

Composición, abundancia y distribución de Pteropoda (Mollusca: Gastropoda) en la zona nerítica, del sur del Golfo de México (Agosto, 1995)

Composition, abundance and distribution of Pteropoda (Mollusca: Gastropoda) on the neritic zone, at the southern Gulf of Mexico (August, 1995)

César Flores-Coto¹, Hisol L. Arellanes¹, Jesús Sánchez Robles² y Antonio López Serrano³

¹Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria. México, D. F. 04510. México

²El Hombre y su Ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana. Calzada del Hueso 1100, Coyoacán, México D. F., 04960. México

³Universidad del Mar, Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, 70902. Oaxaca
e-mail: coto@cmarl.unam.mx

Flores-Coto C., H. L. Arellanes, J. Sánchez Robles y A. López Serrano. 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.

RESUMEN

Se analizó la composición, distribución y abundancia de los pterópodos en relación a las condiciones hidrográficas de la columna de agua (0 a 105 m) en el Golfo de México. Durante agosto de 1995, se recolectaron 95 muestras de zooplankton en 28 estaciones sobre la plataforma continental, distribuidas en cinco transectos frente a los principales sistemas lagunares del sur del Golfo de México, desde la desembocadura del río Coatzacoalcos, hasta Boca de Paso Real de la Laguna de Términos. Las muestras se recolectaron en cinco niveles de profundidad. De los taxa identificados, tres de ellos constituyeron el 90% de la abundancia total de pterópodos: *Creseis acicula* f. *acicula* (72.7%), *C. acicula* f. *clava* (8.2%) y *Limacina trochiformis* (9.3%). La mayor densidad del grupo ocurrió en los primeros 18 m, sin embargo, 19 de los 39 grupos registrados, no ocurrieron en la capa más superficial (0 a 6 m) y otros lo hicieron con bajas densidades. Los resultados de Análisis Canónico de Correspondencia (ACC) permiten considerar que ningún parámetro por sí solo determina la distribución de estos organismos en la columna de agua, pero en cambio sí el hábitat. Las especies de afinidad tropical/subtropical y hábitat nerítico fueron las más abundantes y ocurrieron principalmente en la capa superficial, en tanto que las formas oceánicas fueron las de menor abundancia y ocurrieron principalmente en las capas profundas, probablemente como resultado de la entrada de agua oceánica a la plataforma en su parte más profunda.

Palabras clave: Distribución, Pterópodos, Sur del Golfo de México.

ABSTRACT

The composition, distribution, and abundance of pteropods were analyzed in relation to hydrographic conditions of the water column (0 to 105 m) in the Gulf of Mexico. Up to 95 samples of zooplankton were collected during August 1995 at 28 stations arranged in five transects on the continental shelf off the main lagoonal systems in the southern Gulf of Mexico, from the Coatzacoalcos River inlet to Paso Real inlet of Términos lagoon. Samples were collected at five depth ranges. Three of the identified taxa constituted 90% of the total pteropod abundance: *Creseis acicula* f. *acicula* (72.7%), *C. acicula* f. *clava* (8.2%), and *Limacina trochiformis* (9.3%). The highest density of the group occurred within the first

18 m, but 19 of the 39 groups registered were absent from the surface layer (0-6 m), and others had low densities. The results of a CCA suggest that not one parameter by itself determines the distribution of these organisms in the water column, but the habitat of the species does. Species with tropical/subtropical and coastal affinities were the most abundant and occurred mainly in the surface layer, while the oceanic forms were less abundant and occurred mainly in the deep layers probably resulting from the inflow of oceanic water toward the shelf at its deepest layers.

Key words: Distribution, pteropods, southern Gulf of Mexico.

INTRODUCCIÓN

Los pterópodos son moluscos holoplanctónicos que representan un componente relevante en la trama trófica del plancton nerítico y oceánico (Cevik *et al.*, 2006; Meinecke & Wefer, 1990). La mayoría de especies de aguas frías se alimentan de dinoflagelados, diatomeas y foraminíferos, mientras que las de aguas cálidas lo hacen de foraminíferos, radiolarios y cocolitóforos (Lalli, 1970). En el grupo existen especies con un tamaño superior a los 5 mm (de Larrazábal & Soares de Oliveira, 2003), talla que los convierte en presas atractivas para muchos carnívoros, al punto que algunos depredadores se alimentan exclusivamente de pterópodos (Seibel & Dierssen, 2003; Blank, 2007). Son organismos comunes en las pescas planctónicas y pueden ocupar el tercero o cuarto lugar por su abundancia (Mackas *et al.*, 2005).

De manera general los trabajos sobre la distribución y abundancia de los pterópodos en el Golfo de México son escasos, entre otros se pueden mencionar los de Leal-Rodríguez (1965) en los arrecifes del Estado de Veracruz, el de Matsubara-Oda (1975) en la Bahía de Campeche, el de Pérez-Rodríguez (1980) en la plataforma continental del Golfo de México y Caribe mexicano.

Suárez-Morales y Gasca (1992) estudiaron los pterópodos de aguas superficiales (0-50 m) del sur del Golfo de México y Suárez-Morales (1994) realizó una recopilación sobre las especies de pterópodos presentes en el Norte y Sur del Golfo de México, Mar Caribe y la corriente de Florida. Recientemente, Lemus-Santana (2009, 2011) estudió la distribución vertical y abundancia de los moluscos holoplanctónicos en el Sur del Golfo de México durante mayo y noviembre de 1995.

Solo en los trabajos de Lemus-Santa (2009, 2011) se atiende la distribución de las especies en diferentes capas de la columna de agua. Por lo anterior el presente trabajo pretende conocer los factores que influyen en la distribución vertical y variación de estos organismos y en particular el posible efecto de las descargas de aguas continentales, en una zona nerítica del sur del Golfo de México, durante el verano de 1995 (agosto).

MATERIAL Y MÉTODOS

El material se obtuvo de 95 muestras de zooplancton recolectadas a bordo del B/O "Justo Sierra" de la UNAM (durante la campaña MOPEED XV) del 10 al 15 de agosto de 1995, en 28 estaciones distribuidas en cinco transectos frente a:

I. Desembocadura del Río Coatzacoalcos (Veracruz)

II. Lagunas de El Carmen y Machona (Tabasco)

III. Sistema Fluvio-lagunar Grijalva-Usumacinta (Tabasco-Campeche)

IV. Boca del Carmen (Laguna de Términos, Campeche)

V. Boca de Puerto Real (Laguna de Términos, Campeche)

Las muestras de zooplancton fueron obtenidas con redes de apertura-cierre, de 500 µm de luz de malla con 75 cm de diámetro de boca y 150 cm de longitud, operadas por medio de mensajeros. A cada red se le colocó en la boca un flujómetro modelo 2030 de General Oceanic, para calcular el volumen de agua filtrada. Los arrastres fueron oblicuo-horizontales desde el límite superior hasta el inferior de cada nivel, en los cinco niveles de profundidad establecidos: nivel 1, 0-6 m; nivel 2, 6-12 m; nivel 3, 12-18 m; nivel 4, 45-55 m y nivel 5, 95-105 m. El número de niveles dependió de la profundidad de cada estación. Los tres primeros niveles que cubrieron la capa de 0 a 18 m y los niveles 4 y 5 que fueron de 45 a 105 m, conformaron las capas superficial y profunda, respectivamente.

Las muestras se fijaron con formol al 4%, neutralizado con borato de sodio y después de 24 horas se cambiaron a alcohol etílico al 70%, para su conservación final. En cada estación se tomaron los datos de profundidad, temperatura y salinidad con un CTD (Conductivity Temperature Depth Profiler).

En el laboratorio, los pterópodos de cada muestra fueron separados para después identificarlos y cuantificarlos. Los valores de abundancia fueron estandarizados a org/100 m³ de agua filtrada.

Para evaluar la relación entre las variables ambientales (temperatura, salinidad, profundidad y distancia a la costa) con la densidad de los organismos de las distintas especies, se aplicó, por un lado, un análisis de regresión múltiple para cada una de las especies más abundantes, con el programa SYSTAT versión 9 (Draper & Smith, 1998) y por otro lado, un Análisis Canónico de Correspondencia (ACC) (Greenacre, 1984), utilizando el programa MVSP para todos los grupos. En ambos análisis, los valores de densidad de organismos se transformaron a $\ln(x + 1)$. En todas las pruebas estadísticas, se consideró una significancia de $p = 0.05$.

Área de estudio. El área de estudio comprende la porción Sur del Golfo de México, entre los 18° y 20° Norte y los 91° y 95° Oeste,

desde la desembocadura del Río Coatzacoalcos, hasta la parte más oriental de la Laguna de Términos, por lo que comprende la plataforma continental frente a Tabasco y parcialmente la de Veracruz y Campeche (Fig. 1).

RESULTADOS

Temperatura y salinidad. La temperatura (Fig. 2a-e) fluctuó de 30.3 °C en superficie a 18 °C a 100 m de profundidad, pero la mayor variación ocurrió en los primeros 20 m. Los valores más bajos se registraron en el transecto I, frente a la desembocadura del Río Coatzacoalcos, donde la isoterma de los 23 °C ascendía hasta los 20 m de profundidad, en el resto de los transectos dicha isoterma estuvo alrededor de los 25 a 30 m de profundidad, incluso fue más profunda en los transectos frente a la Laguna de Términos. La pendiente de las isotermas, siempre hacia el océano, fue más marcada en las capas por debajo de los 40 m de profundidad.

La salinidad (Fig. 3a-e) fluctuó de 33.5 a 36.4. Los menores valores y la mayor variación se registraron en un estrato superficial de 15 m en los transectos occidentales, principalmente frente al Río Coatzacoalcos; en los transectos central y orientales la variación disminuyó, al punto que, frente a la Boca de Puerto Real de la Laguna de Términos, los estratos superficiales fueron casi uniformes. Una masa de agua oceánica con salinidades de alrededor de 36.4 que invadió la plataforma, pareció dividir la columna de agua en una capa superficial y una profunda, ambas con salinidades por debajo de este valor, la capa de arriba resultado de la descarga de aguas continentales y la de abajo de origen oceánico.

Composición y abundancia de organismos. Se obtuvieron 24,797 organismos que se identificaron según los criterios de van der Spoel y Dadon (1999). Se encontraron 18 especies pertenecientes

a 8 Familias y 23 Géneros; además se registró la presencia de juveniles de los géneros de tecosomados: *Cavolinia*, *Diacavolinia* y *Diacria* y estadios larvarios de gimnosomados *Clione* spp. y *Pneumoderma* spp.; así, el total de entidades diferentes, considerando adultos, larvas, juveniles y formas fue de 39 (Tabla 1).

Los taxa más abundantes fueron *Creseis acicula* f. *acicula* (Rang, 1828) (72.7%), *Limacina trochiformis* d'Orbigny, 1836 (9.3%), *Creseis acicula* f. *clava* (Rang, 1828) (8.2%), *Creseis* spp. (2.6%), *Diacavolinia longirostris* (de Blainville, 1821) (1.7%), *Cavolinia* spp. (1.4%) y *Desmopterus papilio* Chun, 1889 (1.1%) y junto con *Creseis virgula* f. *virgula* (Rang, 1828), *Pneumoderma* spp., *Diacria danae* (van der Spoel, 1968), *Cavolinia uncinata* f. *uncinata* (Rang, 1829) y *Pneumoderma* spp. conformaron el 99.0% del total. La frecuencia con la que ocurrieron los cuatro primeros taxa en las muestras fue de 91, 57, 82, y 51%, respectivamente. Los restantes se presentaron en menos del 50% de las muestras. La densidad general del grupo mostró una clara disminución de superficie a fondo como consecuencia de distribución de los de los taxa más abundantes, que ocurrieron principalmente en la capa superficial (niveles 1, 2 y 3); aunque por otro lado, 19 de las 39 entidades no ocurrieron en el nivel 1 y 14 de ellas tampoco se capturaron en el nivel 2 (Tabla 1, Fig. 4). Consecuentemente fue en el nivel más superficial (nivel 1), donde se registró la menor diversidad; en tanto la mayor ocurrió en los niveles 3-5 (Tabla 1). Las especies más abundantes presentaron sus menores valores de densidad en la capa profunda (Niveles 4 y 5), excepto *L. trochiformis*, que tuvo una abundancia cercanamente homogénea en todos los estratos muestreados. Contrario a las especies anteriores, *D. papilio* y *Limacina lesueuri* d'Orbigny, 1836 ocurrieron en prácticamente toda la columna, de agua pero fueron más abundantes en los niveles más profundos.

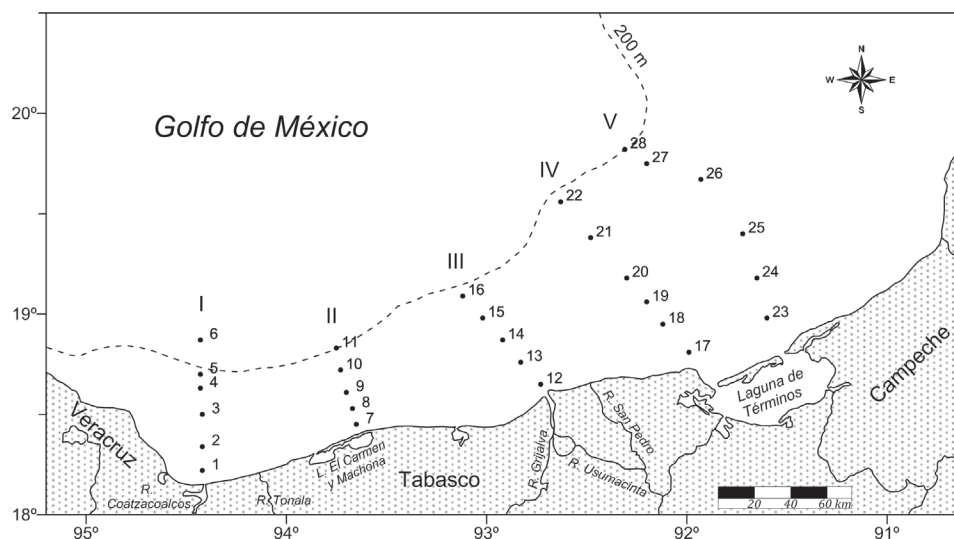


Figura 1. Área de estudio, ubicación de los cinco transectos y 28 estaciones de muestreo. Campaña MOPEED XV, realizados del 10 al 15 de agosto 1995 (verano) en la porción nerítica del sur del Golfo de México.

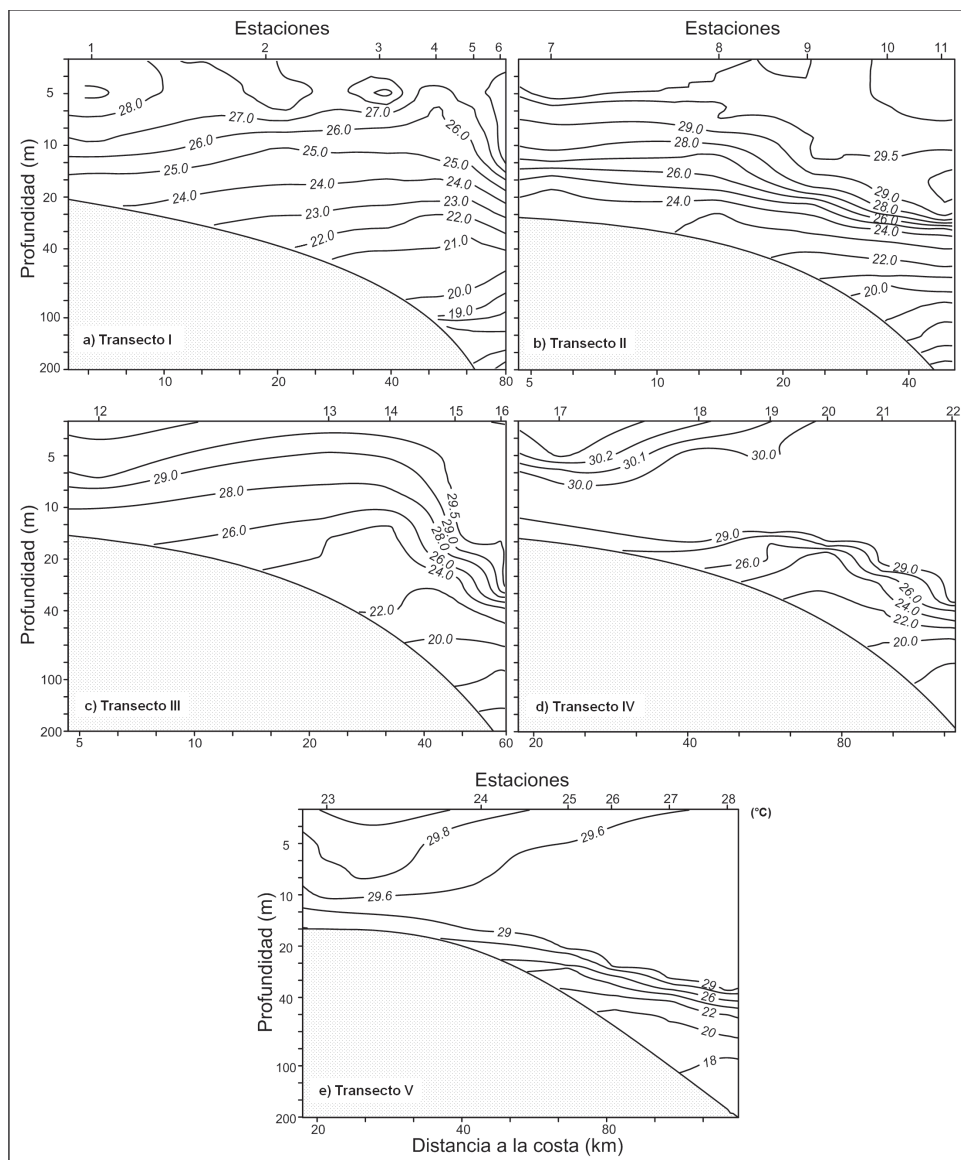


Figura 2a-e. Perfiles verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en los cinco transectos perpendiculares a la costa. Sur del Golfo de México, del 10 al 15 de agosto de 1995 (verano). a) Transecto I: Frente a la desembocadura del Río Coatzacoalcos, b) Transecto II: Frente a la Laguna de El Carmen y Machona, c) Transecto III: Frente al Sistema Fluvio-lagunar Grijalva-Usumacinta, d) Transecto IV: Frente a la Boca del Carmen (Laguna de Términos, Campeche) y e) Transecto V: Frente a la Boca de Puerto Real (Laguna de Términos, Campeche).

Los taxa escasos, pero presentes en toda la columna de agua no presentaron una distribución que sugiriera preferencia por un estrato, excepto en el caso de *Creseis virgula* f. *virgula*, que como sus demás congéneres fue claramente más abundante en la capa superficial. Sólo dos taxa ocurrieron únicamente en la capa más superficial (niveles 1-3) *Paraclione* spp. y *Creseis virgula* f. *conica* (Rang, 1828). Varios otros taxa como *Clio* spp., *Peraclis apicifurva* Meisenheimer, 1906, *Cuvierina columnella* f. *atlantica* (Rang, 1827), *Limacina* spp., *Thliptodon* spp. y *Peraclis* spp., además de formas larvarias del género *Clione*, sólo ocurrieron en los

niveles profundos (niveles 4-5), la mayor parte de ellos estuvieron entre los taxa menos abundantes.

Distribución regional. Los valores de abundancia (Fig. 5) y la diversidad de especies, fueron relativamente opuestos, así, la mayor abundancia y menor número de géneros y especies, ocurrió frente a las Lagunas de Carmen y Machona y la desembocadura del sistema Grijalva-Usumacinta, en tanto que las densidades menores ocurrieron en los transectos frente a Coatzacoalcos (transecto I) y Puerto Real (transecto V), donde se registró el mayor número de géneros y especies.

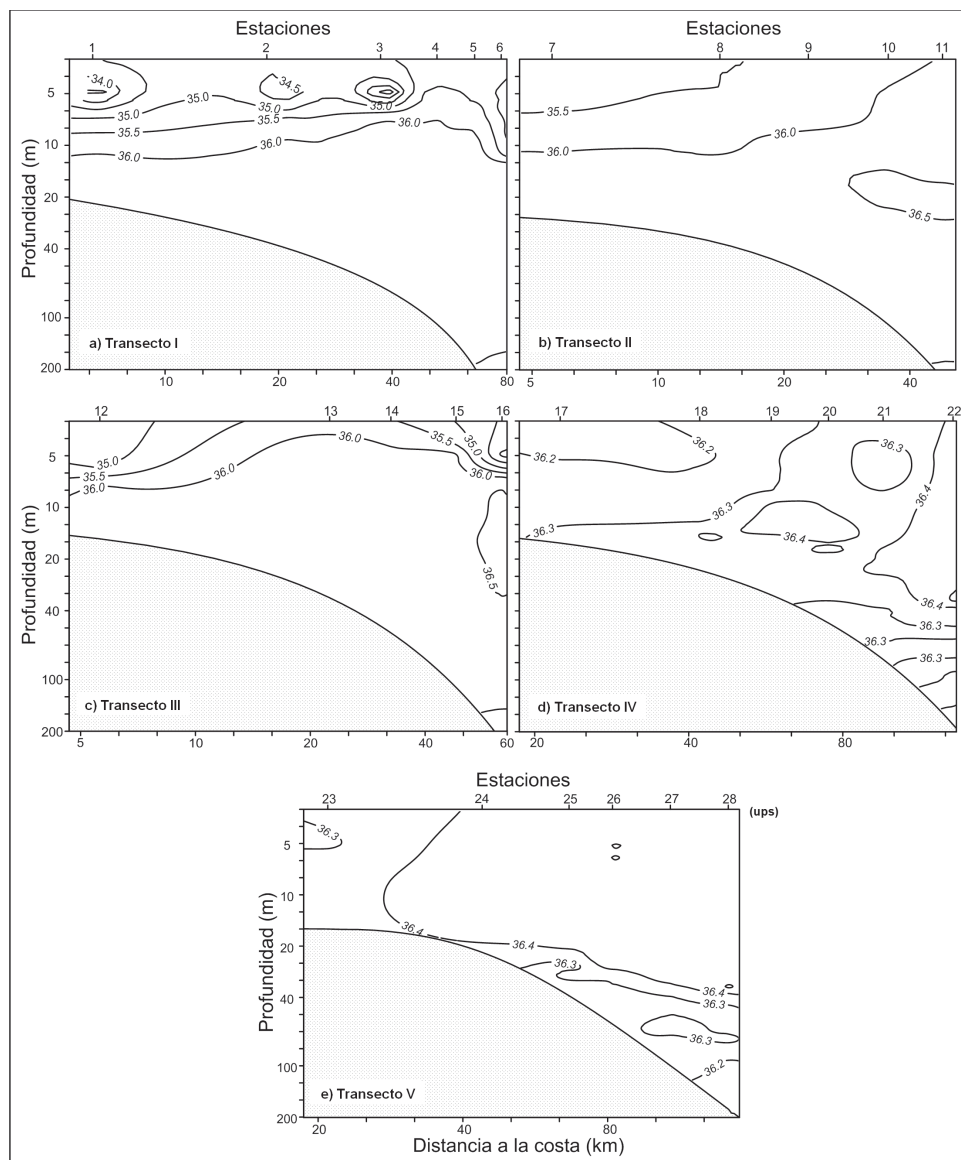


Figura 3a-e. Perfiles verticales de salinidad (ups) en los cinco transectos perpendiculares a la costa Sur del Golfo de México, del 10 al 15 de agosto de 1995 (verano). a) Transecto I: Frente a la desembocadura del Río Coatzacoalcos, b) Transecto II: Frente a la Laguna de El Carmen y Machona, c) Transecto III: Frente al Sistema Fluvio-lagunar Grijalva-Usumacinta, d) Transecto IV: Frente a la Boca del Carmen (Laguna de Términos, Campeche) y e) Transecto V: Frente a la Boca de Puerto Real (Laguna de Términos, Campeche).

Distribución de las especies más abundantes. *Creseis acicula* f. *acicula* (Fig. 6a-e) ocurrió en prácticamente todos los puntos de muestreo. Las mayores densidades se obtuvieron en los niveles superficiales (N1-3), con más de la mitad de la abundancia total en el nivel 1. Su mayor densidad se registró en la parte interna y media de la plataforma continental, frente a las Lagunas El Carmen y Machona y al Sistema Grijalva-Usumacinta (transectos II y III), en tanto que la menor densidad se registró frente a la desembocadura del Río Coatzacoalcos (Transecto I). *Limacina trochiformis* (Fig. 7a-e), fue la segunda especie más abundante,

se registró en los cinco niveles de muestreo con similares densidades, excepto en el nivel 1, donde alcanzó más del 30% del total. Aunque dicha especie ocurrió en toda el área, fue más frecuente en estaciones sobre la plataforma media y externa y más abundante en los dos transectos occidentales, donde se registraron las salinidades más bajas (33.8) en la capa superficial. *Creseis acicula* f. *clava* (Fig. 8a-e), tuvo una amplia distribución ya que se presentó en casi todos los puntos de muestreo, mostrando las mayores densidades en la capa superficial (0-18 m). Su abundancia a lo ancho del área no mostró una clara tendencia de distribu-

Tabla 1. Composición y abundancia de Pterópodos colectados en el sur del Golfo de México, durante el verano de 1995. DT = densidad total, N-1 (0 -6 m), N-2 (6 -12 m), N-3 (12 -18 m), N-4 (45 – 55 m), N-5 (95 -105 m) = densidad promedio de cada nivel de muestreo. En hábitat T = tropical, S = subtropical, E = epipelágico, M = mesopelágico, O = oceánico, N = nerítico.

Habitat	Taxa	DT	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5
TSEN	<i>Creseis acicula</i> f. <i>acicula</i> (Rang, 1828)	11605.71	294.66	89.56	45.64	23.23	5.91
TSENO	<i>Limacina (Munthea) trochiformis</i> d'Orbigny, 1834	1484.41	28.91	6.95	15.25	12.01	10.98
TSEN	<i>Creseis acicula</i> f. <i>clava</i> (Rang, 1828)	1312.07	7.86	22.14	19.02	4.30	2.34
	<i>Creseis</i> spp.	415.56	1.97	6.77	8.60	0.72	0.33
TSEN	<i>Diacavolinia longirostris</i> (de Blainville, 1821)	274.62	3.53	5.53	0.99	0.50	0.29
	<i>Cavolinia</i> spp. (Juveniles)	230.21	2.10	4.13	1.84	1.94	0.50
TSEO	<i>Desmopterus papilio</i> Chun, 1889	177.94	0.21	0.78	6.18	2.28	1.30
TSEN	<i>Creseis virgula</i> f. <i>virgula</i> (Rang, 1828)	116.92	0.77	1.29	2.88	0.24	0.57
TSEMO	<i>Pneumodema</i> spp.	74.34	1.02	0.91	0.90	0.43	0.12
TSENO	<i>Diacria danae</i> (van der Spoel, 1968)	45.89	0.16	0.65	0.73	0.63	0.32
TSEO	<i>Cavolinia uncinata</i> f. <i>uncinata</i> (Rang, 1829)	42.76	0.38	0.48	0.51	0.35	0.59
TSEMO	<i>Pneumodermopsis</i> spp.	26.14	0.57	0.22	0.11	0.09	0.21
TSEMO	<i>Notobranchaea</i> spp.	24.07	0.31	0.34	0.24	0.19	0.00
TSEN	<i>Limacina (Thilea) inflata</i> d'Orbigny, 1834	20.07	0.46	0.03	0.18	0.18	0.19
TEO	<i>Corolla cúpula</i> Rampal 1996	19.89	0.00	0.42	0.39	0.00	0.09
TSEO	<i>Limacina (Thilea) lesueuri</i> d'Orbigny, 1835	17.33	0.00	0.02	0.04	0.65	0.81
	<i>Diacria</i> spp. (Juveniles)	12.09	0.00	0.02	0.07	0.20	0.74
TSEO	<i>Hyalocylis striata</i> (Rang, 1828)	11.24	0.17	0.05	0.22	0.00	0.13
	<i>Diacavolinia</i> spp. (Juveniles)	10.25	0.18	0.12	0.07	0.09	0.00
TSENO	<i>Paraclione</i> spp.	7.88	0.19	0.08	0.04	0.00	0.00
	Cymbuliidae Familia	5.92	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00
TSEO	<i>Limacina (Munthea) bulimoides</i> d'Orbigny, 1836	4.66	0.00	0.00	0.12	0.15	0.08
TSEMO	<i>Spongiobranchaea</i> spp.	3.25	0.03	0.02	0.02	0.00	0.14
TSO	<i>Clío</i> spp.	3.20	0.00	0.00	0.00	0.16	0.13
TSMO	<i>Peraclis reticulata</i> d'Orbigny, 1836	3.19	0.00	0.00	0.05	0.09	0.11
TENO	<i>Creseis virgula</i> f. <i>conica</i> (Rang, 1828)	3.17	0.04	0.04	0.06	0.00	0.00
	<i>Pneumoderma</i> spp. Larva	1.92	0.00	0.03	0.02	0.00	0.07
TEMO	<i>Gleba cordata</i> Niebuhr 1776	1.85	0.00	0.00	0.03	0.09	0.03
TSEMO	<i>Cymbulia</i> spp.	1.55	0.00	0.00	0.03	0.04	0.06
SEO	<i>Clione</i> spp.	1.53	0.02	0.02	0.00	0.03	0.00
	<i>Clione</i> spp. larvas	1.20	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00
	<i>Limacina</i> spp.	1.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00
TSEO	<i>Cephalobranchia macrochaeta</i> Bonnevie, 1913	1.09	0.00	0.00	0.03	0.00	0.05
TSEMO	<i>Peraclis apiciflava</i> Meisenheimer, 1906	0.96	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04
TSEO	<i>Styliola subula</i> (Quoy & Gaimard, 1827)	0.48	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
SMO	<i>Thliptodon</i> spp.	0.47	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
	<i>Schizobranchium</i> spp.	0.45	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
TSEO	<i>Cuvierina columnella</i> f. <i>atlantica</i> (Rang, 1827)	0.40	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
	<i>Peraclis</i> spp.	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03

Tabla 1. Continuación.

Habitat	Taxa	DT	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5
	Total de organismos		350.87	140.62	104.62	48.92	26.17
	Total de géneros	23	13	15	18	16	16
	Total especies	18	9	11	16	13	15
	Géneros oceánicos	20	12	13	17	14	14
	Especies oceánicas	15	6	8	13	10	12
	Géneros neríticos	4	5	5	5	4	4
	Especies neríticas	5	6	6	6	6	6

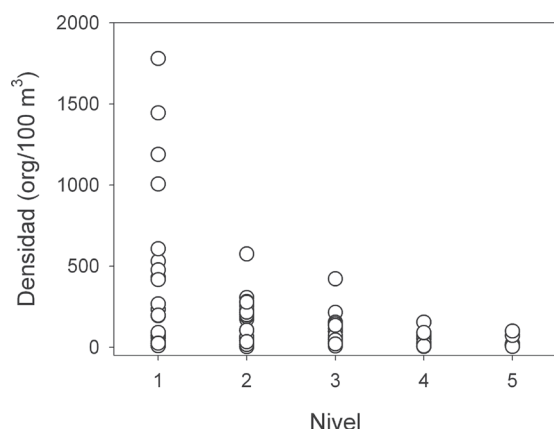


Figura 4. Densidad total de pterópodos (org/100 m³) capturados en cada punto y nivel de recolecta en los cinco niveles de profundidad, durante la campaña MOPEED XV, al Sur del Golfo de México. Intervalos de nivel: 1 = Nivel 1 (0-6 m), 2 = Nivel 2 (6-12 m), 3 = Nivel 3 (12-18 m), 4 = Nivel 4 (45-55 m) y 5 = Nivel 5 (95-105 m).

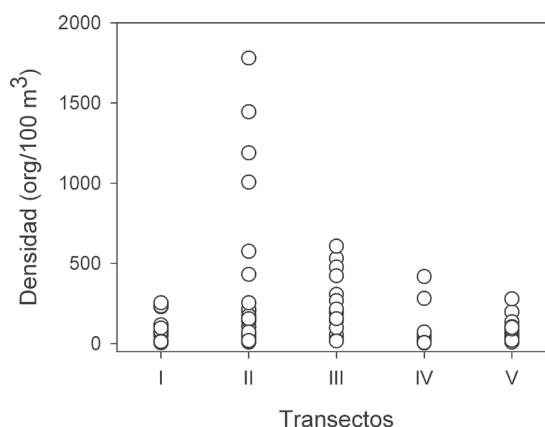


Figura 5. Densidad total de pterópodos capturados en cada punto y transecto de recolecta, durante la campaña MOPEED XV, en el Sur del Golfo de México. I = Transecto I (Río Coatzacoalcos), II = Transecto II (Laguna el Carmen y Machona), III = Transecto III (Sistema Fluvio-lagunar Grijalva-Usumacinta), IV = Transecto IV (Boca del Carmen) y V = Transecto V (Boca de Puerto Real).

ción, pues los valores promedio fueron cercanamente similares en todos los transectos, aunque el máximo se registró frente al sistema Grijalva-Usumacinta. Las larvas de *Creseis* spp. (Fig. 9a-e), se encontraron en toda la columna de agua, sin embargo como se mencionó anteriormente cuando se habló de sus congéneres, también tuvieron su mayor densidad en los primeros niveles de muestreo (0-18 m) y la menor en los niveles profundos (45-105 m); y aunque estuvo presente en todos los transectos, fue escasa frente a la Laguna de Términos.

Diacavolinia longirostris (Lesueur in Blainville, 1821) (Fig. 10), se encontró en toda la columna de agua (0-105m), pero sus mayores densidades se registraron en los niveles 1 y 2, frente a la desembocadura del Río Coatzacoalcos, en el resto del área y en todas las profundidades, fue escasa.

Los juveniles de *Cavolinia* spp. (Fig. 11a-e) ocurrieron en toda el área y todos los niveles de recolecta, presentando su mayor abundancia en la capa más superficial (0-18 m), particularmente en los transectos más occidentales.

Aunque *Desmopterus papilio* (Fig. 12a-e), estuvo ampliamente distribuida en la zona de estudio, a diferencia de las especies anteriores, fue más abundante en los niveles 3-5; salvo un par de excepciones, ocurrió en estaciones de la plataforma externa y media.

Adultos, juveniles y larvas. Se registró la presencia de juveniles y adultos de *Cavolinia*, *Diacavolinia* y *Diacria*, así como larvas y adultos de *Pneumoderma* y *Clio*, cuya distribución en la columna de agua en algunos casos, fue contrastante entre larvas/adultos y juveniles/adultos (Fig. 13A-B). Los juveniles de *Cavolinia* tuvieron sus mayores densidades en la capa superficial (N1-3), donde fueron más abundantes que los adultos, quienes en forma escasa y su densidad distribuida de manera homogénea en todos los estratos muestreados.

A diferencia de *Cavolinia*, los adultos de *Diacavolinia* fueron más abundantes que los juveniles, aunque ambas etapas presentaron su mayor densidad en la capa superficial (0-18 m). Juveniles

Tabla 2. Modelos de regresión lineal múltiple de los parámetros físicos y químicos respecto a la abundancia de las especies de pterópodos en la zona nerítica del sur del Golfo de México. Las negritas indican significancia a 0.05. Ord = Ordenada, Tem = Temperatura, Sal = Salinidad, Prof = Profundidad, Dist Cost = Distancia a la costa, r = Correlación múltiple y r^2 = Correlación ajustada (%).

Especie	Ord.	Tem	Sal	Prof	Dist Cost	r	r^2
<i>Creseis acicula</i> f. <i>acicula</i> (Rang, 1828)	-14.597	0.378	0.229	0.027	-0.018	0.607	3.4
<i>Creseis acicula</i> f. <i>clava</i> (Rang, 1828)	10.145	-0.119	-0.123	-0.024	-0.002	0.301	5.6
<i>Creseis virgula</i> f. <i>virgula</i> (Rang, 1828)	9.895	-0.059	-0.208	-0.008	-0.002	0.286	4.1
<i>Cresesi</i> spp.	8.653	-0.168	-0.069	-0.029	-0.001	0.375	14
<i>Cavolinia uncinata</i> f. <i>uncinata</i> (Rang, 1829)	5.774	-0.031	-0.131	-0.002	0.001	0.231	1.1
<i>Cavolinia</i> spp.	-3.838	-0.022	0.147	-0.005	-0.002	0.13	<1
<i>Desmopterus papilio</i> Chun, 1889	-4.4	-0.002	0.126	0.005	0.002	0.293	4.5
<i>Diacavolinia longirostris</i> (Lesueur in Blainville, 1821)	24.569	-0.186	-0.52	-0.027	0.005	0.473	19
<i>Diacria</i> spp.	3.777	-0.015	-0.089	-0.002	-0.001	0.285	4.1
<i>Diacria danae</i> (van der Spoel, 1968)	4.236	-0.077	-0.05	-0.008	0.0001	0.292	4.4
<i>Hyalocystis striata</i> (Rang, 1828)	0.741	0.005	-0.022	0.001	0.0001	0.058	<1
<i>Limacina trochiformis</i> d'Orbigny, 1834	16.657	-0.134	-0.323	-0.014	0.003	0.188	<1
<i>Limacina inflata</i> d'Orbigny, 1834	2.374	-0.003	-0.06	1.00E-04	0.0001	0.118	<1
<i>Limacina lesueuri</i> d'Orbigny, 1835	0.618	-0.014	-0.007	0.003	0.0001	0.497	21.3
<i>Coorola cúpula</i> Rampal 1996	0.799	-0.032	0.004	-0.004	0.001	0.193	<1
<i>Notobranche</i> spp.	4.396	-0.046	-0.079	-0.006	-0.001	0.302	5.1
<i>Pneumoderma</i> sp.	2.062	0.009	-0.055	-0.001	0.0001	0.117	<1
<i>Pneumodermopsis</i> spp.	-2.907	0.028	0.063	0.003	-0.001	0.181	<1

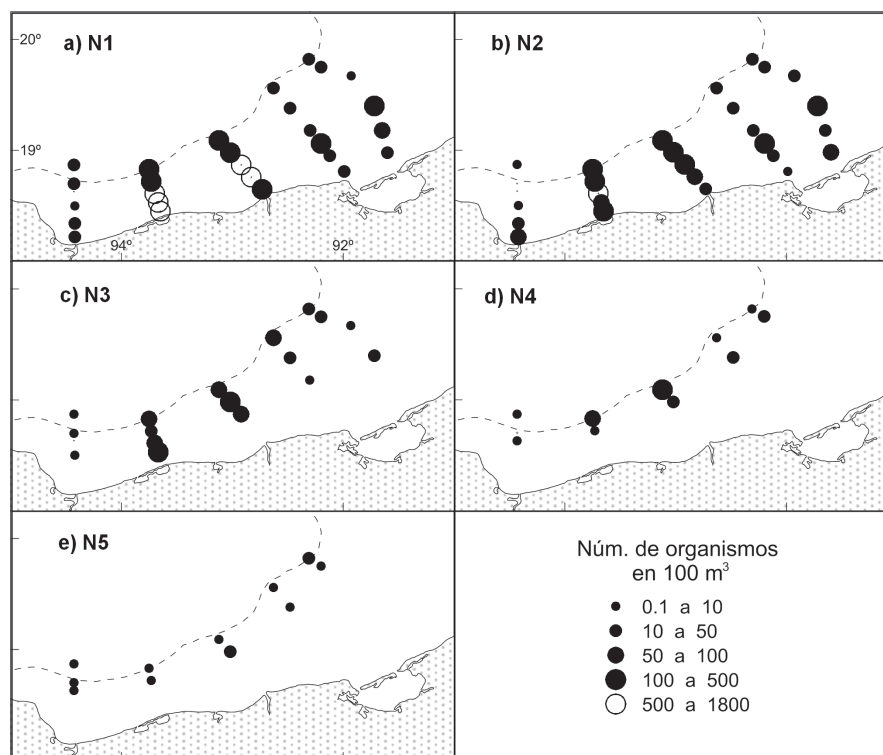


Figura 6a-e. Distribución de la abundancia (org/100 m³) de *Creseis acicula* f. *acicula*. a) N1 = nivel 1 (0-6 m); b) N2 = nivel 2 (6-12 m); c) N3 = nivel 3 (12-18 m); d) N4 = nivel 4 (45-55 m); e) N5 = nivel 5 (95-105 m).

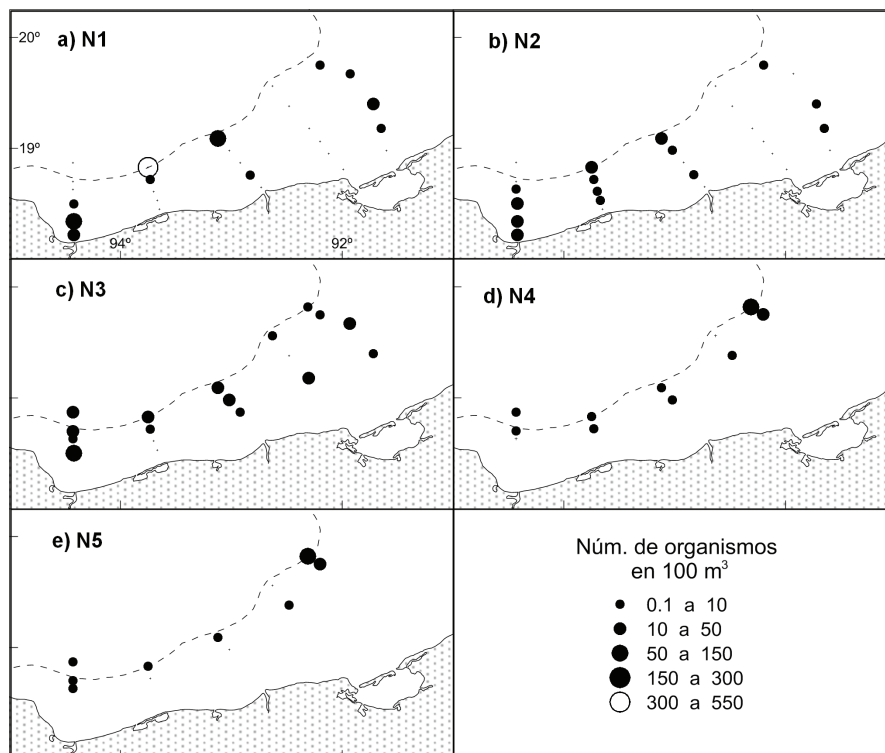


Figura 7a-e. Distribución de la abundancia (org/100 m³) de *Limacina (Munthea) trochiformis*. a) N1 = nivel 1 (0-6 m); b) N2 = nivel 2 (6-12 m); c) N3 = nivel 3 (12-18 m); d) N4 = nivel 4 (45-55 m); e) N5 = nivel 5 (95-105 m).

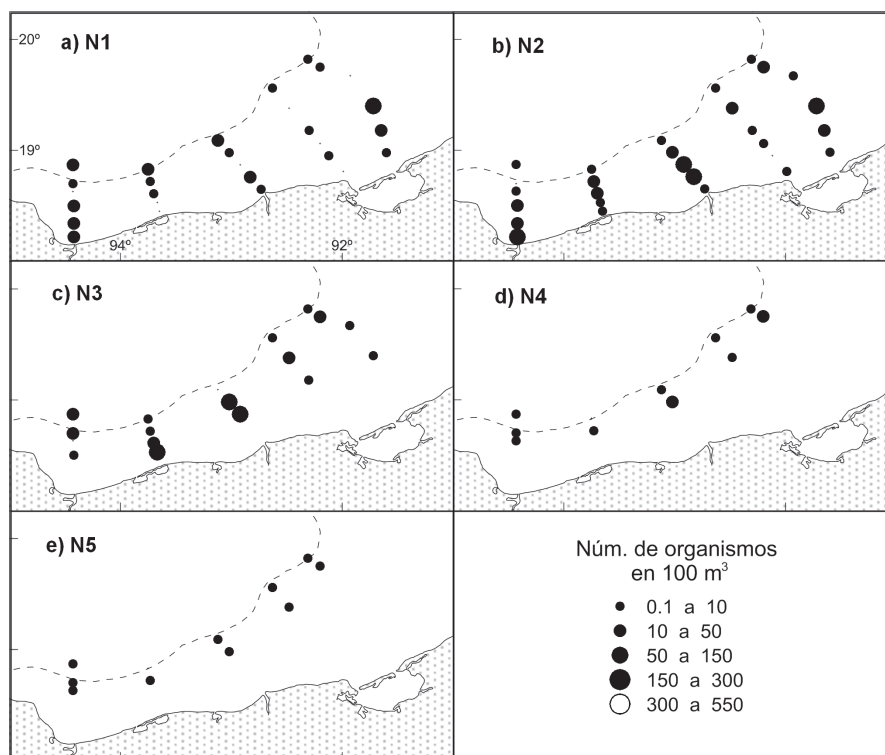


Figura 8a-e. Distribución de la abundancia (org/100 m³) de *Creseis acicula f. clava*. a) N1 = nivel 1 (0-6 m); b) N2 = nivel 2 (6-12 m); c) N3 = nivel 3 (12-18 m); d) N4 = nivel 4 (45-55 m); e) N5 = nivel 5 (95-105 m).

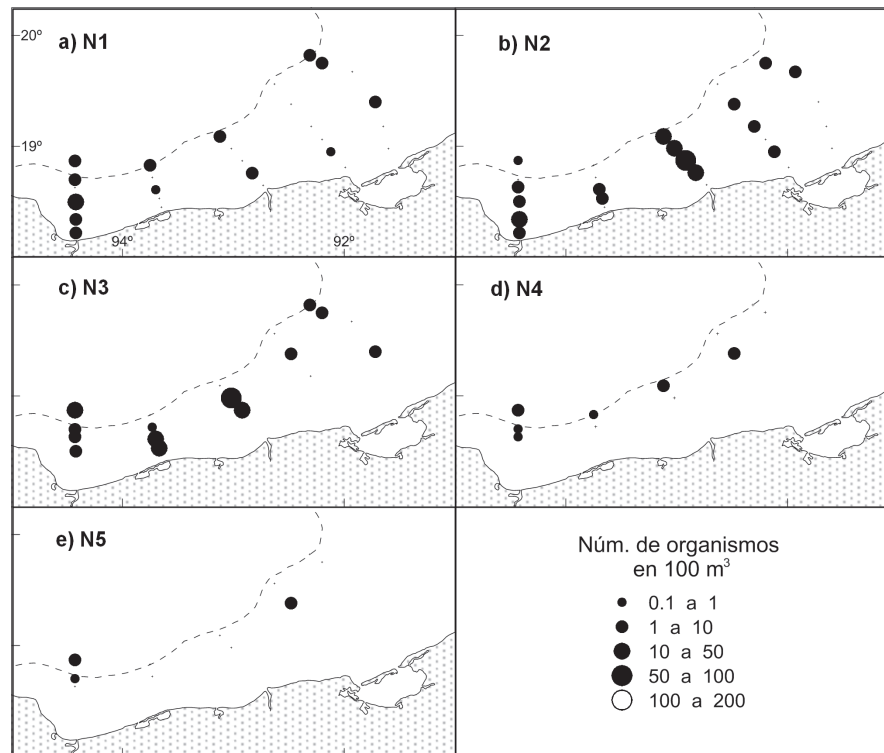


Figura 9a-e. Distribución y abundancia (org/100 m³) de *Creseis* spp. a) N1 = nivel 1 (0-6 m); b) N2 = nivel 2 (6-12 m); c) N3 = nivel 3 (12-18 m); d) N4 = nivel 4 (45-55 m); e) N5 = nivel 5 (95-105 m).

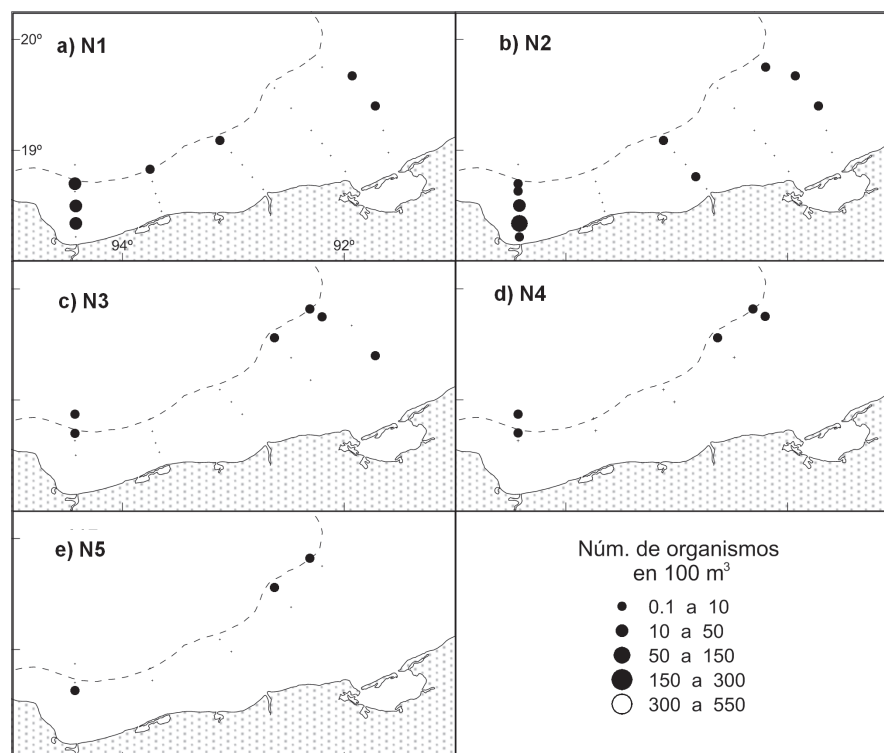


Figura 10a-e. Distribución de la abundancia (org/100 m³) de *Diacavolinia longirostris*. a) N1 = nivel 1 (0-6 m); b) N2 = nivel 2 (6-12 m); c) N3 = nivel 3 (12-18 m); d) N4 = nivel 4 (45-55 m); e) N5 = nivel 5 (95-105 m).

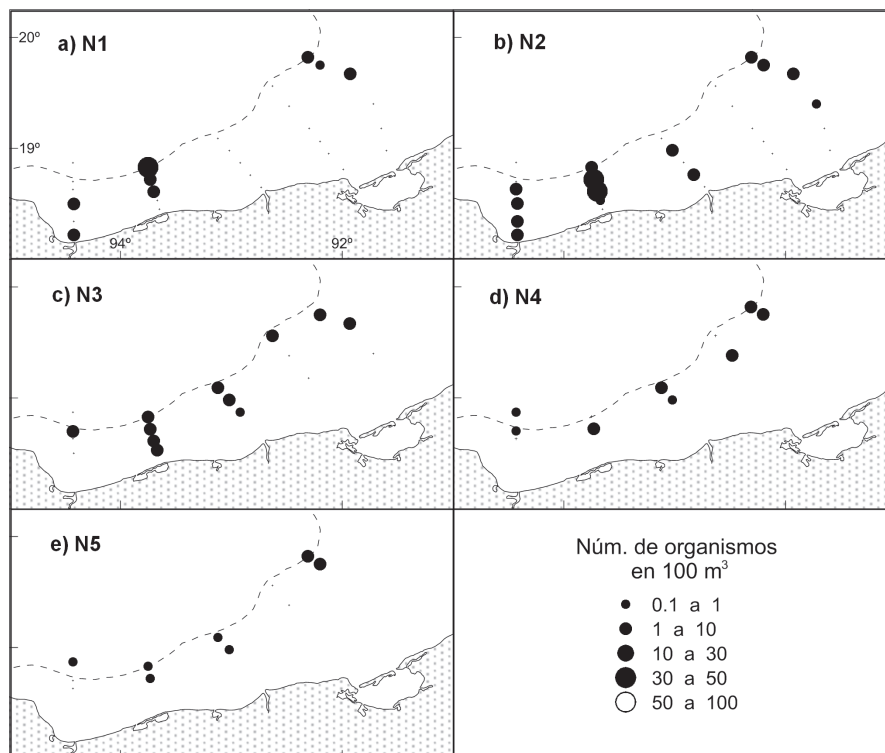


Figura 11a-e. Distribución de la abundancia (org/100 m³) de *Cavolinia* spp. (Juveniles). a) N1 = nivel 1 (0-6 m); b) N2 = nivel 2 (6-12 m); c) N3 = nivel 3 (12-18 m); d) N4 = nivel 4 (45-55 m); e) N5 = nivel 5 (95-105 m).

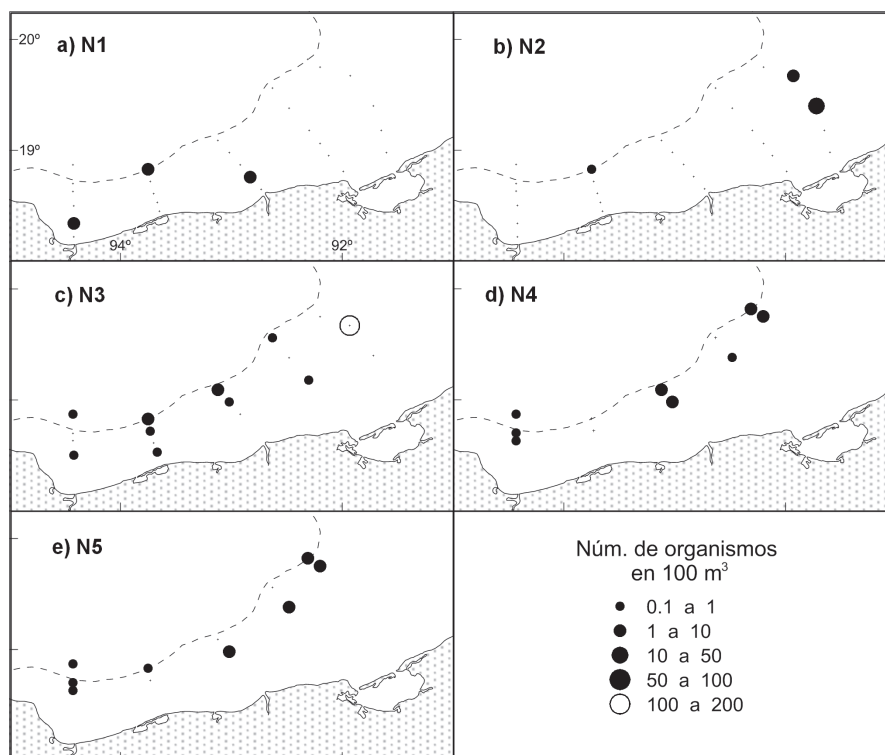


Figura 12a-e. Distribución de la abundancia (org/100 m³) de *Desmopterus papilio*. a) N1 = nivel 1 (0-6 m); b) N2 = nivel 2 (6-12 m); c) N3 = nivel 3 (12-18 m); d) N4 = nivel 4 (45-55 m); e) N5 = nivel 5 (95-105 m).

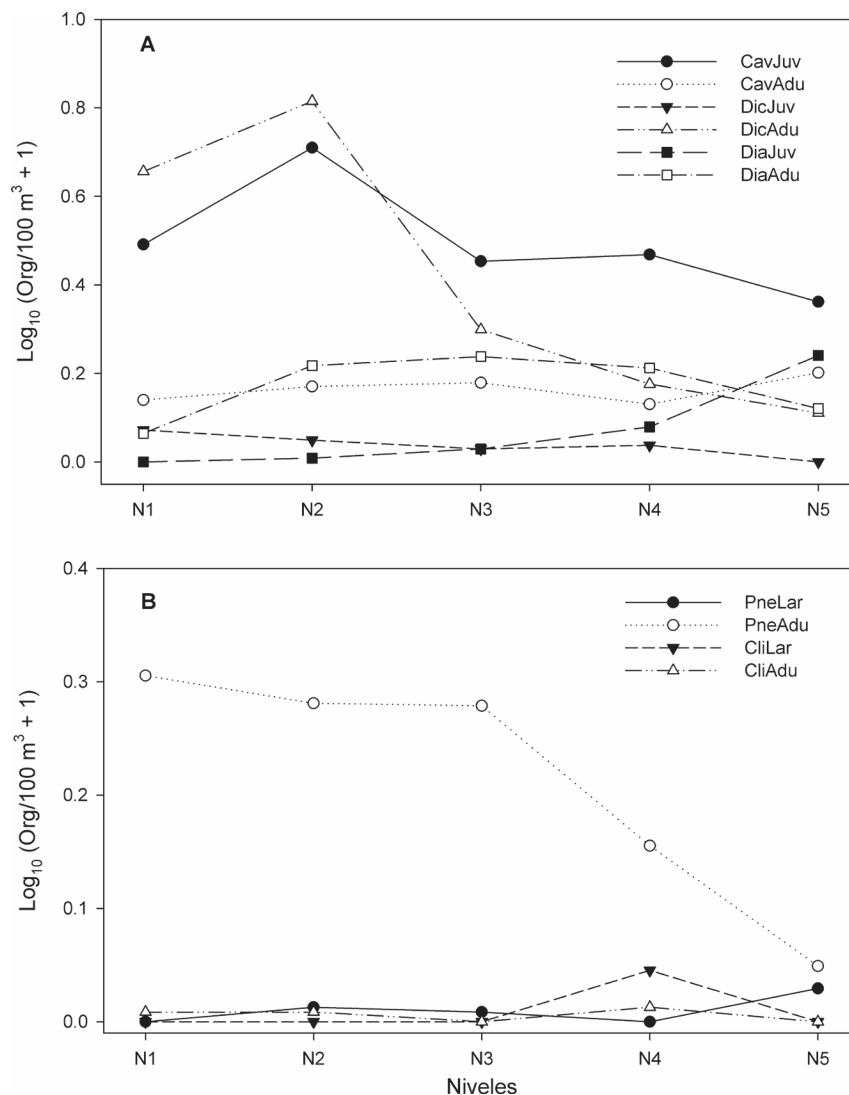


Figura 13A-B. Abundancia por nivel de muestreo de adultos, juveniles y larvas de los géneros A) *Cavolinia*, *Diacavolinia*, *Diacria* y B) *Pneumoderma* y *Clione*. Valores de densidad promedio transformados a L_{10} de $x + 1$.

y adultos de *Diacria* fueron muy escasos y dentro de su escasez los primeros mostraron una mayor densidad en el estrato profundo, en tanto los adultos fueron más abundantes en los niveles 2-4. Larvas y adultos de *Pneumoderma* y *Clione* fueron muy escasos en todos los niveles, lo que impidió sugerir algún patrón de distribución.

Análisis de regresión múltiple. En general, la correlación entre la abundancia de las 16 entidades más abundantes y las variables ambientales fue baja: *Creseis acicula* f. *acicula*, presentó el valor más alto de correlación múltiple (0.607), el resto de las especies presentaron correlaciones menores. La variable que presentó la menor relación con la abundancia de las especies fue la salinidad. Del total de las entidades analizadas sólo *C. acicula* f. *acicula*, *C. acicula* f. *clava* y *Creseis* spp., *Diacavolinia longirostris*, *Diacria danae* y *Notobranchaea* spp. tuvieron una relación estadísticamente significativa con algún parámetro (Tabla 2).

Tabla 3. Correlaciones entre el eje de especies y el eje de variables ambientales, del análisis canónico de correspondencias. Obtenidos de la forma de pteropódos en la zona nerítica de sur del Golfo de México.

	Eje 1 de especies	Eje 2 de especies
Eje 1 de especies	1	
Eje 2 de especies	-0.186	1
Eje 1 de variables ambientales	0.557	0
Eje 2 de variables ambientales	0	0.551
Profundidad	0.472	0.289
Temperatura	-0.55	-0.073
Salinidad	-0.003	0.299

se realizó el estudio (verano), que al mover el agua superficial hacia el océano abierto, provoca una surgencia de aguas más frías hacia la costa (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003, 2006; Espinosa-Fuentes & Flores-Coto, 2004). Esta entrada de aguas oceánicas frías a la plataforma, se hace también patente por la inclinación de las isotermas hacia el océano y por la profundidad de la isoterma de los 23 °C, ubicada a los alrededores de los 20 m en el transecto occidental (transecto I) y más profunda en los transectos más orientales (Fig. 2a-e).

Por otro lado, en estos factores influyen las descargas de aguas continentales frías, especialmente en la porción occidental del área de estudio. Consecuentemente los valores de menor temperatura en las capas superficial (0-18 m) y profunda (45-105 m) pueden ser atribuibles a las descargas de aguas continentales y a la influencia de aguas oceánicas, respectivamente.

La variación de la salinidad, depende también de las descargas de aguas continentales y está sujeta a las corrientes superficiales hacia el océano. La mayor variación de la salinidad, restringida a una capa tan superficial, ha sido referida con anterioridad por Espinosa-Fuentes y Flores-Coto (2004). El aporte de aguas epicontinentales es mayor durante los meses de julio y agosto, principalmente por la influencia del Río Coatzacoalcos y del Sistema Fluvio-lagunar Grijalva-Usumacinta donde ocurre la mayor descarga (Czitrom *et al.*, 1986). En contraste la zona costera adyacente a la Laguna de Términos, se caracteriza por ser una región de alta evaporación (Czitrom *et al.*, 1986; Flores-Coto *et al.*, 1988; Monreal-Gómez *et al.*, 2004), lo que seguramente provocó que ahí se registraran las mayores salinidades.

Composición y abundancia. En este estudio se registró la presencia de 18 especies de pterópodos. La mayoría de las especies de eutecosomados y pseudotecosomados fueron previamente registradas por distintos autores (Leal-Rodríguez, 1965; Matsubara-Oda, 1975; Suárez-Morales & Gasca, 1992; Suárez-Morales, 1994), en tanto que la presencia de gimnosomados en la zona únicamente había sido mencionada por Lemus-Santana (2009, 2011); entre ellos los organismos *Schizobranchium* spp. representan o constituyen un nuevo registro para el Golfo de México.

Las especies de afinidad tropical/subtropical y hábitat nerítico, tales como *Creseis acicula* f. *acicula* y *C. acicula* f. *clava*, *C. virgula* f. *virgula*, *Limacina trochiformis* y *Diacavolinia longirostris* (van der Spoel, 1967; van der Spoel & Boltovskoy, 1981; Lalli & Gilmer, 1989), fueron las más abundantes y ocurrieron principalmente en la capa superficial, en tanto las referidas al hábitat oceánico, fueron menos abundantes y ocurrieron principalmente en capas profundas, tales como *Corolla cupula* Rampal 1996, *Peracelis apiciflva*, *P. reticulata*, *Gleba cordata* Niebuhr 1776, *Cuvierina columnella* f. *atlantica* entre otras.

Creseis acicula, con sus dos formas, *acicula* y *clava*, fue la especie más abundante, conformando más del 80% del total de

organismos capturados. Para la misma zona aunque en diferentes épocas, Lemus-Santana (2011) la registró también como la especie más abundante con el 52% del total, habitando principalmente la capa más superficial (0-18 m). Resultados similares se encuentran en trabajos previos realizados en el Golfo de México y Mar Caribe, particularmente de Suárez-Morales y Gasca (1992), cuyas estaciones de muestreo no incluyeron la plataforma de Tabasco y Campeche, sin embargo, anticipan la idea de que esta especie podría ser más abundante sobre la plataforma. La distribución de *C. acicula* ocupando prácticamente todos los puntos de muestreo, muestra su capacidad de adaptarse a las diversas condiciones ambientales de la zona de estudio, como lo señala también Lemus-Santana (2011), sin embargo, su correlación con la temperatura, su elevada abundancia en las capas más superficiales (0-18 m), en contraste con su baja densidad en los niveles profundos (45-105 m) y sobre todo en el transecto I, donde se registraron las menores temperaturas y salinidades superficiales de toda el área, sugieren una preferencia de esta especie por las capas superficiales cálidas.

La abundancia de otros taxa, no coincidió con trabajos previos y esto pudo ser resultado de diferencias en el periodo reproductivo o bien del área de estudio. La mayor diferencia se encontró en *Desmopterus papilio* una especie relativamente abundante en el presente estudio, pero escasa en los anteriores, sin embargo su mayor abundancia en los niveles profundos coincidió con los señalado previamente (Lalli & Gilmer, 1989).

Adultos juveniles y larvas. La mayor abundancia de juveniles en comparación con los adultos de *Cavolinia* en el área, así como la mayor densidad de ambas formas en la capa superficial (0-18 m) fue registrada también por Lemus-Santana (2011);

Diacavolinia y *Diacria* tuvieron un patrón de abundancia y distribución muy similar al descrito por dicha autora, esto es mayor abundancia de adultos que larvas, ocupando principalmente el estrato superficial, en tanto los juveniles fueron más abundantes en el estrato profundo (45-105 m), lo que sugiere que se trata de un patrón recurrente, determinado por los hábitos de ambas etapas del organismo y que Sanvicente *et al.* (2013) refieren como un fenómeno de segregación.

Distribución regional. La mayor abundancia de estos organismos ocurrió en los transectos medios, frente la Laguna de El Carmen y Machona y el sistema fluvio-lagunar Grijalva-Usumacinta (transectos II y III). Salmeron *et al.* (2010), en un análisis con datos satelitales de 10 años, señala que esta zona presenta una alta concentración de clorofila *a*, como consecuencia de la descarga de aguas continentales. Por otro lado Bé y Gilmer (1977), indican la existencia de una estrecha relación entre la abundancia de pterópodos y los florecimientos de fitoplancton, así que, la mayor abundancia de estos organismos en estos transectos, debe estar relacionada con la alta producción primaria en esa área.

Las menores densidades de pterópodos ocurrieron frente a la Boca del Carmen de la Laguna de Términos, probablemente como consecuencia de que es la zona con mayor influencia de la salida del agua lagunar.

Las densidades de organismos frente a la desembocadura del Río Coatzacoalcos y Puerto Real de la Laguna de Términos también fueron muy bajas respecto a los transectos centrales, pero ahí se encontró el mayor número de géneros y especies, que en el primer caso es atribuible a la surgencia de aguas oceánicas sobre la parte profunda de la plataforma, que acarrear organismos oceánicos. Por otra parte la riqueza frente a la Boca de Paso Real, puede ser atribuible a la fauna que acarrea la corriente costera, que corre a lo largo del Banco de Campeche (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003).

Distribución vertical. La mayor parte de los taxa más abundantes y frecuentes ocurrieron esencialmente en la capa superficial (0-18 m); entre ellos *Creseis acicula* f. *acicula*, *C. acicula* f. *clava*, *C. vírgula* f. *vírgula*, *Creseis* spp., *Diacavolinia longirostris* y *Pneumoderma* spp. tuvieron densidades superiores al 83% del total de cada uno, *Limacina trochiformis* alcanzó casi el 70% del total. La excepción fue *Desmopteris papilio* cuya mayor densidad ocurrió en los niveles 3-5.

Otros trabajos que han analizado la distribución vertical, son coincidentes con el presente estudio al encontrar la mayor abundancia en la capa superficial, sin embargo, para este trabajo dicha capa comprende los primeros 18 m mientras que para otros los primeros 50 m (Parra-Flores & Gasca, 2009).

Dentro de esta capa superficial solo *Creseis acicula* f. *acicula* y *Limacina trochiformis*, tuvieron sus mayor densidad en el nivel 1, el resto la presentó en los niveles 2-3. La baja abundancia de estos organismos, en la capa superficial, fue registrada en las mismas estaciones de muestreo por Lemus-Santana (2009, 2011).

Algunos de los taxa abundantes y frecuentes, tales como: *Diacria danae*, *Cavolinia uncinata* f. *uncinata* y *Cavolinia* spp., tuvieron una distribución relativamente uniforme en la columna de agua.

El resto de los taxa ocurrieron con baja abundancia y frecuencia (< 15%), 19 de ellos no se presentaron en el nivel más superficial (0 a 6 m) y 14 de ellos tampoco lo hicieron en el segundo nivel (6 a 12 m). *Clio* spp., *Clione* spp., *Limacina* spp., *Peraclis apicifulva*, *Thliptodon* spp., *Cuvierina columnella* f. *atlantica* y *Peraclis* spp., solo ocurrieron en la capa profunda (50 a 100 m), acorde a su afinidad oceánica (van der Spoel, 1967; van der Spoel & Boltovskoy, 1981; Lalli & Gilmer, 1989); incluso para la misma zona, ya han sido referidos también como más abundantes o restringida a las capas profundas, en los meses de mayo y noviembre por Lemus-Santana (2009, 2011).

Dentro de las especies escasas, cabe mencionar a *Creseis vírgula* f. *conica*, que solo ocurrió en la capa superficial (0-18 m)

al igual que sus congéneres (*C. acicula* f. *acicula*, *C. acicula* f. *clava*), que si bien no estuvieron restringidos a estos estratos, presentaron ahí su mayor abundancia.

La mayor densidad de una especie registrada en forma recurrente en algún estrato, independientemente de que pueda ocurrir en toda la columna de agua, puede considerarse como una preferencia de la especie a ese hábitat. Tal preferencia al menos de acuerdo con los resultados de este estudio, puede relacionarse con los géneros, pues como puede verse, todas las especies de *Creseis*, *Diacavolinia* y *Peraclis*, o fueron muy abundantes únicamente en la capa más superficial (0-18 m) o bien ni siquiera ocurrieron en los estratos profundos (Tabla 1); hecho que concordó con los antecedentes, que los refirieron como habitantes de aguas superficiales y con una mayor tolerancia a las altas temperaturas (van der Spoel, 1967, 1996; Haagensen, 1976; Suárez-Morales & Gasca, 1992, 1998; Suárez-Morales, 1994; Parra-Flores & Gasca, 2009). Particularmente para *C. acicula* f. *acicula*, tales preferencias han sido señaladas por diversos autores (Leal-Rodríguez, 1965; Matsubara-Oda, 1975; Suárez-Morales, 1994), aunado al hecho de que sea una especie cosmopolita, con gran tolerancia a las altas temperaturas, así como propia de aguas neríticas (van der Spoel, 1967; Haagensen, 1976; van der Spoel & Boltovskoy, 1981; Lalli & Gilmer, 1989).

Peraclis spp., *P. apicifulva*, *P. reticulata*, *Cymbulia* spp., *Limacina lesueurii*, *Spongiobranchaea* spp., *Diacria* spp., *Cephalobranchia macrochaeta* Bonnevill, 1913 y *Clio* spp. tuvieron una distribución acorde a su afinidad oceánica (van der Spoel, 1967; van der Spoel & Boltovskoy, 1981; Lalli & Gilmer, 1989; Lemus-Santana, 2011), toda vez que ocurrieron en los estratos profundos, con bajas temperaturas, en estaciones alejadas de la costa.

Las grandes similitudes en composición y distribución de especies de este trabajo desarrollado en verano, con lo registrado en primavera y otoño por Lemus-Santana (2011) en la misma zona, sugieren que las diferencias estacionales de la comunidad local de pterópodos, se notarán más sobre la abundancia, que sobre la composición o distribución vertical de las especies.

Correlaciones múltiples y ACC. Los resultados de correlaciones múltiples mostraron que la profundidad de muestreo y después la temperatura, fueron los factores que más influyeron en la distribución y abundancia de *C. acicula* f. *acicula*, *C. acicula* f. *clava*, *Creseis* spp., *Diacavolinia longirostris*, *Diacria danae* y *Notobranchaea* spp. La salinidad solo alcanzó valores estadísticamente significativos con *Diacavolinia longirostris* y *C. acicula* f. *acicula* (Tabla 3).

Los resultados de una correlación negativa de los parámetros y las especies que tuvieron un valor estadísticamente significativo, es congruente con el hecho de que la mayoría de ellas presentó su mayor abundancia en los niveles 2 y 3, pero no en el nivel 1, la excepción fue *C. acicula* f. *acicula*, que presentó más

de la mitad de su abundancia total en el nivel 1, por ello la correlación positiva con la profundidad parece una incongruencia, aunque probablemente el resultado se debe a que sólo en tres estaciones hubo valores muy altos en el nivel 1, siendo que la mayoría de valores altos ocurrió en los niveles 2 y 3 (Fig. 6b-c). La otra correlación positiva también la presentó *C. acicula* f. *acicula* con la temperatura, y es consecuencia de que sus mayores abundancias ocurrieran en los transectos centrales, de hecho la menor densidad ocurrió en el transecto I frente a Coatzacoalcos, donde se registraron las menores temperaturas de la capa superficial.

El ACC mostró que ningún parámetros por si solo es determinante absoluto de la distribución de las especies, sin embargo, entre las más abundantes, *Creseis* spp., *C. acicula* f. *acicula*, *C. acicula* f. *clava*, *Pneumodermopsis* spp., *Cavolinia* spp., *H. striata*, formaron un grupo ligado a bajas profundidades y bajas salinidades, y aparentemente con poco efecto de la temperatura. El que tales entidades no hayan aparecido ligadas a altas temperaturas, que imperan en los niveles superficiales, puede atribuirse al hecho de que las mayores temperaturas en esta capa ocurrieron en el transecto IV, justo donde se registraron las menores densidades totales de este grupo de organismos. Otras especies como *L. lesueuri*, *D. papilio* y *Diacria* spp. se ven afectadas en su distribución por la profundidad y baja salinidad.

Las especies de afinidad tropical/subtropical y hábitat nerítico fueron las más abundantes y ocurrieron principalmente en la capa superficial, en tanto que las formas oceánicas fueron las de menor abundancia y ocurrieron principalmente en las capas profundas, probablemente como resultado de la entrada de agua oceánica a la plataforma en su parte más profunda.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Faustino Zavala por su valiosa ayuda en la elaboración de las figuras, a Sandra Espinoza por su ayuda en la confirmación de la identificación de las especies y a la tripulación del B/O Justo Sierra que participó en la campaña MOPEED XV.

REFERENCIAS

- BÉ, A. W. H. & R. W. GILMER. 1977. A zoogeographic and Taxonomic review of euthecosomatous pteropoda. In: Ransay, A. T. (Ed.). *Oceanic Micropaleontology* Academic Press, London, pp. 733-808.
- BLANK, N. 2007. Impacts of Ocean Acidification on Shelled Pteropods in the Southern Ocean. Biogeochemistry and Pollutant Dynamics. *Institute of Biogeochemistry and Pollutant Dynamics*, 20 p.
- CEVIK, C., A. KIDEYS., B. TOKLU., D. ERGÜDEN & E. SARIHAN. 2006. New Pelagic Gastropoda Species encountered on the Turkish Coast of the Levant Sea. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 30: 151-157.
- CZITROM, S. P. R., F. RUIZ., M. A. ALATORRE & A. R. PADILLA. 1986. Preliminary study of a front in the Bay of Campeche, México. In: Nihoul, J. C. J. (Ed.). *Marine interfaces ecohydrodynamics. Elsevier Oceanography Series* 42: 301-311.
- DE LARRAZÁBAL, M. E. & V. SOARES DE OLIVEIRA. 2003. Thecosomata e Gymnosomata (Mollusca, Gastropoda) da cadeia Fernando de Noronha, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 20: 351-360.
- DRAPER, N. R. & H. SMITH. 1998. *Applied regression analysis*. Wiley Series in Probability and Statistics, Nueva York. 736 p.
- ESPINOSA-FUENTES, M. L. & C. FLORES-COTO. 2004. Cross shelf and vertical structure of ichthyoplankton assemblages in the continental shelf of the Southern Gulf of México. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 59: 333-352.
- FLORES-COTO, C., L. SANVICENTE, R. PINEDA & M. A. RODRÍGUEZ. 1988. Composición, distribución y abundancia ictioplanctónica del Sur del Golfo de México. *Universidad y Ciencia* 5: 65-84.
- GREENACRE, M. J. 1984. *Theory and Applications of Correspondence Analysis*, London, Academic Press. 364 p.
- HAAGENSEN, D. A. 1976. Caribbean zooplankton. Part II. Thecosomata. *Office of Naval Research, Department of the Navy*, Washington D. C. pp. 551-712.
- LALLI, C. M. 1970. Morphology of *Crucibranchaea macrochira* (Meisenheimer), a gymnosomatous pteropod, *Proceedings of the Malacological Society of London* 39: 1-14.
- LALLI, C. M. & R. W. GILMER. 1989. Pelagic Snails. The Biology of Holoplanktonic Gastropod Mollusks. *Stanford University Press*. Stanford, California, 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 holoplánctónicos en el Sur del Golfo de México*. Tesis de Licenciatura (Biología), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 95 p.
- LEMUS-SANTANA, E. 2011. *Estructura de la comunidad de moluscos holoplánctónicos en el Sur del Golfo de México*. Tesis de Maestría (Biología Marina), Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 148 p.
- MACKAS, D. L., M. TSURUMI., M. D. GALBRAITH & D. R. YELLAND. 2005. Zooplankton distribution and dynamics in a North Pacific Eddy of coastal origin: II. Mechanisms of eddy colonization by and retention of offshore species. *Deep-Sea Research II: Tropical Studies in Oceanography* 52: 1011-1035.
- MATSUBARA-ODA, J. A. K. 1975. *Sistemática, distribución, abundancia y relaciones ambientales de los pterópodos tecosomados en la Bahía de Campeche, México*. Tesis de Licenciatura (Biología), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México 51 p.

- MEINECKE, G. & G. WEFER. 1990. Seasonal pteropod sedimentation in the Norwegian Sea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 79: 129-147.
- MONREAL-GÓMEZ, M. A., D. A. SALAS-DE LEÓN & H. V. MENDOZA. 2004. La hidrodinámica del Golfo de México. In: Caso, M., I. Pisanty & E. Ezcurra (Eds.). *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, México, pp. 47-65.
- PARRA-FLORES, A. & 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: 647-662.
- PÉREZ-RODRÍGUEZ, R. 1980. *Moluscos de la plataforma continental del Golfo de México y Caribe mexicano*. Tesis de doctorado (Biología), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 234 p.
- SALMERÓN-GARCÍA, O., J. ZAVALA-HIDALGO, A. MATEOS-JASSO & R. ROMERO-CENTENO. 2010. Regionalization of the Gulf of Mexico from space-time Chlorophyll-a concentration variability. *Ocean dynamics* Springer-Verlag, 10 p.
- SANVICENTE-AÑORVE L., E. LEMUS-SANTANA, C. FLORES-COTO & M. ALATORRE-MANDIETA. 2012. Vertical Segregation of holoplanktonic molluscs in the epipelagic layer, southern Gulf of México. *Helgol. Marine Research*. Springer-Verlag, 9 p.
- SEIBEL, B. A & H. M. DIERSSEN. 2003. Cascading trophic impacts of reduced biomass in the Ross Sea, Antarctica: Just the tip of the iceberg? *Biological Bulletin* 205: 93-97.
- SUÁREZ-MORALES, E. 1994. Distribución de los pterópodos (Gastropoda: Thecosomata y Pseudothecosomata) del Golfo de México y zonas adyacentes. *Revista de Biología Tropical* 42: 523-530.
- SUÁREZ-MORALES, E. & 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: 201-209.
- SUÁREZ-MORALES, E. & R. GASCA. 1998. Thecosome pteropod (Gastropoda) assemblages of the Mexican Caribbean Sea (1991). *Nautilus* 112: 43-51.
- VAN DER SPOEL, S. 1996. Pteropoda. In: Gasca, R. & E. Suárez-Morales (Eds.). *Introducción al estudio del zooplancton marino*. El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, Quintana Roo, México, pp. 459-528.
- VAN DER SPOEL, S. 1967. *Euthecosomata, a group with remarkable developmental stages (Gastropoda, Pteropoda)*. J. Noorduijn. en Zoon NV, Gorinchem. Ph.D. Thesis, University of Amsterdam. 375 p.
- VAN DER SPOEL, S. & D. BOLTOVSKOY. 1981. Pteropoda. In: Boltovskoy, D. (Ed.). *Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Publicación Especial, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, pp. 493-531.
- VAN DER SPOEL, S. & J. R. DADON. 1999. Pteropoda. In: Boltovskoy, D. (Ed.). *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. pp. 649-706
- ZAVALA-HIDALGO, J., S. L. MOREY & 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 Doi:10.1029/2003JC001879
- ZAVALA-HIDALGO, J., A. GALLEGOS-GARCÍA, B. MARTÍNEZ-LÓPEZ, S. L. MOREY & J. J. O'BRIEN. 2006. Seasonal upwelling on the western and southern shelves of the Gulf of México. *Oceans Dynamics* 56: 333-338.

Recibido: 31 de agosto de 2012.

Aceptado: 14 de mayo de 2013.