

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LOS CRUSTÁCEOS ESTOMATÓPODOS DE FONDOS BLANDOS EN LAS COSTAS DE JALISCO Y COLIMA, MÉXICO

DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF SOFT-BOTTOM STOMATOPOD CRUSTACEANS OFF THE COAST OF JALISCO AND COLIMA, MEXICO

Judith Arciniega-Flores^{1*}
Víctor Landa-Jaime¹
Gaspar González-Sansón²

¹ Centro de Ecología Costera
Universidad de Guadalajara
Gómez Farías 82
San Patricio, Melaque, CP 48980, Jalisco, México
* E-mail: jarcinie@coстера.melaque.udg.mx

² Centro de Investigaciones Marinas
Universidad de La Habana
Av. Primera 2808
Miramar, Ciudad de La Habana, Cuba

Recibido en junio de 1997; aceptado en febrero de 1998

RESUMEN

Se presentan los resultados de tres cruceros, denominados DEM I, DEM II y DEM III, efectuados durante 1995 y 1996. En cada crucero se visitaron siete sitios y se realizaron recolecciones a cuatro profundidades diferentes (20, 40, 60 y 80 m), en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México, mediante arrastres camaroneos pareados. Se identificaron cinco géneros y nueve especies pertenecientes a las familias Eurysquillidae, Hemisquillidae, Lysiosquillidae y Squillidae. El crucero DEM III fue el de mayor riqueza (ocho especies), con una abundancia promedio de 74 ind/ha. Durante DEM III se observó a *Squilla panamensis* como la especie más abundante (promedio = 58 ind/ha), mientras que en DEM I y DEM II la especie más abundante fue *S. hancocki*, con promedios de 18 y 44 ind/ha, respectivamente. Las mayores abundancias se observaron a los 60 m de profundidad, con temperaturas entre 13.9 y 23.9°C. *Squilla hancocki* y *S. panamensis* presentaron la máxima co-ocurrencia, con una frecuencia de 31.7% dentro de las muestras.

Palabras clave: Crustacea, Stomatopoda, ecología, demersal, Pacífico tropical.

ABSTRACT

Three cruises (DEM I, DEM II, DEM III) were conducted during 1995 and 1996. Seven localities were visited during each cruise at four different depths (20, 40, 60 and 80 m), with paired shrimp trawls on the continental shelf off Jalisco and Colima, Mexico. Five genera and nine species belonging to the families Eurysquillidae, Hemisquillidae, Lysiosquillidae and Squillidae were identified. The highest richness was found on the DEM III cruise (eight species), with an average abundance of 74 ind/ha. During DEM III *Squilla panamensis* was the most abundant species (average = 58 ind/ha). *Squilla hancocki* was the most abundant on the DEM I and DEM II cruises, with 18 and 44 ind/ha, respectively. The highest abundance was observed at the 60 m depth, with temperature averages

between 13.9 and 23.9°C. The highest co-occurrence frequency (31.7%) was found between *S. hancocki* and *S. panamensis*.

Key words: Crustacea, Stomatopoda, ecology, demersal, tropical Pacific.

INTRODUCCIÓN

Los crustáceos estomatópodos constituyen un grupo importante dentro de la fauna bentónica marina por su diversidad y abundancia relativa. En el Pacífico mexicano, se han reconocido tres superfamilias (Gonodactyloidea, Lysiosquilloidea y Squilloidea), con 10 familias y un total de 17 géneros y 29 especies (Hendrickx y Salgado-Barragán, 1991; Manning y Camp, 1993; Cappola y Manning, 1994; Manning, 1995).

Aspectos relacionados con la taxocenosis de crustáceos estomatópodos en algunos lugares del Pacífico oriental, tales como la biodiversidad, distribución y zoogeografía de las especies, han sido presentados en trabajos recientes: Reaka y Manning (1980); Hendrickx (1984, 1990, 1995); Murillo (1988); Dittel (1991); Illescas-Monterroso *et al.* (1991); Hendrickx y Salgado-Barragán (1991, 1994); y Campos *et al.* (1995). Existe, además, una serie de publicaciones de carácter más específico, que incluyen la descripción de nuevas especies, ampliaciones del intervalo de distribución y listados faunísticos (Stephenson, 1967; Manning, 1971, 1972a, b, 1980; Hendrickx y van der Heiden, 1983; Salgado-Barragán e Illescas-Monterroso, 1987; Villalobos-Hiriart *et al.*, 1989; Manning y Camp, 1993; Landa-Jaime y Arciniega-Flores, 1997), los cuales han permitido establecer un buen marco de referencia para la región.

En el presente trabajo se presentan los resultados de un programa de muestreo intensivo desarrollado en el Centro de Ecología Costera de la Universidad de Guadalajara, uno de cuyos objetivos fue investigar la distribución y abundancia de las diferentes especies de estomatópodos presentes en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. Esta zona ha sido poco estudiada y sólo se cuenta con algunos registros de *Crenatosquilla oculinova* en Chamela y Santiago, de *Squilla hancocki* y *S. panamensis* en Tenacatita y de *S. parva* frente a

INTRODUCTION

Stomatopod crustaceans are an important group among the benthic marine fauna because of their diversity and relative abundance. In the Mexican Pacific, three superfamilies have been recognized (Gonodactyloidea, Lysiosquilloidea and Squilloidea), with 10 families and a total of 17 genera and 29 species (Hendrickx and Salgado-Barragán, 1991; Manning and Camp, 1993; Cappola and Manning, 1994; Manning, 1995).

Aspects related to the taxocenosis of stomatopod crustaceans in some places of the eastern Pacific, such as biodiversity, distribution and zoogeography of the species, have been presented in recent works: Reaka and Manning (1980); Hendrickx (1984, 1990, 1995); Murillo (1988); Dittel (1991); Illescas-Monterroso *et al.* (1991); Hendrickx and Salgado-Barragán (1991, 1994); and Campos *et al.* (1995). There are also several publications of a more specific nature, which include the description of new species, distribution ranges and faunistic check-lists (Stephenson, 1967; Manning, 1971, 1972a, b, 1980; Hendrickx and van der Heiden, 1983; Salgado-Barragán and Illescas-Monterroso, 1987; Villalobos-Hiriart *et al.*, 1989; Manning and Camp, 1993; Landa-Jaime and Arciniega-Flores, 1997); they have proved to be a good source of information for the region.

The results of an intensive sampling program developed by the Coastal Ecology Center of the University of Guadalajara are presented in this study. One of the objectives was to study the distribution and abundance of the different species of stomatopods of the continental shelf off Jalisco and Colima, Mexico, as the only records available for this area are those of *Crenatosquilla oculinova* at Chamela and Santiago, *Squilla hancocki* and *S. panamensis* at Tenacatita, and *S. parva* off Manzanillo (Manning, 1972a; Hendrickx and Salgado-Barragán, 1991).

Manzanillo (Manning, 1972a; Hendrickx y Salgado-Barragán, 1991).

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprende desde Punta Farallón en la desembocadura del Río Cuitzmala, estado de Jalisco (19°22'N, 105°01'O), como límite norte, hasta Cuyutlán, estado de Colima (18°55'N, 104°08'O), México, como límite sur (fig. 1).

Los ejemplares analizados se obtuvieron mediante muestreos nocturnos, realizados durante tres cruceros de investigación denominados DEM I, DEM II y DEM III, efectuados entre 1995 y 1996, a bordo del barco *BIP-V* del Centro de Ecología Costera de la Universidad de Guadalajara.

Se realizaron 84 arrastres en siete sitios de recolección, a profundidades de 20, 40, 60 y 80 m (tabla 1), sobre fondos blandos, por medio de redes de arrastre camaroneras, tipo semiportuguesa, con una abertura de trabajo en la boca de 6.9 m, altura de la relinga de 1.15 m y una abertura de malla estirada en el copo de 38 mm. La duración promedio de cada arrastre fue de 30 minutos, a una velocidad media de 2 nudos, utilizando dos redes simultáneamente (babor y estribor). El área barrida por las redes en cada lance se estimó multiplicando la distancia recorrida por la abertura de trabajo de la red. Esto permitió obtener una densidad y biomasa, expresada en número y peso promedio de individuos capturados por hectárea. Previo a cada arrastre se registró la temperatura cercana al fondo, utilizando, para el crucero DEM I, termómetros de inversión marca Richter y Wiese de $\pm 0.1^\circ\text{C}$ de precisión, instalados en una botella tipo Niskin. A partir de DEM II, se utilizó un perfilador CTD Seabird, modelo SBE 19-63, que registra la temperatura de forma directa y la salinidad a través de la conductividad, cada 0.5 segundos. El material obtenido en cada red se colocó en costales etiquetados y se conservó en hielo hasta su procesamiento en el laboratorio. Los especímenes fueron contados, medidos, sexados y pesados en fresco y se identificaron mediante el uso de claves taxonómicas especializadas, como Hendrickx y Salgado-Barragán (1991).

MATERIALS AND METHODS

The study area extends from Punta Farallón, at the mouth of the Cuitzmala River in the state of Jalisco (19°22'N, 105°01'W), southwards to Cuyutlán, in the state of Colima (18°55'N, 104°08'W), Mexico (fig. 1).

The specimens analysed were obtained by nocturnal trawls during three research cruises, called DEM I, DEM II and DEM III, conducted between 1995 and 1996 aboard the R/V *BIP-V* of the Coastal Ecology Center of the University of Guadalajara.

A total of 84 trawls were done at seven sampling sites, at depths of 20, 40, 60 and 80 m (table 1) over soft bottoms, using semi-Portuguese shrimp nets, with a calculated mouth opening of 6.9 m, a headline height of 1.15 m and a stretched mesh size at the cod-end of 38 mm. Each trawl lasted approximately 30 minutes, at a mean speed of 2 knots, using two nets simultaneously (port and starboard). The area trawled by the nets during each set was estimated by multiplying the distance covered by the mouth opening. The density and biomass were then obtained, expressed in average weight and number of individuals caught per hectare. The temperature near the bottom was determined before each trawl; during DEM I, Richter and Wiese inversion thermometers of $\pm 0.1^\circ\text{C}$ precision were used, installed in a Niskin bottle. During the subsequent cruises, a Seabird CTD profiler was used, model SBE 19-63, which registers the temperature directly and the salinity through conductivity, every 0.5 seconds. The material obtained was placed in labeled bags and preserved on ice until being processed in the laboratory. The specimens were counted and measured, and the sex and wet weight determined; they were identified using specialized taxonomic keys (Hendrickx and Salgado-Barragán, 1991).

RESULTS

During the three cruises, a total of 9152 stomatopods were collected, with a total biomass of 48,065 g.

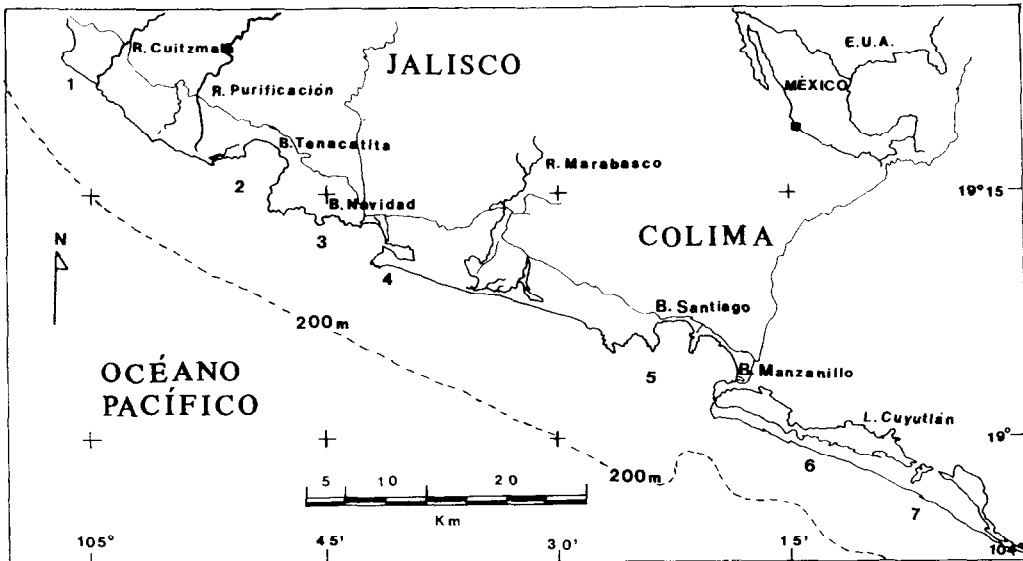


Figura 1. Área de estudio y sitios de recolección.

Figure 1. Study area and collecting sites.

1. Cuitzmalá; 2. Bahía de Tenacatita; 3. Bahía de Navidad; 4. El Coco; 5. Bahía de Manzanillo; 6. Tepalcates; 7. Cuyutlán.

RESULTADOS

En el transcurso de los tres cruceros, se recolectó un total de 9152 estomatópodos, con una biomasa total de 48,065 g.

Se identificaron nueve especies, incluidas en cinco géneros: *Eurysquilla veleronis* (Schmitt, 1940); *Hemisquilla ensigera californiensis* Stephenson, 1967; *Lysiosquilla desaussurei* (Stimpson, 1857); *L. panamica* Manning, 1971; *Meiosquilla swetti* (Schmitt, 1940); *Squilla hancocki* Schmitt, 1940; *S. mantoidea* Bigelow, 1893; *S. panamensis* Bigelow, 1891; y *S. parva* Bigelow, 1891. La abundancia y peso de cada una de las especies presentaron diferencias en cada uno de los cruceros (tabla 2).

De los tres cruceros, DEM I fue el que presentó la menor abundancia, con un promedio de 24 ind/ha. Es importante señalar que, pese a las diferencias de abundancia por crucero, el estrato de los 60 m fue el que presentó los valores de abundancia más elevados (fig. 2). Además, la

Nine species were identified, included in five genera: *Eurysquilla veleronis* (Schmitt, 1940); *Hemisquilla ensigera californiensis* Stephenson, 1967; *Lysiosquilla desaussurei* (Stimpson, 1857); *L. panamica* Manning, 1971; *Meiosquilla swetti* (Schmitt, 1940); *Squilla hancocki* Schmitt, 1940; *S. mantoidea* Bigelow, 1893; *S. panamensis* Bigelow, 1891; and *S. parva* Bigelow, 1891. The abundance and weight of each of these species were different for each cruise (table 2).

Of the three cruises, DEM I presented the lowest abundance, with an average of 24 ind/ha. It is important to indicate that, despite the differences in abundance per cruise, the 60 m depth was the one that presented the highest abundance values (fig. 2). Also, the distribution of the stomatopods was very heterogeneous, since there were few sites with great abundance and these varied from one cruise to another (fig. 2a, b, c).

The different species presented a very heterogeneous spatial distribution. A marked

Tabla 1. Posición geográfica para cada uno de los sitios de muestreo de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México.**Table 1.** Geographic position for each of the sampling sites of the continental shelf off Jalisco and Colima, Mexico.

Localidad	Sitio	Profundidad (m)	Posición geográfica		DEM I	DEM II	DEM III
			Latitud	Longitud			
Cuitzmala	1	20	19°22.13'N	105°01.21'O	12/06/95	30/11/95	12/03/96
	1	40	19°21.74'N	105°01.25'O	12/06/95	30/11/95	12/03/96
	1	60	19°21.52'N	105°01.29'O	12/06/95	30/11/95	12/03/96
	1	80	19°20.83'N	105°01.06'O	12/06/95	30/11/95	12/03/96
Bahía Tenacatita	2	20	19°16.82'N	104°50.48'O	24/05/95	08/12/95	11/03/96
	2	40	19°16.48'N	104°50.08'O	24/05/95	08/12/95	11/03/96
	2	60	19°15.90'N	104°50.92'O	24/05/95	08/12/95	11/03/96
	2	80	19°14.49'N	104°51.34'O	24/05/95	08/12/95	11/03/96
Bahía Navidad	3	20	19°12.55'N	104°42.19'O	31/05/95	29/11/95	18/03/96
	3	40	19°11.99'N	104°42.64'O	31/05/95	29/11/95	18/03/96
	3	60	19°12.66'N	104°45.43'O	31/05/95	29/11/95	18/03/96
	3	80	19°10.72'N	104°44.34'O	31/05/95	29/11/95	18/03/96
El Coco	4	20	19°09.13'N	104°38.13'O	26/05/95	04/12/95	13/03/96
	4	40	19°09.77'N	104°39.75'O	26/05/95	04/12/95	13/03/96
	4	60	19°09.19'N	104°37.88'O	26/05/95	04/12/95	13/03/96
	4	80	19°09.68'N	104°40.95'O	26/05/95	04/12/95	13/03/96
Bahía Manzanillo	5	20	19°06.57'N	104°22.90'O	01/06/95	05/12/95	07/03/96
	5	40	19°04.89'N	104°21.23'O	01/06/95	05/12/95	07/03/96
	5	60	19°05.05'N	104°25.39'O	01/06/95	05/12/95	07/03/96
	5	80	19°03.06'N	104°22.09'O	01/06/95	05/12/95	07/03/96
Tepalcates	6	20	18°58.91'N	104°13.60'O	05/06/95	07/12/95	19/03/96
	6	40	18°58.84'N	104°13.59'O	05/06/95	07/12/95	19/03/96
	6	60	18°59.05'N	104°14.81'O	05/06/95	07/12/95	19/03/96
	6	80	18°59.17'N	104°15.77'O	05/06/95	07/12/95	19/03/96
Cuyutlán	7	20	18°56.69'N	104°08.26'O	06/06/95	06/12/95	05/03/96
	7	40	18°55.95'N	104°07.07'O	06/06/95	06/12/95	05/03/96
	7	60	18°56.00'N	104°07.64'O	06/06/95	06/12/95	05/03/96
	7	80	18°56.32'N	104°08.82'O	06/06/95	06/12/95	05/03/96

Tabla 2. Abundancia y biomasa total, en número y peso (g), de las especies de estomatópodos capturados en los cruceros DEM I, DEM II y DEM III.

Table 2. Abundance and total biomass, in number and weight (g), of the stomatopod species caught during the DEM I, DEM II and DEM III cruises.

Especie	DEM I		DEM II		DEM III	
	Número	Peso	Número	Peso	Número	Peso
<i>Squilla hancocki</i>	987	5726.3	2848	12246.1	789	3511
<i>Squilla panamensis</i>	294	2618.9	781	3685.2	3341	18837
<i>Squilla mantoidea</i>	39	698.6	11	294.6	4	172.8
<i>Squilla parva</i>	3	6.1				
<i>Meiosquilla swetti</i>					3	5
<i>Eurysquilla veleronis</i>	11	25.4	4	9	23	60.6
<i>Hemisquilla ensigera californiensis</i>	2	34.1			6	68.7
<i>Lysiosquilla desaussurei</i>					3	17.5
<i>Lysiosquilla panamica</i>					3	48.5
Total	1336	9109.4	3644	16234.9	4172	22721.1

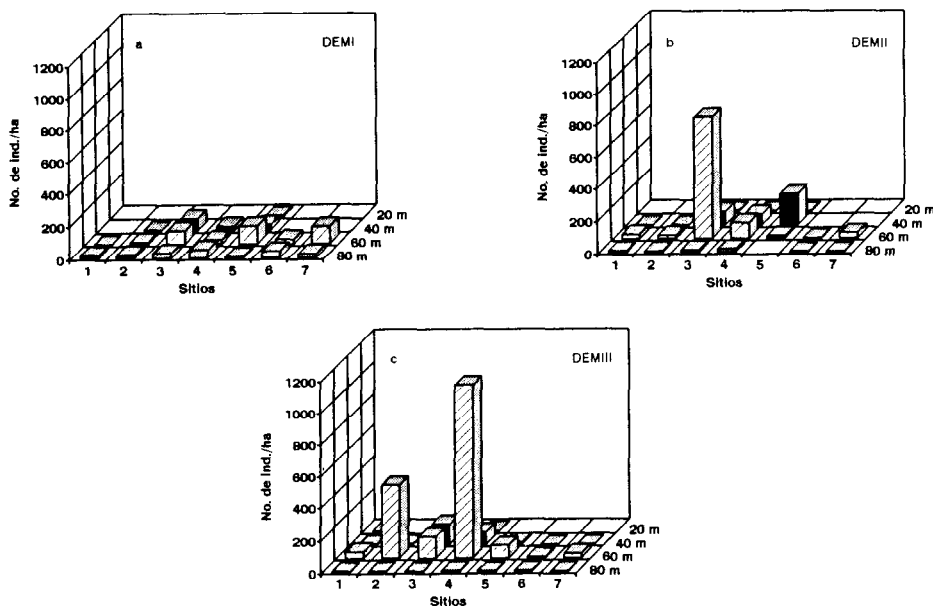


Figura 2. Densidad de los estomatópodos (individuos/hectárea) capturados en los siete sitios de muestreo, por profundidades, para los tres cruceros: (a) DEM I, (b) DEM II y (c) DEM III.

Figure 2. Density of the stomatopods (individuals/hectare) caught at the seven sampling sites, per depth, for the three cruises: (a) DEM I, (b) DEM II and (c) DEM III.

distribución de los estomatópodos resultó muy heterogénea, ya que se observaron pocos sitios con una gran abundancia y éstos variaron de un crucero a otro (fig. 2a, b, c).

Se pudo comprobar la existencia de una distribución espacial muy heterogénea de las distintas especies. Se observó una marcada fluctuación de la densidad entre sitios (fig. 3) y entre profundidades de muestreo (fig. 4). Esta característica se refleja en los valores de abundancia y peso, los cuales son mayores para *S. hancocki* y *S. panamensis* (tabla 2).

Con relación a las especies, *E. veleronis* se recolectó durante los tres cruceros, con un total de 38 ejemplares. El sitio 5, correspondiente a Manzanillo, fue en el que más individuos se capturaron, particularmente durante DEM III a 40 m de profundidad, con 15 ejemplares (fig. 4), a temperaturas de 16 a 17.3°C. Por otro lado, éstos serían los primeros registros de la especie en la plataforma continental de Jalisco y Colima.

De *H. ensigera californiensis* se recolectaron dos ejemplares durante DEM I, en Tepalcates, a 60 m de profundidad (fig. 4a) y una temperatura de 20.4°C; mientras que en DEM III, se recolectó un total de seis ejemplares en tres sitios diferentes, en Cuitzmala y las bahías de Tenacatita y Manzanillo, a 80 m (fig. 4c) y temperaturas de 14.8 a 16°C. De esta especie tampoco existen registros previos para la región, aunque Illescas-Monterroso *et al.* (1991) mencionan que se le ha recolectado en las costas de Guerrero, por lo que es posible hablar de una continuidad en su distribución desde California hasta Guerrero.

Al igual que en los dos casos anteriores, *L. desaussurei* es registrada por primera vez en la zona de estudio. Se recolectaron tres ejemplares durante el crucero DEM III en Cuitzmala, a 20 m y una temperatura de 20°C.

Lysiosquilla panamica se recolectó únicamente en DEM III; en Cuitzmala se obtuvo un ejemplar, a 40 m, y dos más se obtuvieron en Tepalcates, a 80 m (figs. 3c, 4c), a temperaturas de 17.2 y 18°C, respectivamente. Es importante señalar que con los presentes registros, se amplía el intervalo de distribución conocida para la especie, ya que, de acuerdo con

fluctuation in density was observed among sites (fig. 3) and among sampling depths (fig. 4). This is reflected in the values of abundance and weight, which are higher for *S. hancocki* and *S. panamensis* (table 2).

Regarding the species, a total of 38 specimens of *E. veleronis* were collected during the three cruises. More individuals were caught at site 5, corresponding to Manzanillo, particularly during DEM III at 40 m depth, with 15 specimens (fig. 4), at temperatures of 16 to 17.3°C. These are the first records of the species for the continental shelf off Jalisco and Colima.

Two specimens of *H. ensigera californiensis* were caught during DEM I in Tepalcates, at 60 m depth (fig. 4a) and a temperature of 20.4°C. Six specimens were collected during DEM III at three different sites, in Cuitzmala and the bays of Tenacatita and Manzanillo, at 80 m (fig. 4c) and temperatures of 14.8 to 16°C. There are no previous records for this species in the region, although Illescas-Monterroso *et al.* (1991) mention that it has been collected on the coasts of Guerrero; therefore, it is possible to talk about a continuity in its distribution from California to Guerrero.

Lysiosquilla desaussurei was also collected for the first time in the study area. Three specimens were obtained during DEM III in Cuitzmala, at 20 m and 20°C.

Lysiosquilla panamica was only collected during DEM III; one specimen was caught at 40 m in Cuitzmala and two at 80 m in Tepalcates (figs. 3c, 4c), at temperatures of 17.2 and 18°C, respectively. It is important to indicate that the present records extend the known distribution range of this species since, according to Illescas-Monterroso *et al.* (1991), the northern limit of its distribution was at Petatlán, Guerrero (Landa-Jaime and Arciniega-Flores, 1997).

Meiosquilla swetti was collected during DEM III; one specimen was obtained at 20 m in El Coco, at 19.9°C, whereas at 40 m, one specimen was found in Navidad Bay and one in Manzanillo Bay (figs. 3c, 4c), at 17.3 and 21.9°C, respectively. This also represents a new record of *M. swetti* for the region.

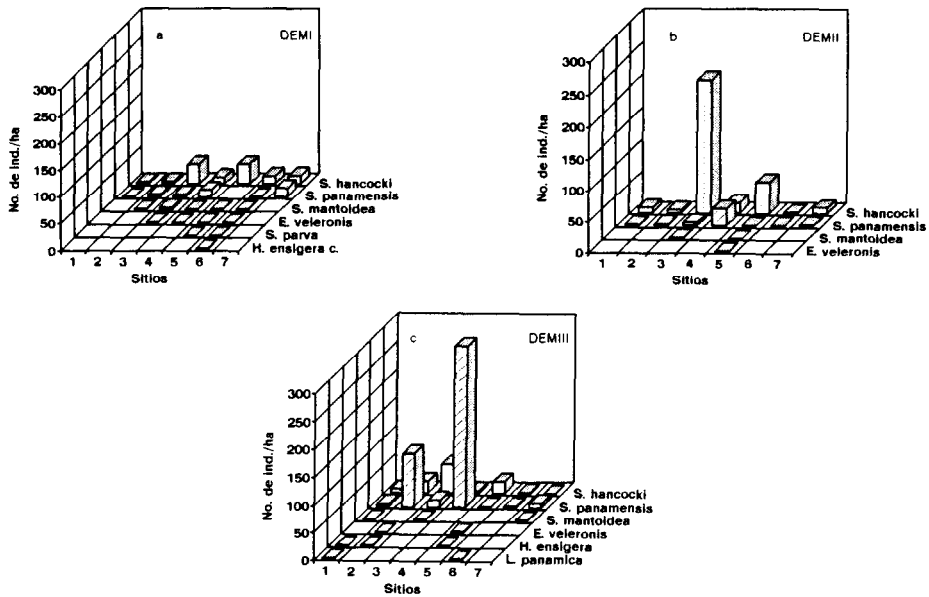


Figura 3. Densidad de organismos (individuos/hectárea) de las especies de estomatópodos capturados por sitios de muestreo, para los tres cruceros: (a) DEM I, (b) DEM II y (c) DEM III.

Figure 3. Density of organisms (individuals/hectare) of the stomatopod species caught per sampling site, for the three cruises: (a) DEM I, (b) DEM II and (c) DEM III.

Illescas-Monterroso *et al.* (1991), el límite norte de su distribución conocida se encontraba en Petatlán, Guerrero (Landa-Jaime y Arciniega-Flores, 1997).

Meiosquilla swetti se recolectó en DEM III, un ejemplar a 20 m en El Coco, a 19.9°C, y a 40 m en las bahías de Navidad y Manzanillo, con un ejemplar en cada sitio (figs. 3c, 4c), a 17.3 y 21.9°C, respectivamente. Al igual que las especies descritas previamente, la captura de *M. swetti* representa un nuevo registro para la región.

Squilla hancocki y *S. panamensis* se presentaron constantemente en casi todas las estaciones con capturas de estomatópodos, con excepción de Cuyutlán (DEM III) para la primera y de Bahía de Manzanillo (DEM I) para la segunda (fig. 3a, c). Ambas especies se recolectaron desde 20 a 80 m de profundidad (fig. 4), a temperaturas de 12 a 27.6°C. Sin embargo, a

Squilla hancocki and *S. panamensis* occurred consistently at nearly all the stations; the former was not caught in Cuyutlán (DEM III) and the latter in Manzanillo Bay (DEM I) (fig. 3a, c). Both species were collected from 20 to 80 m depth (fig. 4), at temperatures of 12 to 27.6°C. However, fewer individuals were obtained at 20 m than in the 40 to 80 m range.

Squilla hancocki was the most abundant species, with a total of 4624 specimens, though it was more abundant during DEM II than during the other two cruises. On the other hand, *S. panamensis* was the most abundant during DEM III, with a total of 3341 specimens. Both species constituted almost 98% of the biomass caught.

A total of 54 specimens of *S. mantoidea* were collected during the three cruises. It was more abundant during DEM I, mainly in Navidad Bay and Manzanillo Bay, between 20

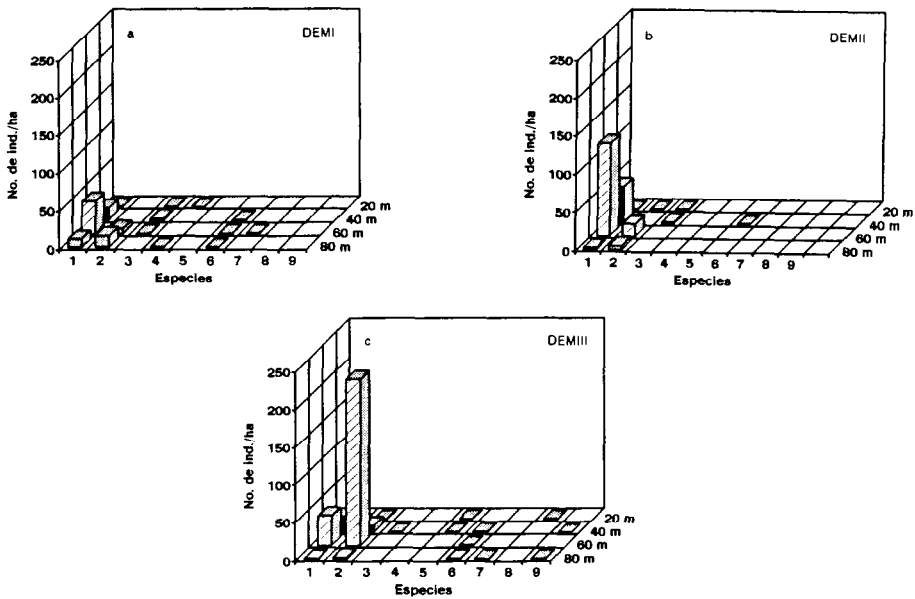


Figura 4. Densidad de organismos (individuos/hectárea) de las especies de estomatópodos capturados por profundidad, para los tres cruceros: (a) DEM I, (b) DEM II y (c) DEM III.

Figure 4. Density of organisms (individuals/hectare) of the stomatopod species caught per depth, for the three cruises: (a) DEM I, (b) DEM II and (c) DEM III.

1. *Squilla hancocki*; 2. *Squilla panamensis*; 3. *Squilla mantoidea*; 4. *Squilla parva*; 5. *Meiosquilla swetti*; 6. *Eurysquilla veleronis*; 7. *Hemisquilla ensigera californiensis*; 8. *Lysiosquilla desaussurei*; 9. *Lysiosquilla panamica*.

20 m se obtuvieron menos ejemplares que en el intervalo de 40 a 80 m.

Squilla hancocki fue la especie más abundante, con un total de 4624 ejemplares, aunque resultó ser más abundante durante DEM II que en los otros dos cruceros. Por su parte, *S. panamensis* resultó ser más abundante durante DEM III, con un total de 3341 ejemplares. Entre ambas especies se tuvo casi el 98% de la biomasa capturada.

Squilla mantoidea se recolectó durante los tres cruceros, con un total de 54 ejemplares; fue más abundante durante DEM I, principalmente en las bahías de Navidad y Manzanillo, entre 20 y 60 m de profundidad, con un total de 39 ejemplares (fig. 4), a temperaturas entre 17.2 y 27.5°C.

De *S. parva* se recolectaron tres ejemplares en DEM I, a 20 m en la Bahía de Manzanillo y

and 60 m depth, with a total of 39 specimens (fig. 4), at temperatures between 17.2 and 27.5°C.

Three specimens of *S. parva* were collected during DEM I, at 20 m in Manzanillo Bay and at 80 m in Tepalcates (fig. 3a), at temperatures of 16.2 to 26.5°C.

Bottom temperatures varied notably among depths (table 3) but were more homogeneous among sites (table 4). In general, the average bottom temperature was lower during DEM III (18°C) than during DEM I and DEM II (22.3 and 22.4°C, respectively).

Considering all the trawls in which stomatopods were caught (63 out of 84), only on two occasions did four species occur together in the same sample: during DEM I, *S. hancocki*, *S. mantoidea*, *E. veleronis* and *H. ensigera californiensis* were caught in Tepalcates at

Tabla 3. Valor medio y error estándar de la media para los valores de temperatura (°C) durante los cruceros DEM I, DEM II y DEM III, por profundidades; *n* = tamaño de la muestra.

Table 3. Mean value and standard error of the mean for the temperature values (°C) during the DEM I, DEM II and DEM III cruises, per depth; *n* = sample size.

Profundidad (m)	DEM I	<i>n</i>	DEM II	<i>n</i>	DEM III	<i>n</i>	Promedio	<i>n</i>
20	25.2 ± 0.5	7	27.2 ± 0.5	7	21.0 ± 0.6	7	24.5 ± 0.6	21
40	24.3 ± 0.4	7	25.9 ± 0.8	7	18.7 ± 0.8	7	23.0 ± 0.8	21
60	21.1 ± 0.7	7	19.8 ± 1.2	7	16.6 ± 0.5	7	19.2 ± 0.7	21
80	18.5 ± 0.8	7	16.8 ± 0.6	7	15.5 ± 0.8	7	16.9 ± 0.5	21
Promedio	22.3 ± 0.6	28	22.4 ± 0.9	28	18.0 ± 0.6	28	20.9 ± 0.5	84

Tabla 4. Valor medio y error estándar de la media para los valores de temperatura (°C) durante los cruceros DEM I, DEM II y DEM III, por sitios; *n* = tamaño de la muestra.

Table 4. Mean value and standard error of the mean for the temperature values (°C) during the DEM I, DEM II and DEM III cruises, per site; *n* = sample size.

Sitio	DEM I	<i>n</i>	DEM II	<i>n</i>	DEM III	<i>n</i>	Promedio	<i>n</i>
1	20.9 ± 2.3	4	22.4 ± 2.5	4	16.7 ± 1.2	4	20.0 ± 1.3	12
2	22.8 ± 0.6	4	23.2 ± 2.9	4	17.5 ± 1.1	4	21.2 ± 1.2	12
3	23.4 ± 1.3	4	19.9 ± 2.6	4	20.8 ± 1.0	4	21.3 ± 1.0	12
4	21.8 ± 0.9	4	22.7 ± 2.3	4	16.5 ± 1.3	4	20.3 ± 1.2	12
5	21.7 ± 2.0	4	23.5 ± 2.4	4	17.2 ± 1.4	4	20.8 ± 1.3	12
6	21.8 ± 2.2	4	22.5 ± 3.0	4	20.7 ± 1.4	4	21.7 ± 1.2	12
7	23.5 ± 1.9	4	22.6 ± 3.0	4	16.4 ± 1.7	4	20.8 ± 1.5	12
Promedio	22.3 ± 0.6	28	22.4 ± 0.9	28	18.0 ± 0.6	28	20.9 ± 0.5	84

a 80 m en Tepalcates (fig. 3a), con temperaturas de 16.2 a 26.5°C.

Los valores de la temperatura del fondo variaron notablemente entre las profundidades (tabla 3), pero fueron más homogéneos entre sitios (tabla 4). Se pudo comprobar que, en general, la temperatura promedio del agua de fondo fue más baja durante el crucero DEM III (18°C) que durante DEM I y DEM II (22.3 y 22.4°C, respectivamente).

Considerando todos los arrastres donde se capturaron estomatópodos (63 de 84), sólo en dos de ellos se pudo observar a cuatro especies juntas en la misma muestra: durante DEM I, en Tepalcates a los 40 m de profundidad, se capturaron *S. hancocki*, *S. mantoidea*, *E. veleronis* y *H. ensigera californiensis*; y durante DEM III,

40 m depth; and during DEM III, *S. hancocki*, *S. mantoidea*, *S. panamensis* and *M. swetti* were caught in Navidad Bay at 40 m. The association of three species occurred twelve times and the most frequent was that of *S. hancocki*, *S. mantoidea* and *E. veleronis*; the other combinations only occurred once. *Squilla hancocki* and *S. panamensis* were caught together twenty times, which represents 31.7% of the trawls; *S. hancocki* was caught together with *S. mantoidea* on three occasions and with *E. veleronis* on two.

DISCUSSION

The variation in the distribution of the stomatopods observed during this study allows the

en Bahía de Navidad a los 40 m, a *S. hancocki*, *S. mantoidea*, *S. panamensis* y *M. swetti*. La asociación de tres especies se presentó en doce ocasiones, siendo la de *S. hancocki*, *S. mantoidea* y *E. veleronis* la más frecuente (tres veces), y el resto de las combinaciones solamente una vez. *Squilla hancocki* se presentó en veinte ocasiones junto con *S. panamensis*, lo que representa el 31.7% de los lances con estomatópodos; *S. hancocki* fue capturada con *S. mantoidea* en tres ocasiones y con *E. veleronis* en dos.

DISCUSIÓN

La variación en la distribución de los estomatópodos, observada durante el desarrollo del estudio, permite suponer una estacionalidad del grupo, que pudiera deberse a las diferencias de temperaturas observadas entre los cruceros.

De las nueve especies recolectadas, *S. hancocki* y *S. panamensis* fueron las más frecuentes y abundantes. Estos resultados coinciden con los obtenidos para Nayarit, Michoacán y Guerrero (Illescas-Monterroso *et al.*, 1991); de acuerdo con Brusca y Wallerstein (1979), ambos trabajos fueron realizados dentro de lo que corresponde a la provincia mexicana.

Todas las especies analizadas en el presente trabajo fueron recolectadas dentro de sus límites batimétricos conocidos (Hendrickx, 1995), aunque se pudo observar una heterogeneidad en la distribución por profundidades, con una tendencia a concentrarse en los 60 m.

Los valores de temperatura fluctuaron entre 12 y 27.6°C. No obstante, algunas especies se recolectaron fuera de los límites indicados en la literatura (Hendrickx y Salgado-Barragán, 1991). Tal es el caso de *M. swetti* y *L. panamica*, que se recolectaron una vez, y de *S. mantoidea*, en dos ocasiones, por debajo de los 20°C.

Squilla hancocki y *S. panamensis* mostraron una diferencia considerable en cuanto a distribución y abundancia, lo que permite suponer una segregación de ambas, ya que mientras la primera fue abundante en DEM II, la segunda lo fue durante DEM III. De acuerdo con otros resultados, Griffiths y Blaine (1988) y Dittel (1991) sugieren que la textura del sedimento es

assumption of a seasonality of the group, which may be due to the differences in temperature during the cruises.

Of the nine species collected, *S. hancocki* and *S. panamensis* were the most frequent and abundant. These results coincide with those obtained for Nayarit, Michoacán and Guerrero (Illescas-Monterroso *et al.*, 1991); according to Brusca and Wallerstein (1979), both studies were carried out within the Mexican Province.

All the species analysed in this study were found within their known bathymetric limits (Hendrickx, 1995), though heterogeneity was observed in the distribution per depths, with a tendency to concentrate at 60 m.

The temperature values ranged from 12 to 27.6°C. However, some species were collected outside the limits recorded in the literature (Hendrickx and Salgado-Barragán, 1991): *M. swetti* and *L. panamica* were collected once and *S. mantoidea* on two occasions below 20°C.

Squilla hancocki and *S. panamensis* showed considerable differences with regard to their distribution and abundance; a segregation of both can therefore be assumed since the former was abundant during DEM II and the latter during DEM III. Griffiths and Blaine (1988) and Dittel (1991) suggest that the texture of the sediment is important in the distribution and abundance of the species. Ríos-Jara *et al.* (1996) mention that on the continental shelf off Jalisco and Colima, the greatest heterogeneity of the sea bottom occurs in the shallower areas (17–64 m), where three types of substrate are found: clayey silt, sandy silt and medium sand; it is therefore not possible to claim that grain size is a determining factor in the distribution.

The dissolved oxygen concentration also influences the vertical distribution of the species. Pihl *et al.* (1991) mention that during a period of hypoxia, *Squilla empusa* tends to emigrate to shallower depths, where the oxygen concentrations are higher. In coastal waters, the beginning of the minimum oxygen layer becomes apparent at depths below 100 m (De la Lanza, 1991). In this study area, the minimum oxygen layer occurred below 80 m (Hinojosa-Larios, personal communication); it can therefore be concluded that the most favourable oxygen conditions occur at the 60 m depth.

importante en la distribución y abundancia de las especies. Ríos-Jara *et al.* (1996) mencionan que en la plataforma continental de Jalisco y Colima, la mayor heterogeneidad del fondo marino es observada en las zonas más someras (17-64 m), donde se presentan tres tipos de sustrato: limo arcilloso, limo arenoso y arena media, por lo que no se puede asegurar que el factor granulométrico sea determinante en la distribución.

La concentración de oxígeno disuelto también tiene influencia en la distribución vertical de las especies. Pihl *et al.* (1991) mencionan que durante un periodo de hipoxia, *Squilla empusa* tiende a emigrar a estratos más someros, donde las concentraciones de oxígeno son más altas. El inicio de la capa mínima de oxígeno en aguas costeras, se hace patente a profundidades menores que 100 m (De la Lanza, 1991). En nuestra zona de estudio, la capa mínima de oxígeno se presentó por debajo de los 80 m (Hinojosa-Larios, comunicación personal), con lo cual pudiera concluirse que en el estrato de los 60 m se presentan las condiciones más favorables de oxígeno.

Considerando que se capturaron estomatópodos en 75% de los arrastres, se puede decir que este grupo se encuentra presente en toda la zona de estudio. Aunque la mayoría de las especies no se presentaron con una frecuencia constante durante el periodo de muestreo, cabe resaltar que cinco de las nueve especies capturadas en el presente estudio constituyen nuevos registros para las costas de Jalisco y Colima, México.

De manera general, el análisis de las asociaciones de especies en las muestras revela un patrón similar al observado por Illescas-Monterroso *et al.* (1991) y Hendrickx y Salgado-Barragán (1991), a excepción de la relación de *S. mantoidea* y *S. panamensis* que no se presentó en ninguna de las muestras de este estudio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su gratitud a los investigadores que laboran en el Centro de Ecología Costera y a los alumnos que de una u otra forma colaboraron en la separación de los organismos.

Since stomatopods were collected in 75% of the trawls, it can be said that this group is found throughout the study area. Even though most of the species did not occur with a constant frequency during the sampling period, five of the nine species caught constitute new records for the coasts of Jalisco and Colima, Mexico.

The analysis of the associations of species in the samples shows a similar pattern to that observed by Illescas-Monterroso *et al.* (1991) and Hendrickx and Salgado-Barragán (1991), except for the *S. mantoidea* and *S. panamensis* relationship that did not occur in any of the samples of this study.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank their colleagues at the Coastal Ecology Center and the students who in one way or another collaborated in the separation of the organisms. They also thank the crew of *BIP-V* for the effort made to obtain the material examined.

English translation by Christine Harris.

Asimismo, se agradece a la tripulación del *BIP-V* el esfuerzo realizado en la obtención del material examinado en el presente trabajo.

REFERENCIAS

- Brusca, R.C. and Wallerstein, B.R. (1979). Zoogeographic patterns of idoteid isopods in the North-east Pacific, with a review of shallow water zoogeography of the area. *Bull. Biol. Soc. Wash.* (3): 67-105.
- De la Lanza, G. (1991). *Oceanografía de Mares Mexicanos*. AGT EDITOR, México, 569 pp.
- Campos, E., Félix-Pico, E.F. and García-Domínguez, F. (1995). Distribution and host for four symbiotic crustaceans of the Mexican Pacific (Stomatopoda and Decapoda). *Bull. South. California Acad. Sci.*, 94(2): 176-178.
- Cappola, V. and Manning, R.B. (1994). Research on the coast of Somalia. *Crustacea, Stomatopoda*. *Trop. Zool.*, 7: 271-291.
- Dittel, A.I. (1991). Distribution, abundance, and sexual composition of stomatopods in the Gulf

- of Nicoya, Costa Rica. *J. Crust. Biol.*, 11(2): 269–276.
- Griffiths, C.L. and Blaine, M.J. (1988). Distribution, population structure and biology of stomatopod Crustacea off the west coast of South Africa. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 7: 45–50.
- Hendrickx, M.E. (1984). Distribution and abundance of stomatopods (Crustacea, Hoplocarida) in southern Sinaloa, Mexico. *Rev. Biol. Trop.*, 32(2): 269–277.
- Hendrickx, M.E. (1990). The stomatopods and decapod crustaceans collected during the GUAYTEC II cruise in the central Gulf of California, Mexico, with the description of a new species of *Plesionika* Bate (Caridea: Pandalidae). *Rev. Biol. Trop.*, 38(1): 35–53.
- Hendrickx, M.E. (1995). Estomatópodos. En: W. Fisher, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.), *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico oriental. Vol. I. Plantas e invertebrados*. Roma, FAO, pp. 355–382.
- Hendrickx, M.E. y Salgado-Barragán, J. (1991). Los estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico mexicano. *Publ. Esp. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.*, Univ. Nal. Autón. México, 10: 1–200.
- Hendrickx, M.E. and Salgado-Barragán, J. (1994). Stomatopods (Crustacea: Hoplocarida) collected off the coast of Sinaloa, Mexico, during the Biocapess cruises IV, V and VI (August 1991, March and June 1992). *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México, Ser. Zool.*, 65(2): 217–231.
- Hendrickx, M.E. and van der Heiden, A.M. (1983). New records of stomatopod and decapod crustaceans along the Pacific coast of Mexico. *Rev. Biol. Trop.*, 31(4): 58–60.
- Illescas-Monterroso, C.M., Salgado-Barragán, J. y Villalobos-Hiriart, J.L. (1991). Distribución geográfica, batimetría y aspectos ecológicos de los estomatópodos recolectados durante las campañas oceanográficas DAMA y ATLAS en la plataforma continental de Nayarit, Michoacán y Guerrero, México. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México, Ser. Zool.*, 62(3): 431–451.
- Landa-Jaime, V. y Arciniega-Flores, J. (1997). Ampliación de ámbito de *Lysiosquilla panamica* Manning, 1971 (Stomatopoda: Lysiosquillidae) en el Pacífico tropical mexicano. *Rev. Biol. Trop.*, 45(3): 1269–1270.
- Manning, R.B. (1971). *Lysiosquilla panamica* a new stomatopod crustacean from the eastern Pacific region. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 84(27): 225–230.
- Manning, R.B. (1972a). Stomatopod Crustacea. Eastern Pacific expedition of the New York Zoological Society. *Zoologica*, 56: 95–113.
- Manning, R.B. (1972b). Three new stomatopod crustaceans of the family Lysiosquillidae from the eastern Pacific region. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 85: 271–279.
- Manning, R.B. (1980). The superfamilies, families and genera of recent stomatopod Crustacea, with diagnoses of six new families. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 93(2): 362–372.
- Manning, R.B. (1995). Stomatopod Crustacea of Vietnam: the legacy of Raoul Serène. *Crustacean Research, Carcinological Soc. Japan, Spec. No. 4*: viii + 339 pp.
- Manning, R.B. and Camp, D.K. (1993). Erythrosquilloidea, a new superfamily, and Tetrasquillidae, a new family of stomatopod crustaceans. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 106(1): 85–91.
- Murillo, B. (1988). Estomatópodos de la costa Pacífica de Colombia e Isla Gorgona (Crustacea: Stomatopoda: Squillidae, Gonodactylidae y Pseudosquillidae). *An. Inst. Inv. Mar. Punta de Betín*, 18: 95–112.
- Pihl, L., Baden, S.P. and Diaz, R.J. (1991). Effects of periodic hypoxia on distribution of demersal fish and crustaceans. *Mar. Biol.*, 108: 349–360.
- Reaka, M.L. and Manning, R.B. (1980). The distributional ecology and zoogeographical relationships of stomatopod Crustacea from Pacific Costa Rica. *Smithson. Contr. Mar. Sci.*, 7: 1–29.
- Ríos-Jara, E., Pérez-Peña, M., Lizárraga-Chávez, L. y Michel-Morfín, J.E. (1996). Additional gastropod records from the continental shelf off Jalisco and Colima, Mexico. *Ciencias Marinas*, 22(3): 347–359.
- Salgado-Barragán, J. and Illescas-Monterroso, C. (1987). First record of *Lysiosquilla panamica* Manning, 1971 (Crustacea: Stomatopoda) in the Pacific waters of Mexico. *Rev. Biol. Trop.*, 35(1): 159–160.
- Stephenson, W. (1967). A comparison of Australian and American specimens of *Hemisquilla ensigera* (Owen, 1932) (Crustacea: Stomatopoda). *Proc. US Nat. Mus.*, 120: 1–18.
- Villalobos-Hiriart, J.L., Nates-Rodríguez, J.C., Cantú-Díaz Barriga, A., Valle-Martínez, M.D., Flores-Hernández, P., Lira-Fernández, E. y Schmidtsdorf-Valencia, P. (1989). Listados faunísticos de México. I. Crustáceos estomatópodos y decápodos intermareales de las islas del Golfo de California, México. *Inst. Biol., Univ. Nal. Autón. México*, pp. 1–114.