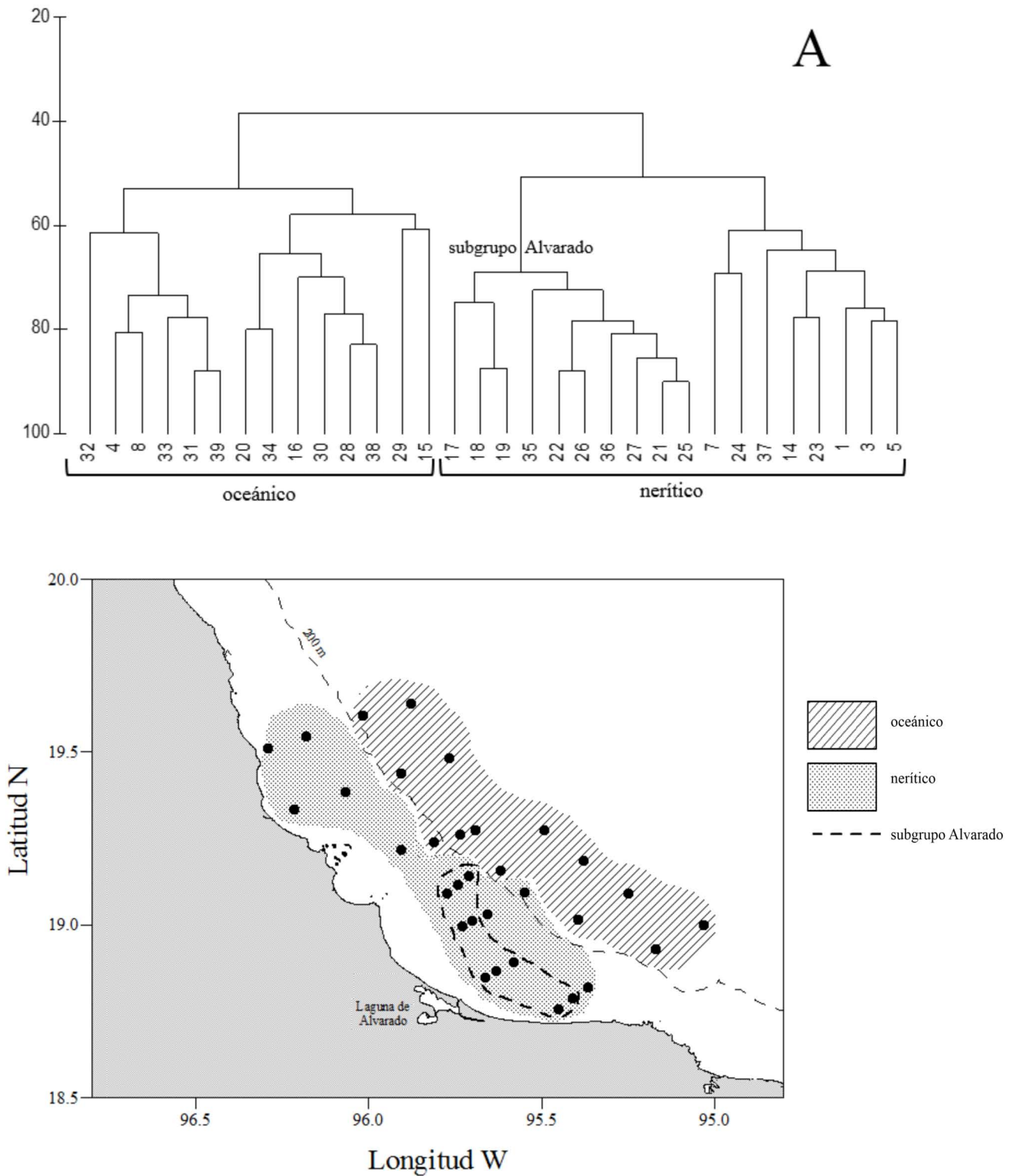
### Asociaciones de moluscos

El análisis de disimilitud de Bray-Curtis estableció dos grupos de estaciones (Figura 11A), denominados ‘nerítico’ y ‘oceánico’, en alusión a la zona en que se localizan. Del grupo ‘nerítico’ se puede destacar la presencia de un subgrupo que incluye 10 estaciones ubicadas frente a la laguna de Alvarado (Figura 11B).

La principal diferencia entre ambos grupos estriba en la densidad promedio de moluscos, la cual es cinco veces mayor en el grupo ‘nerítico’ que en el ‘oceánico’. Destaca dentro del grupo ‘nerítico’ la alta densidad en el subgrupo denominado ‘Alvarado’. Por el contrario, el número de especies y la diversidad de Shannon fueron mayores en el grupo ‘oceánico’ (Tabla 5).

A pesar de su amplia distribución en el área de estudio, algunas especies mostraron preferencias por alguna zona. Así, *Limacina trochiformis*, *Creseis clava* y *C. virgula* registraron su mayor densidad en aguas neríticas (Apéndice: Figuras 2, 14 y 15), en tanto que *Limacina bulimoides*, *Heliconoides inflatus* e *Hyalocylis striata*, hicieron lo propio en agua oceánicas (Apéndice: Figuras 1, 3 y 16). Algunas especies como *Cavolinia* sp, *Clio pyramidata* forma *lanceolata*, *Styliola subula* y *Peracle diversa* fueron observadas únicamente en el grupo ‘oceánico’, a diferencia de *Diacavolinia longirostris* que fue registrada de manera exclusiva en el grupo ‘nerítico’. Sin embargo, ninguna de estas especies presentó una alta abundancia y frecuencia (Tabla 6).

En el subgrupo ‘Alvarado’ destaca la dominancia de *L. trochiformis* y *C. clava* (Tabla 5, Apéndice: Figuras 2 y 14), responsables de la baja diversidad de Shannon registrada en ese subgrupo (Tabla 5). De hecho, en los transectos del sur (bajo la influencia de las aguas de la laguna), la diversidad de Shannon aumenta en sentido costa-océano; en los transectos del norte, no existe un patrón claro (Figura 13). En cuanto a la riqueza de especies, tampoco existe un patrón muy evidente. Lo único claro es que las estaciones con una riqueza de especies superiores a 12, están en aguas oceánicas (Figura 12).



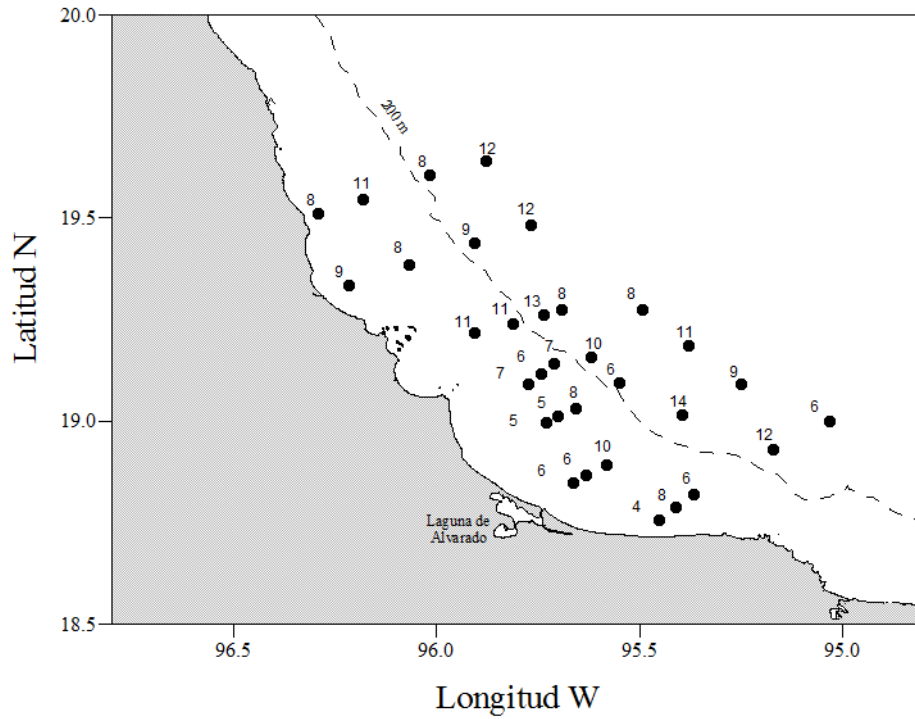
**Figura 11.** A) Grupos de estaciones oceanográficas establecidas mediante el índice de Bray-Curtis, de los tecosomados. B) Mapa de localización de los grupos de tecosomados frente a Veracruz, agosto de 2008.

**Tabla 5.** Riqueza de especies ( $S$ ), índice de diversidad de Shannon ( $H'$ , bits/ind) y densidad promedio ( $\bar{X}$ , ind/100 m<sup>3</sup>) estimados en los dos grupos de asociaciones de tecosomados y en el subgrupo Alvarado, sur del Golfo de México, agosto de 2008.

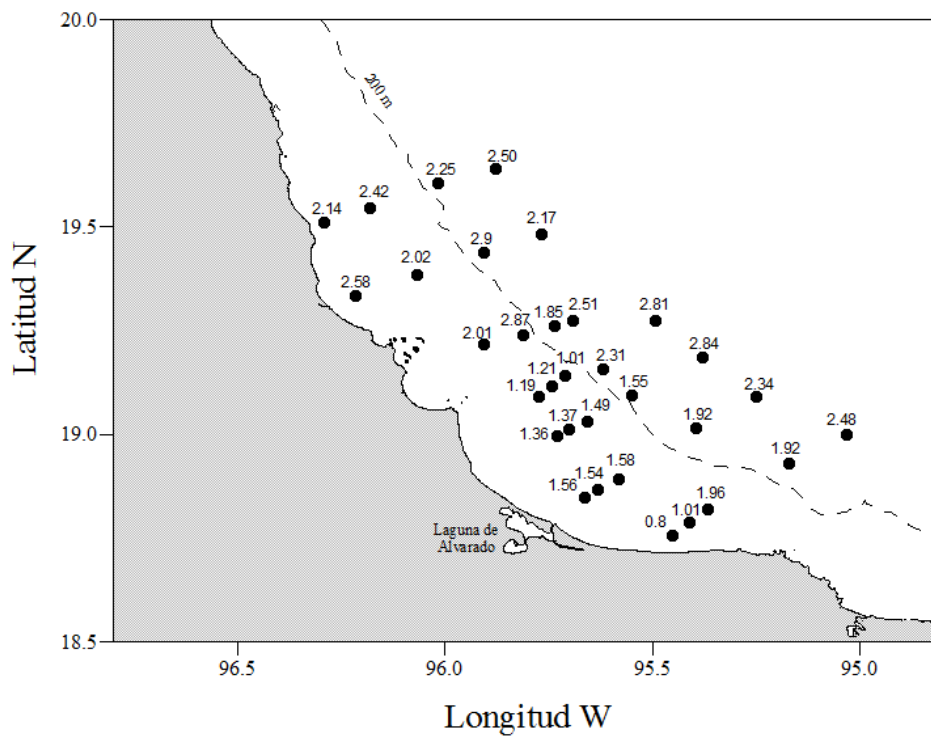
	Oceánico	Nerítico	subgrupo Alvarado
$S$	18	15	15
$H'$	2.41	1.60	1.26
$\bar{X}$	72.75	388.44	565.98
Localización	Zona oceánica	Zona nerítica	Frente a la laguna de Alvarado

**Tabla 6.** Taxones presentes en cada uno de los grupos de moluscos tecosomados establecidos en el sur del Golfo de México en agosto de 2008. Densidad promedio ( $\bar{X}$ , ind/100 m<sup>3</sup>),  $F$  = frecuencia de aparición (%).

TAXON	Oceánico ( $n = 14$ )		Nerítico ( $n = 18$ )		subgrupo Alvarado ( $n = 10$ )	
	$\bar{X}$	$F$ (%)	$\bar{X}$	$F$ (%)	$\bar{X}$	$F$ (%)
<i>Limacina bulimoides</i>	5.28	100.00	0.63	50.00	0.33	40.00
<i>Limacina trochiformis</i>	11.92	100.00	163.59	100.00	266.29	100.00
<i>Heliconoides inflatus</i>	31.85	92.86	2.25	66.67	3.43	70.00
<i>Limacina lesueurii</i>	3.05	57.14	0.21	22.22	0.06	10.00
<i>Cavolinia</i> sp	0.07	21.43	—	—	—	—
<i>Diacavolinia longirostris</i>	—	—	0.18	11.11	0.33	20.00
<i>Diacavolinia</i> sp	1.42	57.14	2.59	83.33	1.36	70.00
<i>Diacria danae</i>	0.08	14.29	0.03	5.56	0.06	10.00
<i>Clio pyramidata</i> forma <i>lanceolata</i>	0.06	7.14	—	—	—	—
<i>Creseis clava</i>	8.26	100.00	191.45	100.00	312.39	100.00
<i>Creseis virgula</i>	3.22	78.57	24.59	94.44	37.58	100.00
<i>Hyalocylis striata</i>	4.83	100.00	0.81	38.89	0.40	20.00
<i>Styliola subula</i>	0.61	28.57	—	—	—	—
<i>Cymbullia peroni</i>	0.05	14.29	0.02	5.56	0.04	10.00
<i>Corolla</i> sp	0.39	57.14	1.42	50.00	0.15	30.00
<i>Gleba cordata</i>	0.06	14.29	0.30	33.33	0.04	10.00
<i>Desmopterus papilio</i>	1.01	78.57	0.33	33.33	0.05	10.00
<i>Peracle diversa</i>	0.36	35.71	—	—	—	—
<i>Peracle reticulata</i>	0.24	35.71	0.03	5.56	0.06	10.00



**Figura 12.** Riqueza de especies ( $S$ ) de moluscos tecosomados en el sur del Golfo de México en agosto de 2008.



**Figura 13.** Diversidad de Shannon ( $H'$ , bits/ind) de moluscos tecosomados en el sur del Golfo de México en agosto de 2008.

## DISCUSIÓN

### Biomasa

En el ecosistema pelágico, el conocimiento de la cantidad de biomasa de zooplancton ha sido utilizado como una medida de la productividad secundaria en las diferentes regiones (Kane, 1993). En el sur del Golfo de México, varias investigaciones se han enfocado a su estimación y variabilidad anual (Flores-Coto *et al.*, 1988; Sanvicente-Añorve, 1990; Gasca *et al.*, 1995; Espinosa-Fuentes y Flores-Coto, 2004). Particularmente, el estudio de Zavala-García *et al.* (2016) reunió información que abarca los años 1984 a 2001, las cuatro estaciones del año y aguas neríticas y oceánicas.

En la zona de estudio, los valores de biomasa de zooplancton registrados (agosto) variaron de 1.09 a 21.32 g/100 m<sup>3</sup>, con un valor promedio de 5.44 g/100 m<sup>3</sup>. En concordancia, Zavala-García *et al.* (2016) observaron, para la región hidrológica del río Papalopan, un valor promedio de 8 g/100 m<sup>3</sup> de biomasa, mientras que en verano el valor promedio fue de 9.3 g/100 m<sup>3</sup>.

Dentro del área de estudio, los valores más altos se observaron en aguas neríticas (18.48 a 21.32 g/100 m<sup>3</sup>), particularmente frente a la laguna de Alvarado y los menores en aguas oceánicas (1.09 a 4.92 g/100 m<sup>3</sup>). Este patrón de distribución concuerda con los de estudios previos (Flores-Coto *et al.*, 1988; Sanvicente-Añorve, 1990; Zavala-García *et al.*, 2016), en los que se ha observado un marcado gradiente costa-océano. Particularmente, frente al sistema fluvial Grijalva-Usumacinta, los valores de biomasa ascienden hasta 110 g/100 m<sup>3</sup> (Sanvicente-Añorve, 1990), indicio de la alta productividad secundaria de la región. De hecho, Zavala-García *et al.* (2016) encontraron una estrecha relación entre la cantidad de biomasa y el volumen de agua de descargas continentales, como consecuencia del aporte de aguas ricas en nutrientes que promueven la alimentación y crecimiento de organismos planctónicos (Biggs y Sánchez, 1997; Chen *et al.*, 2002).

Por otro lado, también se cuantificó la biomasa de moluscos holoplanctónicos la cual fue baja en general, con un valor máximo de 1.069 mL/100 m<sup>3</sup> y el menor, aún por debajo del mínimo de detección (0.03 mL/100 m<sup>3</sup>). Lalli y Gilmer (1989) plantean que estos organismos contribuyen en bajas densidades a la biomasa total de zooplancton, la cual puede variar de acuerdo al sitio de estudio. En este trabajo se cuantificó el porcentaje que representan los moluscos holoplanctónicos en relación a la biomasa total de zooplancton, dando un valor de

sólo el 3%, dato que se considera como una aportación relevante para el conocimiento de biomasa de este grupo de organismos en la zona de estudio de Veracruz durante la época de lluvias.

### **Composición específica**

El orden Thecosomata fue el más abundante, representando el 95.02% de la abundancia total. En concordancia, van der Spoel (1996) se refiere a estos animales como los más abundantes dentro de los moluscos holoplanctónicos. La reproducción y estrategias de obtención de alimento juegan un papel importante de su alta abundancia. Así, en aguas cálidas y tropicales, el suborden Euthecosomata tiene un periodo reproductivo que puede abarcar casi todo el año (van der Spoel y Boltovskoy, 1981). Lalli y Gilmer (1989) mencionan que estos organismos están particularmente adaptados a la vida planctónica, con un mecanismo de alimentación basado en la liberación de redes de mucus. Estas redes pueden alcanzar dimensiones de hasta 100 veces el tamaño del animal y permanecer suspendidas para la captura de microplancton como cocolitofóridos, silicoflagelados, diatomeas, dinoflagelados, foraminíferos, radiolarios y otros protistas (van der Spoel y Boltovskoy, 1981; van der Spoel y Dadon, 1999). El amplio espectro trófico, el mecanismos de alimentación, así como el extenso periodo reproductivo de algunas especies explican su éxito ecológico entre los demás moluscos pelágicos.

Por otro lado, el orden Littorinimorpha (4.67%) —organismos comúnmente conocidos como heterópodos— y el orden Gymnosomata (0.3%), fueron escasos. Estos grupos se caracterizan por ubicarse en un eslabón más alto de la cadena trófica que los tecosomados, siendo carnívoros y considerados como cazadores activos (van der Spoel y Boltovskoy, 1981; Richter y Seapy, 1999). Richter y Seapy (1999) mencionan que los heterópodos se encuentran en bajas abundancias, principalmente en océanos de latitudes tropicales y subtropicales. Por su parte, los gimnosomados de hábitos generalmente solitarios, son considerados por algunos autores (Dadon y Chauvin, 1998; van der Spoel y Dadon, 1999) como consumidores especializados, cuya dieta se basa exclusiva o principalmente en pocas especies de tecosomados. Por lo tanto, el nivel trófico en el que se encuentran los heterópodos y gimnosomados, así como los hábitos alimenticios especializados de algunas especies, explican su baja abundancia en el ambiente pelágico.

En el presente estudio se registraron un total de 16 especies de tecosomados en aguas neríticas y oceánicas frente a Veracruz durante agosto de 2008. Todas ellas han sido



previamente registradas por otros autores en el sur del Golfo de México (Leal-Rodríguez, 1965; Matsubara-Oda, 1975; Suárez-Morales y Gasca, 1992; Suárez, 1994; Flores-Coto *et al.*, 2013; Lemus-Santana *et al.*, 2014) y Caribe mexicano (Suárez, 1994; González, 1998; Suárez-Morales y Gasca, 1998; Parra-Flores y Gasca, 2009; Rubio-Sandoval, 2016).

### **Distribución y abundancia de las especies**

Las dos especies más abundantes fueron *Creseis clava* y *Limacina trochiformis*, que en conjunto sumaron el 81.11% de la abundancia total. Distintos autores alrededor del mundo (Solis y von Westernhagen, 1978; van der Spoel y Dadon, 1999, de Larrázabal y de Oliveira, 2003; Chang y Hsueh, 2005; Wen-Tseng y Bor-Shiuan, 2016) se han referido a ellas como especies dominantes de la comunidad de moluscos pelágicos. Del mismo modo, en la zona del sur del Golfo de México y Caribe mexicano también han sido registradas por Leal-Rodríguez (1965), Matsubara-Oda (1975), Suárez-Morales y Gasca (1992), Parra-Flores y Gasca (2009), Flores-Coto *et al.*, (2013) y Lemus-Santana *et al.* (2014) como especies dominantes.

En este estudio *Creseis clava* fue la especie dominante (43.29%). Se presentó en todas las estaciones de muestreo con altos niveles de densidad (Tabla 3; Apéndice: Figura 14). En aguas del sur del Golfo frente a Tabasco y Campeche, Lemus-Santana *et al.* (2014) la registraron como la especie dominante, con el 57% de la abundancia total. En relación, Lalli y Gilmer (1989) se refieren a ella como una especie caracterizada por presentarse en altas densidades en aguas tropicales y subtropicales del mundo, y van der Spoel y Dadon, (1999) indican que esta especie presenta una cierta afinidad a las zonas neríticas.

*Limacina trochiformis* fue la segunda especie más abundante (37.82%). En otras regiones del sur del Golfo de México, esta especie ha sido registrada como la tercera más abundante, tanto en aguas oceánicas como neríticas (Suárez-Morales y Gasca, 1992; Flores-Coto *et al.*, 2013; Lemus-Santana *et al.*, 2014). Van der Spoel y Dadon (1999) mencionan que esta especie se presenta en aguas neríticas y oceánicas. Los resultados de este estudio apoyan estas observaciones, pues la especie tuvo una amplia distribución, aunque con una mayor densidad en aguas cercanas a la línea de costa (Apéndice: Figura 2).

Las taxones que siguieron en abundancia, cuya densidad representó entre 1 y 6% de la abundancia total, fueron *Creseis virgula*, *Heliconoides inflatus*, juveniles del género *Cavolinia*, *Limacina bulimoides* e *Hyalocylis striata* (Tabla 3).

*Creseis virgula*, la tercera especie más abundante (5.93%), mostró afinidad nerítica (Apéndice: Figura 15). Previamente, Lemus-Santana *et al.* (2014) la encontraron con el 7.35%, ocupando el cuarto lugar en abundancia de la fauna de pterópodos de aguas neríticas del sur del Golfo de México.

*Heliconoides inflatus* representó el 5.91% de la abundancia total de tecosomados recolectados. Fue encontrada en altas densidades en estaciones de aguas oceánicas y algunas frente a la laguna de Alvarado. Van der Spoel (1996) menciona que esta especie tiene una fuerte preferencia nerítica, por lo que puede presentarse en altas abundancias en áreas costeras. No obstante, van der Spoel y Dadon (1999) mencionan que esta especie evita las aguas nerítica donde *Creseis clava* se presenta de manera muy abundante. Este hecho se confirma en el presente estudio, pues ambas especies registraron un alto valor de segregación espacial (0.89).

*Limacina bulimoides* se presentó con una abundancia de 1.04% y estuvo presente tanto en aguas neríticas como oceánicas, con una mayor abundancia en estaciones alejadas de la plataforma continental. En concordancia, Matsubara-Oda (1975), la registró en aguas alejadas de la costa en la Bahía de Campeche.

*Hyalocylis striata* únicamente aportó el 1% de la abundancia total de moluscos, con una mayor abundancia en aguas oceánicas. En los arrecifes de Veracruz, Leal-Rodríguez (1965) la reportó en bajas abundancias, con sólo el 2.05% de todos los pterópodos.

Entre las especies restantes, que registraron valores inferiores al 1% de la abundancia total y una baja frecuencia (Tabla 3), se encuentran *Limacina lesueurii*, *Desmopterus papilio*, *Styliola subula*, *Gleba cordata*, *Peracle diversa*, *Peracle reticulata*, *Diacavolinia longirostris*, *Diacria danae*, *Cymbullia peronii* y *Clio pyramidata* forma *lanceolata*. Estas especies que han sido previamente registradas en aguas mexicanas (Leal-Rodríguez, 1965; Matsubara-Oda, 1975; Suárez-Morales y Gasca, 1992; Parra-Flores y Gasca, 2009; Flores-Coto *et al.*, 2013; Lemus-Santana *et al.*, 2014) con bajas abundancias, al igual que en este estudio.

### **Factores ambientales que influyen en la abundancia y distribución de los moluscos**

A partir del Análisis de Regresión por Árboles, en el cual se utilizaron como variables explicativas la temperatura, salinidad y disponibilidad de alimento (concentración de clorofila) y como variable de respuesta la densidad de tecosomados herbívoros, se determinó que el principal parámetro que influye sobre la distribución y abundancia de los tecosomados es la temperatura, seguido de la disponibilidad de alimento (Figura 10).

La temperatura parece tener un efecto antagónico sobre la densidad de moluscos. Por un lado, se ha documentado (Zhang, 1966; Dadon, 1990; Xu y Li, 2005) que este factor induce los procesos reproductivos, y por tanto, incide en las variaciones estacionales de abundancia de moluscos. Por otro lado, se sabe que el incremento de la temperatura también puede ser una causa de mortalidad; por ejemplo, en aguas polares, la mortalidad de la especie *Limacina helicina* es 46% mayor a una temperatura de 8 °C que la mortalidad existente a una temperatura normal (3 °C) (Lischka *et al.*, 2011). Esto sugiere que, en la naturaleza, las especies tienen condiciones óptimas para su desarrollo y crecimiento. Así, en este estudio, las mayores densidades de moluscos tecosomados se registraron a temperaturas menores a 27.36 °C, en aguas de la plataforma continental, sin olvidar que en esa zona existe la mayor disponibilidad de alimento (Figuras 2 y 4). Estudios previos en el sur del Golfo de México (Sanvicente-Añorve *et al.*, 2013; Lemus-Santana *et al.*, 2014) en el que se comparan dos épocas del año (mayo y noviembre) se observó que las mayores densidades de moluscos están asociadas al periodo más cálido (mayo, 28°C), como resultado del proceso reproductivo de estos animales.

La disponibilidad de alimento es un factor importante en la distribución de varios grupos del zooplancton (Dini y Carpenter, 1992; Tomita *et al.*, 2003; Sanvicente-Añorve *et al.*, 2007; Nogueira *et al.*, 2015). Refiriendo en particular a los moluscos holoplanctónicos, Bernard y Froneman (2009) encontraron una estrecha relación entre la densidad de pterópodos y la biomasa de fitoplancton, con una significativa disminución en la densidad de moluscos en concentraciones extremadamente bajas de fitoplancton. De manera similar, en este estudio, los valores más altos de densidad de moluscos tecosomados estuvieron asociados a sitios donde la concentración de clorofila fue superior a 0.61 mg/100 m<sup>3</sup> (y temperatura menor a 27.36°C), esto es, frente a la laguna de Alvarado (Figura 10). La cantidad de alimento es un factor que incide también sobre la reproducción de los moluscos. En estudios experimentales, Böer *et al.*

(2006) observaron que bajo condiciones de escaso alimento, la reproducción de pterópodos sufre un retraso como una medida para mantener la sobrevivencia, hasta que la cantidad de alimento es suficiente para mantener a la población. Recientemente, Rubio-Sandoval (2016) determinó que la temperatura y disponibilidad de alimento son los dos factores más importantes sobre la distribución de moluscos pelágicos en el Caribe mexicano, hecho que concuerda con lo obtenido en este trabajo.

El hecho de utilizar la concentración de clorofila como una medida de la disponibilidad de alimento, se debe a que los tecosomados son organismos esencialmente herbívoros (van der Spoel y Boltovskoy, 1981; van der Spoel, 1996), aunque se sabe también que consumen cocolitofóridos, silicoflagelados, foraminíferos, radiolarios y otros protistas que atrapan en su red de mucus (van der Spoel y Boltovskoy, 1981; van der Spoel y Dadon, 1999). Como se observó en este estudio, la distribución de biomasa zooplanctónica y concentración de clorofilas están íntimamente relacionadas (Figuras 5 y 6), y la utilización alternativa de cualquiera de los dos parámetros como disponibilidad de alimento, no afectaría los resultados.

### **Asociaciones de moluscos**

Se definieron dos grupos de estaciones denominados ‘nerítico’ y ‘oceánico’, denominados así en referencia a la zona en que se localizan (Figura 11A). La diferencia principal entre ambos grupos radica en la densidad promedio de moluscos, que fue cinco veces mayor en el grupo ‘nerítico’ que en el ‘oceánico’; sin embargo, que el número de especies y la diversidad de Shannon fue mayor en el grupo ‘oceánico’ (Tabla 5).

Los factores ambientales que definen las asociaciones de moluscos varían de acuerdo a las regiones geográficas estudiadas y a las escalas de tiempo y espacio consideradas. En este estudio, la alta densidad registrada en el grupo ‘nerítico’ obedece a que en esta zona la disponibilidad de alimento para los organismos herbívoros es mayor que en la zona oceánica. De hecho, el análisis multivariado probó que la concentración de clorofilas fue el segundo factor que más influye en la distribución de los tecosomados (Figura 10). La baja diversidad de Shannon registrada en este grupo (1.6 bits/ind) es consecuencia de la dominancia de *Limacina trochiformis* y *Creseis clava*, especies cuyo núcleo principal de distribución se encuentra frente a la laguna de Alvarado (Apéndice: Figura 2 y 14). Las descargas de aguas continentales sobre la zona oceánica llevan consigo una alta cantidad de nutrientes que

promueven la producción primaria y eventualmente favorecen el crecimiento de organismos planctónicos (Biggs y Sánchez, 1997; Chen *et al.*, 2002). La paulatina disminución de la diversidad de Shannon en el transecto ubicado frente a Alvarado (Figura 13) es una muestra tangible de la influencia de esta laguna. En otras regiones, se ha observado que los fuertes gradientes ambientales son la causa principal de la conformación de grupos de moluscos pelágicos. Así por ejemplo, frente al sistema fluvial Grijalva-Usumacinta, el fuerte gradiente salino induce a la formación de grupos faunísticos determinados por las tolerancias halinas de las especies (Lemus-Santana, 2011). En el Caribe mexicano, región caracterizada por su baja productividad primaria y escasos escurrimientos de agua dulce, Rubio-Sandoval (2016) encontró que las variaciones de temperatura son el principal factor que influye sobre la distribución de las especies. A una escala geográfica mayor, en la costa de Brasil, sitio donde confluyen dos corrientes oceánicas (Brasil-Malvinas), Dadon y Magaldi (1995) definieron dos asociaciones de moluscos tecosomados: un grupo asociado a la Corriente de Malvinas de agua fría y subantártica y el otro, a la corriente cálida y subtropical de Brasil, grupos que no presentaron especies en común. En el sur del Atlántico, Dadon y Masello (1999) encontraron dos grupos faunísticos relacionados con las características hidrológicas de la región: especies de aguas cálidas y especies de agua fría. Considerando variaciones estacionales, Xu y Li (2005) encontraron notable diferencias en abundancia de moluscos entre los meses cálidos y fríos, en el Mar de China oriental.

Faunísticamente, el grupo ‘nerítico’ estuvo caracterizado por la alta abundancia y frecuencia de *C. clava*, *C. virgula* y *L. trochiformis*, así como la presencia exclusiva de *Diacavolinia longirostris* (Tabla 6). Van der Spoel y Dadon (1999) indican que *C. clava* y *C. virgula* presenta afinidad por las zonas neríticas, en tanto que *L. trochiformis* puede presentarse tanto en aguas neríticas como oceánicas. *Diacavolinia longirostris*, tiene afinidad por la zona nerítica (van der Spoel, 1996; van der Spoel y Dadon, 1999).

El grupo ‘oceánico’ registró una mayor riqueza de especies, derivada probablemente de la naturaleza oceánica de la mayor parte de las especies de moluscos pelágicos (van der Spoel, 1996; van der Spoel y Dadon, 1999). En concordancia, van der Spoel y Boltovskoy (1981) y Seapy (2008) mencionan que la riqueza de especies aumenta en sentido costa-océano. Si bien en este estudio no se encontró un patrón bien definido (Figura 12), es claro que los valores más altos de riqueza de especies ( $\geq 12$ ) se ubican en aguas oceánicas. Las especies que

caracterizaron a este grupo fueron *Heliconoides inflatus*, *L. bulimoides* e *Hyalocylis striata*, así como la presencia exclusiva de *Clio pyramidata*, *Styliola subula* y *Peracle diversa*. Se ha documentado que las especies *L. bulimoides*, *H. striata*, *S. subula* y *P. diversa* son características de aguas oceánicas (van der Spoel y Dadon, 1999). De la especie *C. pyramidata* se han descrito varias formas con distribución diferente; la forma *lanceolata* documentada en este estudio corresponde a aguas cálidas (van der Spoel, 1996). En cambio, *H. inflatus* ha sido referida como una especie con afinidad nerítica, aunque llega a evitar las zonas con altas densidades de *C. clava* (van der Spoel y Dadon, 1999), hecho que explica la abundancia de esta especie en aguas oceánicas, lo cual fue previamente corroborado a partir del análisis de segregación espacial.

## CONCLUSIONES

Este estudio constituye una aportación importante al conocimiento de las Ciencias de la Tierra, a través del entendimiento de la influencia que tienen los factores ambientales sobre la distribución del zooplancton marino, a una escala espacial pequeña, donde interactúan procesos físicos y biológicos que se desarrollan en aguas neríticas y oceánicas, influidas por descargas de aguas continentales, frente a la zona centro del Estado de Veracruz.

Si bien se ha documentado que los moluscos holoplanctónicos representan una fracción pequeña del zooplancton, es raro encontrar una portación cuantitativa a la biomasa total de éste. En este estudio, se registró que los moluscos constituyen en promedio sólo el 3% de la biomasa total de zooplancton.

Se recolectaron 19,529 individuos representados en tres órdenes: Thecosomata (95%), Littorinimorpha (4.67%) y Gymnosomata (0.3%). Los Thecosomata son organismos esencialmente herbívoros, en tanto que los otros órdenes, son organismos carnívoros, algunos de ellos con hábitos muy especializados de alimentación (gimnosomados), razón que los coloca en niveles tróficos superiores. Estos tres órdenes constituyen un buen ejemplo de una pirámide trófica marina, cuyos niveles inferiores son más abundantes.

Dentro de los moluscos tecosomados, se registraron 16 especies, todas ellas registradas previamente en el sur del golfo. Las especies dominantes fueron *Creseis clava* (43%) y *Limacina trochiformis* (38%), más abundantes en la zona nerítica, especialmente frente a Alvarado, zona de mayor productividad primaria. La fuerte dominancia de *C. clava* parece ser un factor determinante en la distribución de otras especies, pues *Heliconoides inflatus*, especie de afinidad nerítica, se encontró desplazada hacia la zona oceánica.

A pesar de que la plataforma de Veracruz es muy estrecha (< 50 km), en este estudio fue posible encontrar diferencias entre las zonas nerítica y oceánica. Por un lado, se encontró que los factores ambientales que más influyen sobre la densidad de moluscos holoplanctónicos fueron la temperatura y la disponibilidad de alimento. Los sitios de mayor abundancia de moluscos corresponden con una temperatura no muy alta (< 27 °C) y una mayor disponibilidad de alimento, esto es, frente a la Laguna de Alvarado. De hecho, esta laguna desempeña un papel muy importante en la estructura de la comunidad, pues justo en el transecto frente a ella se presentaron los gradientes más fuertes de riqueza de especies y diversidad de Shannon. Por otro lado, tomando en consideración la composición específica de

cada estación de muestreo, también fue posible distinguir dos asociaciones faunísticas, la ‘nerítica’ y la ‘oceánica’. Las especies dominantes (*Creseis clava* y *Limacina trochiformis*) caracterizaron a la primera asociación, en tanto que *Limacina bulimoides*, *Heliconoides inflatus* e *Hyalocylis striata*, a la segunda. Nuevamente, las características hidrológicas frente a la Laguna de Alvarado, los hábitos propios de las especies, así como el fenómeno de segregación espacial entre especies (*C. clava* – *H. inflatus*), desempeñaron un papel muy importante en la composición de estas asociaciones.



## LITERATURA CITADA

- Allende-Arandía, M. E., J. Zavala-Hidalgo, R. Romero-Centeno, A. Mateos-Jasso, J. Vargas-Hernández y L. Zamudio, 2016. Analysis of ocean current observations in the Northern Veracruz Coral Reef System, Mexico: 2007–12. *Journal of Coastal Research* 32(1): 46-55.
- Bernard, K. S. y P. W. Froneman, 2009. The sub-Antarctic euthecosome pteropod, *Limacina retroversa*: distribution patterns and trophic role. *Deep-Sea Research I* 56: 582-598.
- Biggs, D. C., 1992. Nutrients, plankton and productivity in a warm-core ring in the Western Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research* 97(C2): 2143-2154.
- Biggs, D. C. y L. L. Sánchez, 1997. Nutrient enhanced primary productivity of the Texas-Louisiana continental shelf. *Journal of Marine Systems* 11: 237-247.
- Böer, M., M. Graeve y G. Kattner, 2006. Impact of feeding and starvation on the lipid metabolism of the Arctic pteropod *Clione limacina*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 328: 98-112.
- Bray, J. R. y J. T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27: 325-349.
- Breiman, L., J. H. Friedman, R. A. Olshen y C. G. Stone, 1984. *Classification and regression trees*. Wadsworth International Group, Belmont, California, 358 p.
- Caso, C. M., I. Pisanty y E. Ezcurra, 2004. *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*. SEMARNAT, INE, Instituto de Ecología, A. C. y Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies. México, D.F., 626 p.
- Chang, C. Y. y P. W. Hsueh, 2005. Species composition and seasonal abundance of pteropods (Mollusca: Gastropoda) in nearshore shallow waters of Northwestern Taiwan. *Journal of the Fisheries Society of Taiwan* 32(4): 311-316.
- Chen, C., R. Ji, D. J. Schwab, D. Beletsky, G. L. Fahnenstiel, M. Jiang, T. H. Johengen, H. Vanderploeg, B. Eadie, J. W. Budd, M. H. Bundy, W. Gardner, J. Cotner y P. J. Lavrentyev, 2002. A model study of the coupled biological and physical dynamics in Lake Michigan. *Ecological Modelling* 152: 145-168.
- Clarke, K. R. y R. M. Warwick, 2001. *Change in marine communities; an approach to statistical analysis and interpretation*, PRIMER-E, Plymouth, 145 p.

- Comeau, S., G. Gorsky, R. Jeffree, J. L. Teyssié, y J. P. Gattuso, 2009. Impact of ocean acidification on a key Arctic pelagic mollusc (*Limacina helicina*). *Biogeosciences* 6: 1877-1882.
- Comeau, S., R. Jeffree, J. L. Teyssié y J. P. Gattuso, 2010. Response of the Arctic pteropod *Limacina helicina* to projected future environmental conditions. *PLoS ONE* 5(6): e11362.
- Dadon, J. R., 1990. Annual cycle of *Limacina retroversa* in Patagonian waters. *American Malacological Bulletin* 8(1): 77-84.
- Dadon, J. R. y N. H. Magaldi, 1995. Mesoscale distribution of Thecosomata (Gastropoda) in the Brazil-Malvinas Confluence compared with simultaneous satellite images of surface temperatura. *Iheringi a, Série Zoologia* 78: 157-160.
- Dadon, J. R. y S. V. Chauvin, 1998. Distribution and abundance of Gymnosomata (Gastropoda: Opisthobranchia) in the Southwest Atlantic. *Journal of Molluscan Studies* 64: 345-354.
- Dadon, J. R. y J. F. Masello, 1999. Mechanisms generating and maintaining the admixture of zooplanktonic molluscs (Euthecosomata: Opisthobranchiata: Gastropoda) in the Subtropical Front of the South Atlantic. *Marine Biology* 135: 171-179.
- de la Lanza Espino, G. y J. C. Gómez Rojas, 2004. Características físicas y químicas del Golfo de México. Pp. 105-136. In: M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (Eds), *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*. SEMARNAT, INE, Instituto de Ecología, A. C. y Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, 626 p.
- de Larrazábal, M. E. y V. S. de Oliveira, 2003. Thecosomata e Gymnosomata (Mollusca, Gastropoda) de cadeia Fernando de Noronha, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 20(02): 351-360.
- Dini, M. L. y S. R. Carpenter, 1992. Fish predators, food availability and diel vertical migration in *Daphnia*. *Journal of Plankton Research* 14: 359-377.
- Elliot, B. A., 1982. Anticyclonic rings in the Gulf of Mexico. *Journal of Physical Oceanography* 12: 1292-1309.
- Espinosa-Fuentes, M. L. y C. Flores-Coto, 2004. Cross-shelf and vertical structure of ichthyoplankton assemblages in the continental shelf waters of the Southern Gulf of Mexico. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 59: 333-352.

- Expósito, D. G., D. S. de León, M. G. Monreal, D. M. Salas y F. G. Vázquez, 2009. Inertial currents in the Southern Gulf of Mexico. *Ciencias Marinas* 35(3): 287-296.
- Fernández, E. A., A. Gallegos y J. H. Zavala, 1993. Oceanografía física de México. Zona Económica Exclusiva. *Ciencia y Desarrollo* 18(108): 24-35.
- Flores-Coto, C., L. Sanvicente-Añorve, R. Pineda-López y M. A. Rodríguez-Van Lier, 1988. Composición, distribución y abundancia ictioplanctónica del sur del Golfo de México. *Universidad y Ciencia* 5(9): 65-84.
- Flores-Coto, C., H. Arellanes, J. Sánchez y A. López, 2013. Composición, abundancia y distribución de Pteropoda (Mollusca: Gastropoda) en la zona nerítica del sur del Golfo de México (Agosto, 1995). *Hidrobiológica* 23(3): 348-364.
- Forristall, G. Z., K. J. Schaudt y C. K. Cooper, 1992. Evolution and kinematics of a loop current eddy in the Gulf of Mexico during 1985. *Journal of Geophysical Research* 97(2): 2173-2184.
- García, E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen: para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 39 p.
- Gasca, R., E. Suárez y I. Castellanos, 1995. Biomásas zoopláncticas en aguas superficiales del Golfo de México durante verano e invierno de 1991. *Caribbean Journal of Science* 31(1-2): 128-140.
- González, N. E., 1998. Moluscos de la expedición del R/V *Edwin Link* en las costas del Caribe mexicano. *Revista de Biología Tropical* 46(3): 625-631.
- Kane, J., 1993. Variability of zooplankton biomass and dominant species abundance on Georges Bank, 1977-1986. *Fishery Bulletin* 91: 464-474.
- Keen, M., 1971. *Sea shells of tropical West America: marine mollusks from Baja California to Peru*. Stanford University Press, Stanford, 1064 p.
- Lalli, C. y R. W. Gilmer, 1989. *Pelagic snails. The biology of holoplanktonic gastropod mollusks*. Stanford University Press, Stanford, 259 p.
- Leal-Rodríguez, D., 1965. Distribución de pterópodos de Veracruz. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 36: 249-251.

- Lemus-Santana, E., 2009. *Distribución y abundancia de moluscos holoplanctónicos en el sur del Golfo de México*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 95 p.
- Lemus-Santana, E., 2011. *Estructura de la comunidad de moluscos holoplanctónicos en el sur del Golfo de México*. Tesis de Maestría, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, 147 p.
- Lemus-Santana, E., L. Sanvicente-Añorve, M. Hermoso-Salazar y C. Flores-Coto, 2014. The holoplanktonic Mollusca from the southern Gulf of Mexico. Part 2: pteropods. *Cahiers de Biologie Marine* 55: 241-258.
- Lischka, S., J. Büdenbender, T. Boxhammer y U. Riebesell, 2011. Impact of ocean acidification and elevated temperatures on early juveniles of the polar shelled pteropod *Limacina helicina*: mortality, shell degradation, and shell growth. *Biogeosciences* 8: 919-932.
- Magurran, A. E., 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Nueva Jersey, 179 p.
- Matsubara-Oda, J. A. K., 1975. *Sistemática, distribución, abundancia y relaciones ambientales de los pterópodos tecosomados de la Bahía de Campeche, México*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 51 p.
- Monreal, G. M., D. S. de León y H. M. Velasco, 2004. La hidrodinámica del Golfo de México. Pp. 47-68. In: M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (Eds), *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*. INE-SEMARNAT, Distrito Federal, 627 p.
- Nogueira, J. M., F. P. Brandini y J. C. U. Codina, 2015. Diel vertical dynamics of gelatinous zooplankton (Cnidaria, Ctenophora and Thaliacea) in a subtropical stratified ecosystem (South Brazilian bight). *PLoS ONE* 10(12): e0144161.
- Parra-Flores, A. y R. Gasca, 2009. Distribution of pteropods (Mollusca: Gastropoda: Thecosomata) in surface waters (0-100 m) of the Western Caribbean Sea (winter, 2007). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(3): 647-662.
- Richter, G. y R. R. Seapy, 1999. Heteropoda. Pp. 621-647. In: D. Boltovskoy (Ed.), *South Atlantic Zooplankton*, Vol. 1. Backhuys Publishers, Leiden, 868 p.

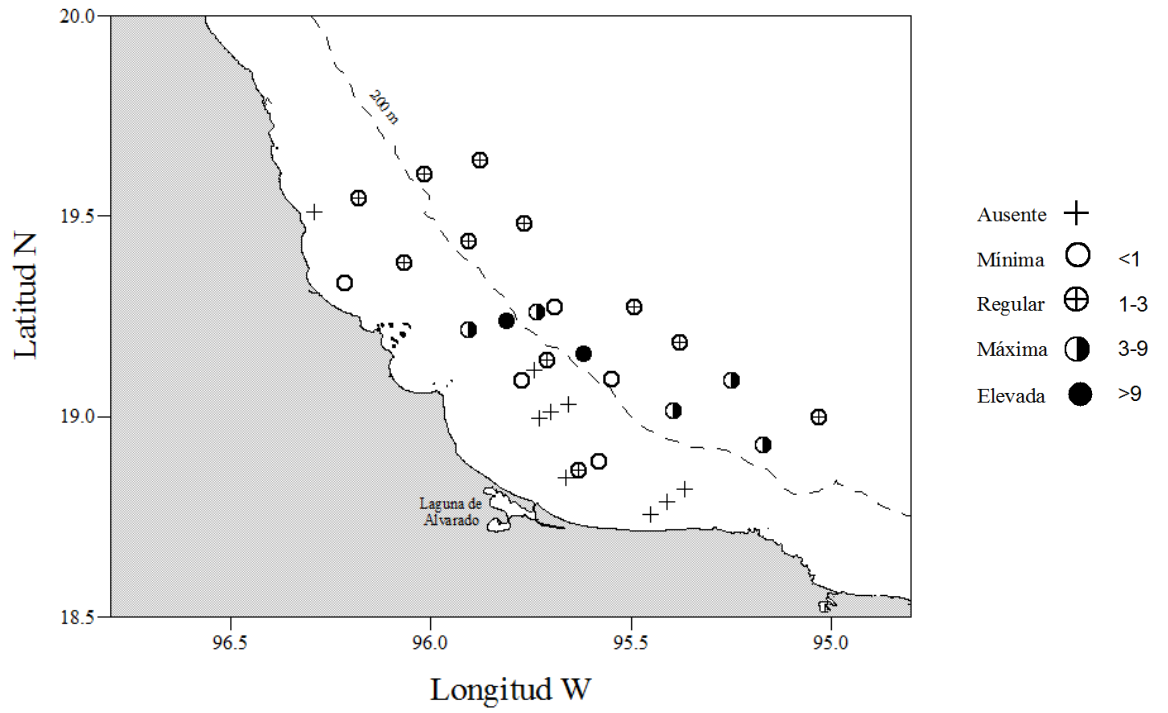
- Rubio-Sandoval, K. Z., 2016. *Aspectos ecológicos de la comunidad de moluscos holoplanctónicos en las costas del Caribe mexicano*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 61 p.
- Ruggieron, M., D. Gordon, T. Orrell, N. Bally, T. Bourgoïn, R. Brusca, T. Cavalier-Smith, M. Guiry y P. Kirk, 2015. A higher level classification of all living organisms. *PLoS ONE* 10(4): e0119248.
- Salas-Pérez, J. J., D. Salas-Monreal, V. E. Arenas-Fuentes, D. A. Salas-de-León, M. L. Riveron-Enzastiga, 2008. Tidal characteristics in a Coral Reef System from the Western Gulf of Mexico. *Ciencias Marinas* 34(4): 467-478.
- Sanvicente-Añorve, L. E., 1990. *Comunidades ictioplanctónicas en el suroeste del Golfo de México*. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, 58 p.
- Sanvicente-Añorve, L., C. Flores-Coto y X. Chiappa-Carrara, 2000. Temporal and spatial scales of ichthyoplankton distribution in the southern Gulf of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 51: 463-475.
- Sanvicente-Añorve, L., C. Alba, M. A. Alatorre y C. Flores-Coto, 2007. Cross-shelf and vertical distribution of siphonophore assemblages under the influence of freshwater outflows in the southern Gulf of Mexico. *Hydrobiologia* 586: 69-78.
- Sanvicente-Añorve, L., E. Lemus-Santana, C. Flores-Coto y M. A. Alatorre-Mendieta, 2013. Vertical segregation of holoplanktonic molluscs in the epipelagic layer, southern Gulf of Mexico. *Helgoland Marine Research* 67: 397-405.
- Sanvicente-Añorve, L., J. Zavala-Hidalgo, M. E. Allende-Arandía y M. Hermoso-Salazar, 2014. Connectivity patterns among coral reef systems in the southern Gulf of Mexico. *Marine Ecology Progress Series* 498: 27-47.
- Seapy, R. R., 2008. Offshore-inshore and vertical distributional patterns of heteropod mollusks off leeward Oahu, Hawaii. *Marine Biology* 154: 985-995.
- Solis, N. B. y H. von Westernhagen, 1978. Vertical distribution of Eutecosomatous Pteropods in the upper 100 m of the Hilutangan Channel, Cebu, The Philippines. *Marine Biology* 48: 78-87.

- Soto, L. A. y E. Escobar, 1995. Coupling mechanisms related to benthic production in the SW Gulf of Mexico. Pp. 233-242. *In*: A. Eleftheriou, A. D. Ansell y J. Smith (Eds), *Biology and ecology of shallow coastal waters*. Olsen and Olsen, Fredensborg, 389 p.
- Spalding, M. D., H. E. Fox, G. R. Allen, N. Davison, Z. A. Ferdaña, M. Finlayson, B. S. Halpern, M. A. Jorge, A. Lombana, S. A. Lourie, K. D. Martin, E. McManus, J. Molnar, C. A. Recchia y J. Robertson, 2007. Marine ecoregions of the world: A bioregionalisation of coastal and shelf areas. *BioScience* 57(7): 573-583.
- Suárez, M. E., 1994. Distribución de los Pterópodos (Gastropoda: Thecosomata y Pseudothecosomata) del Golfo de México y zonas adyacentes. *Revista de Biología Tropical* 42(3): 523-530.
- Suárez-Morales, E. y R. Gasca, 1992. Pterópodos (Gastropoda: Thecosomata y Pseudothecosomata) de aguas superficiales (0-50 m) del sur del Golfo de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 19(2): 201-209.
- Suárez-Morales, E. y R. Gasca, 1998. Thecosome pteropod (Gastropoda) assemblages of the Mexican Caribbean Sea (1991). *The Nautilus* 112(2): 43-51.
- Tomita, M., N. Shiga y T. Ikeda, 2003. Seasonal occurrence and vertical distribution of appendicularians in Toyama Bay, southern Japan Sea. *Journal of Plankton Research* 25(2): 579-589.
- van der Spoel, S., 1996. Pteropoda. Pp. 459-528. *In*: R. Gasca y E. Suárez (Eds), *Introducción al estudio del Zooplancton marino*. ECOSUR-CONACYT. Chetumal, México, 711 p.
- van der Spoel, S. y D. Boltovskoy, 1981. Pteropoda. Pp. 493-531. *In*: D. Boltovskoy (Ed.), *Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP, Mar de Plata, 936 p.
- van der Spoel, S. y J. R. Dadon, 1999. Pteropoda. Pp. 649-706. *In*: D. Boltovskoy (Ed.), *South Atlantic zooplankton*. Vol. 1. Backhuys Publishers, Leiden, 868 p.
- Vázquez-de la Cerda, A. M., R. O. Reid, S. F. DiMarco y A. E. Jochens, 2005. Bay of Campeche circulation: an update. Pp. 279-294. *In*: A. Sturges y A. Lugo-Fernández (Eds), *Circulation in the Gulf of Mexico: observations and models*. Geophysical Monograph Series 161, American Geophysical Union, Washington, 347 p.

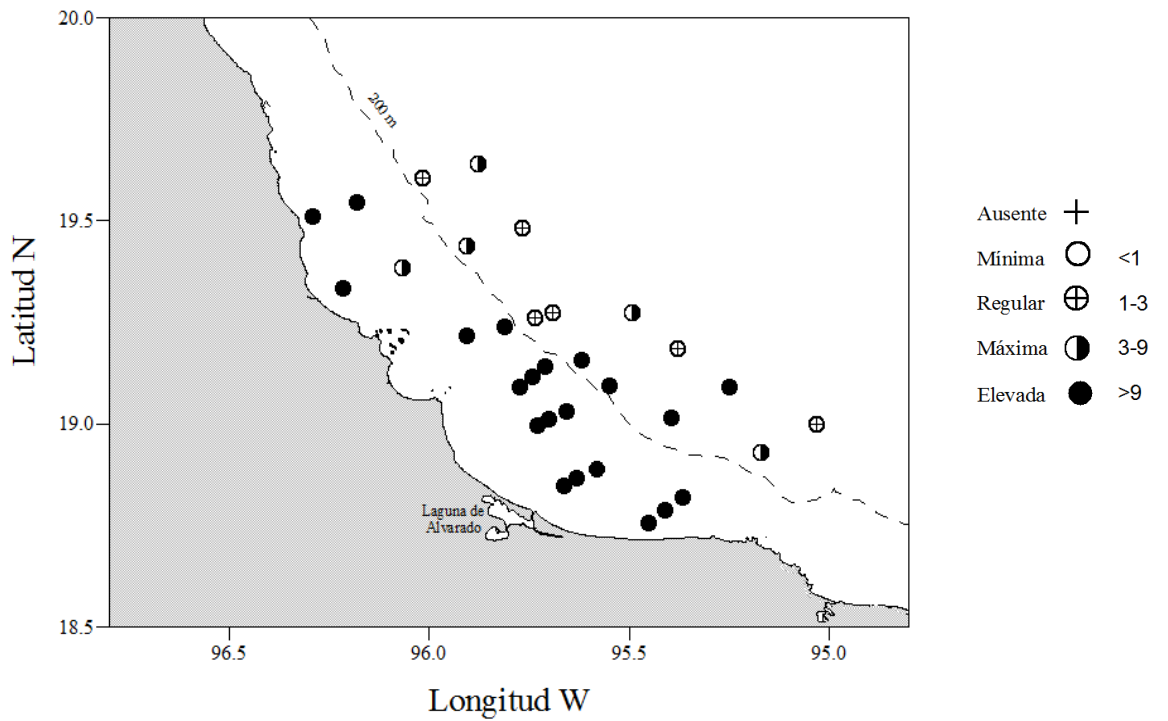
- Wen-Tseng, L. y L. Bor-Shiuan, 2016. Seasonal dynamics of planktonic pteropods in the Taiwan Strait, western North Pacific Ocean. *Biodiversity Science* 24(7): 757-766.
- White, M. J., 1983. The measurement of spatial segregation. *American Journal of Sociology* 88(5):1008-1018.
- Xu, Z. L. y C. Li, 2005. Horizontal distribution and dominant species of heteropods in the East China Sea. *Journal of Plankton Research* 27(4): 373-382.
- Yañez-Arancibia, A. y J. W. Day Jr., 1982. Ecological characterization of Términos Lagoon, a tropical lagoon-estuarine system in the southern Gulf of Mexico. Proceedings International Symposium on coastal lagoons, SCOR/IABO/UNESCO, Bordeaux, France, 8-14. *Oceanologica Acta* (No. SP): 431-440.
- Zavala-Hidalgo, J., A. S. Parés y J. Ochoa, 2002. Seasonal variability of the temperature and heat fluxes in the Gulf of Mexico. *Atmósfera* 15(2): 81-104 p.
- Zavala-Hidalgo, J., S. L. Morey y J. J. O'Brien, 2003. Seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of Mexico using a high-resolution numerical model. *Journal of Geophysical Research* 108(C12): 3389.
- Zavala-Hidalgo, J., R. Romero-Centeno y A. Mateos-Jasso, 2014. The response of the Gulf of Mexico to wind and heat flux forcing: What has been learned in recent years? *Atmósfera* 27(3): 317-334.
- Zavala-García, F., C. Flores-Coto y M. L. Espinosa-Fuentes, 2016. Relationship between zooplankton biomass and continental water discharges in the southern Gulf of Mexico (1984-2001). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 51(1): 21-31.
- Zhang, F., 1966. The pelagic molluscs of the China coast II: On the ecology of the pelagic molluscs of the Yellow Sea and the East China Sea. *Oceanologia et Limnologia Sinica* 8: 13-28.

# APÉNDICE

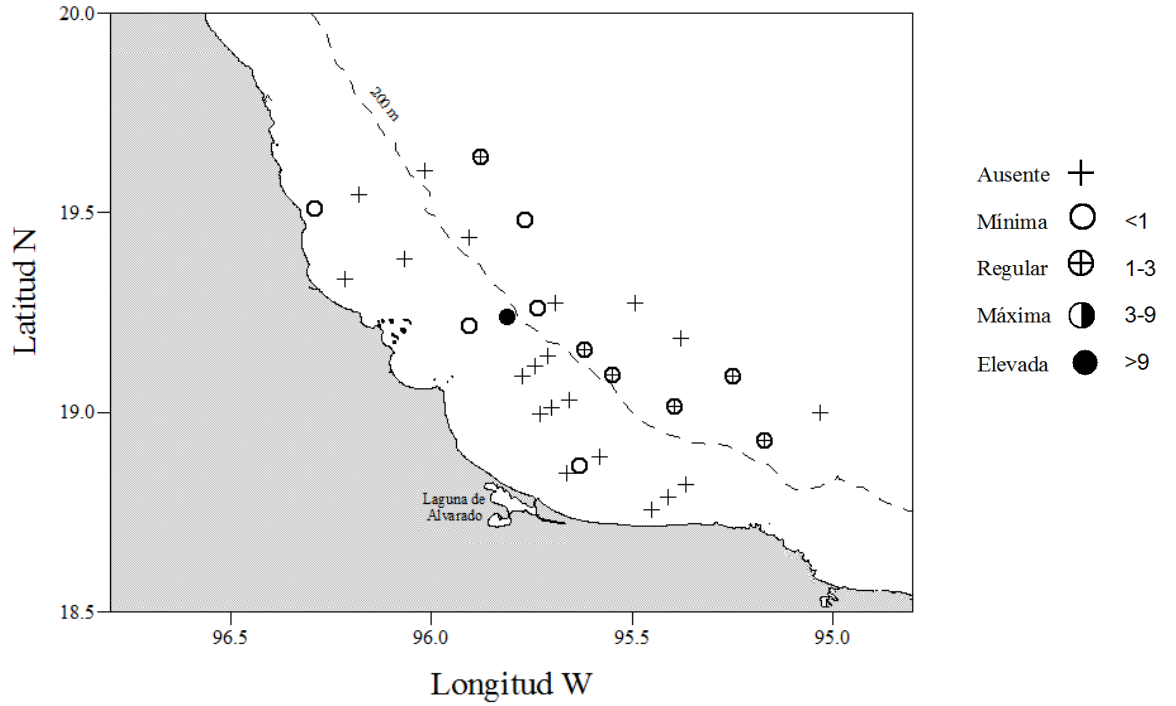




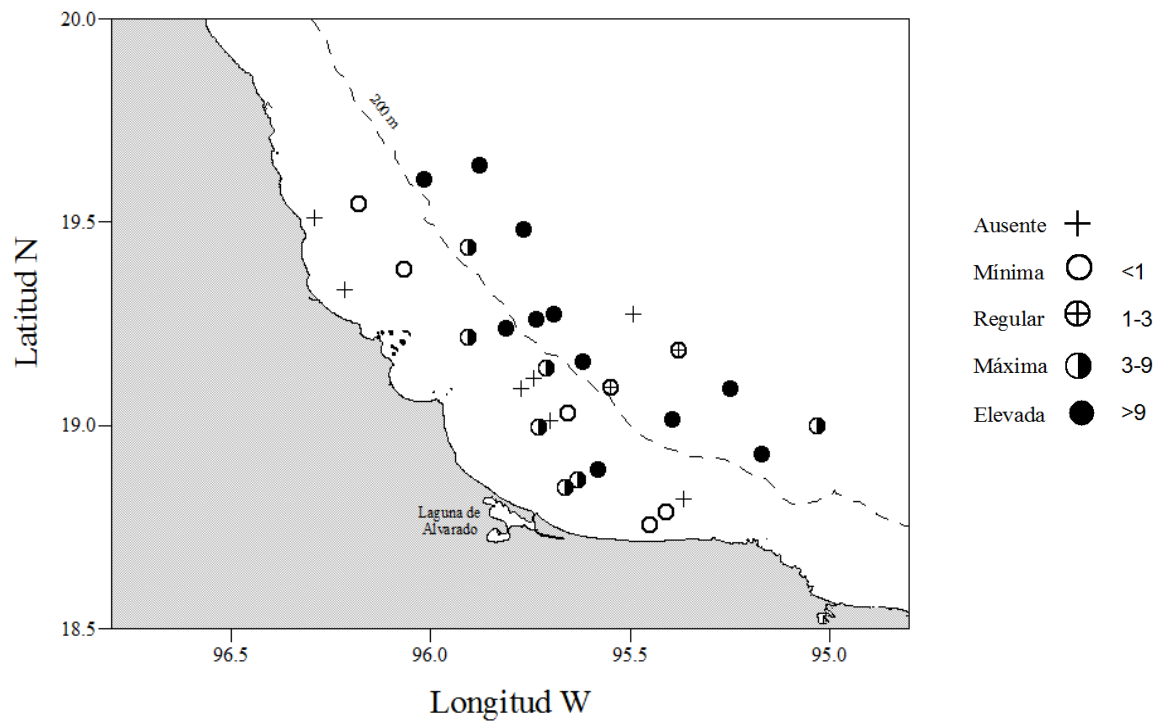
**Figura 1.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Limacina bulimoides*.



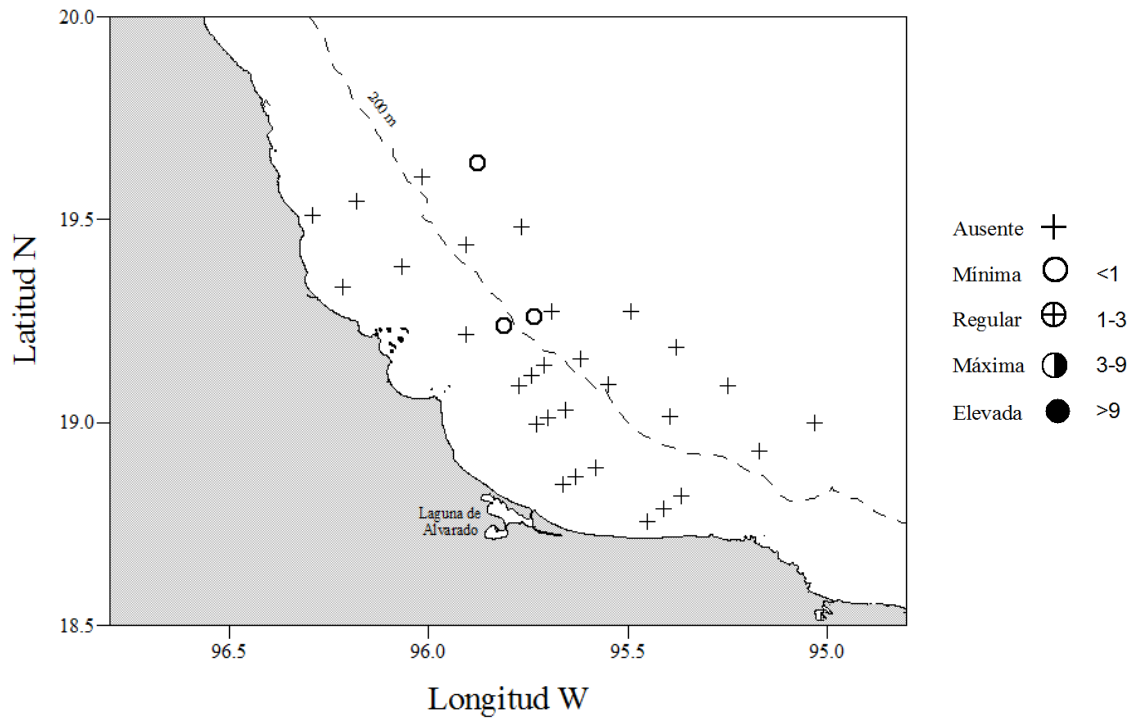
**Figura 2.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Limacina trochiformis*.



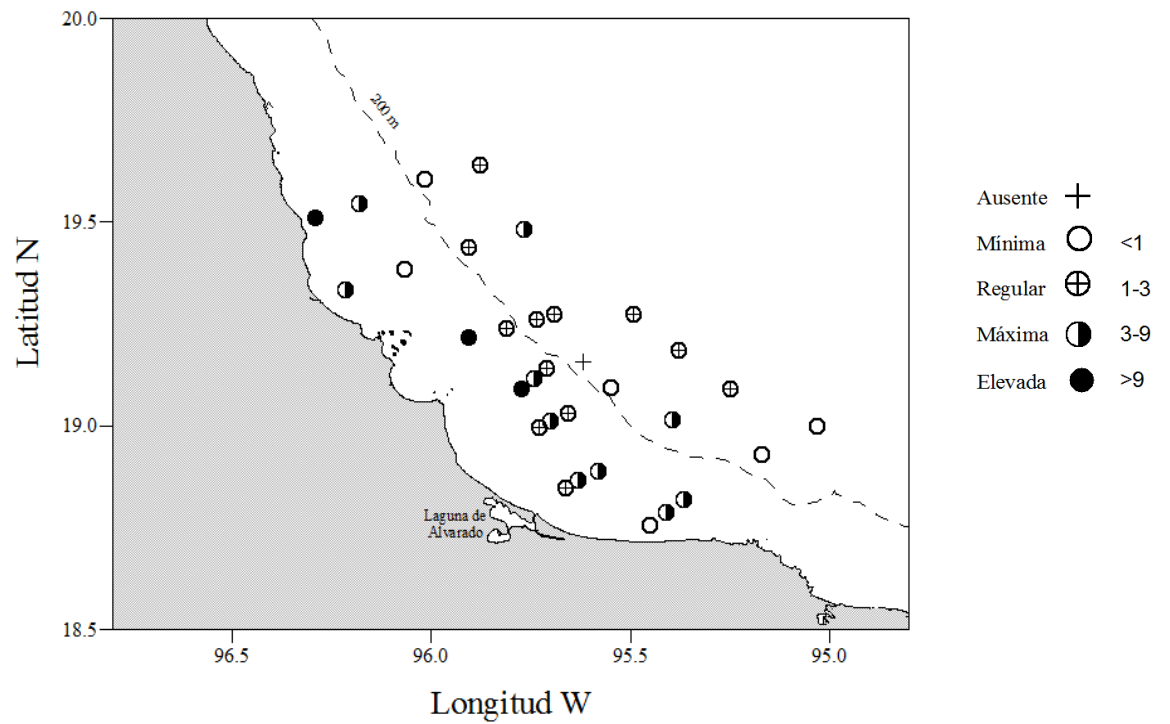
**Figura 3.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Limacina lesueurii*.



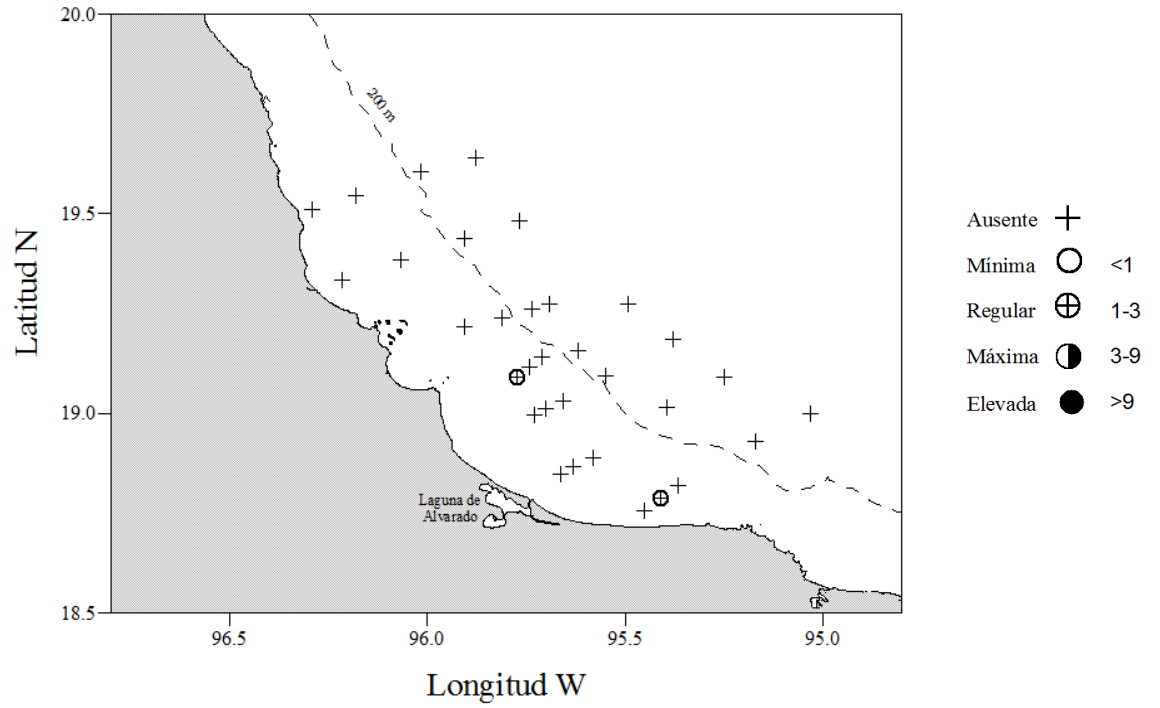
**Figura 4.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Heliconoides inflatus*.



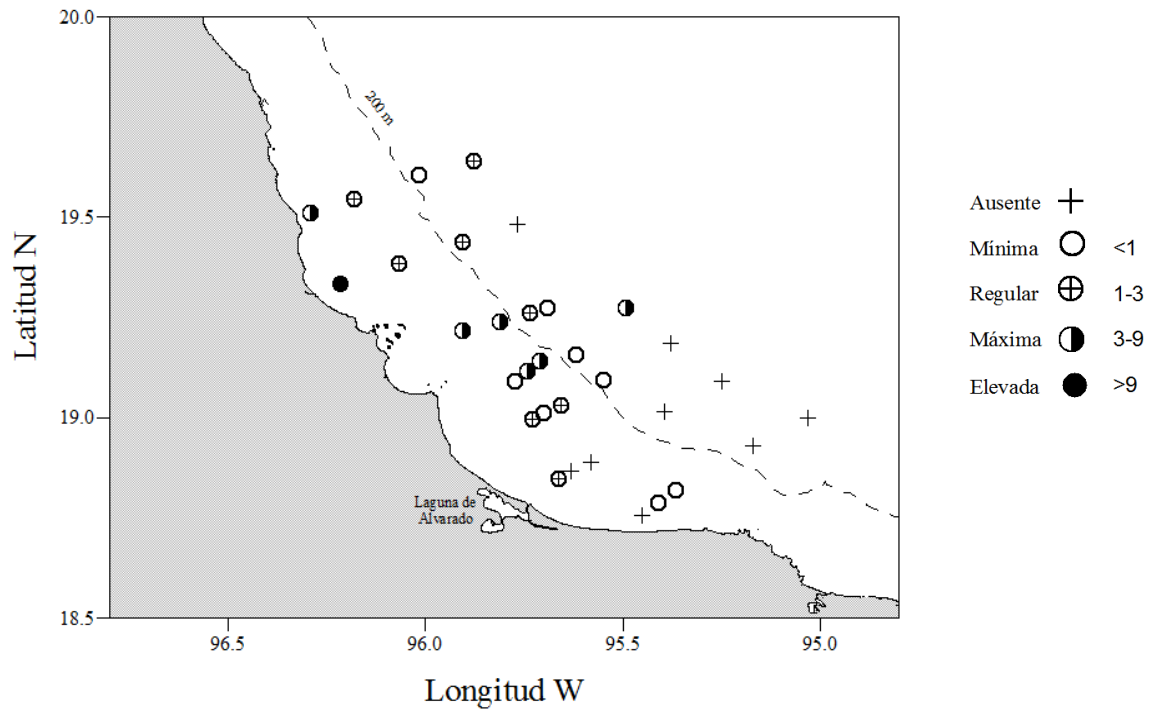
**Figura 5.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Cavolinia* sp.



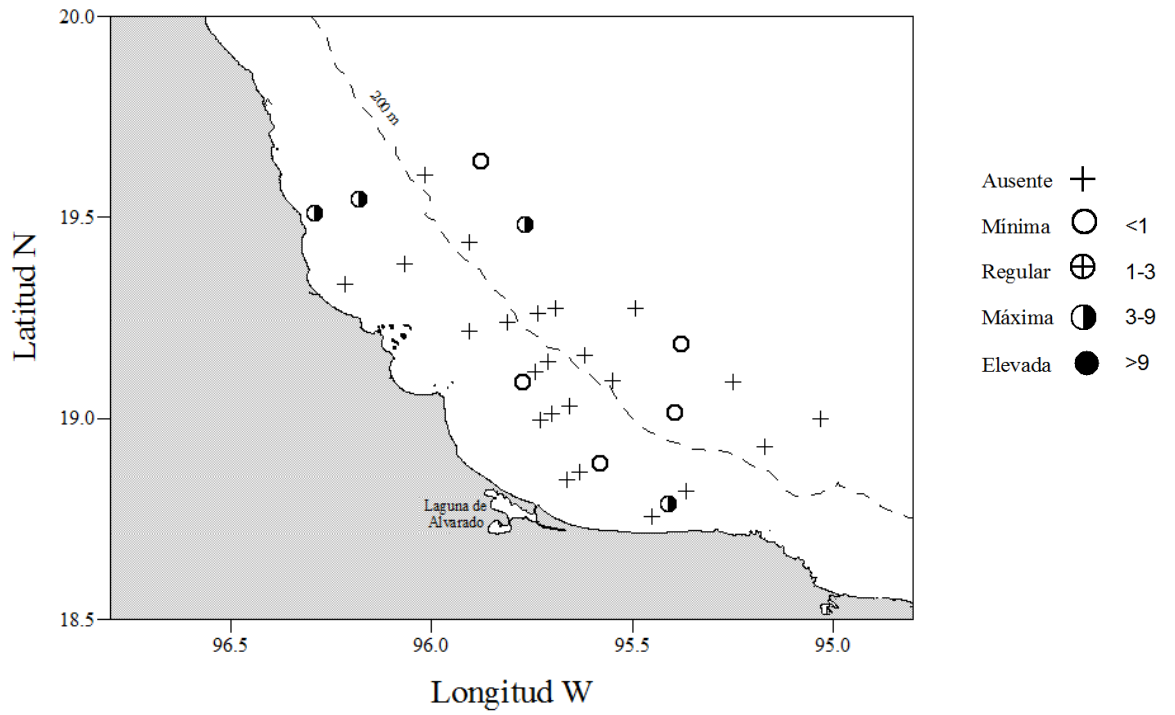
**Figura 6.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Cavolinia* sp juveniles.



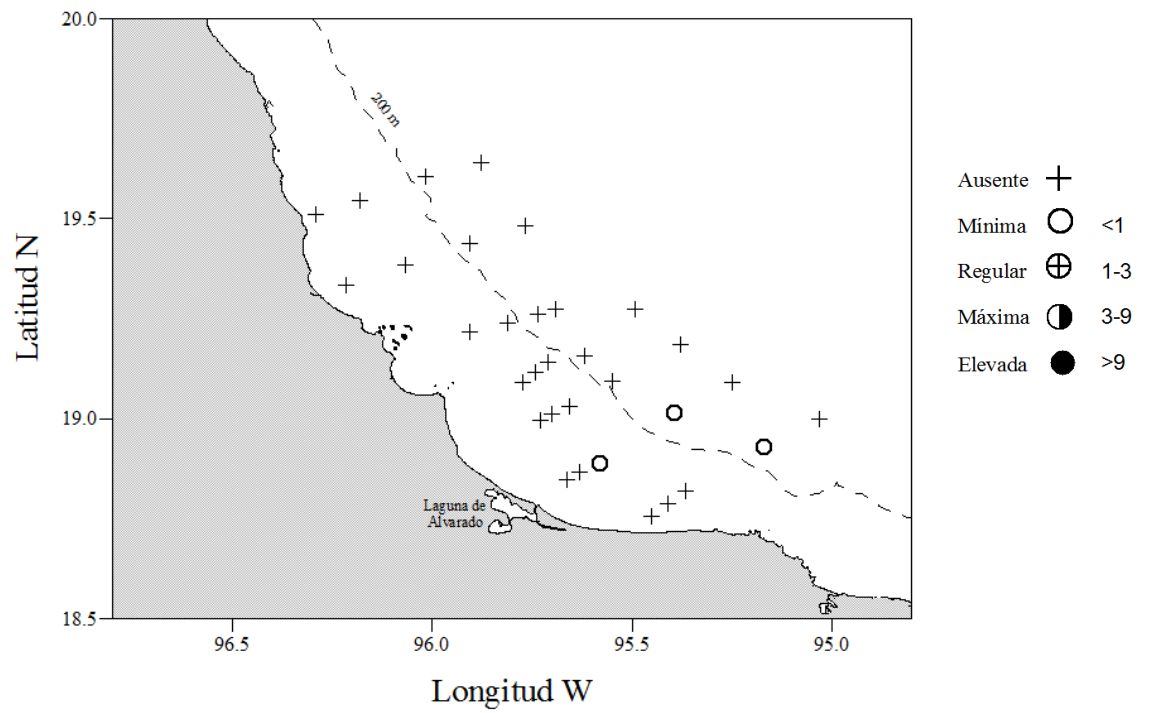
**Figura 7.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Diacavolinia longirostris*.



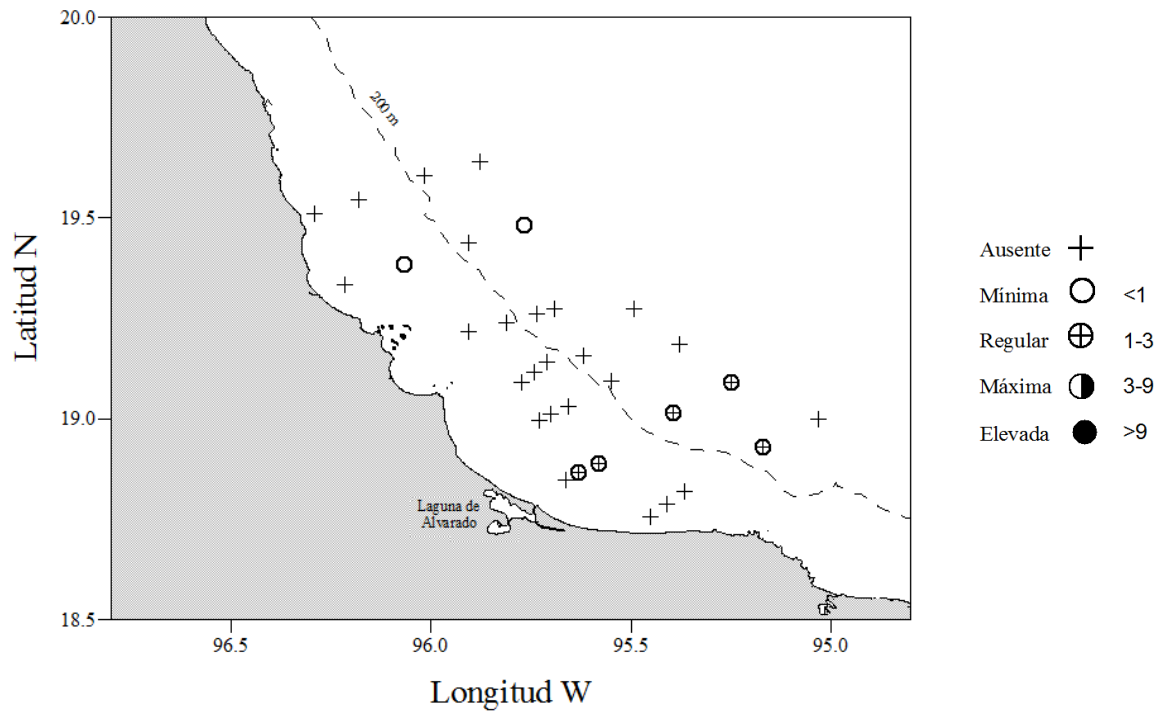
**Figura 8.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Diacavolinia* sp.



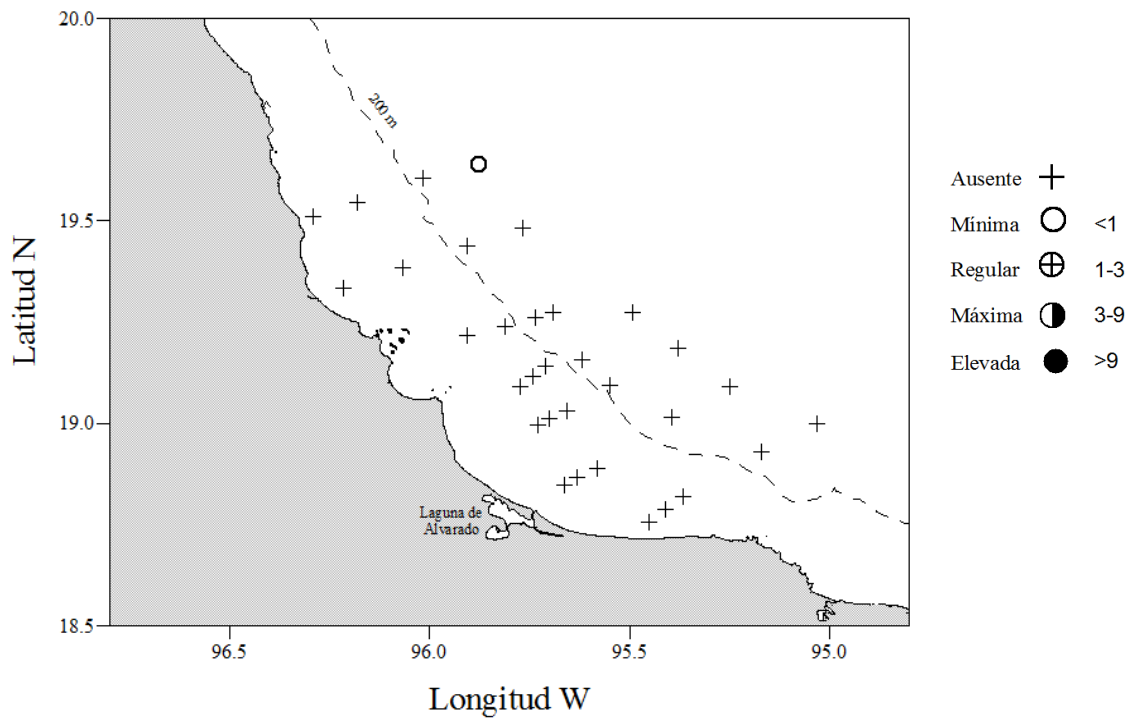
**Figura 9.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Diacavolinia* sp juveniles.



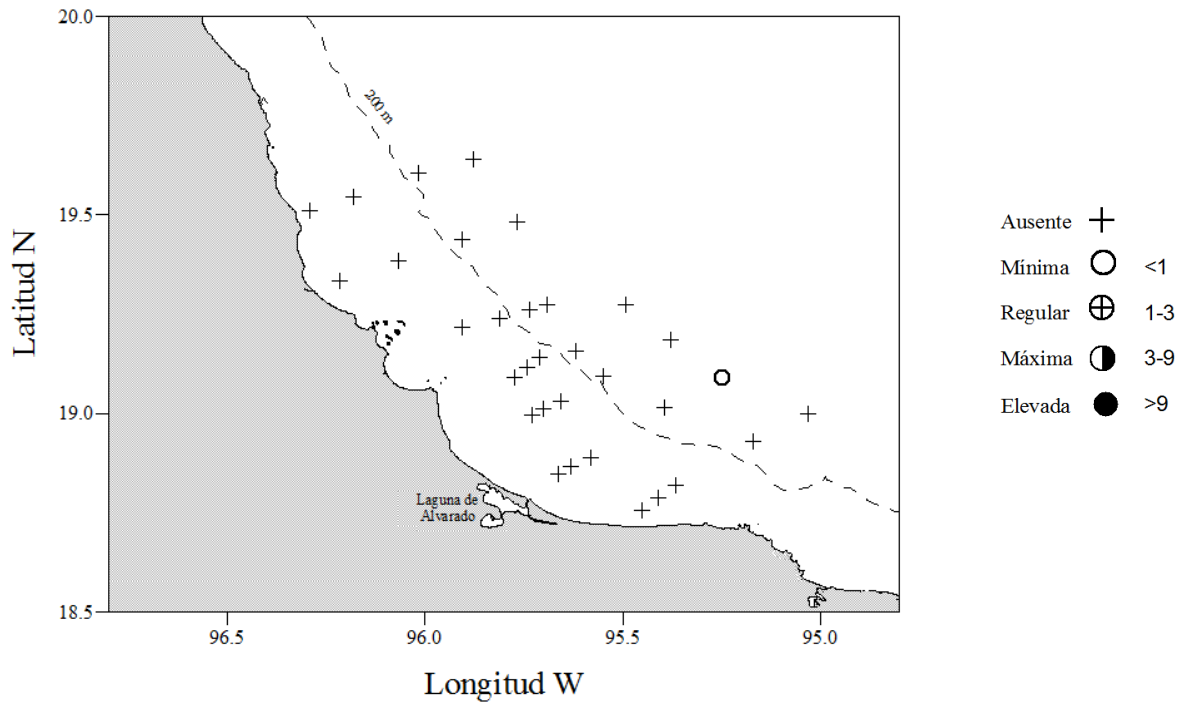
**Figura 10.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Diacria danae*.



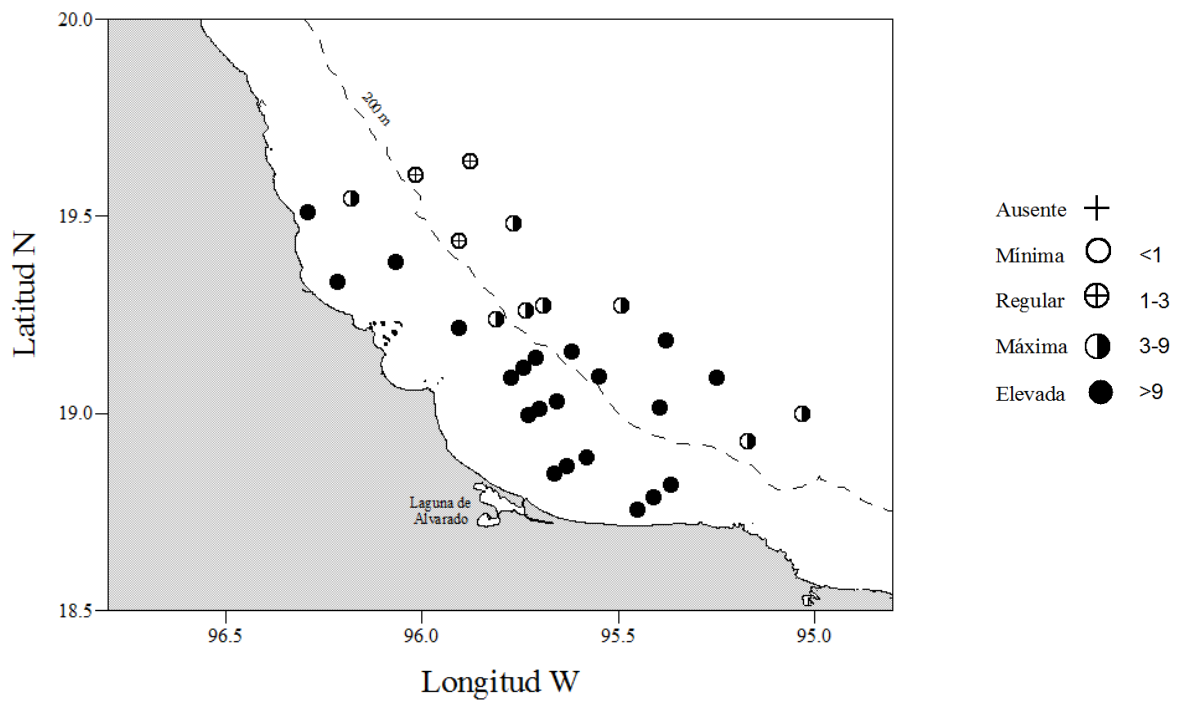
**Figura 11.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Diacria* sp juveniles.



**Figura 12.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Clio pyramidata* forma *lanceolata*.

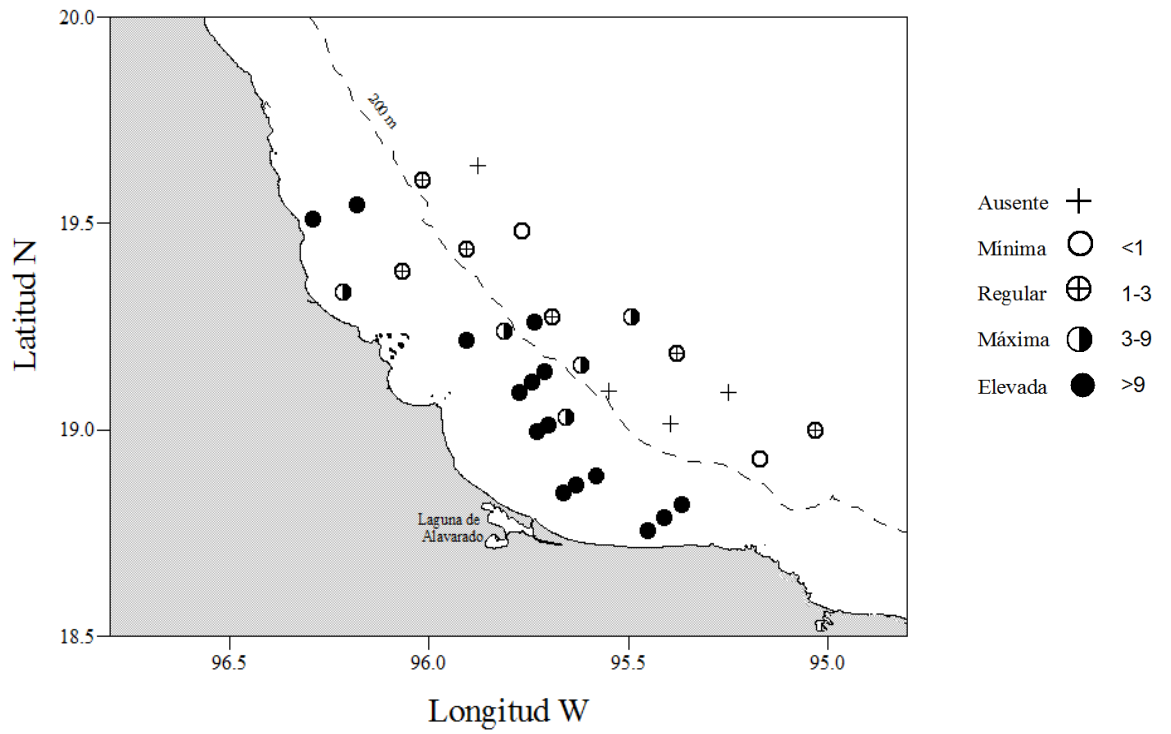


**Figura 13** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Clio* sp juveniles.

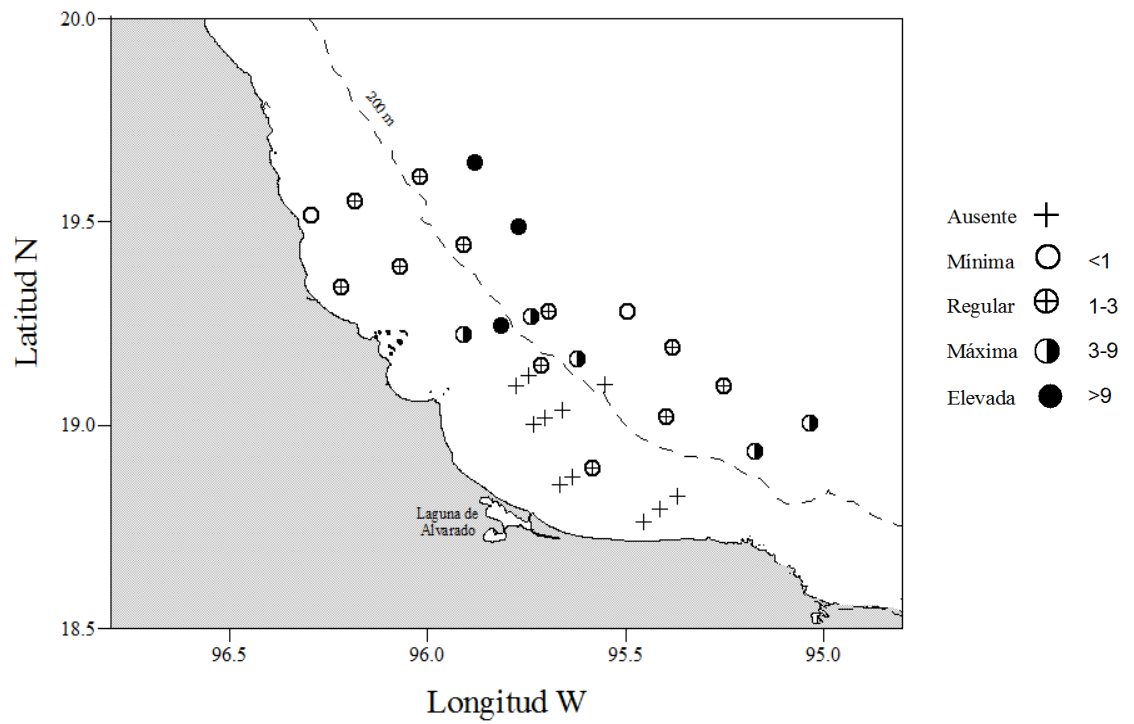


**Figura 14.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Creseis clava*.



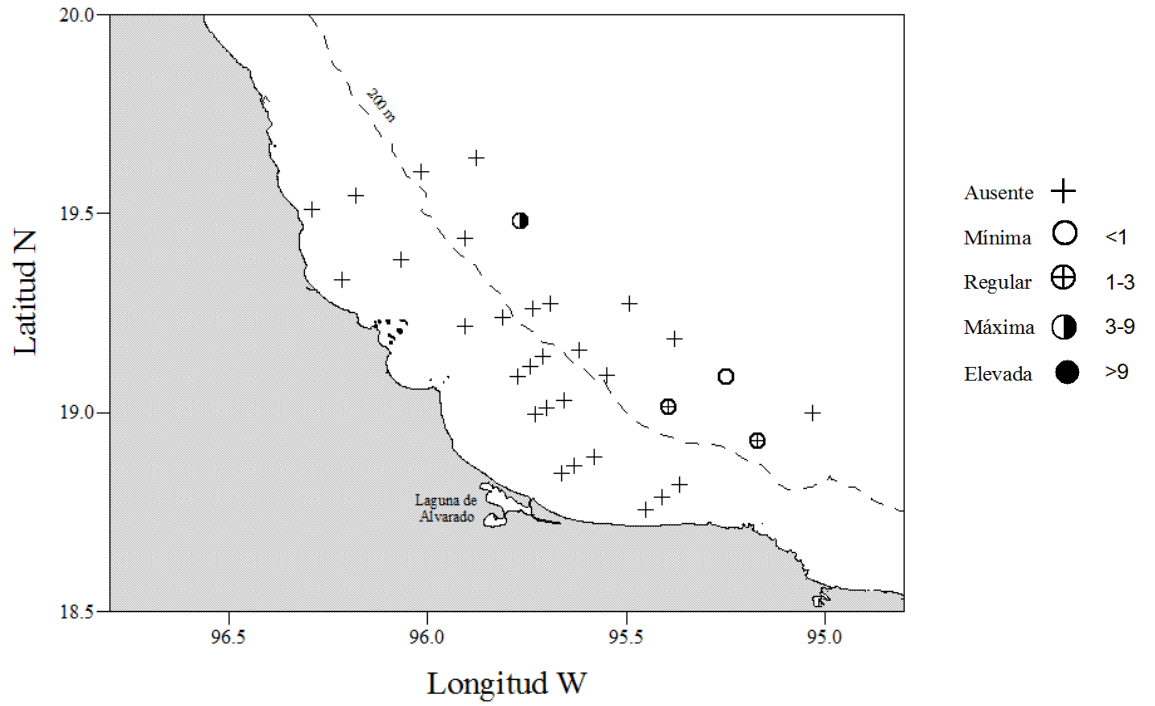


**Figura 15.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Creseis virgula*.

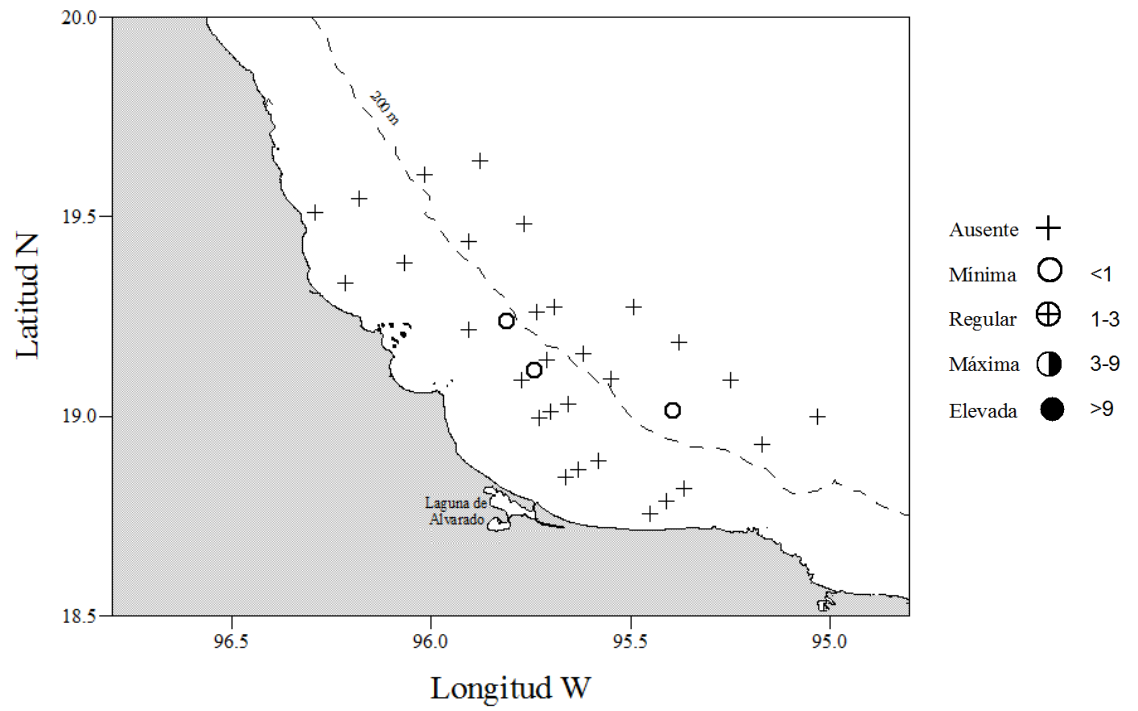


**Figura 16.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Hyalocylis striata*.

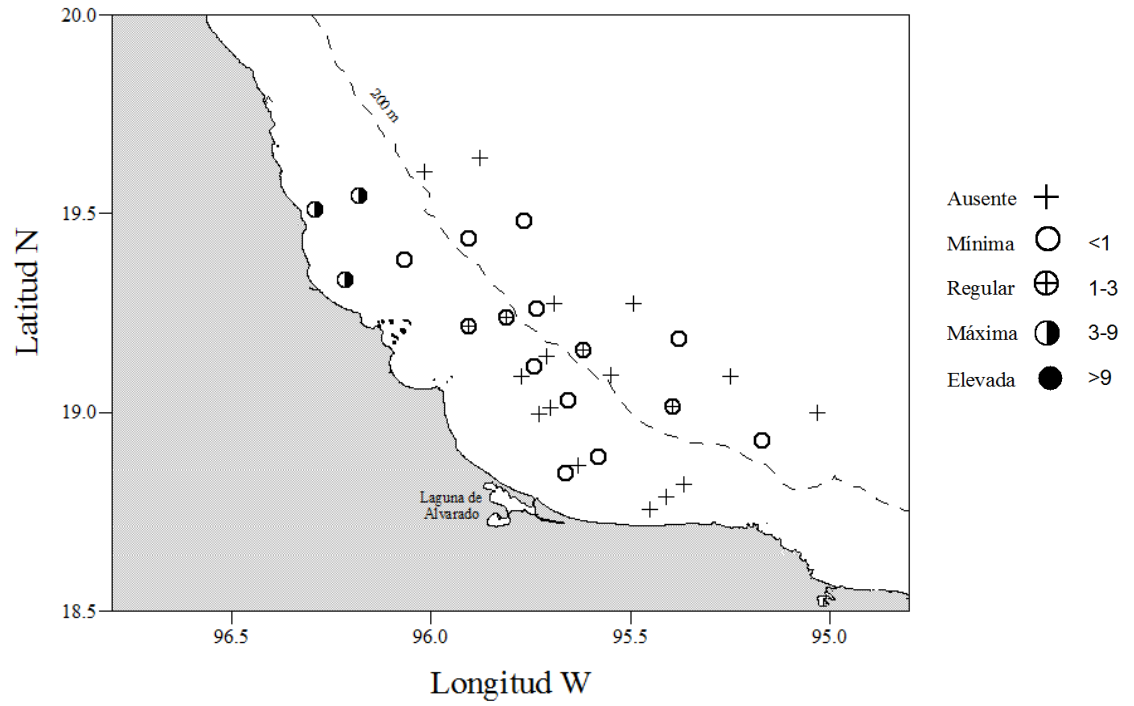




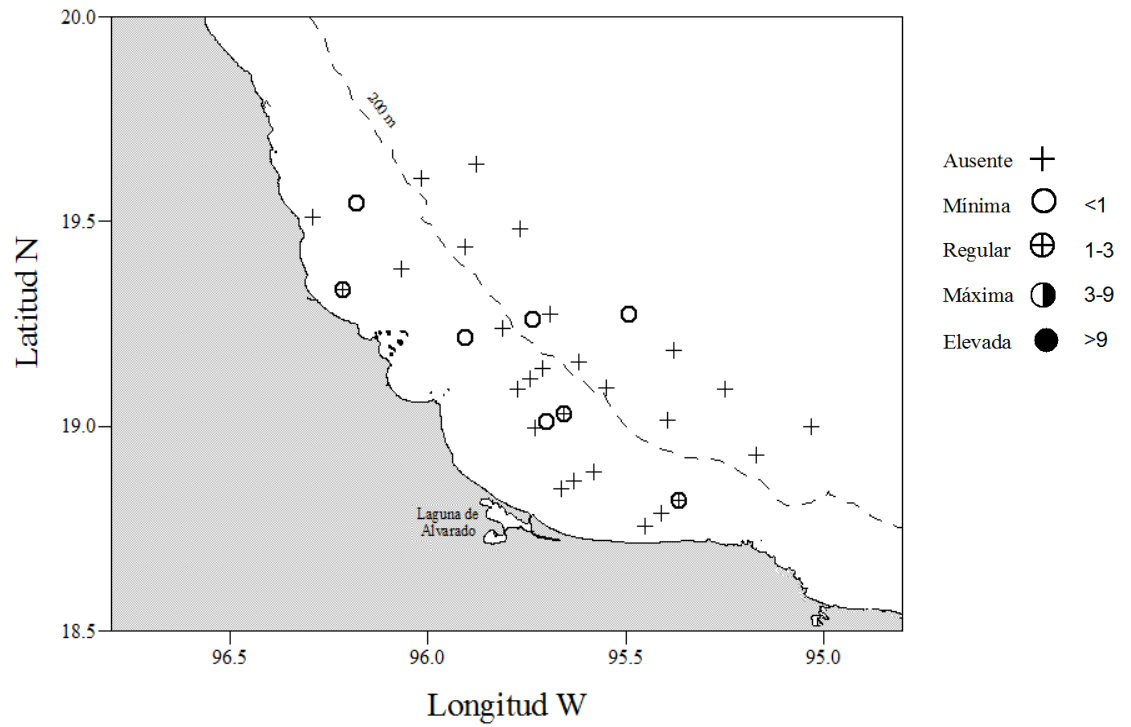
**Figura 17.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Styliola subula*.



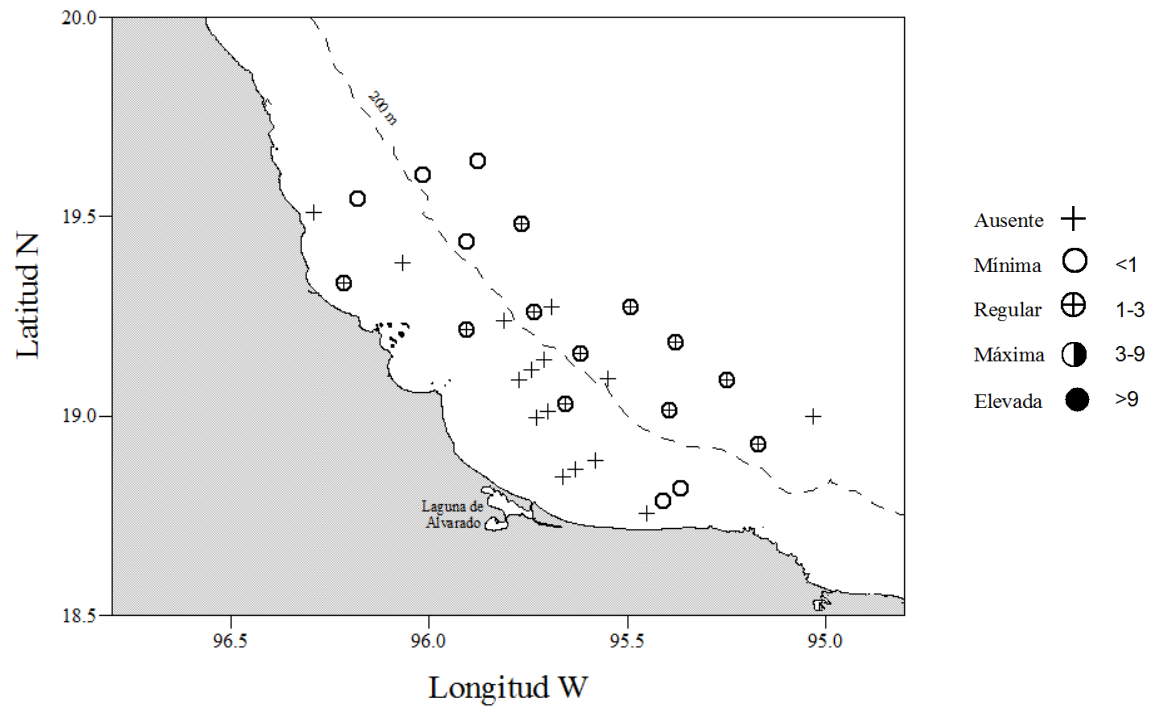
**Figura 18.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Cymbullia peroni*.



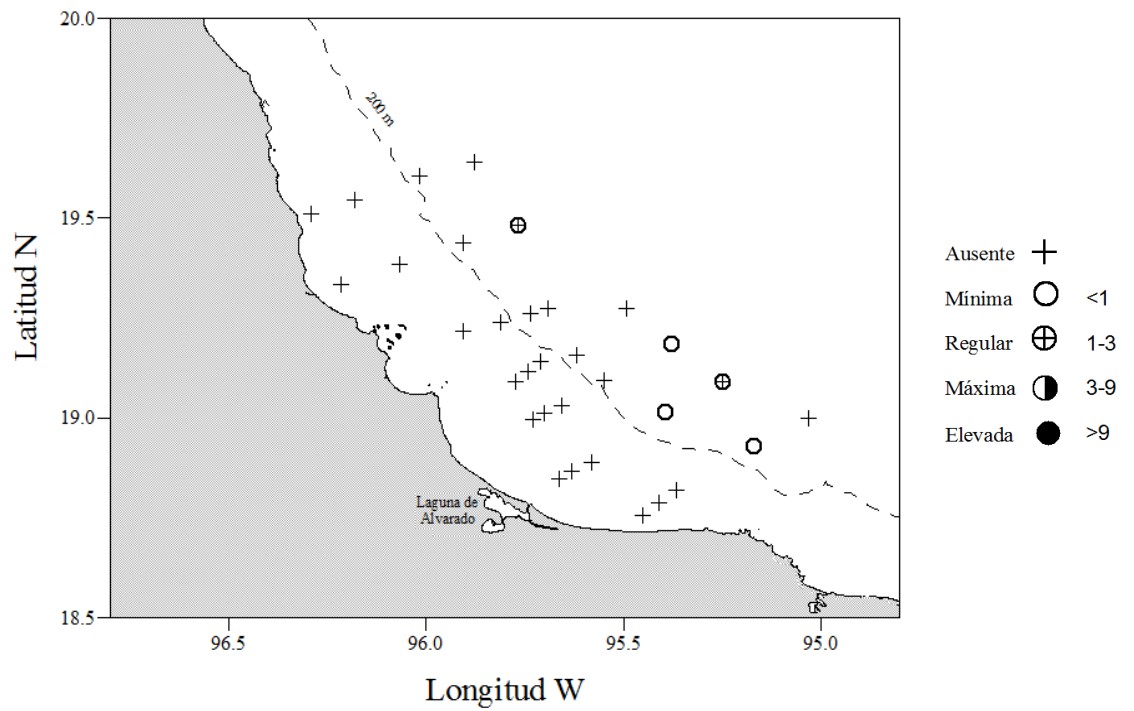
**Figura 19.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Corolla* sp.



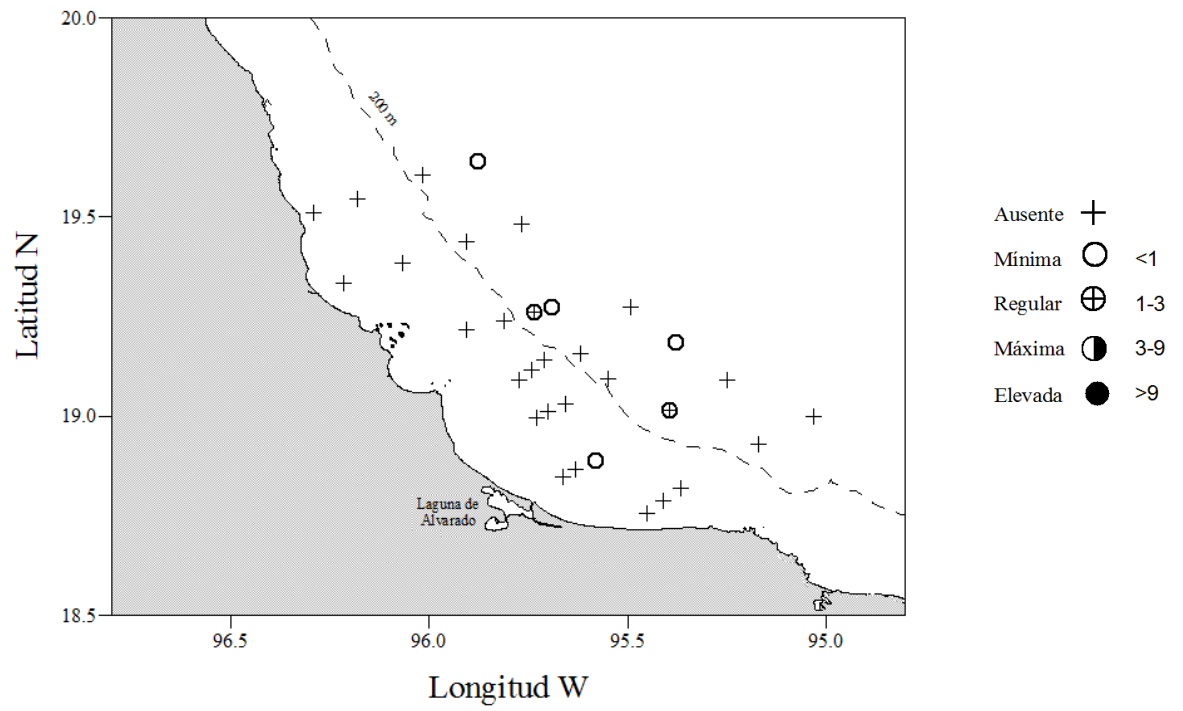
**Figura 20.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Gleba cordata*.



**Figura 21.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Desmopterus papilio*.



**Figura 22.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Peracle diversa*.



**Figura 23.** Distribución y abundancia (ind/100 m<sup>3</sup>) de *Peracle reticulata*.