



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Distribución y abundancia de moluscos holoplanctónicos
en el sur del Golfo de México**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

ELIA LEMUS SANTANA

DIRECTORA

DRA. LAURA SANVICENTE AÑORVE



**FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM**

2009



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
Lemus
Santana
Elia
56 94 25 34
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
099172978
2. Datos de tutor
Dra.
Laura Elena
Sanvicente
Añorve
3. Datos de sinodal 1
Dr.
Cesar
Flores
Coto
4. Datos de sinodal 2
Dr.
Miguel Ángel
Alatorre
Mendieta
5. Datos de sinodal 3
M. en C.
Ana Margarita
Hermoso
Salazar
6. Datos de sinodal 4
M. en C.
Maricela
Vicencio
Aguilar
7. Datos del trabajo escrito
Distribución y abundancia de moluscos holoplanctónicos en el sur del Golfo de México
95 p.
2009

DEDICATORIA

A Cecy y Leo por ser mi fortaleza y más grande motivo en la vida.

A Ana y Héctor por su amor, confianza y apoyo incondicional.

A Tonantzin, Jully, Shary y Ari por traer felicidad a mi hogar e iluminar mi vida.

A mis tíos Pedro, Satu, José y Sergio por la gran amistad que me han brindado, a mis tías, Chon, Adela, Esther y Elsa, por el cariño y la fortaleza que las hace únicas, a mis primos que también son mis amigos: Vale, Dany, Chuy, Pedro y Tona; a mis primas y a la vez amigas: Irais, Cris, Naty, Nilda, a mi cuñada Michel por todo su apoyo, cariño y amistad hacia mi familia y por supuesto a los más pequeños pero igual de importantes, Joshua, Brandon, Daril, Justin, esperando que este trabajo sea una fuente de inspiración y superación para ustedes.

A Alejandro por tu gran amistad, confianza y apoyo así como por todo el tiempo que me dedicaste.

A mis amigos de la Facultad, Juan, Rocío, Miguel y Kesia por su apoyo y ayuda en los momentos más difíciles durante la carrera, por brindarme su amistad y por los momentos agradables que pasamos juntos. A mis más grandes amigas del Instituto, Abril, por ser mi más grande empujoncito en esta etapa de mi vida, por tus consejos tan atinados y por ser tan dispersa; Jacsani por estar siempre pendiente de mi, por tus buenos consejos y siempre ayudarme cuando lo necesitaba; Verónica por todo tu apoyo y confianza, porque siempre tienes tiempo para escucharme y por tus valiosos consejos. A mis amig@s del CCH, Midory, Gerardo y Alejandro por su amistad, y que a pesar de las buenas y malas experiencias que hemos vivido juntos seguimos persiguiendo nuestros sueños.

Y a todos aquellos que no mencioné pero que de alguna manera están presentes en mi corazón.

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS.....	4
GENERAL	4
PARTICULARES	4
ANTECEDENTES.....	5
ÁREA DE ESTUDIO.....	8
CONDICIONES METEOROLÓGICAS.....	9
TEMPERATURA Y SALINIDAD	9
MASAS DE AGUA Y CIRCULACIÓN	10
MATERIAL Y MÉTODOS	11
TRABAJO DE CAMPO	11
TRABAJO DE LABORATORIO Y GABINETE	12
RESULTADOS	15
HIDROLOGÍA	15
ABUNDANCIA GENERAL DE MOLUSCOS EN LA COLUMNA DE AGUA	15
COMPOSICIÓN FAUNÍSTICA	22
DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES	27
DETERMINACIÓN DE GRUPOS	90
DISCUSIÓN	97
DISTRIBUCIÓN VERTICAL	97
COMPOSICIÓN FAUNÍSTICA	98
DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES	99
DETERMINACIÓN DE GRUPOS	111
CONCLUSIONES	112
LITERATURA CITADA	114

RESUMEN

Se analizó por primera vez la distribución vertical y la composición de los moluscos holoplanctónicos en la capa superficial (0-105 m) nerítica en el sur del Golfo de México. Los muestreos de zooplancton se efectuaron a bordo del buque oceanográfico Justo Sierra en noviembre de 1995, utilizando redes de apertura-cierre con mallas de 500 μm en cinco niveles de la columna de agua. Se separaron e identificaron los moluscos de cada muestra y los datos de abundancia se estandarizaron a 100 m^3 de agua filtrada. A fin de definir las principales asociaciones faunísticas, los datos se trataron mediante el índice de Bray-Curtis. Los resultados indicaron que la abundancia de los moluscos holoplanctónicos en los cinco niveles de la columna de agua no fue significativa. Sin embargo, tomando en consideración la capa de 0-18 m, se observaron diferencias significativas en densidad entre los muestreos nocturnos (8 p.m. a 6 a.m.) y los diurnos (8 a.m. a 6 p.m.). Se identificaron un total de 24,077 moluscos holoplanctónicos representados en nueve familias, 18 géneros y 34 especies. Entre las familias, la Cavoliniidae fue la más abundante (52.88%) y diversa, representada por 13 especies. Estos organismos tienen una gran plasticidad genética manifestada en una gran variedad de formas y subespecies, hecho que les ha permitido explotar una gran variedad de hábitats. Las especies más abundantes fueron *Creseis acicula* (con las formas *acicula* y *clava*, 39.64%) y *Limacina inflata* (36.92%). Seis taxones (*Limacina trochiformis*, juveniles del género *Cavolinia*, *Creseis virgula* f. *virgula*, *Atlanta gaudichaudi*, juveniles del género *Diacavolinia* y *Diacavolinia longirostris*) registraron entre el 1 y 6% de la abundancia total y el resto registró una abundancia porcentual menor a 1. Se identificaron dos grupos de estaciones: el ‘marino’ localizado fuera de la influencia de aguas continentales y el otro de ‘influencia fluvio-lagunar’, frente a la Laguna de Términos y el sistema Grijalva-Usumacinta. La diferencia principal entre ambos grupos fue la abundancia relativa de los taxones que los constituyen, siendo mayor en el grupo ‘marino’ ($p < 0.05$). Estas variaciones horizontales se deben a la influencia de la descarga de aguas continentales, las cuales aminoran considerablemente la densidad y diversidad de los moluscos pelágicos. *Creseis virgula* f. *virgula* se presentó en el grupo ‘marino’ con alta abundancia y frecuencia, pero estuvo ausente en el grupo con ‘influencia fluvio-lagunar’. Esta especie tiene una amplia distribución en aguas neríticas y oceánicas del cinturón tropical, sin embargo, los resultados de este estudio parecen indicar que la especie evita zonas costeras con influencia de aguas continentales.

INTRODUCCIÓN

Los moluscos holoplanctónicos son especies que se han adaptado a tener todo su ciclo de vida en la columna de agua. En el ambiente marino, estos animales se incluyen en la clase Gastropoda, dentro de sus subclases Opisthobranchia y Prosobranchia. En la subclase Opisthobranchia se encuentran los órdenes Thecosomata (organismos con concha) y Gymnosomata (sin concha), comúnmente conocidos como pterópodos, cuyo nombre hace alusión a la modificación del pie en forma de alas. En la subclase Prosobranchia se incluye la superfamilia Heteropoda con tres familias, Atlantidae, Carinariidae y Pterotracheidae, familias con concha, con concha reducida y ausente respectivamente (Lalli y Gilmer, 1989; Richter y Seapy, 1999).

Los moluscos holoplanctónicos han sufrido cambios estructurales como estrategia a la vida en el ambiente pelágico. Las mayores modificaciones morfológicas incluyen la reducción en la talla y peso de la concha o la pérdida de ésta asociada al incremento en las dimensiones del cuerpo, modificaciones en la forma, tamaño y función del pie, así como la tendencia de la concha o del cuerpo a ser transparentes (Lalli y Gilmer, 1989; Fernández-Álamo y Vicencio-Aguilar, 1996).

Estos animales son muy importantes en la cadena trófica marina, ya que están especializados para consumir alguna clase de alimento, hecho que se les confiere un lugar específico en la cadena alimentaria (van der Spoel y Boltovskoy, 1981). Los tecosomados, por ejemplo, son esencialmente fitoplanctófagos, mientras que los gimnosomados y heterópodos, son carnívoros (van der Spoel y Boltovskoy, 1981; Richter y Seapy, 1999). De hecho, se ha documentado que los gimnosomados tienen hábitos alimentarios especializados, pues consumen pterópodos tecosomados (van der Spoel y Boltovskoy, 1981; Lalli y Gilmer, 1989). A su vez, los moluscos pelágicos son depredados principalmente por peces, ballenas, tortugas marinas, aves y medusas (van der Spoel y Boltovskoy, 1981; van der Spoel, 1996a, 1996b).

Estos organismos se distribuyen ampliamente en latitudes tropicales y subtropicales (40° N a 45° S) de los grandes océanos; sin embargo, algunas especies alcanzan latitudes templadas y frías (van der Spoel 1996a, 1996b). En la columna de agua, muchas especies habitan un estrato determinado, *i.e.*, son bati, meso o epipelágicas (van der Spoel y Boltovskoy, 1981); sin embargo, existen migraciones verticales que complican este simplificado esquema de distribución vertical. La mayor parte de los pterópodos presentan una

migración diurna más o menos pronunciada, suben a la superficie durante la noche para alimentarse y durante las horas de luz se encuentran a mayores profundidades (van der Spoel, 1996b). En consecuencia, se ha documentado que estos organismos son importantes vectores de contaminación, pues al efectuar sus movimientos verticales entran en contacto directo con los contaminantes de la superficie y pueden transportarlos en forma adherida o ingerida a las profundidades (van der Spoel y Boltovskoy, 1981).

Los moluscos pelágicos con concha forman parte activa del ciclo del carbono en el océano, ya que las conchas de los individuos muertos pueden disolverse en la propia columna de agua, o bien, depositarse en el fondo y dejar un registro fósil importante en estudios de paleoclima, paleoceanografía y paleoecología (Lalli y Gilmer, 1989; van der Spoel, 1996b; van der Spoel y Dadon, 1999).

En el Golfo de México los trabajos enfocados al estudio de los moluscos holoplanctónicos son muy pocos y todos ellos se enfocan al análisis de la composición, abundancia y distribución horizontal (Leal-Rodríguez, 1965; Matsubara-Oda, 1975; Michel y Michel, 1991; Suárez y Gasca, 1992; Suárez, 1994; Castellanos y Suárez-Morales, 2001). Con el fin de ahondar en el conocimiento de este importante grupo, en el presente trabajo de tesis se pretende analizar a los moluscos de 94 muestras de zooplancton recolectadas en cinco niveles de la columna de agua de 28 localidades de aguas neríticas del sur del Golfo de México, durante noviembre de 1995.

OBJETIVOS

General

Documentar el conocimiento de la composición, distribución y abundancia de los moluscos holoplanctónicos en el sur del Golfo de México a través del análisis de 94 muestras recolectadas en 28 localidades localizadas en la zona nerítica en noviembre de 1995.

Particulares

Determinar al nivel taxonómico más bajo posible los moluscos holoplanctónicos recolectados en la zona de estudio.

Analizar la abundancia general de los moluscos holoplanctónicos recolectados en cinco niveles de la capa epipelágica (0-105 m) en el sur del Golfo de México y verificar si existen diferencias significativas entre los estratos de muestreo.

Conocer la distribución de cada una de las especies de moluscos determinadas, tanto en sentido horizontal como vertical.

Identificar las principales asociaciones de moluscos holoplanctónicos recolectados en la zona nerítica del sur del Golfo de México.

Analizar la influencia de las descargas de los principales sistemas fluvio-lagunares de la región sobre la composición, distribución y abundancia de las asociaciones identificadas.

ANTECEDENTES

La primera reseña conocida de los moluscos holoplanctónicos data desde 1676 cuando F. Martens publicó la figura de un animal que actualmente conocemos como *Clione limacina*. En 1756, esta misma especie apareció como *Clio pyramidata* en el 12^{ava} edición del Sistema Natura escrita por Linneo (McGowan, 1960; Lalli y Gilmer, 1989).

En 1804, Cuvier fue el primero en reunir a los gimnosomados y tecosomados en un mismo grupo al que llamó Pteropoda, al cual consideró como una clase distinta equivalente al rango de los gasterópodos, bivalvos y cefalópodos (van der Spoel y Boltovskoy, 1981; McGowan, 1960; Lalli y Gilmer, 1989).

La primera monografía importante del grupo de los pterópodos fue escrita por Boas en 1886, en la se que incluyeron aspectos tales como la taxonomía y la distribución de las especies (van der Spoel, 1996b). En la misma década, un estudio muy relevante realizado por Smith en 1888 sentó las bases de la nomenclatura taxonómica de los heterópodos (van der Spoel, 1996a).

Entre las grandes campañas oceanográficas que aportaron relevantes conocimientos del plancton en general, y de los pterópodos en particular, se encuentran las expediciones francesas *Hirondelle* en 1886 y *Princesse Alice* en 1898-99, la alemana *Plankton Expedition* en 1889 y la noruego-británica *Michael Sars* en 1910 (van der Spoel y Boltovskoy, 1981). En 1913, Tesch publicó la segunda monografía de pterópodos con base en el estudio de los especímenes recolectados en las grandes expediciones oceanográficas (van der Spoel, 1996b). Las investigaciones subsecuentes trataron temas relacionados con su clasificación y distribución, entre las que se incluyen las de Tesch en 1948 y Pruvot-Fol en 1954, así como aspectos reproductivos (van der Spoel y Boltovskoy, 1981).

En las últimas décadas, los trabajos dirigidos al estudio de los moluscos holoplanctónicos se han intensificado paulatinamente. Algunos de ellos se enfocan a las generalidades en biología y taxonomía de los moluscos, entre los que se incluyen los estudios de Thiriot-Quévieux (1973), Lalli y Gilmer (1989), van der Spoel (1996a) y Richter y Seapy (1999) sobre heterópodos y van der Spoel y Boltovskoy (1981), Lalli y Gilmer (1989), van der Spoel (1996b) y van der Spoel y Dadon (1999) sobre pterópodos. Estas obras han resultado clásicas en la literatura acerca del conocimiento de los moluscos holoplanctónicos.

En la actualidad, la mayor parte de los trabajos que se realizan tratan principalmente temas como distribución y abundancia, y pocos abordan aspectos ecológicos de estos animales. Algunos ejemplos los constituyen los estudios de Dadon y Chauvin (1998), quienes analizaron la distribución y abundancia de los gimnosomados en el Mar Argentino, en el que también incluyen un análisis sobre los factores que determinan la distribución de las especies; de Larrazábal y Soares de Oliveira (2003) estudiaron la composición taxonómica y distribución de los pterópodos en la cadena de Fernando de Noronha, Brasil; Chang y Hsueh (2005) abordaron el análisis de la abundancia estacional de los pterópodos en aguas de Taiwán y Xu y Li (2005) analizaron los cambios en dominancia de las especies de heterópodos en el Mar del Este de China a través de un ciclo anual.

En particular, las investigaciones concernientes al estudio de la distribución vertical de los moluscos son muy escasas. Solis y von Westernhagen (1978) analizaron la composición de pterópodos en diferentes estratos de la capa de los 100 m de la columna de agua en un canal de Filipinas y encontraron que sólo una de las 13 especies registradas mostró una clara preferencia por el estrato superficial. Seapy (1990) examinó la distribución de los heterópodos de la capa de los 300 m en aguas oceánicas de Hawai y Seapy (2008) amplió sus estudios sobre distribución vertical hacia aguas neríticas y profundidades mayores (3,000 m) en las oceánicas.

En lo referente a aspectos geográficos, Rampal (2002) analizó las variaciones morfológicas de la familia Cavoliniidae en diferentes regiones del mundo, reescribe y renombra algunas especies con base en dichas variaciones.

En el Golfo de México los trabajos existentes sobre los moluscos holoplanctónicos son muy pocos. Los estudios pioneros son el de Leal-Rodríguez (1965), quien abordó la distribución de los pterópodos en los arrecifes de Veracruz, el de Matsubara-Oda (1975), quien analizó la distribución, abundancia y relaciones ambientales de los pterópodos tecosomados de la Bahía de Campeche y el de Pérez-Rodríguez (1980), quien menciona la presencia de algunas especie de moluscos holoplanctónicos en aguas del Golfo de México y Caribe mexicano. Posteriormente, Michel y Michel (1991) examinaron la abundancia de heterópodos y tecosomados en la Corriente de Florida; Suárez y Gasca (1992) estudiaron la composición taxonómica, la distribución y la abundancia de los pterópodos recolectados en el estrato de los 0 a los 50 m en el sur del Golfo de México; Suárez (1994) recopiló a las especies

de pterópodos presentes en el norte y sur del Golfo de México, Mar Caribe y Corriente de Florida y Castellanos y Suárez-Morales (2001) analizaron la distribución, composición y abundancia de los moluscos heterópodos en el Golfo de México y oeste del Mar Caribe.

ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de México se ubica en la zona subtropical y constituye una cuenca semicerrada que se comunica con el Mar Caribe y el Océano Atlántico a través del Canal de Yucatán y el Estrecho de Florida, respectivamente. Una de las principales características morfológicas en el sur del Golfo de México es la ancha plataforma continental cerca de la península de Yucatán (Aguirre-Gómez, 2002).

La zona de estudio se encuentra en la porción sur del Golfo de México limitada al norte por el paralelo 20° y al sur, este y oeste por las costas de los estados de Veracruz y Campeche (Figura 1).

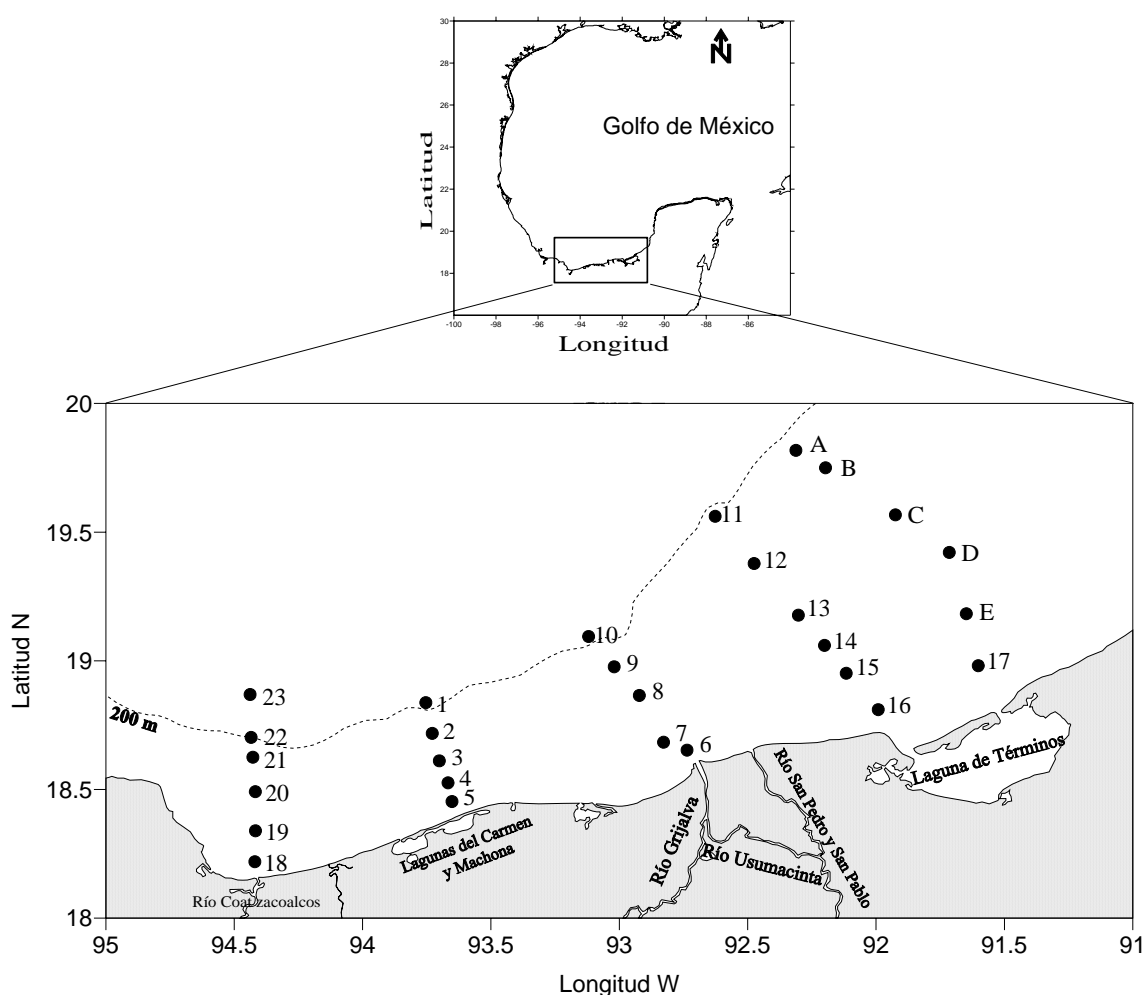


Figura 1. Área de estudio y ubicación de las localidades de muestreo. Crucero MOPEED XVI, 15 al 19 de noviembre de 1995.

Condiciones meteorológicas

El sur del Golfo de México presenta un tipo de clima Amw, caliente subhúmedo con lluvias en verano, de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1973).

La descarga del sistema fluvial Grijalva-Usumacinta, el más importante en el sur del Golfo de México, es variable a lo largo del año: de julio a noviembre la descarga es alta con valores de 7 a 10×10^9 m³/mes, de diciembre a junio la descarga es menor, con valores de 1.6 a 4×10^9 m³/mes (Czitrom *et al.*, 1986). Este aporte de agua dulce disminuye la salinidad y modifica la temperatura creando un frente costero (Monreal-Gómez *et al.*, 1992).

El patrón de vientos también es variable durante el año: de abril a agosto se considera una época de calma, en la cual dominan los vientos del este soplando a una velocidad mensual promedio de 11.16 a 18.71 km/h, de septiembre a marzo dominan los vientos del norte y las velocidades van de 23.04 a 29.16 km/h; durante este periodo frecuentemente ocurren vientos muy fuertes (con velocidades mayores a los 50 km/h) denominados “Nortes” (Anónimo, 1999).

Temperatura y salinidad

La profundidad de la capa de mezcla en la región de estudio es muy variable a lo largo del año. Espinosa-Fuentes y Flores-Coto (2004), quienes estudiaron cuatro meses del año, encontraron que la profundidad de la termoclina es de aproximadamente 20 m en mayo y agosto, de 40 m en noviembre y de 70 m en febrero. La temperatura en la capa de mezcla fue de aproximadamente 27 a 28 °C en mayo y noviembre, de 28 a 29 °C en agosto y de 24 °C en febrero. Por debajo de la termoclina y hasta 100 m de profundidad, las temperaturas fueron de 18 a 26 °C en mayo y agosto, de 20 a 26 °C en noviembre, y de 16 a 23 °C en febrero.

De manera general, la profundidad de la haloclina corresponde con la de la termoclina (Espinosa-Fuentes y Flores-Coto, 2004). Los cambios más fuertes de salinidad en la zona de estudio se deben a las descargas de los sistemas fluvio-lagunares. Durante los meses de octubre y noviembre se han registrado salinidades de 33 a 35 frente al Río Grijalva-Usumacinta y entre 36 y 37 en áreas aledañas a la Laguna de Términos (Espinosa-Fuentes y Flores-Coto, 2004; Sanvicente-Añorve *et al.*, 2007). En abril, época de baja descarga fluvial, las salinidades van de 36.5 a 36.8 (Sanvicente-Añorve *et al.*, 2008).

Masas de agua y circulación

Una característica permanente en el Golfo de México es la Corriente de Lazo, que entra por el Canal de Yucatán y sale por el Estrecho de Florida. Esta corriente trae consigo grandes cantidades de calor y sal que atraviesan el Golfo de México; de este modo, juega un papel muy importante en el balance de nutrientes y en la dinámica de las masas de agua (Yáñez-Arancibia y Day, 2004).

Diferentes masas de agua llegan a través del Canal de Yucatán. En la capa superficial, llega el Agua Subtropical Subsuperficial del Caribe (AS_tS_sC) que es una masa cálida y salina, con valores de 22.5 °C y 36.6 unidades de salinidad (Monreal-Gómez *et al.*, 2004). Una vez en el Golfo, esta masa puede transformarse y dar origen a dos nuevas masas de agua: el Agua Subtropical Subsuperficial del Golfo de México (AS_tS_sGM) y el agua común del Golfo (ACGM). Los valores de salinidad y temperatura que caracterizan a estas masas de agua son 36.4 y 22 °C en el AS_tS_sGM, y 36.4 y 22.5 °C en el ACGM (Nowlin, 1972; Monreal-Gómez *et al.*, 2004).

La circulación en el sur del Golfo de México es predominantemente ciclónica durante el año (Vázquez-de la Cerda *et al.*, 2005), sin embargo, durante la temporada de otoño-invierno, dos corrientes opuestas se encuentran frente a las costas de Tabasco y Campeche y producen un transporte de agua hacia mar adentro (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003).

MATERIAL Y MÉTODOS

Trabajo de Campo

La recolección del material biológico se llevó a cabo del 15 al 19 de noviembre de 1995, dentro del marco del proyecto denominado “Monitoreo de Pre-reclutas de Especies Estuarino Dependientes” (MOPEED XVI), a bordo del buque oceanográfico Justo Sierra.

Se recolectaron 94 muestras de zooplancton distribuidas en 28 estaciones oceanográficas (Figura 1, Tabla 1), utilizando redes de apertura-cierre de 75 cm de diámetro en su boca y 500 μm de luz de malla. En cada estación se muestrearon, dependiendo de la batimetría, cinco niveles diferentes en la columna de agua, éstos fueron: 0-6, 6-12, 12-18, 45-55 y 95-105 m.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de las estaciones de recolecta durante la campaña oceanográfica MOPEED XVI en el sur del Golfo de México en noviembre de 1995.

Estación	Latitud N		Longitud W		Fecha	Hora	Profundidad al fondo (m)	Niveles muestreados
	Grados	Minutos	Grados	Minutos				
23	18	52.14	94	26.29	15/11/1995	20:11	516	5
22	18	42.12	94	26.04	15/11/1995	23:30	195	5
21	18	37.50	94	25.64	16/11/1995	01:25	112	5
20	18	29.47	94	25.06	16/11/1995	04:06	64	3
19	18	20.35	94	25.03	16/11/1995	06:00	28	2
18	18	13.13	94	25.17	16/11/1995	07:47	26	2
1	18	50.24	93	45.22	16/11/1995	13:54	237	5
2	18	43.06	93	43.72	16/11/1995	16:50	106	5
3	18	36.66	93	42.06	16/11/1995	18:56	51	3
4	18	31.53	93	40.04	16/11/1995	20:25	34	3
5	18	27.17	93	39.10	16/11/1995	21:41	27	2
6	18	39.16	92	44.17	17/11/1995	03:52	14	2
7	18	41.00	92	49.66	17/11/1995	05:11	20	2
8	18	51.91	92	55.32	17/11/1995	06:37	45	3
9	18	58.59	93	1.19	17/11/1995	08:11	109	5
10	19	5.65	93	7.17	17/11/1995	10:26	225	5
11	19	33.68	92	37.59	17/11/1995	15:44	177	5
12	19	22.67	92	28.50	18/11/1995	01:49	107	5
13	19	10.62	92	18.15	18/11/1995	04:58	28	2
14	19	3.59	92	12.05	18/11/1995	06:50	19	2
15	18	57.08	92	6.97	18/11/1995	08:27	16	2
16	18	48.60	91	59.49	18/11/1995	10:47	10	2
17	18	58.85	91	36.11	18/11/1995	15:37	11	2
E	19	10.96	91	38.90	19/11/1995	06:28	16	2
D	19	25.26	91	42.89	19/11/1995	08:33	31	3
C	19	34.02	91	55.48	19/11/1995	11:08	55	3
B	19	45.00	92	11.81	19/11/1995	13:22	97	4
A	19	49.06	92	18.73	19/11/1995	14:46	138	5

Los arrastres de zooplancton se hicieron de manera circular, a una velocidad de 2-3 nudos y una duración de 15 minutos. En la boca de cada red se colocó un flujómetro previamente calibrado a fin de estimar el volumen de agua filtrada. Las muestras de zooplancton se fijaron con formol al 4% neutralizado con borato de sodio.

Con ayuda de una sonda CTD, en cada estación de muestreo se realizaron mediciones de temperatura y salinidad en la zona epipelágica del océano. Cabe mencionar que sólo se representaron los planos de 10 y 50 m.

Trabajo de laboratorio y gabinete

De cada una de las muestras se extrajeron todos los moluscos con ayuda de un microscopio estereoscópico y se identificaron a nivel de especie utilizando trabajos especializados como los de van der Spoel y Boltovskoy (1981), Lalli y Gilmer (1989), van der Spoel (1996a, 1996b), van der Spoel y Dadon (1999) y Richter y Seapy (1999).

Si bien existe una clasificación de moluscos reciente (Bouchet y Rocroi, 2005), en este trabajo se utilizó el sistema de clasificación propuesto por van der Spoel y Dadon (1999) y Richter y Seapy (1999) por estas razones: Bouchet y Rocroi (2005) organizaron la clasificación taxonómica de la clase Gastropoda validando 2,400 nombres de los niveles de subtribus, tribus, subfamilias, familias y superfamilias conforme al Código de Nomenclatura Zoológica. Para los niveles superiores a superfamilia, los autores utilizaron los clados generados por estudios filogenéticos, en tanto que los niveles inferiores a superfamilia conservaron las propuestas taxonómicas tradicionales. Sin embargo, van der Spoel y Dadon (1999) y Richter y Seapy (1999), incluyen en su clasificación a los órdenes Thecosomata, Gymnosomata y Mesogastropoda, mismos que son referidos en la literatura concerniente a trabajos ecológicos. Para Bouchet y Rocroi (2005) los dos primeros son clados, sin embargo, los mesogastrópodos tienen cambios importantes: el nombre no es válido y tampoco tienen el nivel de clado y los heterópodos son sinónimo de la superfamilia Pterotracheoidea dentro del clado Littorinomorpha. Los únicos cambios aquí realizados, tomando en cuenta a Bouchet y Rocroi (2005), fue la asignación de los autores de los diferentes taxones.

Los taxones identificados se cuantificaron y estandarizaron a 100 m³ de agua filtrada y los datos estandarizados se emplearon en la elaboración de los mapas de abundancia y

distribución de las especies en el área estudiada. Se establecieron cinco categorías de abundancia (ind/100m³), a saber:

Ausente	+
Mínima	○ < 1
Escasa	◐ [1-2)
Regular	◑ [2-5)
Elevada	◒ [5-15)
Máxima	● ≥ 15

La comparación de medias de abundancia de moluscos se hizo mediante pruebas de inferencia estadística. Para hacer uso de la estadística paramétrica (prueba de t , prueba F), previamente se aplicaron pruebas de normalidad de los datos (Kolmogorov-Smirnof) y homocedasticidad (prueba de Levene). Como los datos cumplieron con los dos supuestos, no requirieron transformación alguna. De esta manera, se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA) para determinar si había diferencias significativas entre los cinco estratos muestreados a un nivel de significancia del 5%. Asimismo, se realizó un diagrama de caja para observar gráficamente estos resultados. Considerando únicamente los tres niveles superficiales (0-18 m), se graficaron la hora de muestreo contra la densidad de moluscos para verificar si había diferencias entre el día (8 a.m. a 6 p.m.) y la noche (8 p.m. a 6 a.m.). Excluyendo los muestreos que se realizaron en el alba (6 a.m. a 8 a.m.) y en el ocaso (6 p.m. a 8 p.m.), se aplicó una prueba de t a las estaciones del día y la noche para comparar las medias de abundancia entre ambos grupos. También, se aplicó una prueba de t para comparar las medias de abundancia entre las dos asociaciones de moluscos definidas mediante el índice de Bray-Curtis.

A fin de definir las principales asociaciones de moluscos, los datos estandarizados se transformaron a \sqrt{x} . Ya con los datos transformados se aplicó del índice de disimilitud de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957). Este índice considera las diferencias en la abundancia relativa entre los taxones involucrados con el propósito de identificar los grupos de estaciones que comparten una afinidad faunística. Este índice está definido por la siguiente ecuación:

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

donde:

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

X_{ij} = valor de la especie i en la muestra j

X_{ik} = valor de la especie i en la muestra k

n = número total de especies

De ahí que la similitud máxima sea cero y la mínima uno. Con la matriz que se obtuvo se construyó un dendrograma de afinidad de estaciones de muestreo. El programa que se utilizó para la aplicación del índice fue el PRIMER.

RESULTADOS

Hidrología

En el plano de los 10 metros, las temperaturas variaron poco, esto es, de 26.26 a 27.68 °C. En este plano, temperaturas altas (alrededor de 27.5 °C) se observaron frente a la Laguna de Términos, especialmente sobre la plataforma externa. Temperaturas menores (alrededor de 26.75 °C) se registraron en la región occidental, frente al Río Coatzacoalcos (Figura 2).

En el plano de los 50 metros la temperatura varió de 26.05 a 27.25 °C. Los valores más bajos (~ 26.15 °C) se registraron en la región occidental de la zona de estudio, en tanto que los más altos (>27 °C), en la oriental (Figura 2).

La salinidad varió de 32.49 a 36.13 en el plano de los 10 metros. En este nivel, salinidades bajas se registraron (~ 33.5) frente a las lagunas del Carmen y Machona, en tanto que frente a la Laguna de Términos se registraron valores más altos (~ 36) (Figura 3).

En el plano de los 50 metros, la salinidad fue muy homogénea, y varió de 35.81 a 36.18. Al igual que en el plano de los 10 metros, la salinidad mostró un gradiente en sentido este-oeste (Figura 3).

Abundancia general de moluscos en la columna de agua

El análisis de la abundancia general de los moluscos holoplanctónicos en los cinco niveles de muestreo (0-6, 6-12, 12-18, 45-55 y 95-105 m) mediante una prueba de ANOVA reveló que las medias de abundancia por nivel fueron homogéneas ($p > 0.05$, prueba de F). El diagrama de caja mostró esta condición; la variabilidad en abundancia de los niveles 2 y 3 fue mayor y las diferencias con el resto de los niveles no fueron significativas (Figura 4). Las medias de densidad de los niveles 2 y 3 fueron del orden de 150 ind/100 m³, mientras que las medias en el resto de los niveles fluctuaron entre 42 y 90 ind/100 m³. Asimismo, se graficó la hora de muestreo vs la densidad de los organismos de las estaciones muestreadas en los tres primeros niveles (0-18 m) (Figura 5) y se observaron diferencias significativas (prueba de t , $p < 0.05$) entre las estaciones nocturnas (8 p.m. a 6 a.m.) y las diurnas (8 a.m. a 6 p.m.).

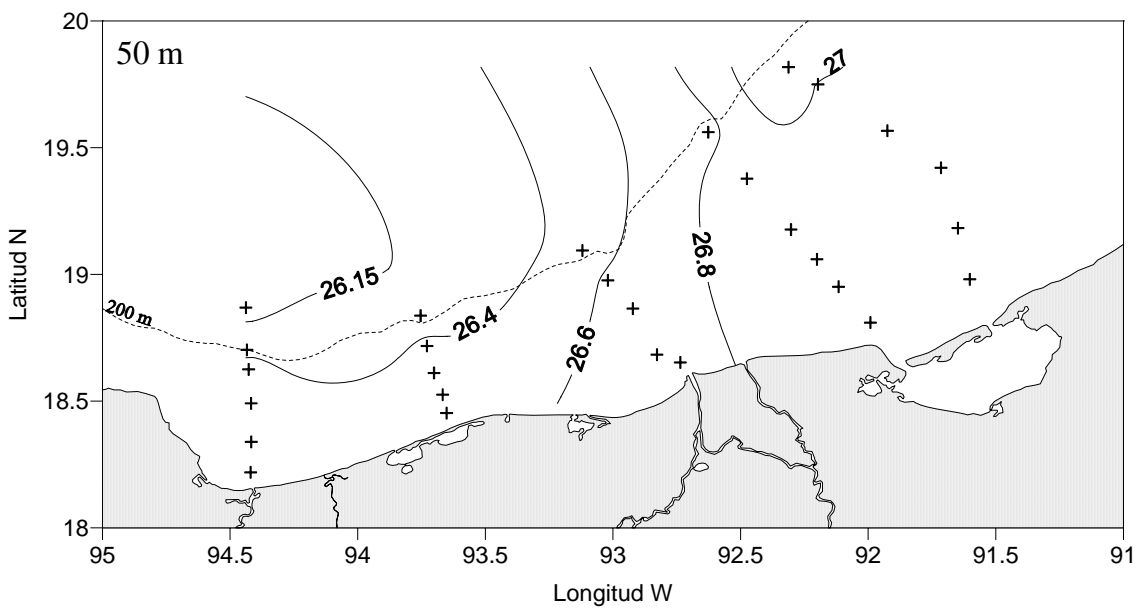
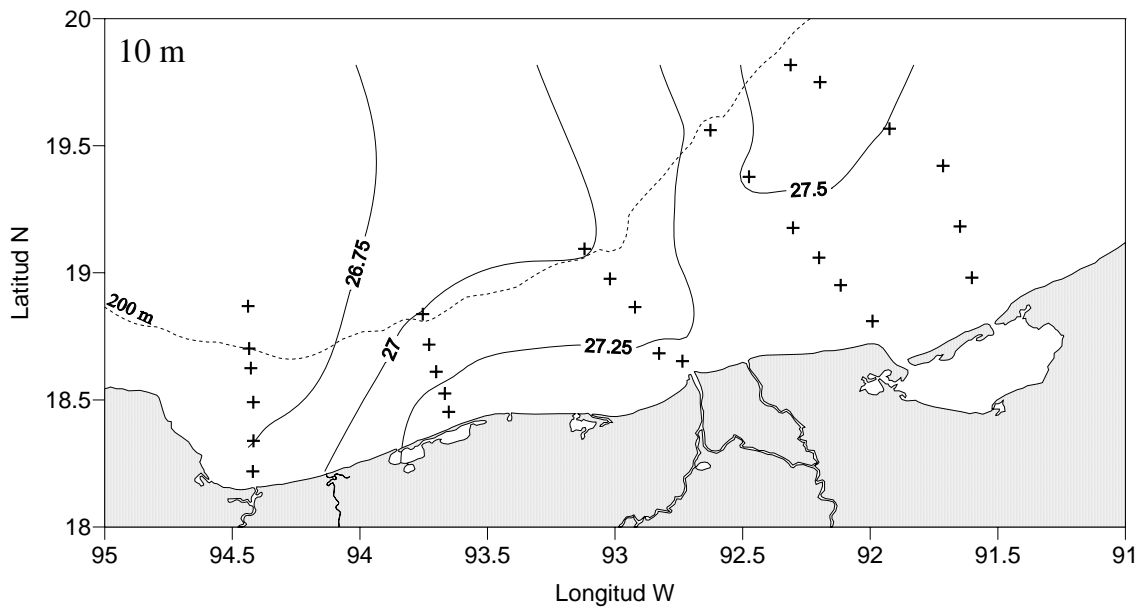


Figura 2. Isotermas registradas en el sur del Golfo de México en noviembre de 1995.

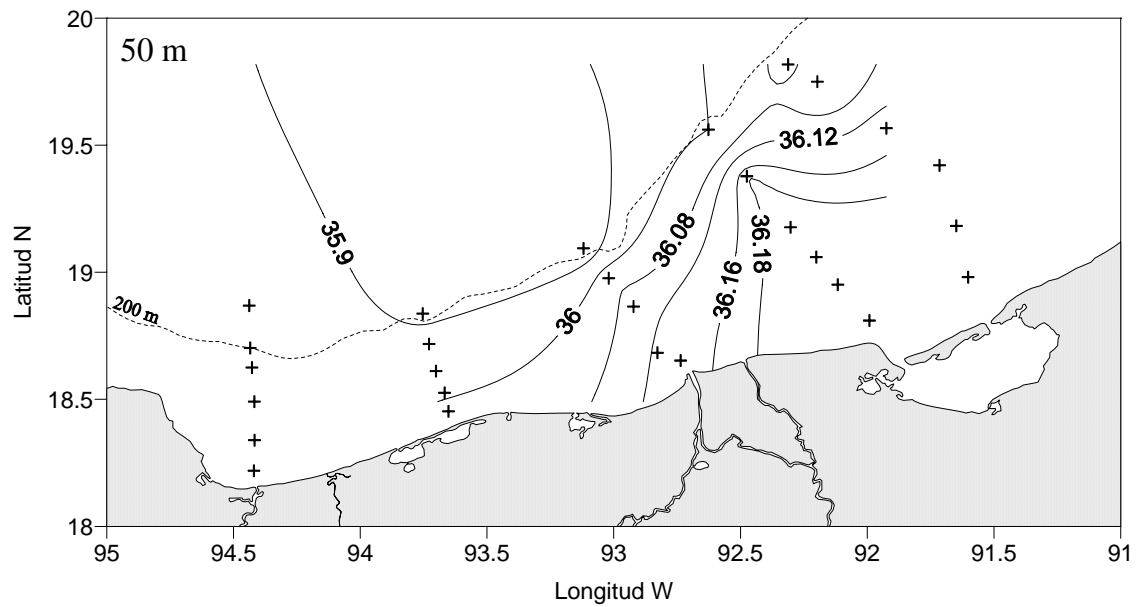
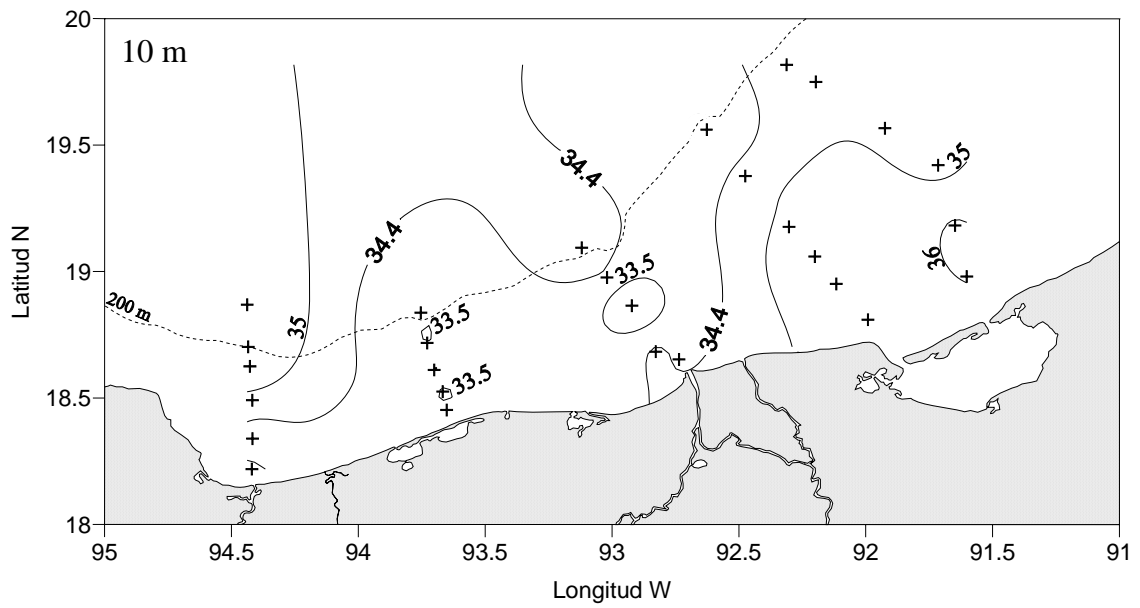


Figura 3. Isohalinas registradas en el sur del Golfo de México en noviembre de 1995.

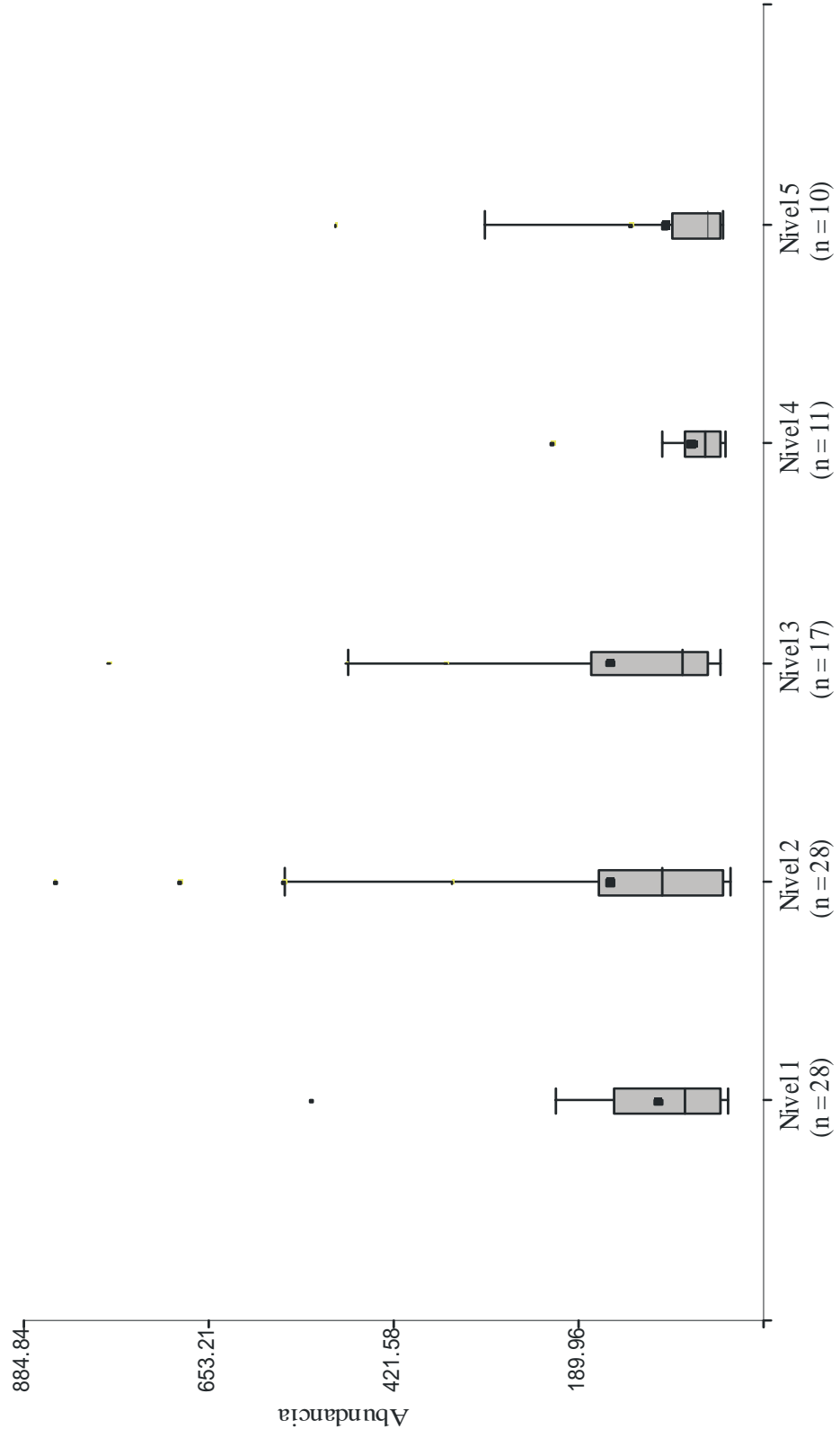


Figura 4. Diagrama de caja que representa la abundancia (ind/100 m³) de moluscos holoplancónicos recolectados en los cinco niveles muestreados en la columna de agua.

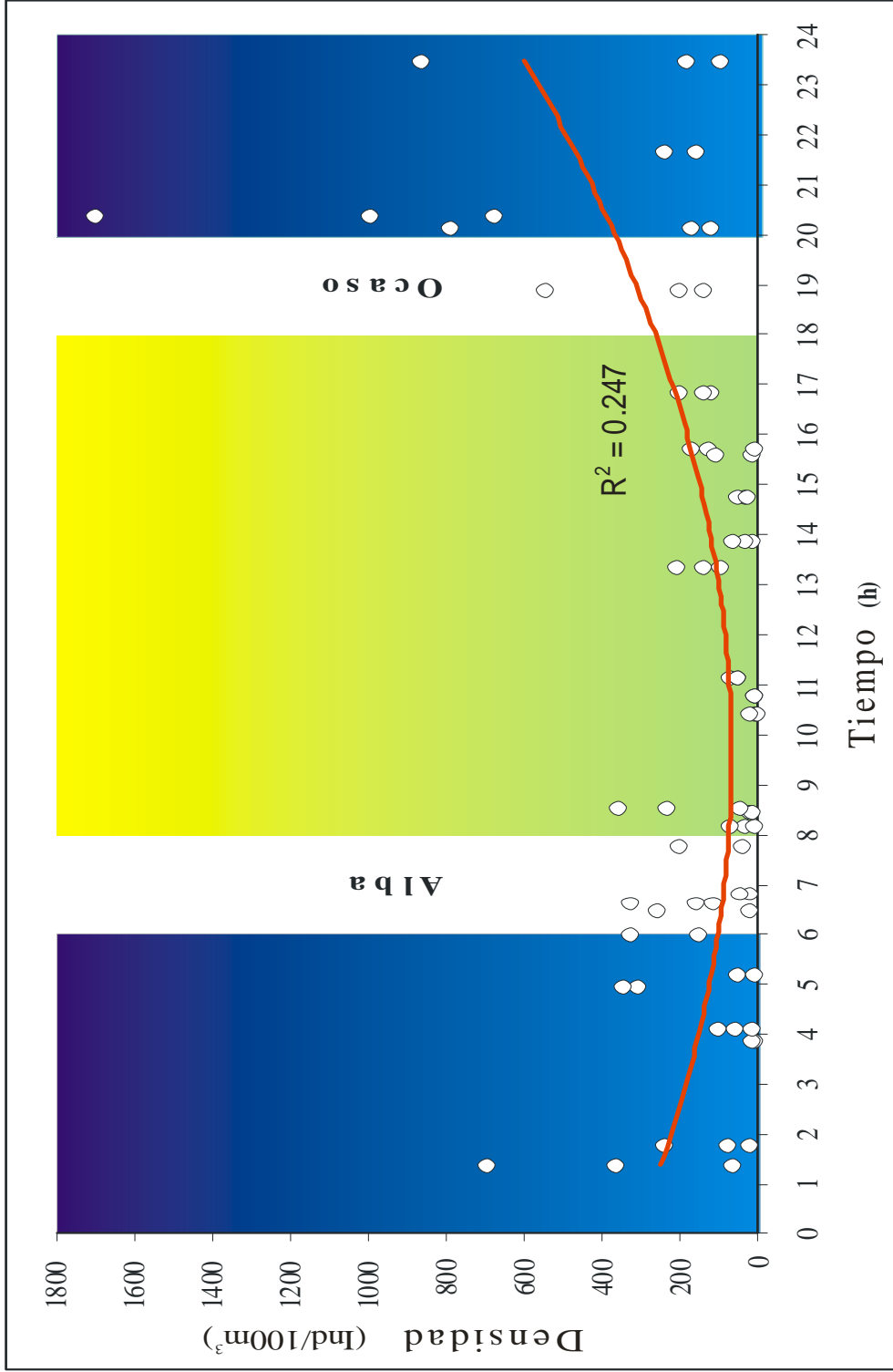


Figura 5. Diferencias en la densidad de las estaciones muestreadas en el día y la noche en el estrato de 0 a 18 m.

Composición faunística

Se separaron e identificaron 24,077 moluscos holoplanctónicos pertenecientes a la clase Gastropoda, dos subclases, tres órdenes, nueve familias, 18 géneros y 34 especies. Dos de estas especies tienen dos formas cada una, de tal manera que pueden enumerarse 36 taxones diferentes (Tabla 2). Además, existen nueve unidades taxonómicas que bien pudieran pertenecer a alguno de los 36 taxones antes mencionados, entre los que se incluyen estadios juveniles de *Cavolinia*, *Diacavolinia*, *Diacria* y *Clio* y especímenes muy maltratados que quedaron a nivel de género; de esta forma, pueden enumerarse 45 taxones (Tabla 3).

Considerando el nivel taxonómico de orden, el Thecosomata fue el más abundante (96.37%), seguido por el Mesogastropoda (3.54%) y el Gymnosomata (0.09%). Los thecosomados y gimnosomados constituyen al grupo de los pterópodos, en tanto que los mesogastrópodos representan a los heterópodos.

En orden decreciente de abundancia, las familias encontradas fueron: Cavoliniidae (52.88%), Limacinidae (43.40%), Atlantidae (3.04%), Pterotracheidae (0.49%), Cymbuliidae (0.07%), Pneumodermatidae (0.05%), Clionidae (0.04%), Peraclididae (0.02%) y Carinariidae (0.01%)

Las especies más abundantes fueron *Creseis acicula* (en sus formas *acicula* y *clava*, 39.64%) y *Limacina inflata* (36.89% de abundancia total). Seis taxones registraron entre el 1 y 6% de la abundancia total, a saber: *Limacina trochiformis*, juveniles del género *Cavolinia*, *Creseis virgula* forma *virgula*, *Atlanta gaudichaudi*, juveniles del género *Diacavolinia* y *Diacavolinia longirostris*. El resto de los taxones registró una abundancia porcentual menor a 1 (Tabla 3).

Tabla 2. Lista sistemática de los taxa de moluscos holoplanctónicos recolectados en la zona del Sur del Golfo de México durante noviembre de 1995. Clasificación tomada para la subclase Opisthobranchia de van der Spoel y Dadon (1999) y para la subclase Prosobranchia de Richter y Seapy (1999).

Phylum Mollusca Cuvier, 1795

Clase Gastropoda Cuvier, 1797

Subclase Prosobranchia Spengel, 1881

Orden Mesogastropoda Spengel, 1881

Superfamilia Heteropoda Lamarck, 1801

Familia Atlantidae Rang, 1829

Género *Oxygyrus* Benson, 1835

O. keraudreni Lesueur, 1817

Género *Atlanta* Lesueur, 1817

A. fusca Souleyet, 1852

A. inflata Souleyet, 1852

A. lesueuri Souleyet, 1852

A. peroni Lesueur, 1817

A. gaudichaudi Souleyet, 1852

A. inclinata Souleyet, 1852

Familia Carinariidae Blainville, 1818

Género *Cardiapoda* d'Orbigny, 1836

C. placenta Lesson, 1830

Familia Pterotracheidae Rafinesque, 1814

Género *Firoloida* Lesueur, 1817

F. desmaresti Lesueur, 1817

Género *Pterotrachea* Niebuhr, 1775

P. coronata Niebuhr, 1775

P. hippocampus Philippi, 1836

Subclase Opisthobranchia Spengel, 1881

Orden Thecosomata Blainville, 1824

Suborden Euthecosomata Meisenheimer, 1905

Familia Limacinidae Gray, 1840

Género *Limacina* Bosc, 1817

L. bulimoides d'Orbigny, 1836

L. trochiformis d'Orbigny, 1836

L. inflata d'Orbigny, 1836

L. lesueuri d'Orbigny, 1836

Familia Cavoliniidae Gray, 1850

Subfamilia Cavoliniinae Gray, 1850

Género *Cavolinia* Abildgaard, 1791

C. gibbosa forma *gibbosa* d'Orbigny, 1836

C. inflexa forma *imitans* Pfeffer, 1880

C. uncinata forma *uncinata* Rang, 1829

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

D. longirostris de Blainville, 1821

Género *Diacria* Gray, 1847

D. danae van der Spoel, 1968

D. major Boas, 1886

Subfamilia Clioinae Jeffreys, 1869

Género *Clio* Linnaeus, 1767

C. pyramidata forma *lanceolata* Lesueur, 1813

C. pyramidata ca. forma *sulcata* Pfeffer, 1879

Género *Creseis* Rang, 1828

C. acicula forma *acicula* Rang, 1828

C. acicula forma *clava* Rang, 1828

C. virgula forma *virgula* Rang, 1828

Género *Hyalocylis* Fol, 1875

H. striata Rang, 1828

Género *Styliola* Gray, 1850

S. subula Quoy y Gaimard, 1827
Subfamilia Cuvierininae van der Spoel, 1967
Género *Cuvierina* Boas, 1886
C. columnella forma *atlantica* van der Spoel, 1970
Suborden Pseudothecosomata Meisenheimer, 1905
Familia Cymbuliidae Gray, 1840
Subfamilia Glebinae van der Spoel, 1976
Género *Corolla* Dall, 1871
C. cupula Rampal, 1996
C. spectabilis Dall, 1871
C. intermedia Tesch, 1903
Familia Peraclididae Tesch, 1913
Género *Peraclis* Forbes, 1884
P. apicifulva Meisenheimer, 1906
P. reticulata d'Orbigny, 1836
Orden Gymnosomata de Blainville, 1824
Suborden Gymnosomata de Blainville, 1824
Familia Clionidae Rafinesque, 1815
Subfamilia Clioninae Rafinesque, 1815
Género *Clione* Pallas, 1774
Clione sp
Familia Pneumodermatidae Pelseneer, 1887
Género *Pneumoderma* Latreille, 1825
Pneumoderma sp

Tabla 3. Densidad promedio (X , ind/100 m³), frecuencia de aparición (F , %) y abundancia relativa (AR , %) de los moluscos holoplanctónicos recolectados en el sur del Golfo de México, noviembre de 1995.

TAXON	AR	X	F
<i>Limacina inflata</i>	36.898	41.366	48.936
<i>Creseis acicula</i> forma <i>acicula</i>	31.981	35.854	93.617
<i>Creseis acicula</i> forma <i>clava</i>	7.657	8.584	40.426
<i>Limacina trochiformis</i>	5.874	6.586	70.213
<i>Cavolinia</i> sp juveniles	4.139	4.640	62.766
<i>Creseis virgula</i> forma <i>virgula</i>	3.144	3.525	41.489
<i>Atlanta gaudichaudi</i>	2.414	2.707	40.426
<i>Diacavolinia</i> sp juveniles	1.936	2.171	38.298
<i>Diacavolinia longirostris</i>	1.899	2.129	44.681
<i>Cavolinia uncinata</i> forma <i>uncinata</i>	0.671	0.752	51.064
<i>Hyalocylis striata</i>	0.467	0.523	32.979
<i>Firoloida desmaresti</i>	0.426	0.477	29.787
<i>Atlanta inflata</i>	0.394	0.442	17.021
<i>Limacina lesueuri</i>	0.341	0.382	13.830
<i>Diacria danae</i>	0.288	0.323	20.213
<i>Limacina bulimoides</i>	0.265	0.297	18.085
<i>Styliola subula</i>	0.240	0.269	12.766
<i>Atlanta</i> spp	0.153	0.172	9.574
<i>Diacavolinia</i> sp	0.148	0.166	10.638
<i>Diacria</i> sp juveniles	0.142	0.160	11.702
<i>Clio</i> sp juveniles	0.116	0.130	5.319
<i>Atlanta lesueuri</i>	0.051	0.058	8.511
<i>Pterotrachea coronata</i>	0.050	0.056	8.511
<i>Pneumoderma</i> sp	0.046	0.052	8.511
<i>Clione</i> sp	0.044	0.050	7.447
<i>Corolla cupula</i>	0.024	0.027	5.319
<i>Corolla spectabilis</i>	0.023	0.026	1.064
<i>Clio pyramidata</i> forma <i>lanceolata</i>	0.021	0.023	3.191
<i>Corolla</i> sp	0.020	0.022	4.255
<i>Clio pyramidata</i> ca. forma <i>sulcata</i>	0.019	0.022	1.064
<i>Cuvierina columnella</i> forma <i>atlantica</i>	0.018	0.021	3.191
<i>Cardiapoda placenta</i>	0.013	0.015	4.255
<i>Peraclis apicifulva</i>	0.011	0.013	3.191
<i>Atlanta peroni</i>	0.010	0.011	3.191
<i>Atlanta inclinata</i>	0.009	0.010	3.191
<i>Pterotrachea</i> sp	0.007	0.008	1.064
<i>Atlanta fusca</i>	0.007	0.007	2.128
<i>Cavolinia</i> sp	0.007	0.007	1.064
<i>Diacria major</i>	0.006	0.007	2.128
<i>Pterotrachea hippocampus</i>	0.005	0.006	1.064
<i>Cavolinia inflexa</i> forma <i>imitans</i>	0.004	0.004	1.064
<i>Peraclis reticulata</i>	0.004	0.004	1.064
<i>Oxygyrus keraudreni</i>	0.004	0.004	1.064
<i>Corolla intermedia</i>	0.003	0.003	1.064
<i>Cavolinia gibbosa</i> forma <i>gibbosa</i>	0.002	0.003	1.064

Distribución y abundancia de las especies

A continuación se presenta una breve descripción de la distribución de los taxones determinados.

Familia Atlantidae

Oxygyrus keraudreni. El único espécimen de esta especie se observó en el transecto frente a la lagunas del Carmen y Machona al borde de la plataforma en el nivel 2 (Figura 6).

Atlanta fusca fue igualmente registrada en el mismo nivel que la especie anterior (6-12 m) con una abundancia ‘mínima’ (Figura 6).

Atlanta inflata se recolectó desde la superficie hasta los 18 m (Figura 7), observando una densidad mayor en el nivel 2 (Tabla 4).

Atlanta lesueuri. Se localizó en los cinco niveles de muestreo con su abundancia más alta en el nivel 5 (Figura 8).

Atlanta peroni. Con una abundancia ‘mínima’, se le encontró en los niveles 1, 2 y 5 cerca del borde de la plataforma (Figura 9).

Atlanta gaudichaudi se distribuyó en los cinco niveles muestreados, pero su mayor densidad promedio y frecuencia de aparición se observó en el nivel 2 (Figura 10, Tabla 4).

Atlanta inclinata sólo se localizó en los niveles 4 y 5 con una abundancia ‘mínima’ (Figura 11).

Atlanta spp. Observó las mayores abundancias cerca de las lagunas del Carmen y Machona, así como del Río Coatzacoalcos en los niveles 2 y 3 (Figura 12).

Familia Carinariidae

Cardiapoda placenta se registró en los niveles intermedios (del 2 al 4), en estaciones sobre el borde de la plataforma con una abundancia ‘mínima’ (Figura 13).

Familia Pterotracheidae

Firoloida desmaresti se registró de los 0 a los 55 m, con abundancias de ‘mínima’ a ‘elevada’. La parte externa de la plataforma, frente a la Laguna de Términos, fue un área preferente en la distribución de esta especie (Figura 14).

Tabla 4. Distribución vertical de los moluscos holoplanctónicos recolectados en el sur del Golfo de México durante noviembre de 1995. *X* = densidad promedio (ind/100 m³); *F* = frecuencia de aparición (%).

TAXON	Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		Nivel 4		Nivel 5	
	<i>X</i>	<i>F</i>	<i>X</i>	<i>F</i>	<i>X</i>	<i>F</i>	<i>X</i>	<i>F</i>	<i>X</i>	<i>F</i>
<i>Atlanta fusca</i>	–	–	0.02	7.14	–	–	–	–	–	–
<i>Atlanta gaudichaudi</i>	2.74	42.86	3.85	46.43	3.70	35.29	0.35	45.45	0.33	20.00
<i>Atlanta inclinata</i>	–	–	–	–	–	–	0.03	9.09	0.06	20.00
<i>Atlanta inflata</i>	0.33	25.00	1.08	21.43	0.13	17.65	–	–	–	–
<i>Atlanta lesueuri</i>	0.04	7.14	0.04	7.14	0.02	5.88	0.06	9.09	0.20	20.00
<i>Atlanta peroni</i>	0.02	3.57	0.01	3.57	–	–	–	–	0.03	10.00
<i>Atlanta spp</i>	–	–	0.44	28.57	0.23	5.88	–	–	–	–
<i>Cardiapoda placenta</i>	–	–	0.01	3.57	0.02	5.88	0.06	18.18	–	–
<i>Cavolinia gibbosa f. gibbosa</i>	–	–	–	–	–	–	0.02	9.09	–	–
<i>Cavolinia inflexa f. imitans</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	0.04	10.00
<i>Cavolinia sp juveniles</i>	1.94	39.29	5.92	53.57	10.74	94.12	2.11	90.91	1.04	70.00
<i>Cavolinia sp</i>	–	–	0.02	3.57	–	–	–	–	–	–
<i>Cavolinia uncinata f. uncinata</i>	0.24	25.00	0.90	50.00	1.60	76.47	0.78	90.91	0.30	40.00
<i>Clio sp juveniles</i>	–	–	–	–	–	–	0.45	18.18	0.72	30.00
<i>Clio pyramidata ca. f. sulcata</i>	–	–	–	–	–	–	0.19	9.09	–	–
<i>Clio pyramidata f. lanceolata</i>	–	–	0.01	3.57	0.06	5.88	0.07	9.09	–	–
<i>Clione sp</i>	0.08	10.71	0.02	3.57	0.05	5.88	0.09	18.18	–	–
<i>Corolla cupula</i>	–	–	0.05	7.14	–	–	0.06	9.09	0.06	20.00
<i>Corolla intermedia</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	0.03	10.00
<i>Corolla sp</i>	–	–	–	–	0.08	11.76	0.03	9.09	0.04	10.00
<i>Corolla spectabilis</i>	–	–	–	–	0.14	5.88	–	–	–	–
<i>Creseis acicula f. acicula</i>	51.88	92.86	46.51	100.0	21.47	88.24	12.40	100.0	11.40	80.00
<i>Creseis acicula f. clava</i>	9.89	50.00	9.37	39.29	15.11	47.06	0.55	27.27	0.46	20.00
<i>Creseis virgula f. virgula</i>	2.88	32.14	5.34	50.00	5.56	70.59	0.46	27.27	0.16	10.00
<i>Cuvierina columnella f. atlantica</i>	0.02	3.57	0.01	3.57	–	–	–	–	0.11	10.00
<i>Diacavolinia sp juveniles</i>	0.94	25.00	3.15	42.86	5.05	64.71	0.29	36.36	0.06	20.00
<i>Diacavolinia longirostris</i>	0.92	35.71	4.77	50.00	1.95	52.94	0.30	27.27	0.44	60.00
<i>Diacavolinia sp</i>	0.05	7.14	0.46	17.86	0.07	11.76	0.02	9.09	–	–
<i>Diacria danae</i>	0.18	3.57	0.59	21.43	0.24	35.29	0.23	27.27	0.21	30.00
<i>Diacria sp juveniles</i>	–	–	–	–	0.11	5.88	0.33	54.55	0.96	40.00
<i>Diacria major</i>	–	–	–	–	–	–	0.03	9.09	0.03	10.00
<i>Firoloida desmaresti</i>	0.38	17.86	0.74	28.57	0.53	64.71	0.41	36.36	–	–
<i>Hyalocylis striata</i>	0.40	17.86	0.51	14.29	0.62	47.06	0.73	63.64	0.53	70.00
<i>Limacina bulimoides</i>	0.02	3.57	0.24	17.86	0.46	11.76	0.23	27.27	1.04	60.00
<i>Limacina inflata</i>	12.04	46.43	57.46	28.57	64.15	64.71	24.05	54.55	58.73	80.00
<i>Limacina lesueuri</i>	–	–	0.19	10.71	0.55	17.65	1.05	36.36	0.97	30.00
<i>Limacina trochiformis</i>	4.58	71.43	6.98	53.57	15.68	76.47	1.90	90.91	0.79	80.00
<i>Oxygyrus keraudreni</i>	–	–	0.01	3.57	–	–	–	–	–	–
<i>Peraclis apicifulva</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	0.12	30.00
<i>Peraclis reticulata</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	0.04	10.00
<i>Pneumoderma sp</i>	0.05	7.14	0.02	3.57	0.09	17.65	–	–	0.14	20.00
<i>Pterotrachea coronata</i>	–	–	0.03	7.14	0.18	23.53	–	–	0.14	20.00
<i>Pterotrachea hippocampus</i>	–	–	–	–	–	–	0.05	9.09	–	–
<i>Pterotrachea sp</i>	–	–	0.03	3.57	–	–	–	–	–	–
<i>Styliola subula</i>	0.10	3.57	0.34	7.14	0.34	17.65	0.10	18.18	0.61	40.00

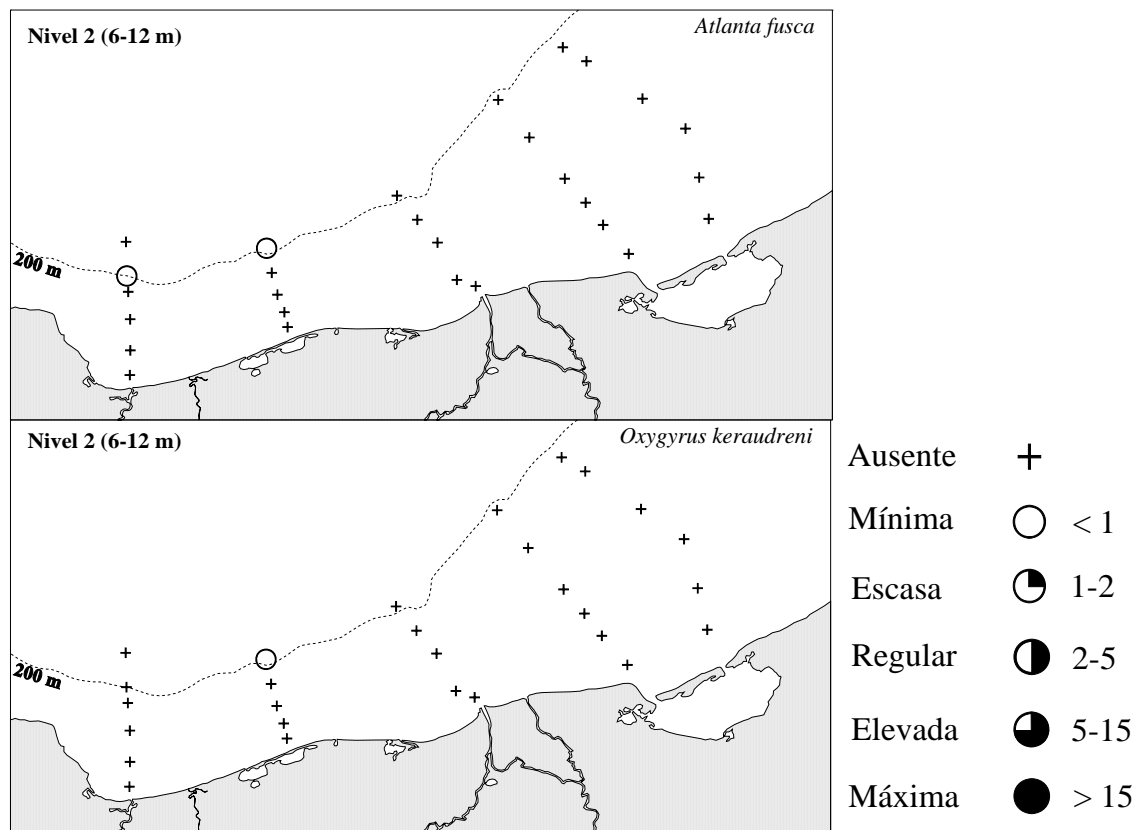


Figura 6. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de dos especies del género *Atlanta* en el sur del Golfo de México.

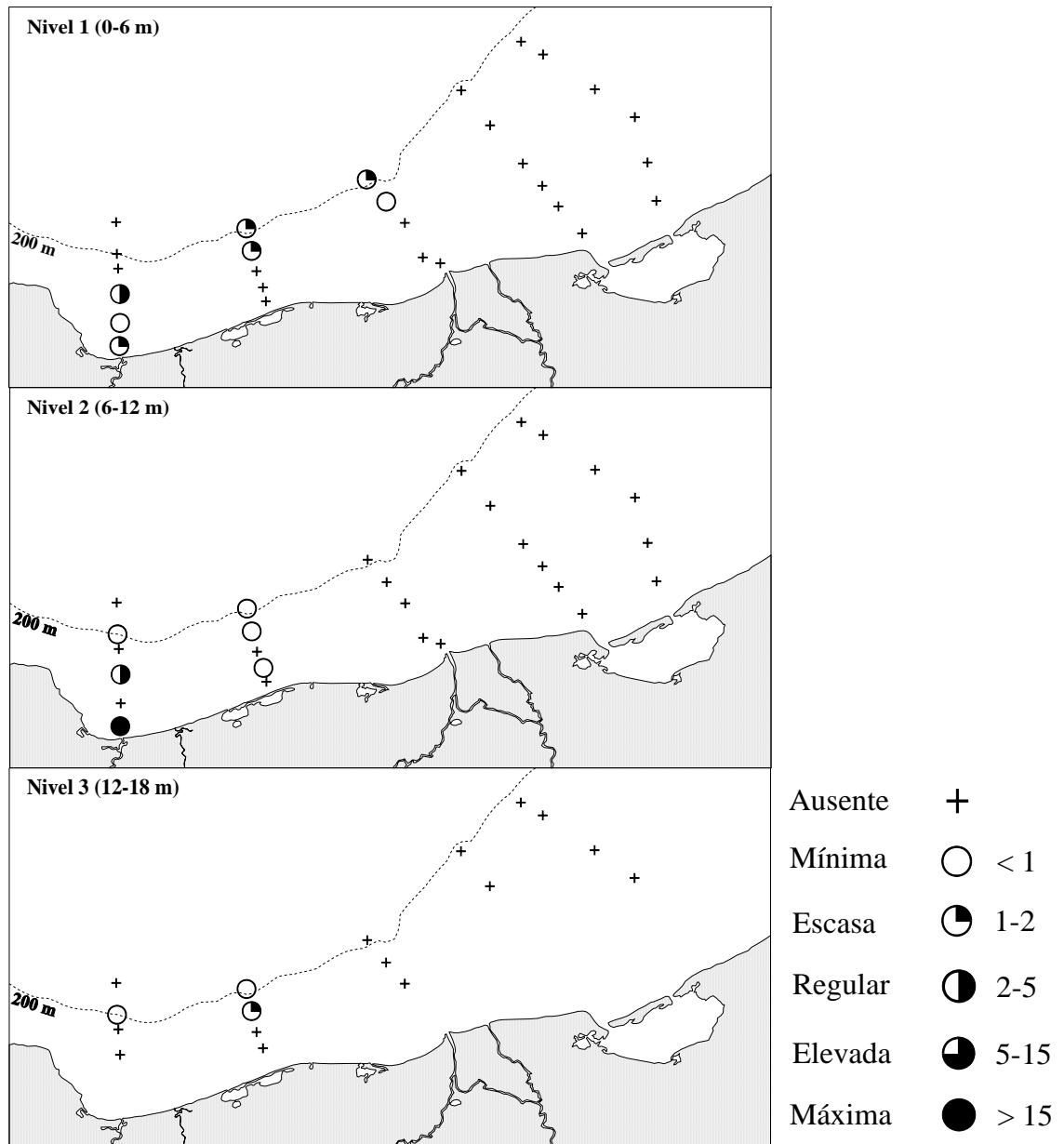


Figura 7. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Atlanta inflata* en el sur del Golfo de México.

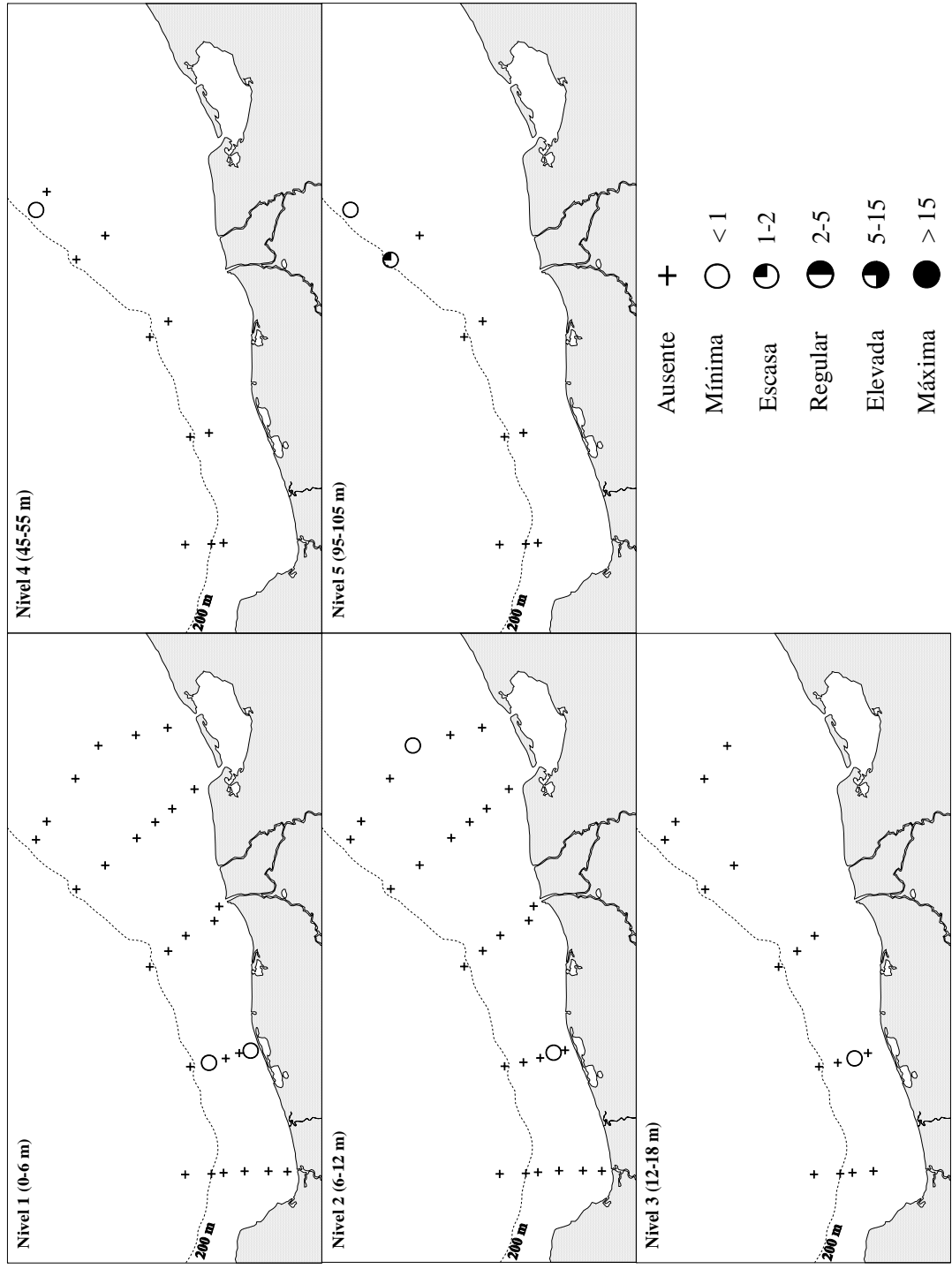


Figura 8. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Atlanta lesueuri* en el sur del Golfo de México.

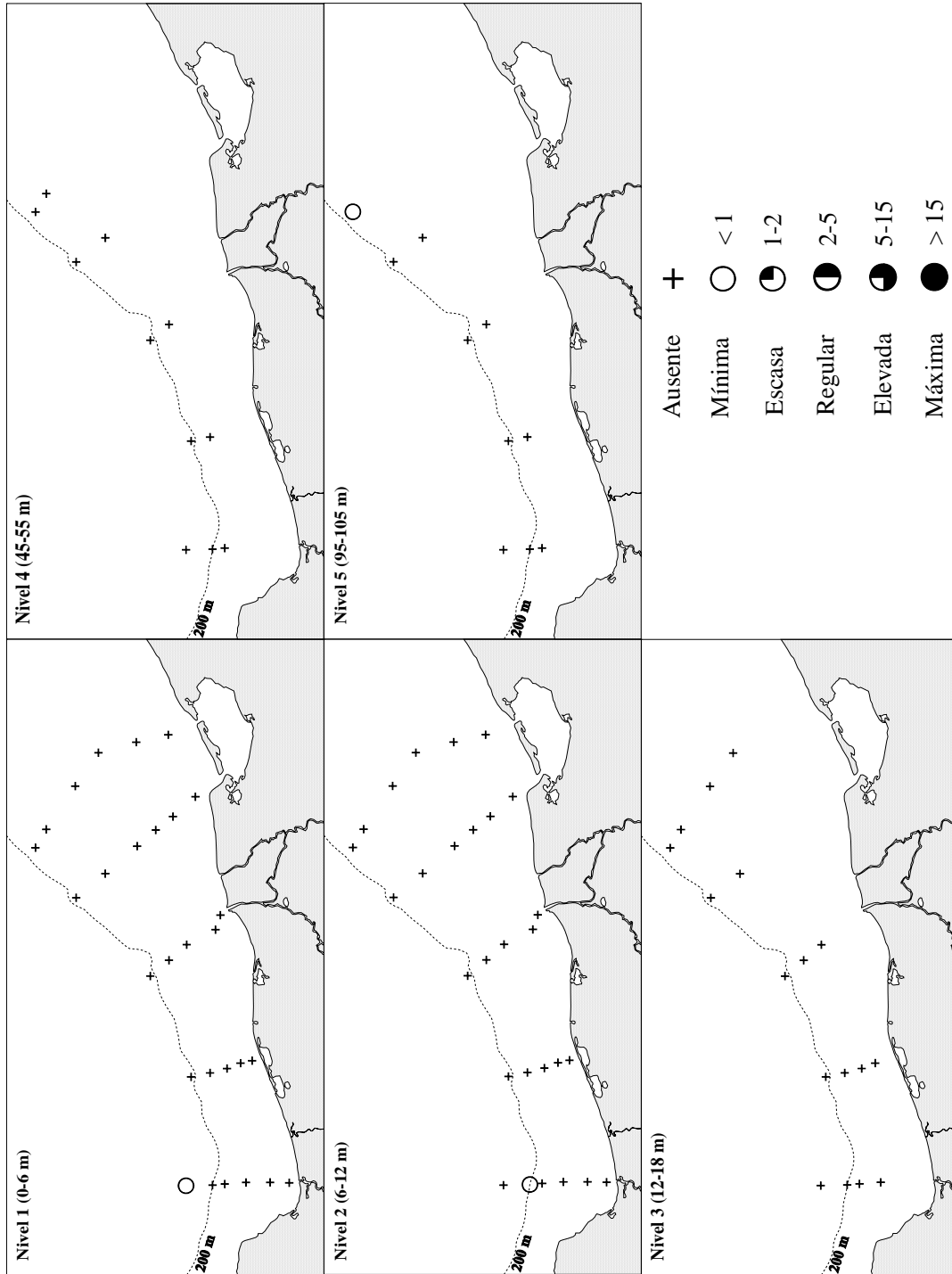


Figura 9. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Atlantia peroni* en el sur del Golfo de México.

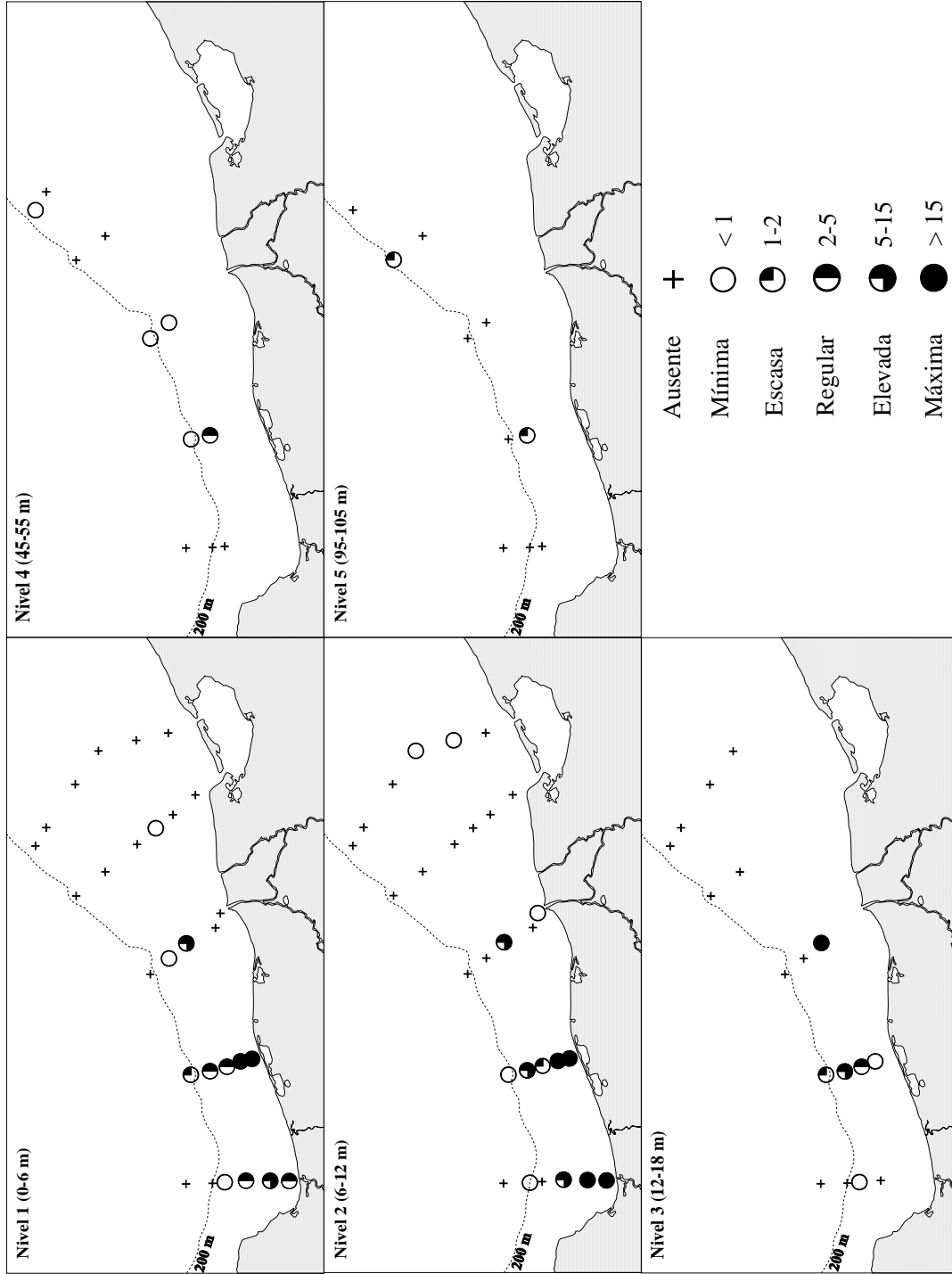


Figura 10. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Atlanta gaudichaudi* en el sur del Golfo de México.

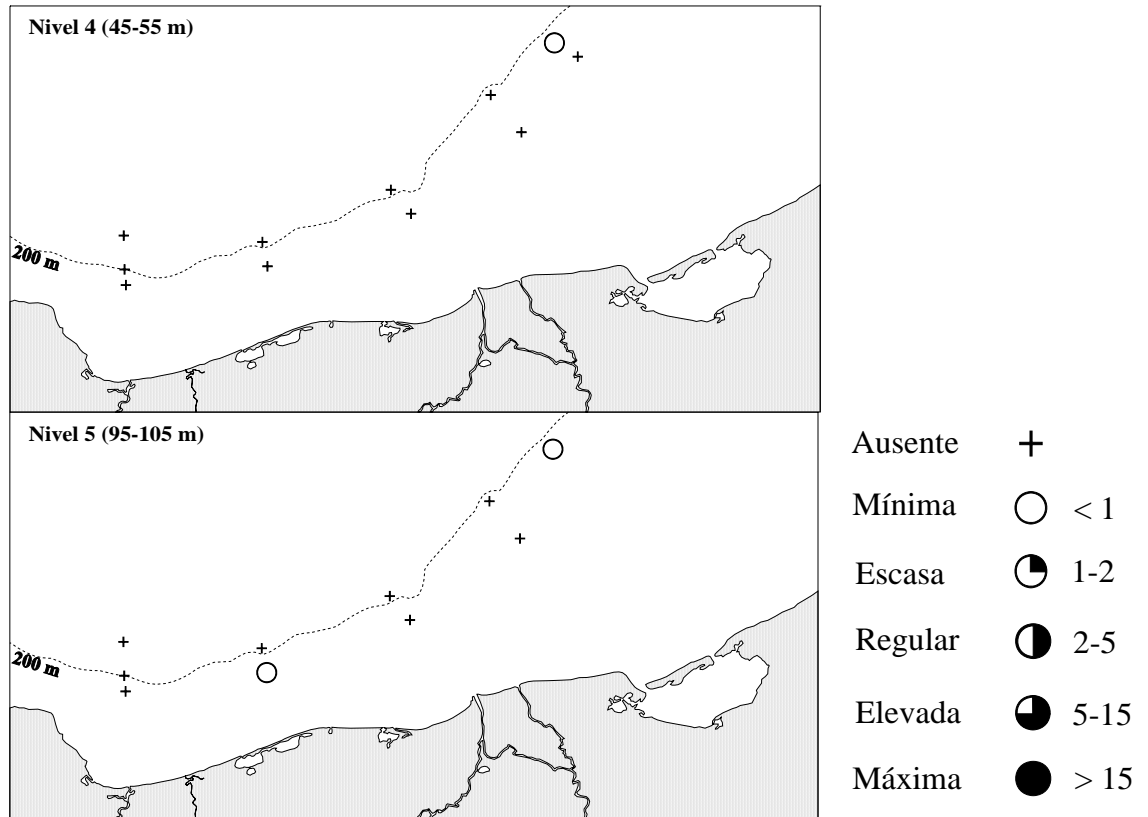


Figura 11. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Atlanta inclinata* en el sur del Golfo de México.

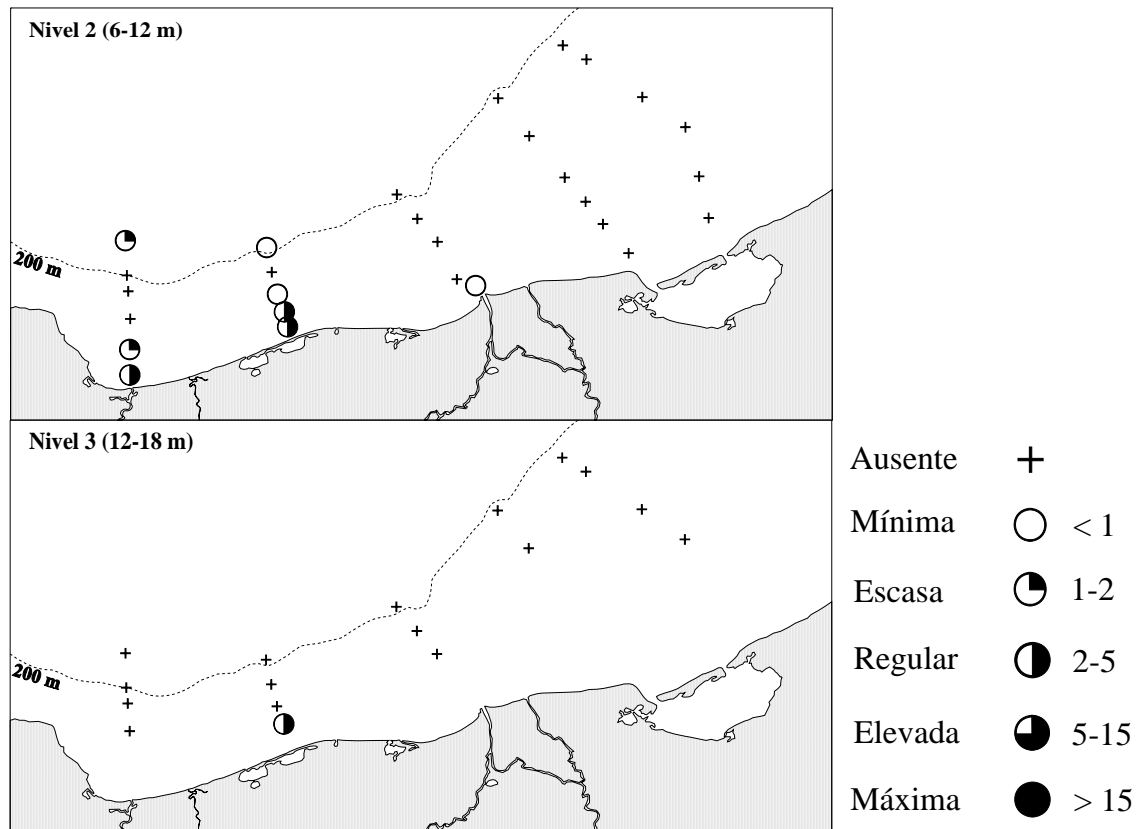


Figura 12. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Atlanta* spp en el sur del Golfo de México.

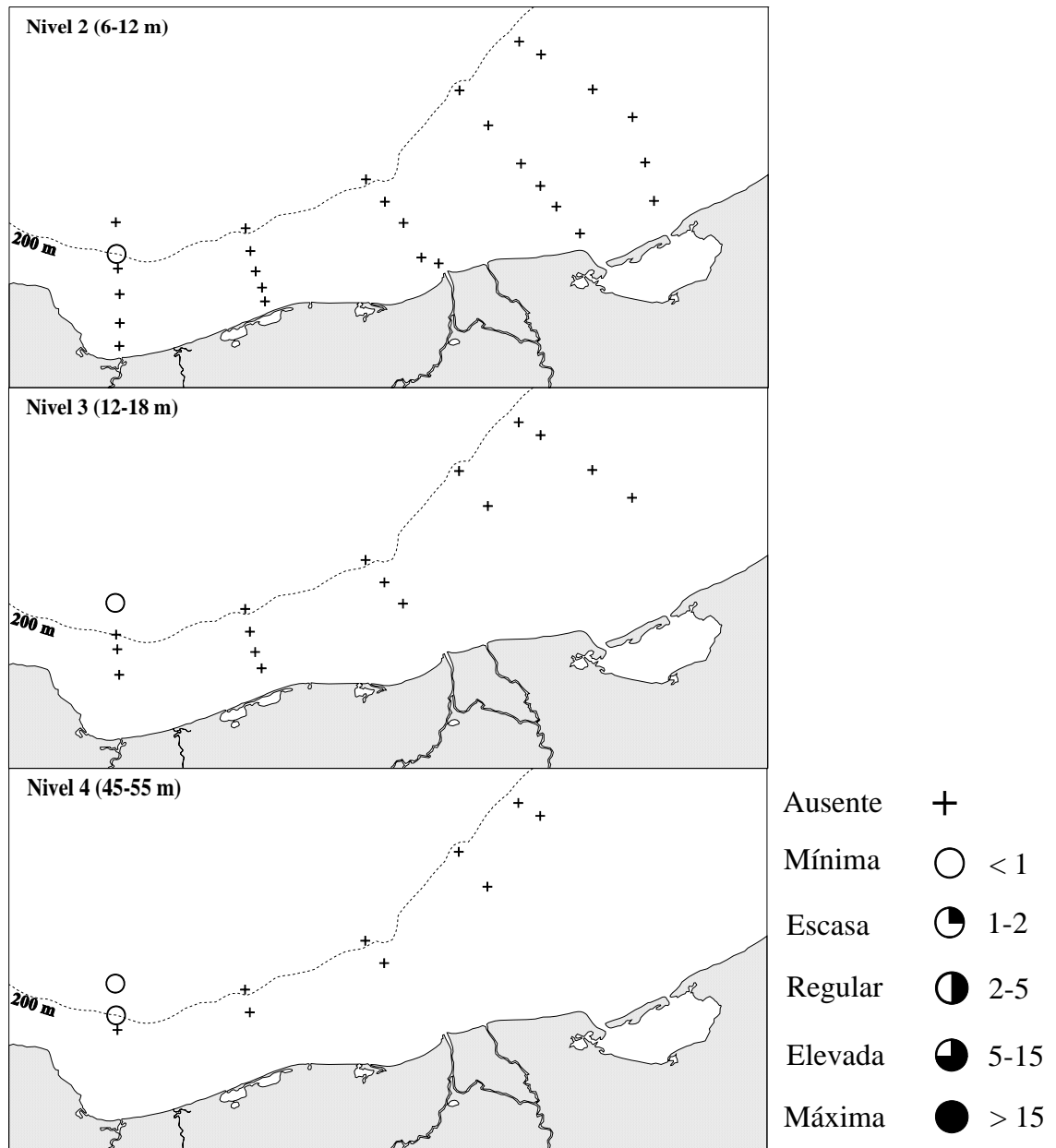


Figura 13. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Cardiopoda placenta* en el sur del Golfo de México.

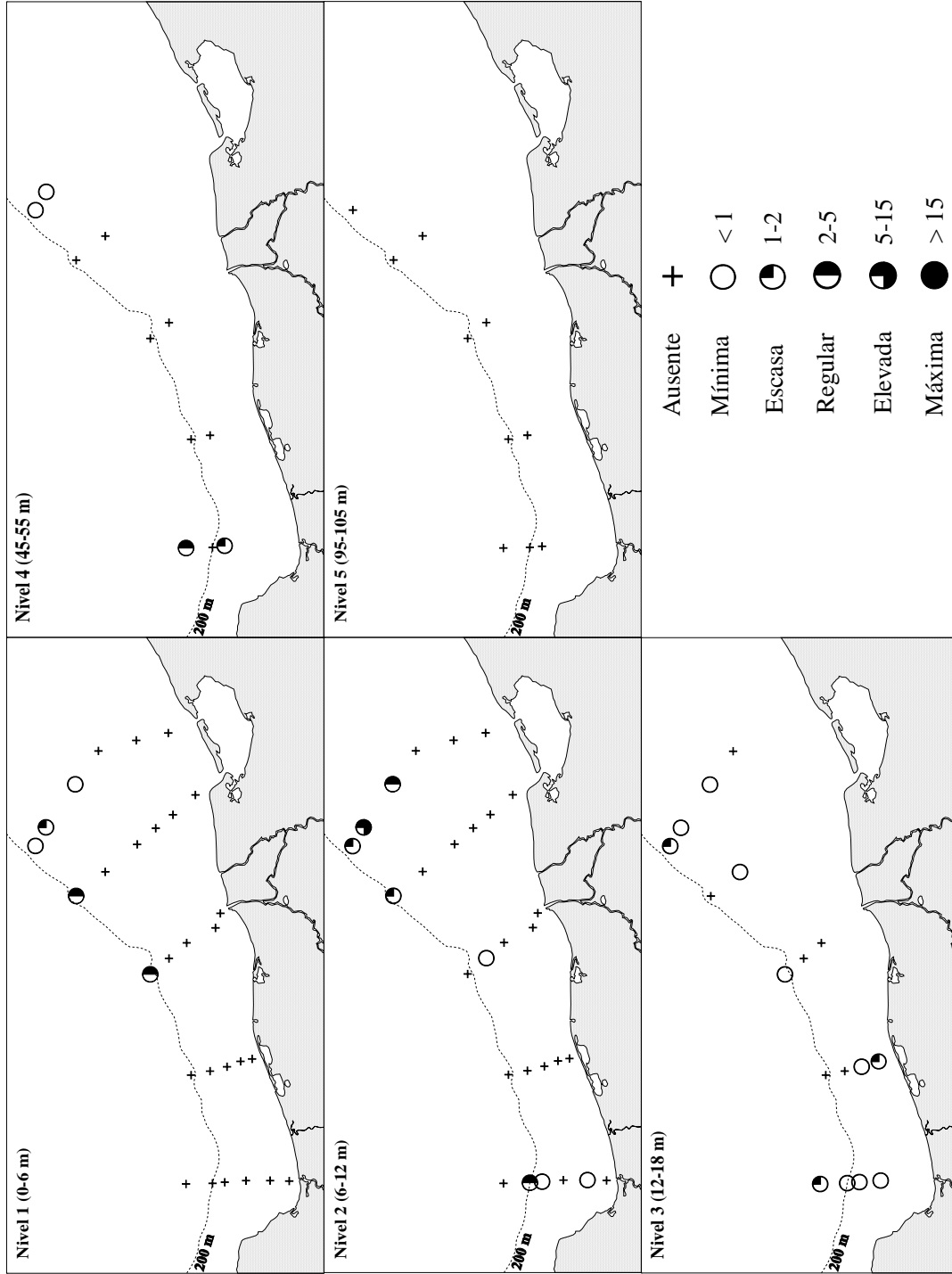


Figura 14. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Firoloida desmaresti* en el sur del Golfo de México.

Pterotrachea coronata se distribuyó en los niveles 2, 3, y 5 con abundancias de ‘mínima’ a ‘escasa’ (Figura 15).

Pterotrachea hippocampus se registró en el nivel 4, cerca del borde de la plataforma (Figura 16).

Pterotrachea sp. Este individuo se registró con una abundancia ‘mínima’ en el nivel 2 frente al Río Coatzacoalcos (Figura 16).

Familia Limacinidae

Limacina bulimoides se presentó en todos los niveles de muestreo con abundancias de ‘mínima’ a ‘elevada’ (Figura 17). La frecuencia de aparición de esta especie fue mayor en el nivel más profundo (95 a 105 m) (Tabla 4).

Limacina trochiformis se observó ampliamente distribuida en la zona de estudio con una abundancia mayor frente a las lagunas del Carmen y Machona y Río Coatzacoalcos en los tres primeros niveles (0-18 m) (Figura 18).

Limacina inflata fue la segunda especie más abundante después de *C. acicula* con sus dos formas (Tabla 3). Su hábitat preferencial fue la región oeste de la zona de estudio. Registró densidades ‘máximas’ (25 a 757 ind/100 m³) en el transecto ubicado frente al Río Coatzacoalcos en todos los niveles de muestreo (Figura 19).

Limacina lesueuri se registró de los 6 a los 105 m, principalmente al borde de la plataforma con abundancias de ‘mínima’ a ‘elevada’. Cabe hacer notar su ausencia en las estaciones del nivel 1 (Figura 20).

Familia Cavolinidae

Cavolinia gibbosa forma *gibbosa* se encontró con una abundancia ‘mínima’ en una estación cercana al borde de la plataforma continental, en el nivel 4 (44-55 m) (Figura 21).

Cavolinia inflexa forma *imitans* se registró al borde de la plataforma continental con una abundancia ‘mínima’ en el nivel más profundo (95-105 m) (Figura 21).

Cavolinia uncinata forma *uncinata* tuvo una amplia distribución en la zona de estudio, siendo más abundante en el nivel 3 (Figura 22, Tabla 4).

Cavolinia sp se registró con un solo espécimen que no pudo ser determinado específicamente, el cual se recolectó al borde de la plataforma en el nivel 2 (Figura 21).

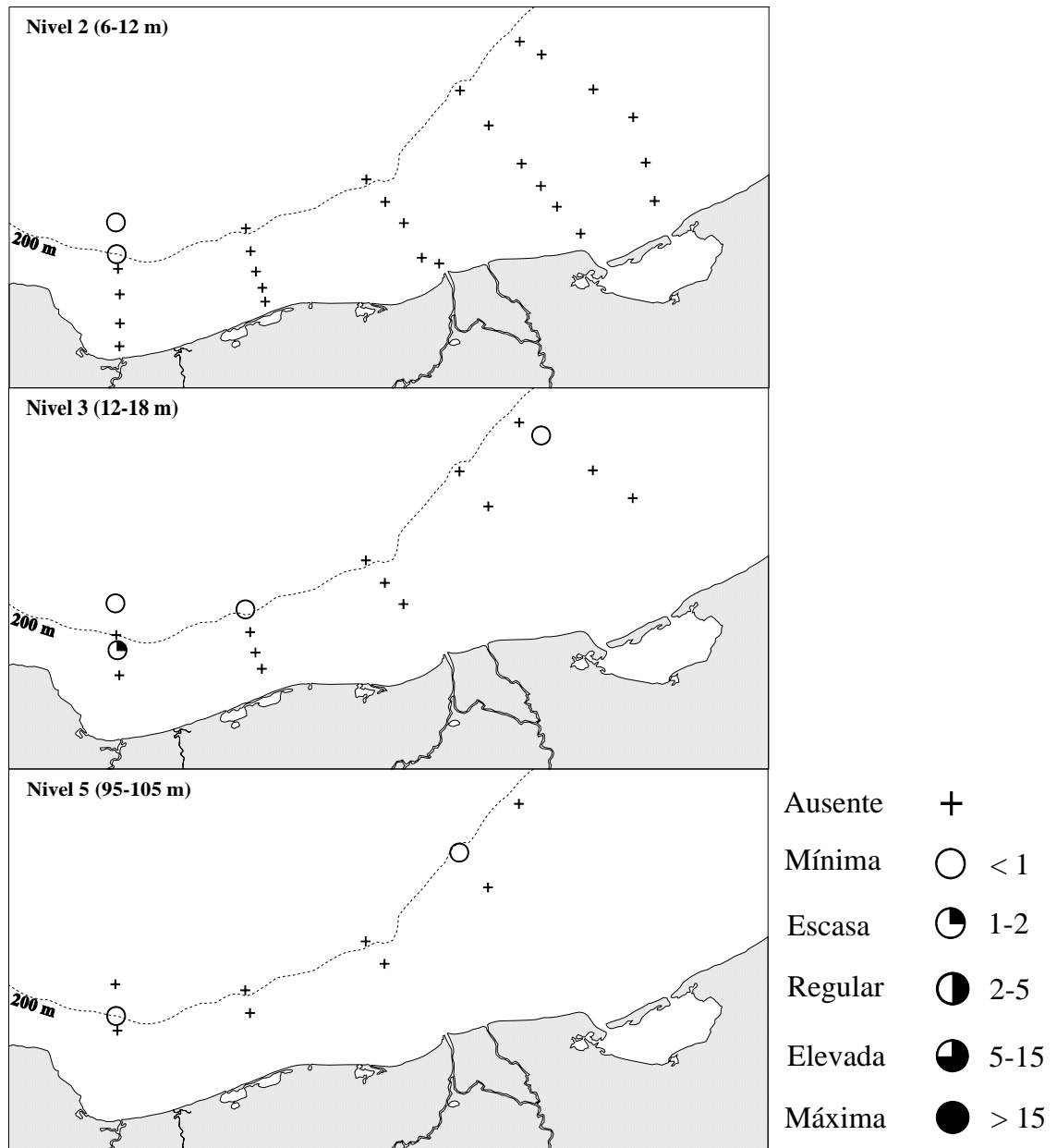


Figura 15. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Pterotrachea coronata* en el sur del Golfo de México.

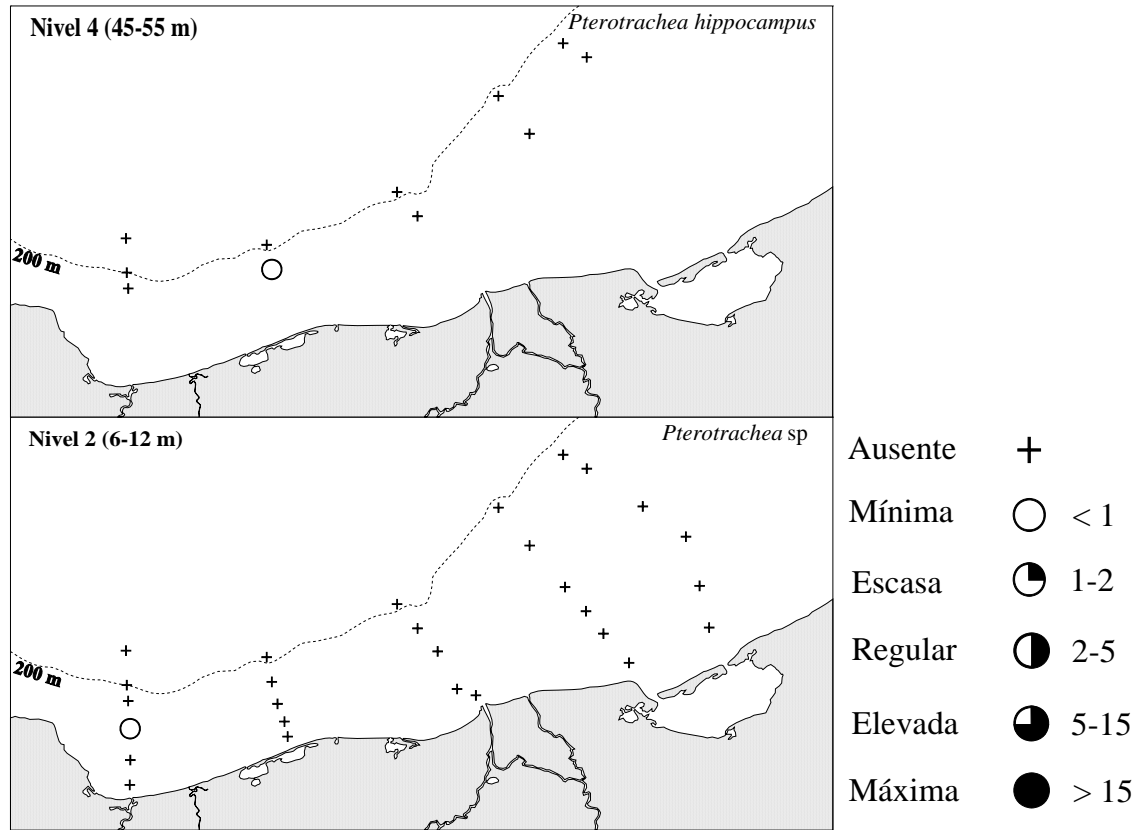


Figura 16. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de dos especies del género *Pterotrachea* en el sur del Golfo de México.

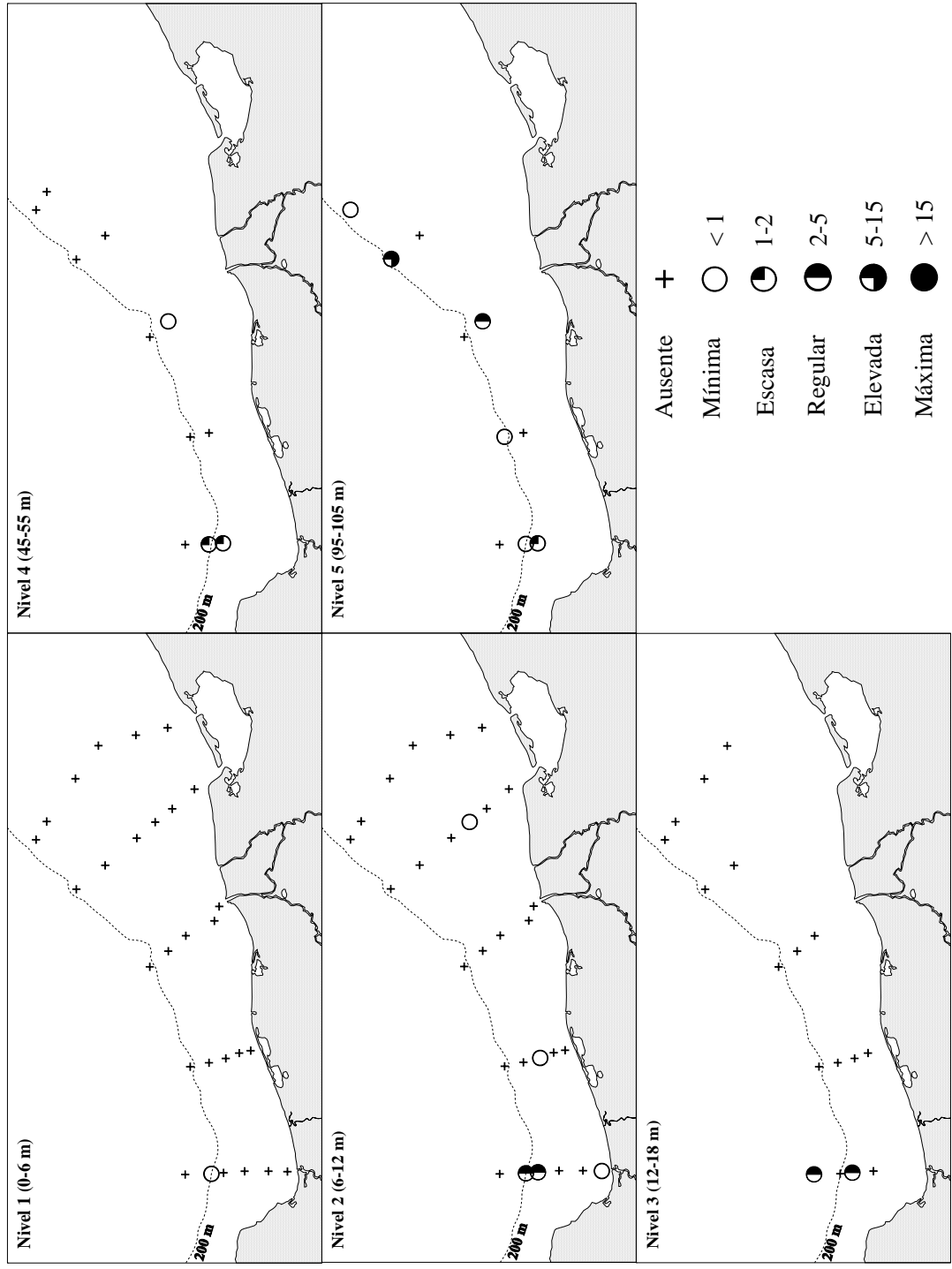


Figura 17. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Limacina butlimoides* en el sur del Golfo de México.

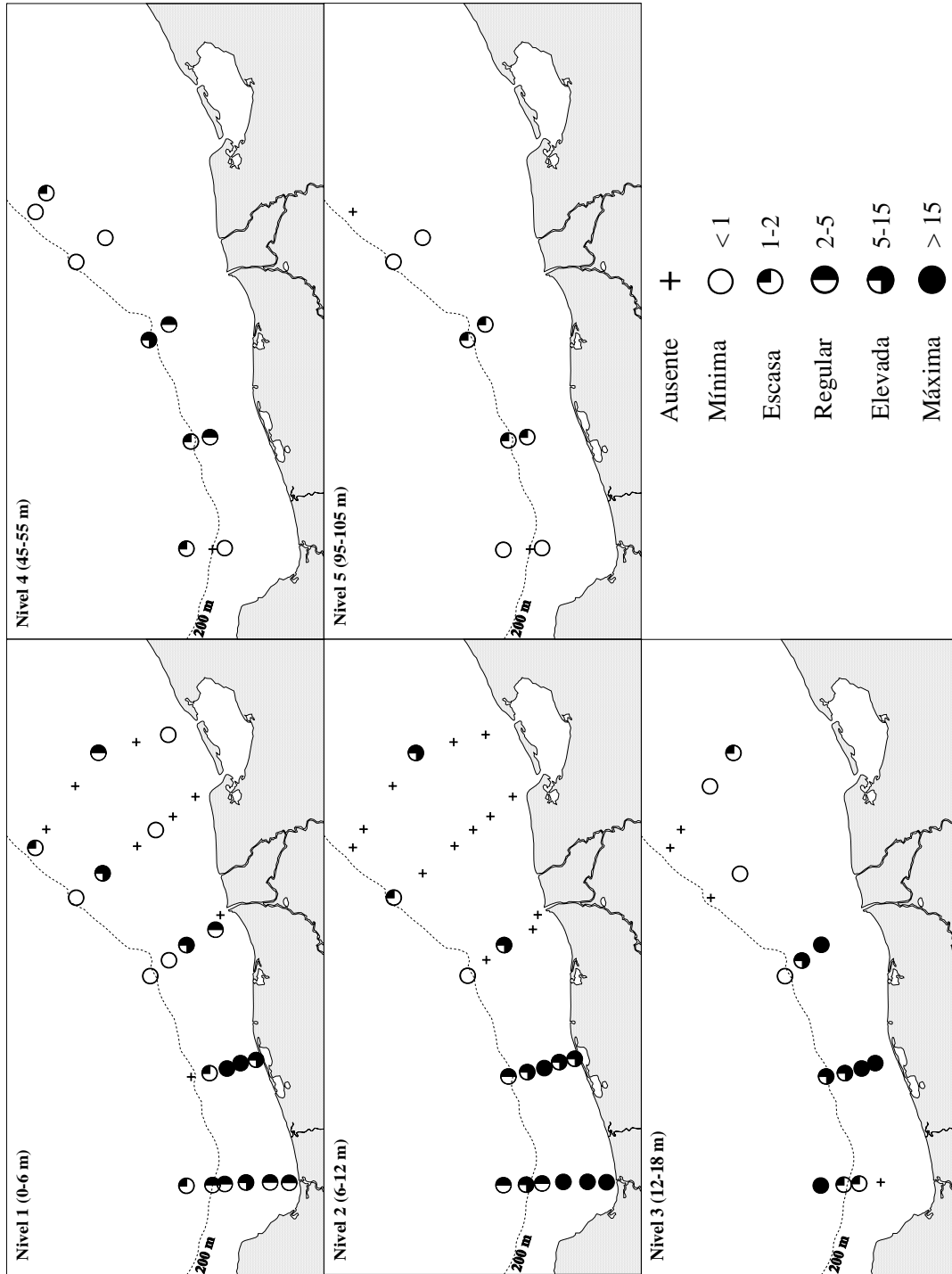


Figura 18. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Limacina trochiformis* en el sur del Golfo de México.

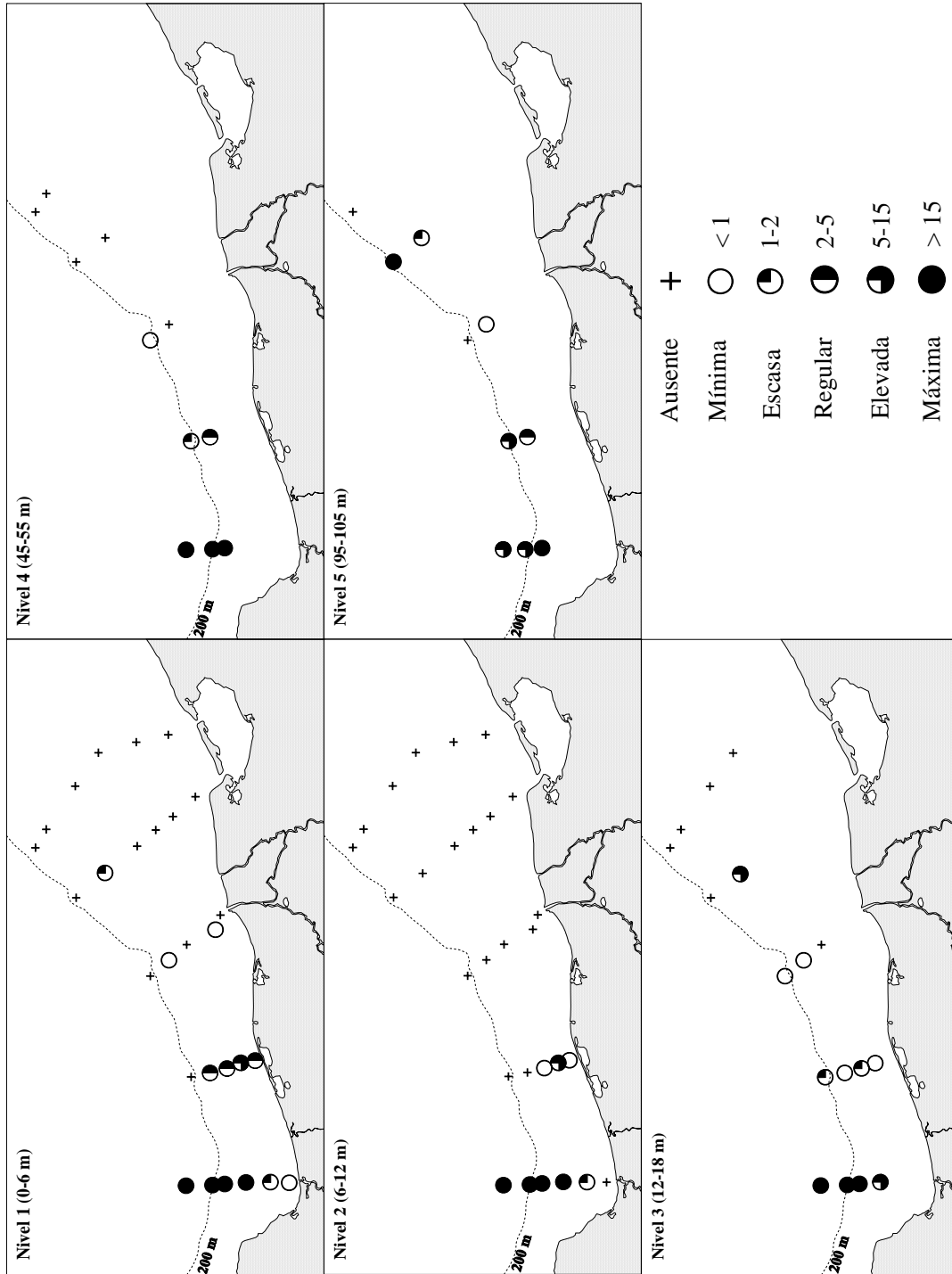


Figura 19. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Limacina inflata* en el sur del Golfo de México.

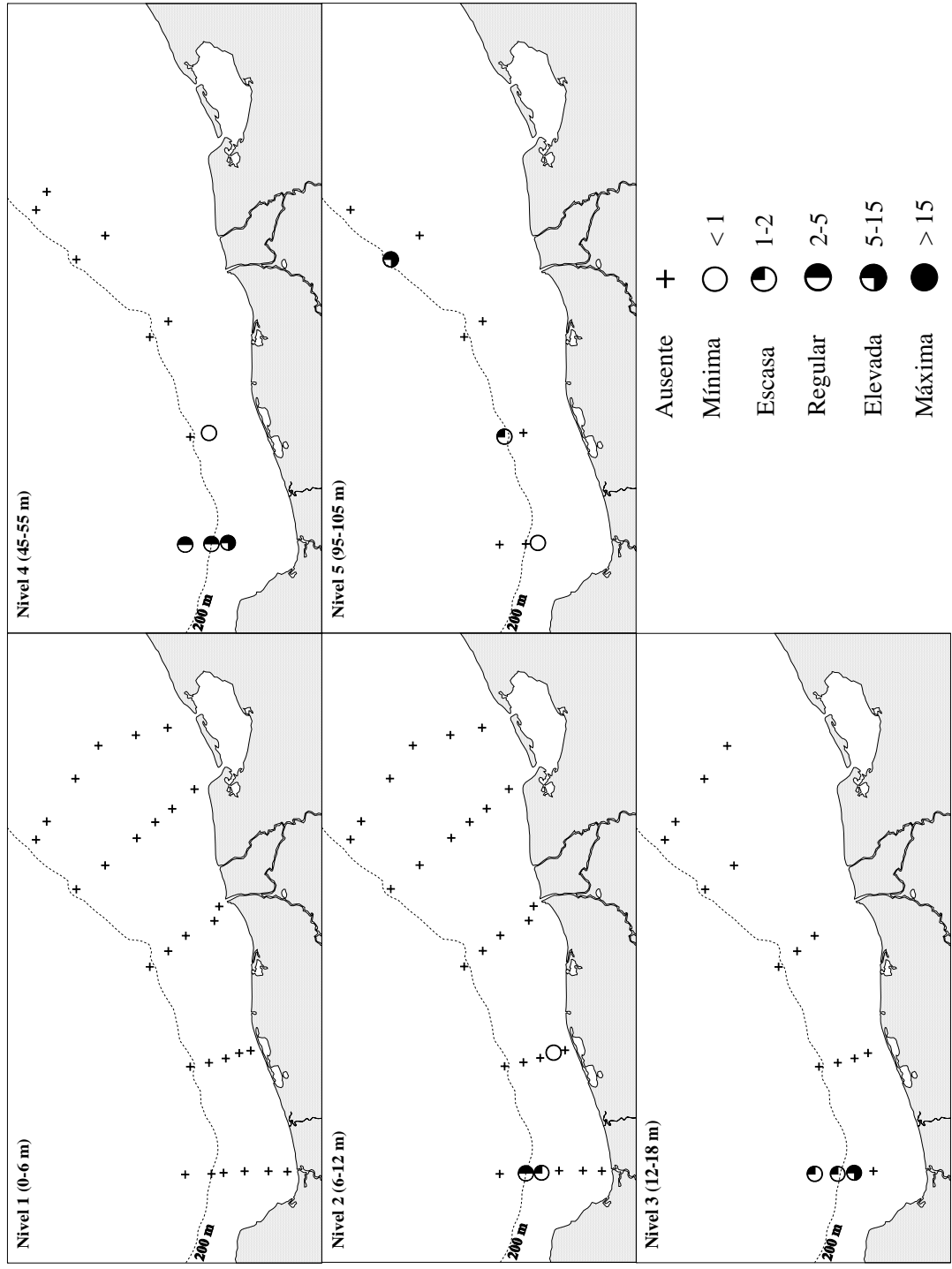


Figura 20. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Limacina lesueuri* en el sur del Golfo de México.

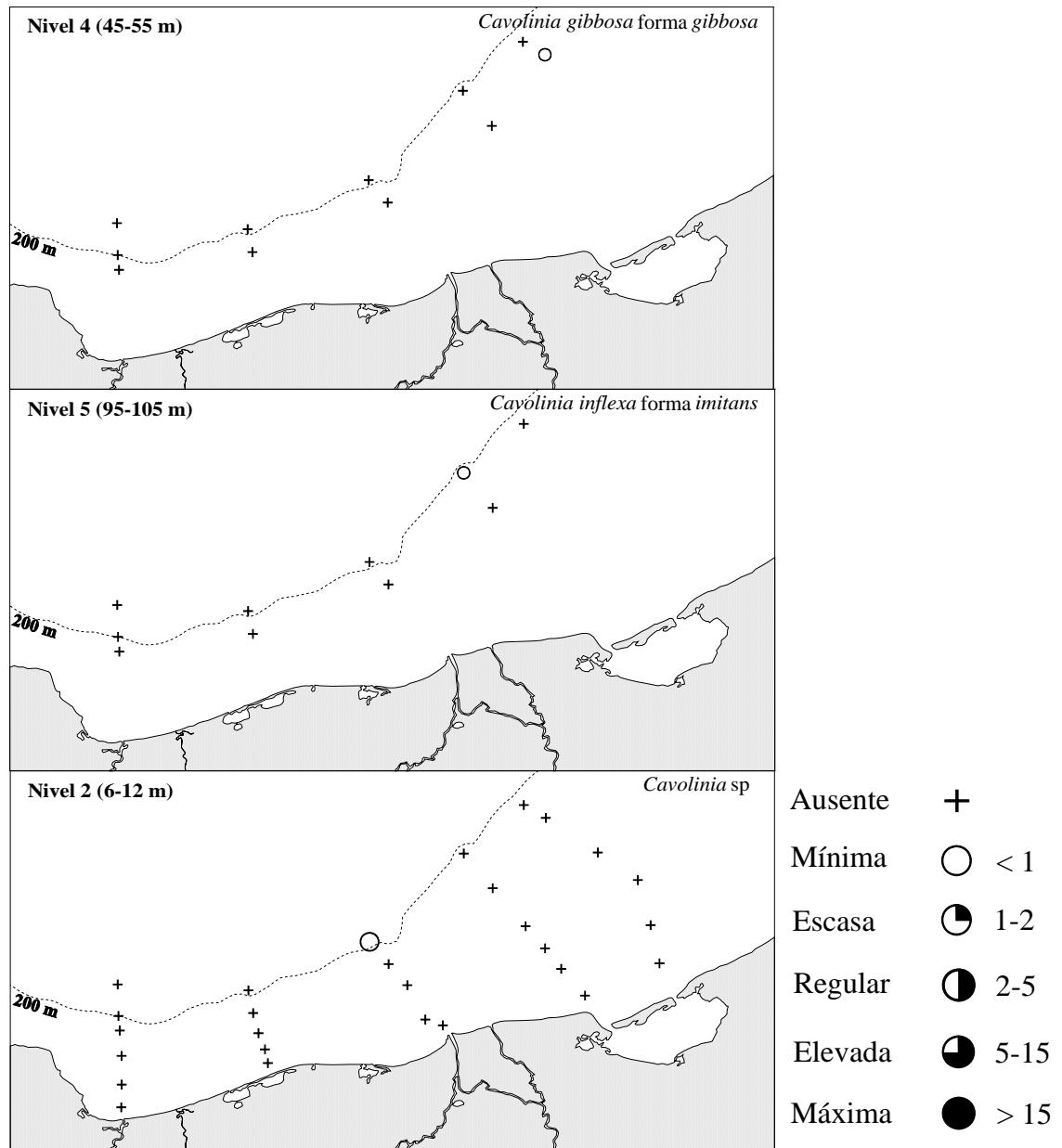


Figura 21. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de tres especies del género *Cavolinia* en el sur del Golfo de México.

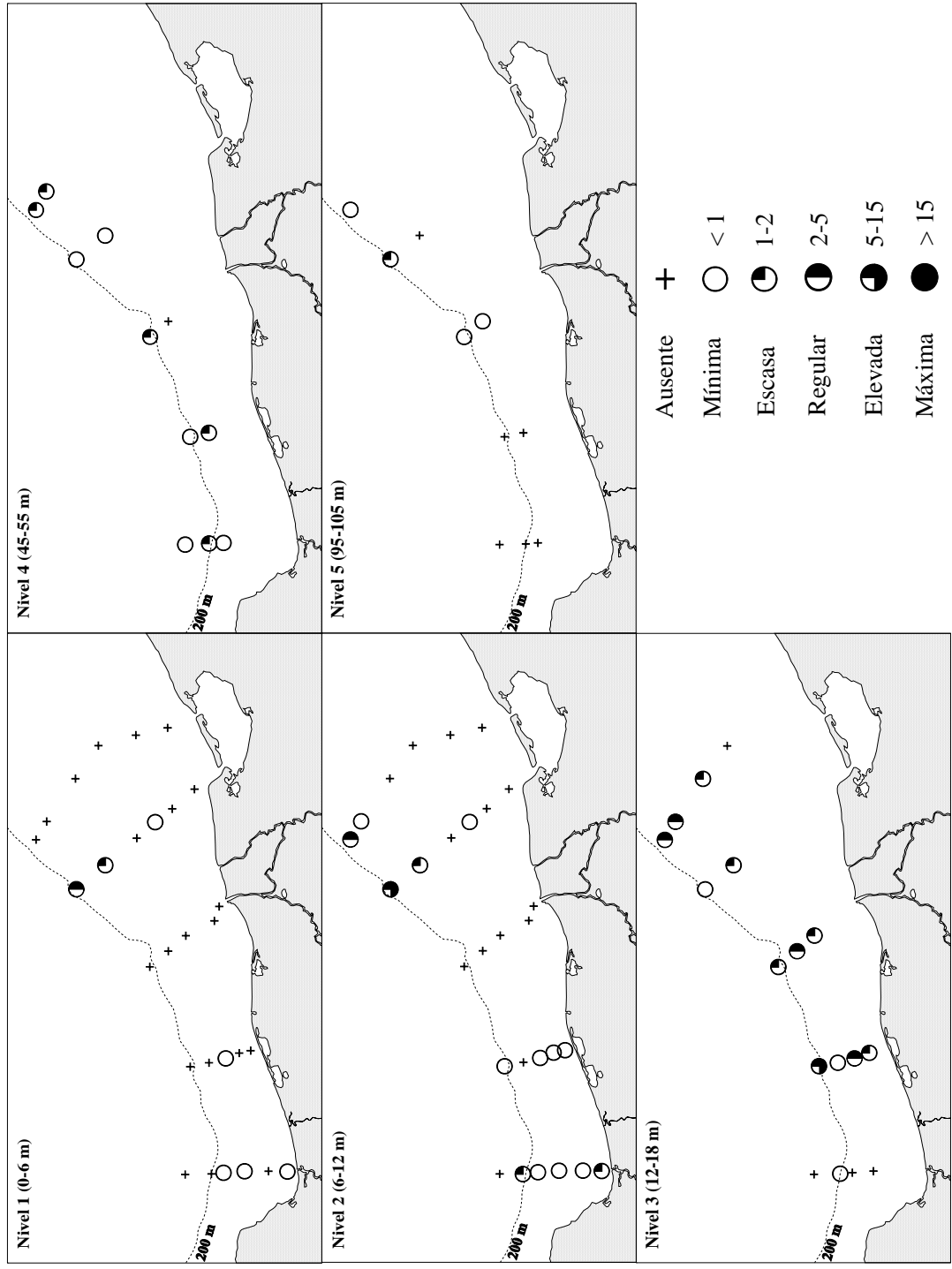


Figura 22. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Cavolinia uncinata* forma *uncinata* en el sur del Golfo de México.

Los juveniles del género *Cavolinia* se localizaron en todos los niveles muestreados con abundancias de ‘mínima’ a ‘máxima’ (Figura 23). En el nivel 3 se registró la mayor frecuencia y densidad promedio (Tabla 4).

Diacavolinia longirostris se presentó en toda la columna de agua (0-105 m), con abundancias de ‘mínima’ a ‘elevada’ (Figura 24).

Diacavolinia sp estuvo representada por 23 individuos muy maltratados, recolectados en el estrato de 0 a 55 m, con densidades menores a ‘regular’ (Figura 25).

Los juveniles del género *Diacavolinia* tuvieron una amplia distribución en la zona de estudio, pero con mayor abundancia en la capa superficial de 0 a los 18 m (Figura 26, Tabla 4).

Diacria danae se recolectó con mayor abundancia frente al Río Coatzacoalcos en los cinco niveles de muestreo (Figura 27).

Diacria major. Los dos individuos pertenecientes a esta especie se encontraron con una abundancia ‘mínima’ y en los dos niveles más profundos al borde de la plataforma continental (Figura 28).

Los juveniles del género *Diacria* se presentaron en los niveles más profundos (Figura 29), a diferencia de los juveniles del género *Diacavolinia*, los cuales fueron más abundantes en la capa superficial (0-18 m).

Clio pyramidata forma *lanceolata* se registró únicamente al borde de la plataforma frente al Río Coatzacoalcos en los niveles intermedios (6 a 55 m) (Figura 30).

Clio pyramidata ca. forma *sulcata* sólo se recolectó al borde de la plataforma frente al Río Coatzacoalcos en el nivel 4 y con abundancia ‘regular’ (Figura 31).

Los juveniles de *Clio* se encontraron al borde de la plataforma en los dos niveles más profundos (Figura 31).

Creseis acicula forma *acicula* fue la más frecuente y se encontró en más del 90% de las estaciones (Tabla 3). La mayor parte de las estaciones de muestreo registraron una abundancia ‘máxima’ (Figura 32), su mayor densidad promedio se observó en el nivel 1 y su mayor frecuencia en los niveles 2 y 4 (Tabla 4). Junto con la forma *clava*, esta especie fue la más abundante (Tabla 3).

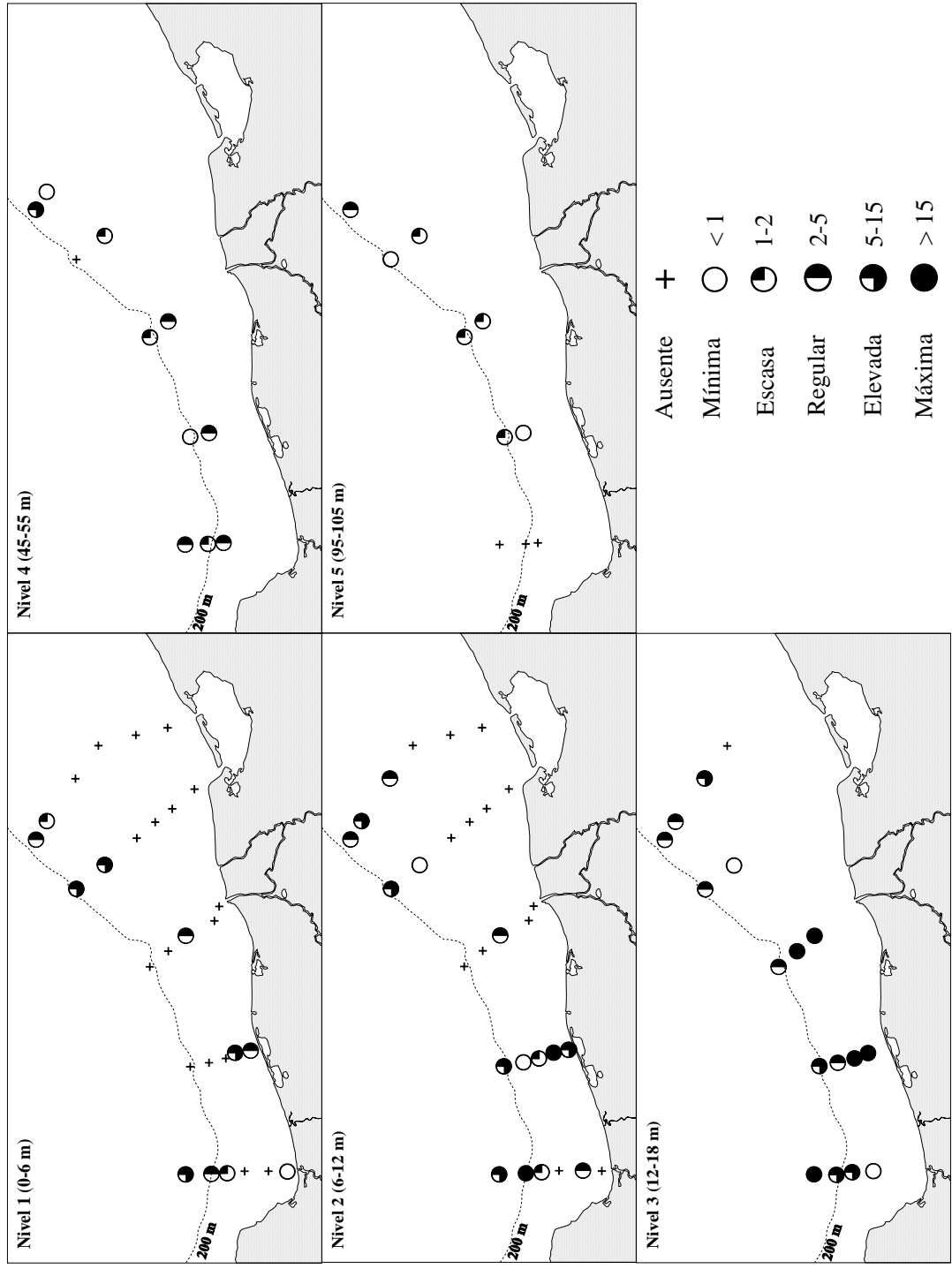


Figura 23. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de juveniles del género *Cavolinia* en el sur del Golfo de México.

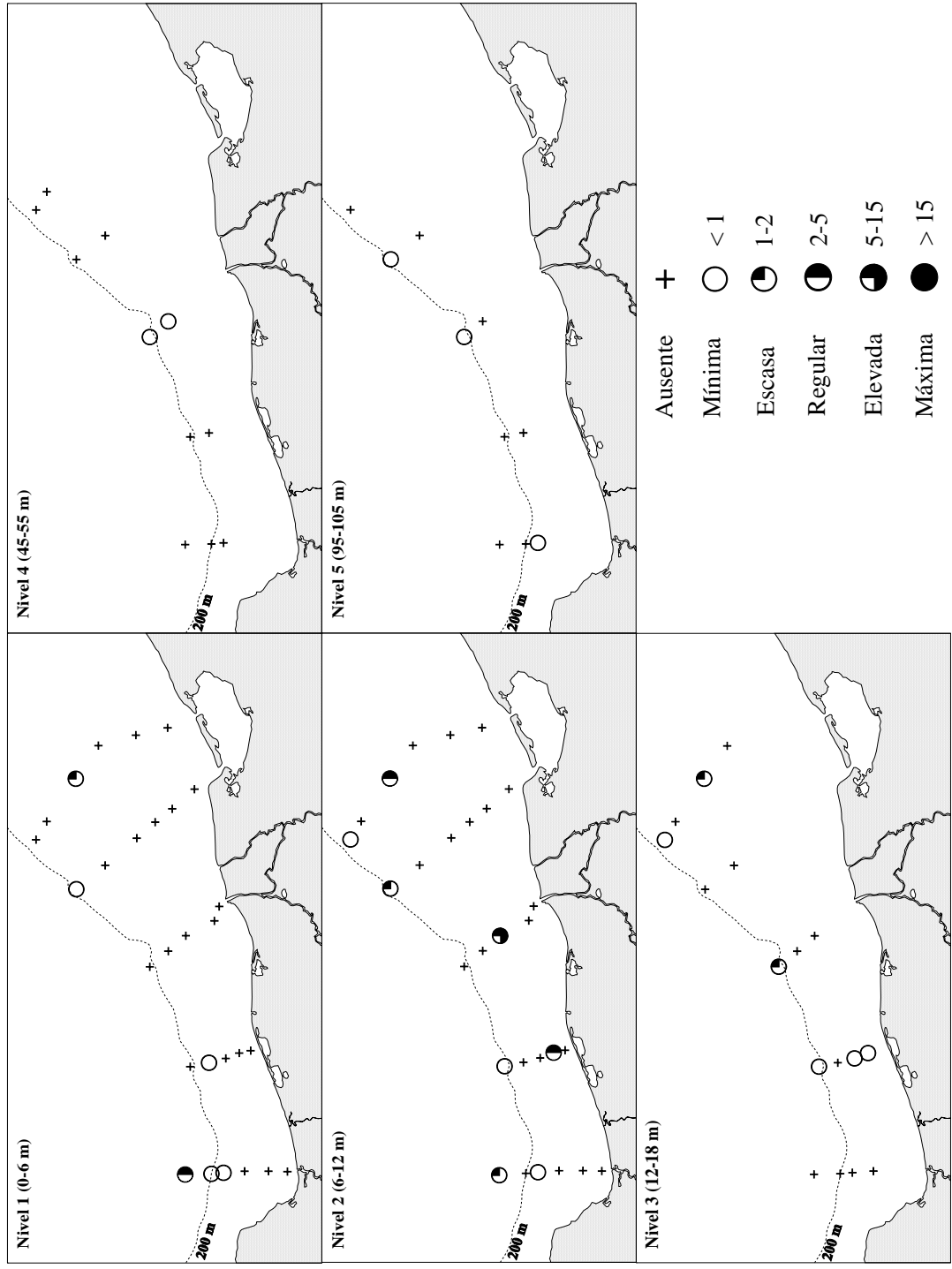


Figura 24. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Diacavolinia longirostris* en el sur del Golfo de México.

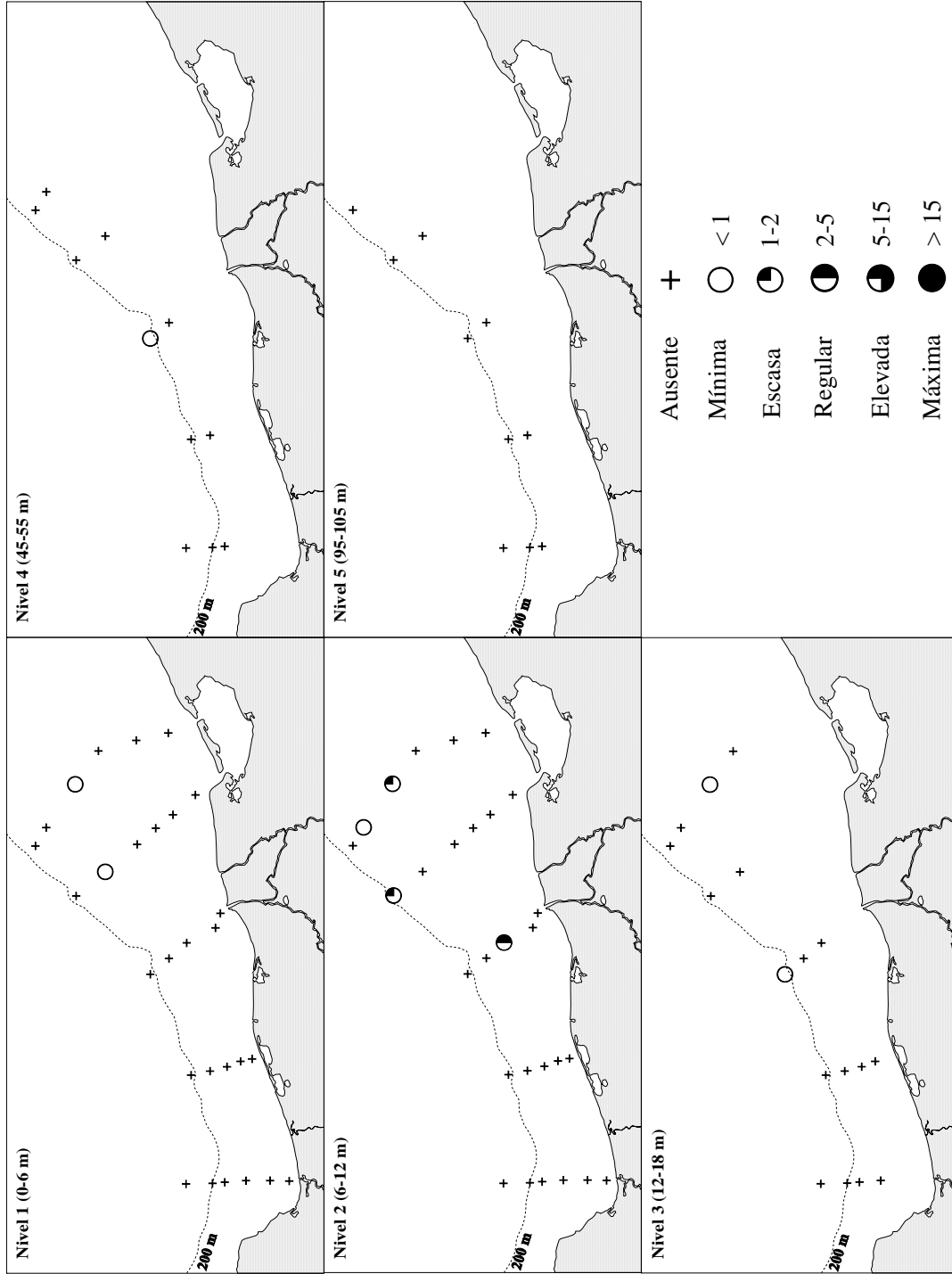


Figura 25. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Diacavolinia* sp en el sur del Golfo de México.

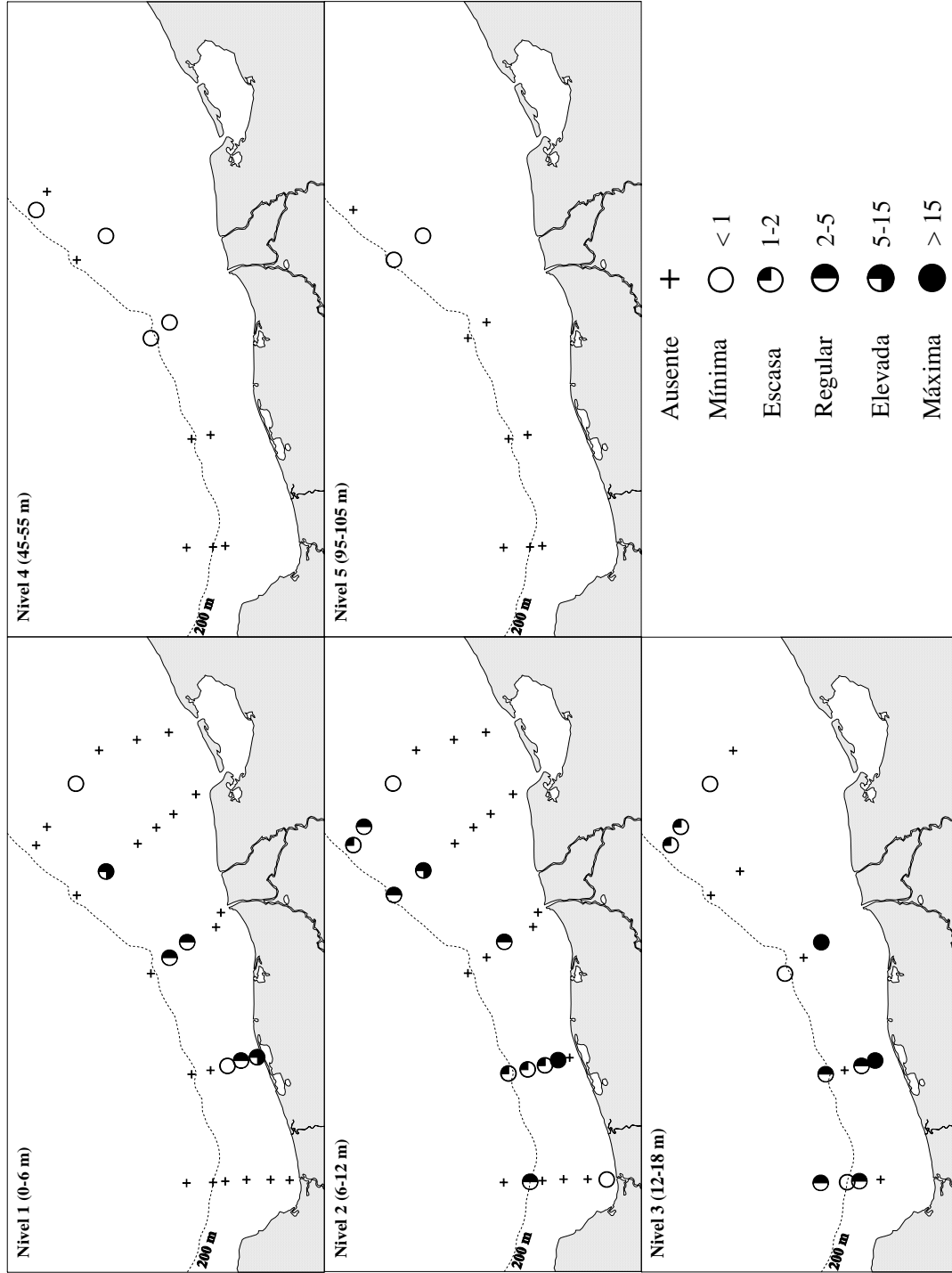


Figura 26. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de juveniles del género *Diacavolinia* en el sur del Golfo de México.

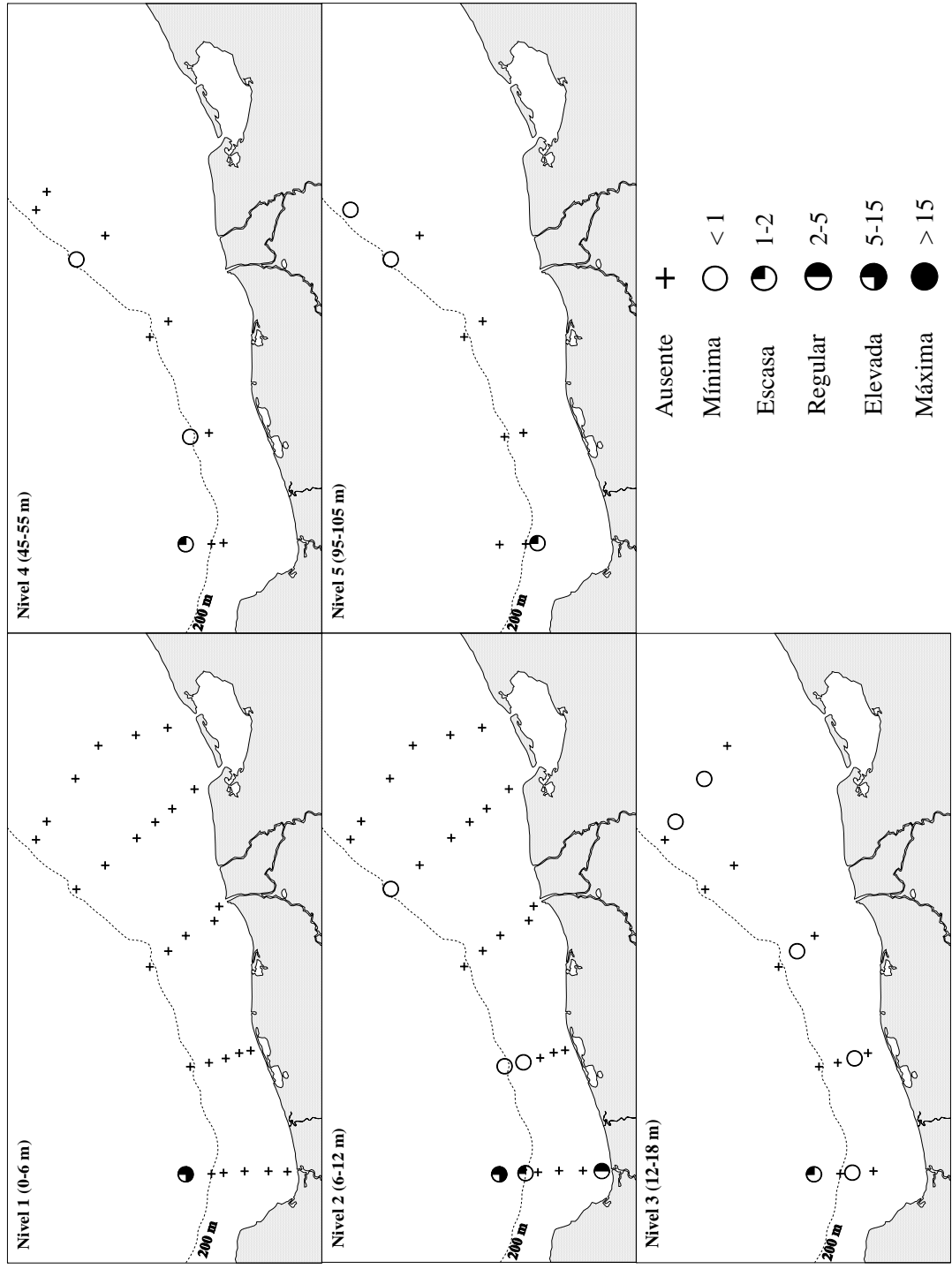


Figura 27. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Diacria danae* en el sur del Golfo de México.

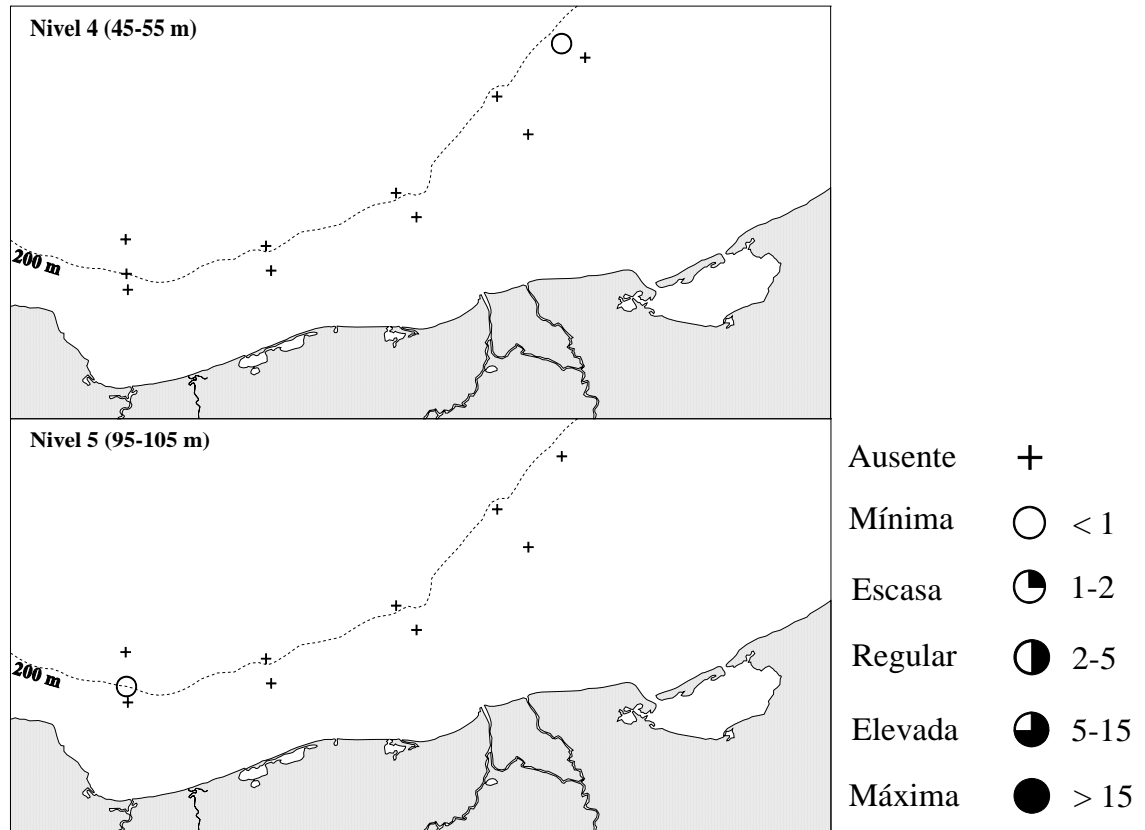


Figura 28. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Diacria major* en el sur del Golfo de México.

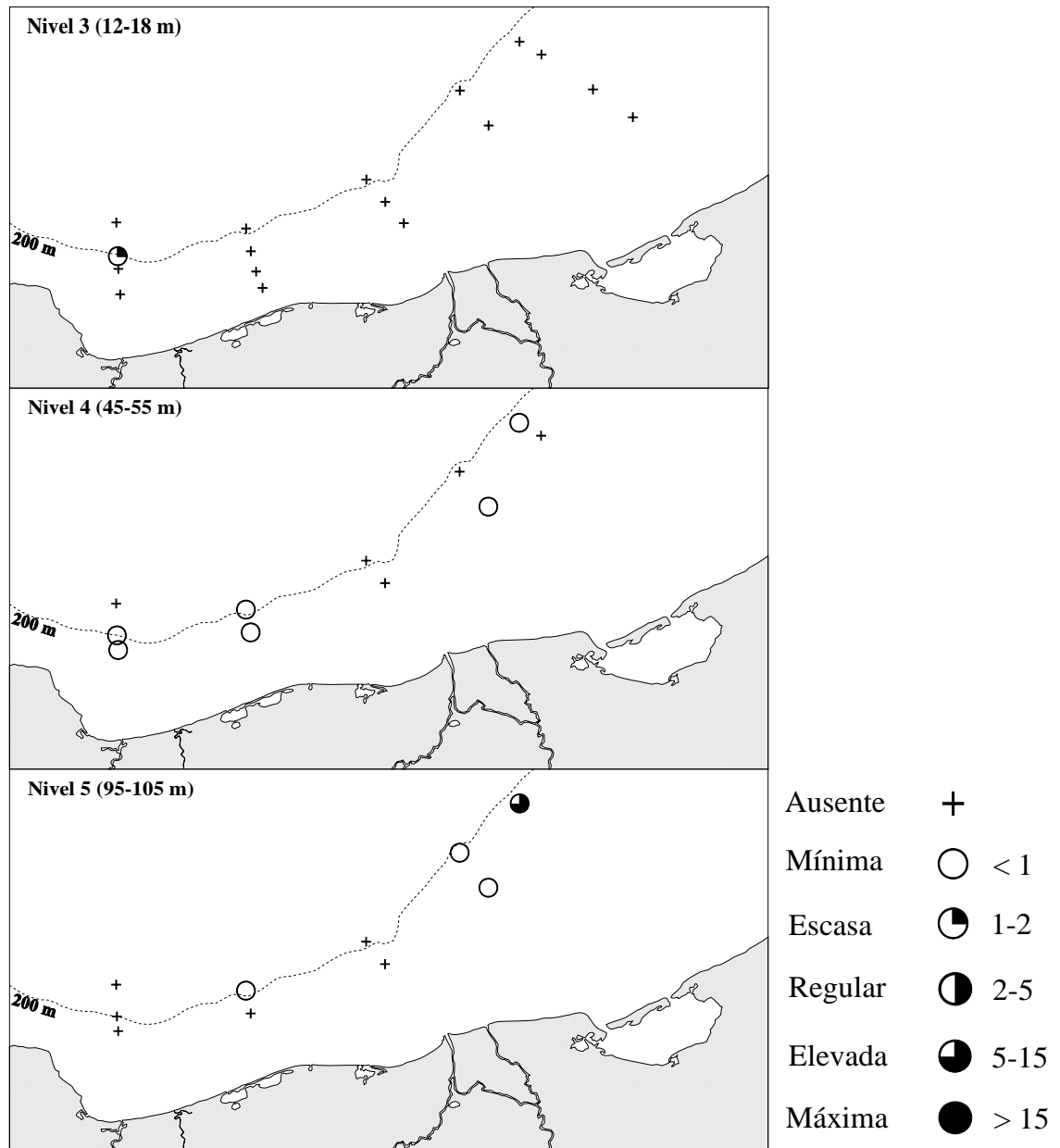


Figura 29. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de juveniles del género *Diacria* en el sur del Golfo de México.

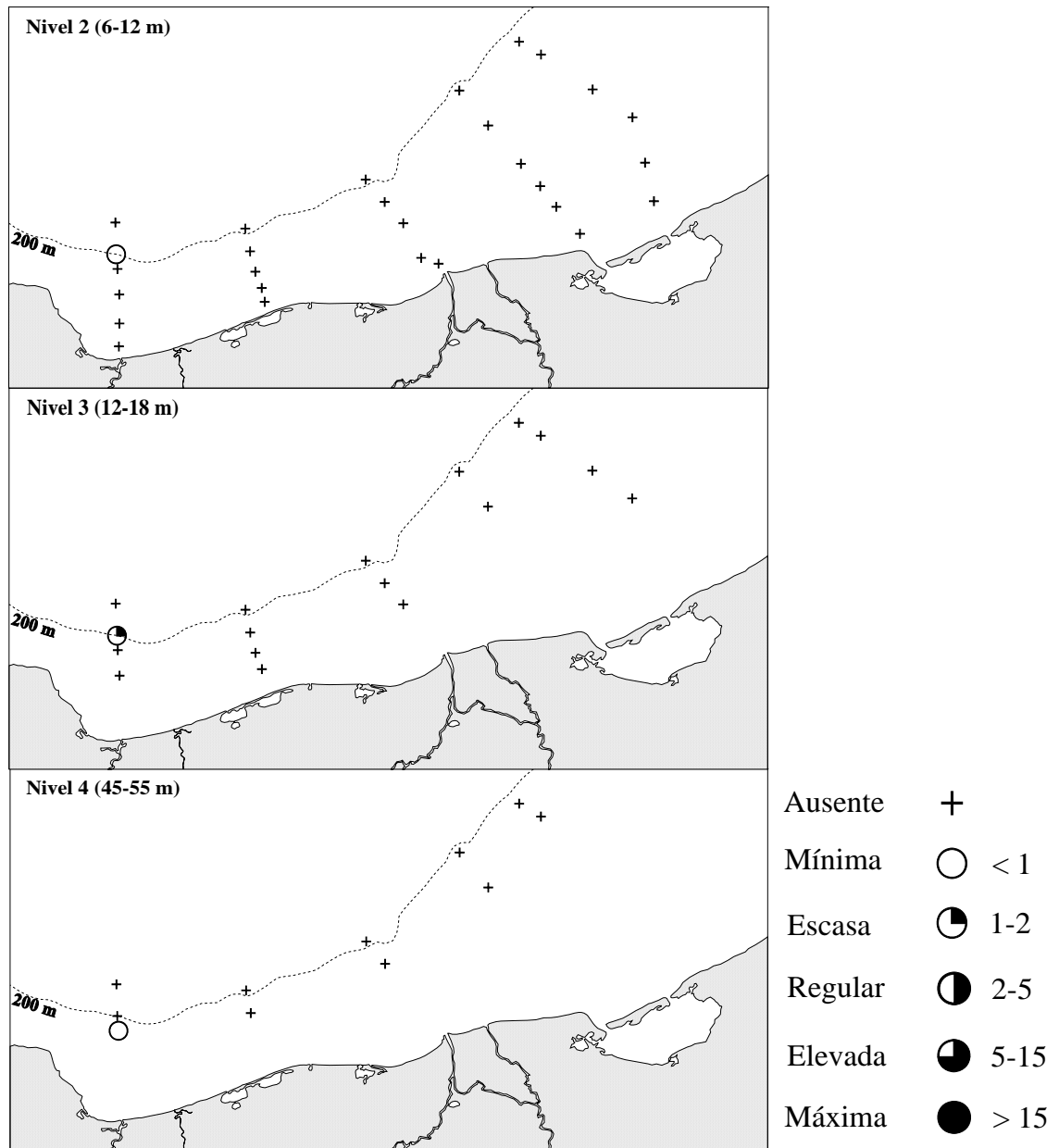


Figura 30. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Clio pyramidata* forma *lanceolata* en el sur del Golfo de México.

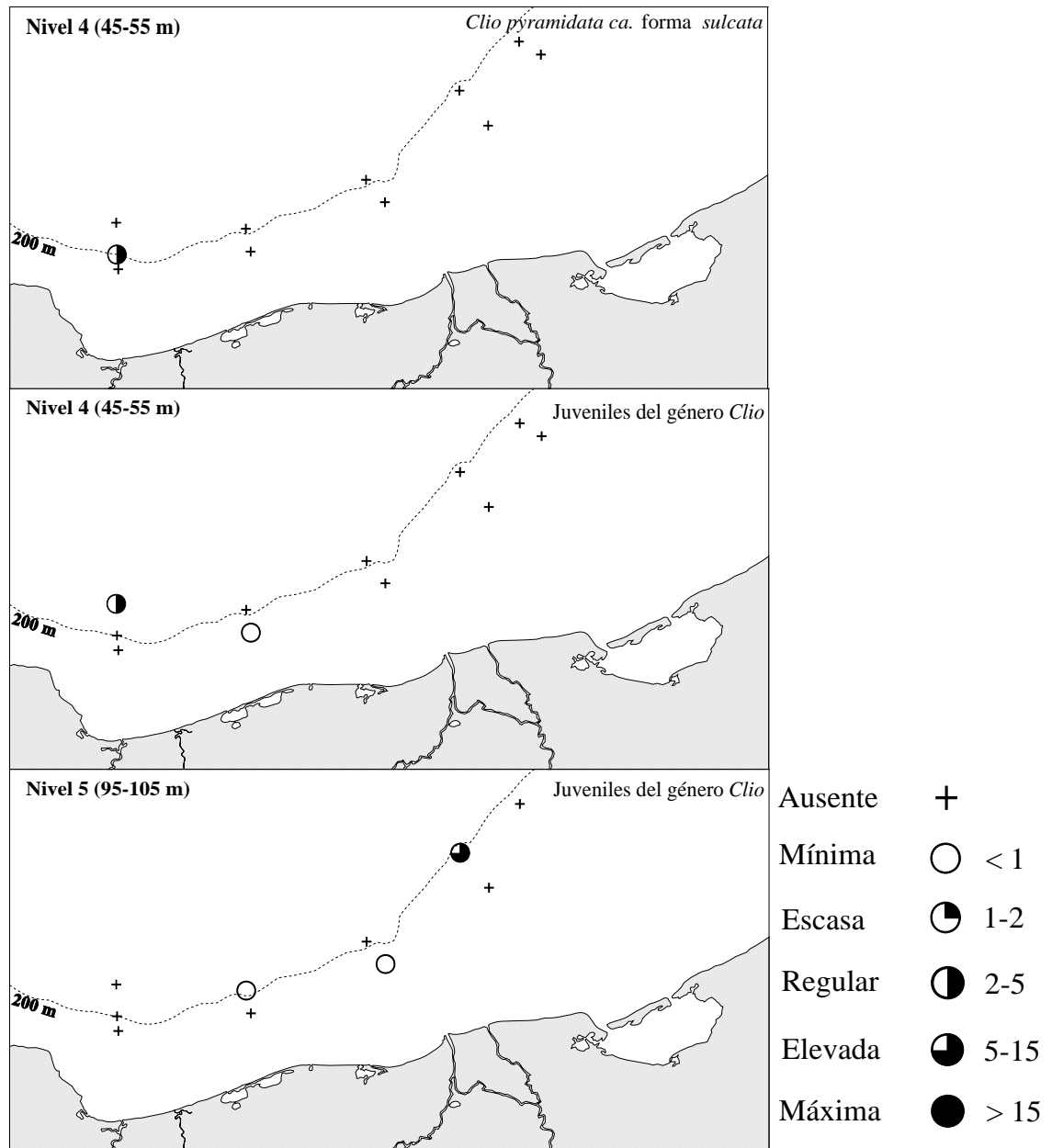


Figura 31. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Clio pyramidata ca. forma sulcata* y juveniles del género *Clio* en el sur del Golfo de México.

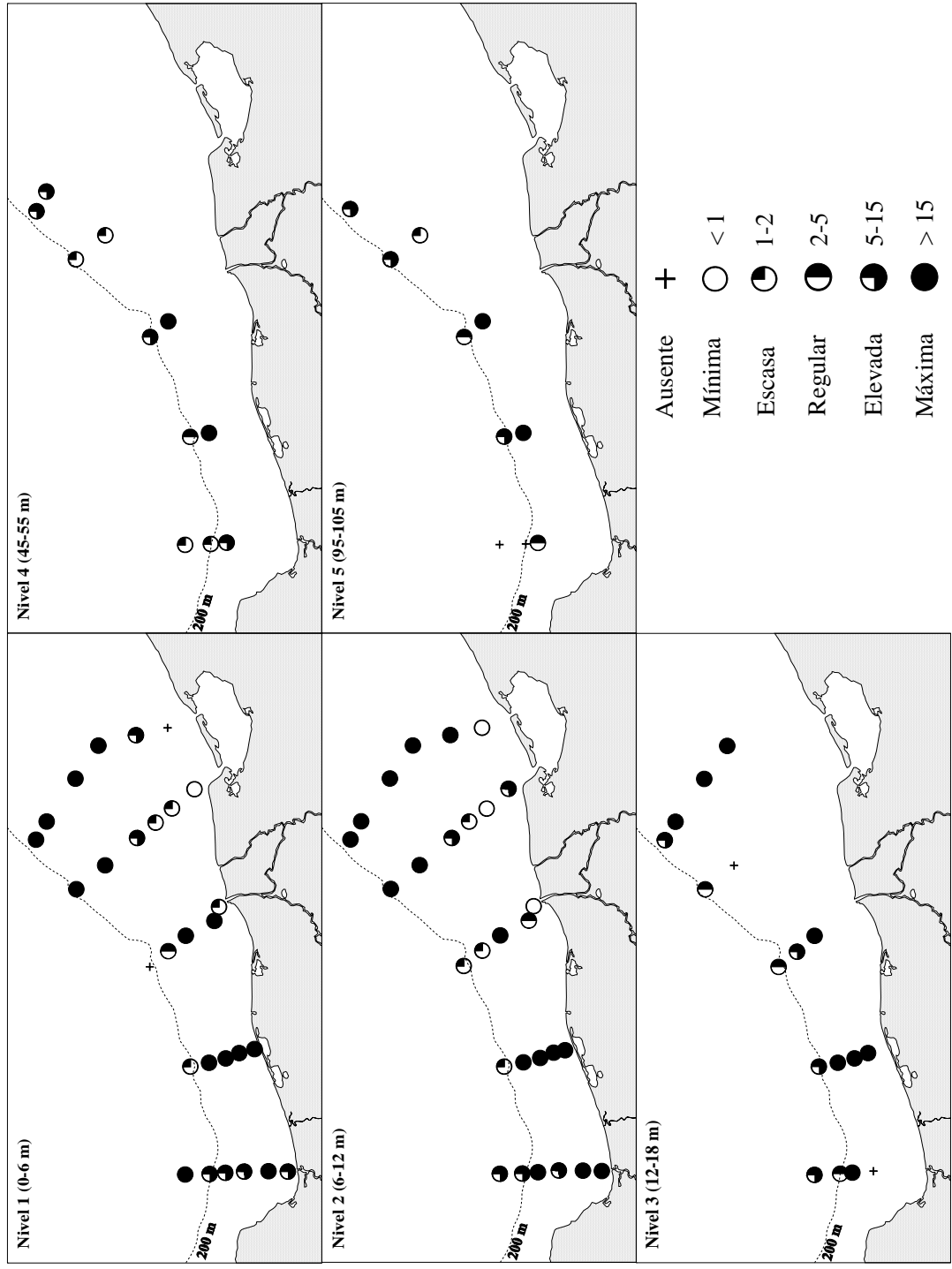


Figura 32. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Creseis acicula* forma *acicula* en el sur del Golfo de México.

Creseis acicula forma *clava* fue visiblemente más abundante en el transecto frente a las lagunas del Carmen y Machona especialmente en los niveles 1 a 3 (Figura 33), en los cuales se observó la mayor frecuencia y densidad promedio (Tabla 4).

Creseis virgula forma *virgula* se observó más abundante frente a las lagunas del Carmen y Machona en los tres primeros niveles de muestreo (Figura 34).

Hyalocylis striata tuvo una amplia distribución en la zona estudiada (Figura 35). Su densidad promedio por nivel fue muy homogénea (Tabla 4).

Styliola subula. Aunque estuvo presente en todos los niveles de muestreo, se registró principalmente en estaciones al borde de la plataforma con abundancias menores a 'elevada' (Figura 36).

Cuvierina columnella forma *atlantica* se registró sólo al borde de la plataforma en los niveles 1, 2 y 5, con abundancias 'mínima' y 'escasa' (Figura 37).

Familia Cymbuliidae

Corolla cupula se registró en los niveles 2, 4 y 5 con una abundancia 'mínima' (Figura 38).

Corolla spectabilis sólo se localizó en el nivel 3, en el transecto ubicado frente al Río Grijalva-Usumacinta, cerca del borde de la plataforma (Figura 39).

Corolla intermedia. El único individuo de esta especie se encontró frente a la Laguna de Términos en el nivel 5 (Figura 39).

Corolla sp. Se presentó en los tres últimos niveles con una abundancia 'mínima' (Figura 40).

Familia Peraclididae

Peraclis apicifulva se distribuyó a lo largo del borde de la plataforma en el último nivel (95-105 m) (Figura 41).

Peraclis reticulata. Al igual que la especie anterior, esta especie se registró sólo en el nivel 5 con una abundancia 'mínima' al borde de la plataforma (Figura 41).

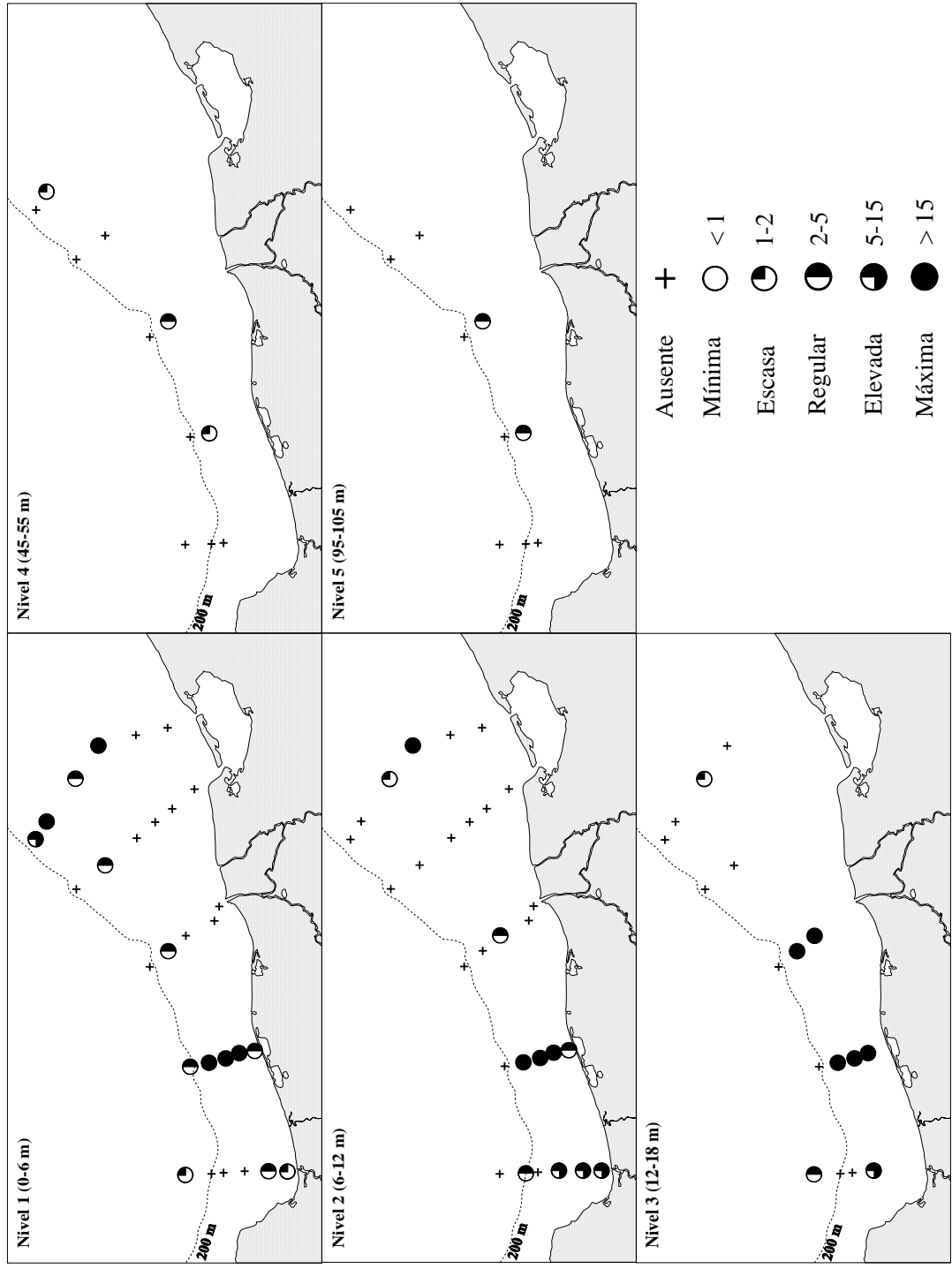


Figura 33. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Creseis acicula* forma *clava* en el sur del Golfo de México.

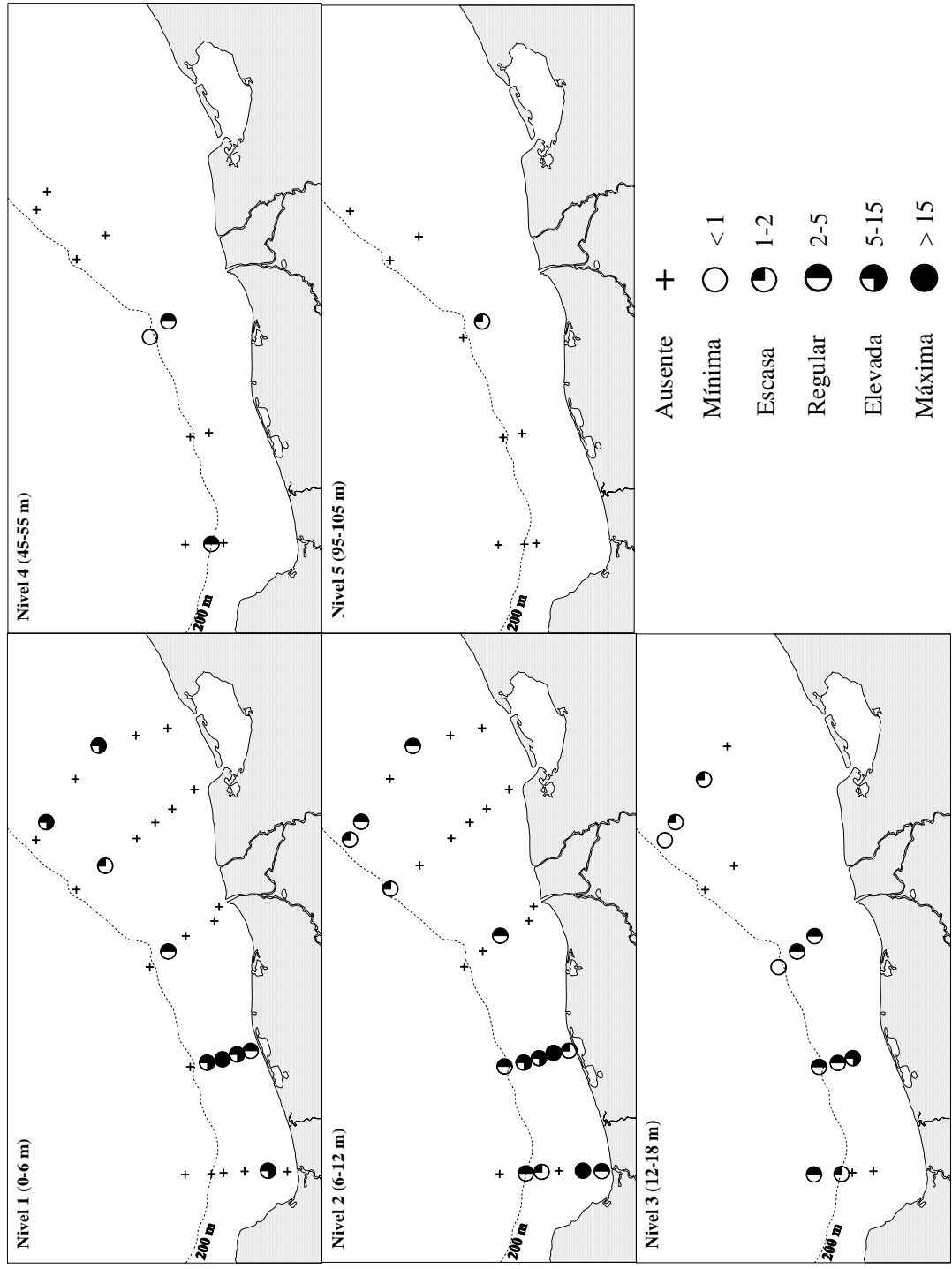


Figura 34. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Creseis virgula* forma *virgula* en el sur del Golfo de México.

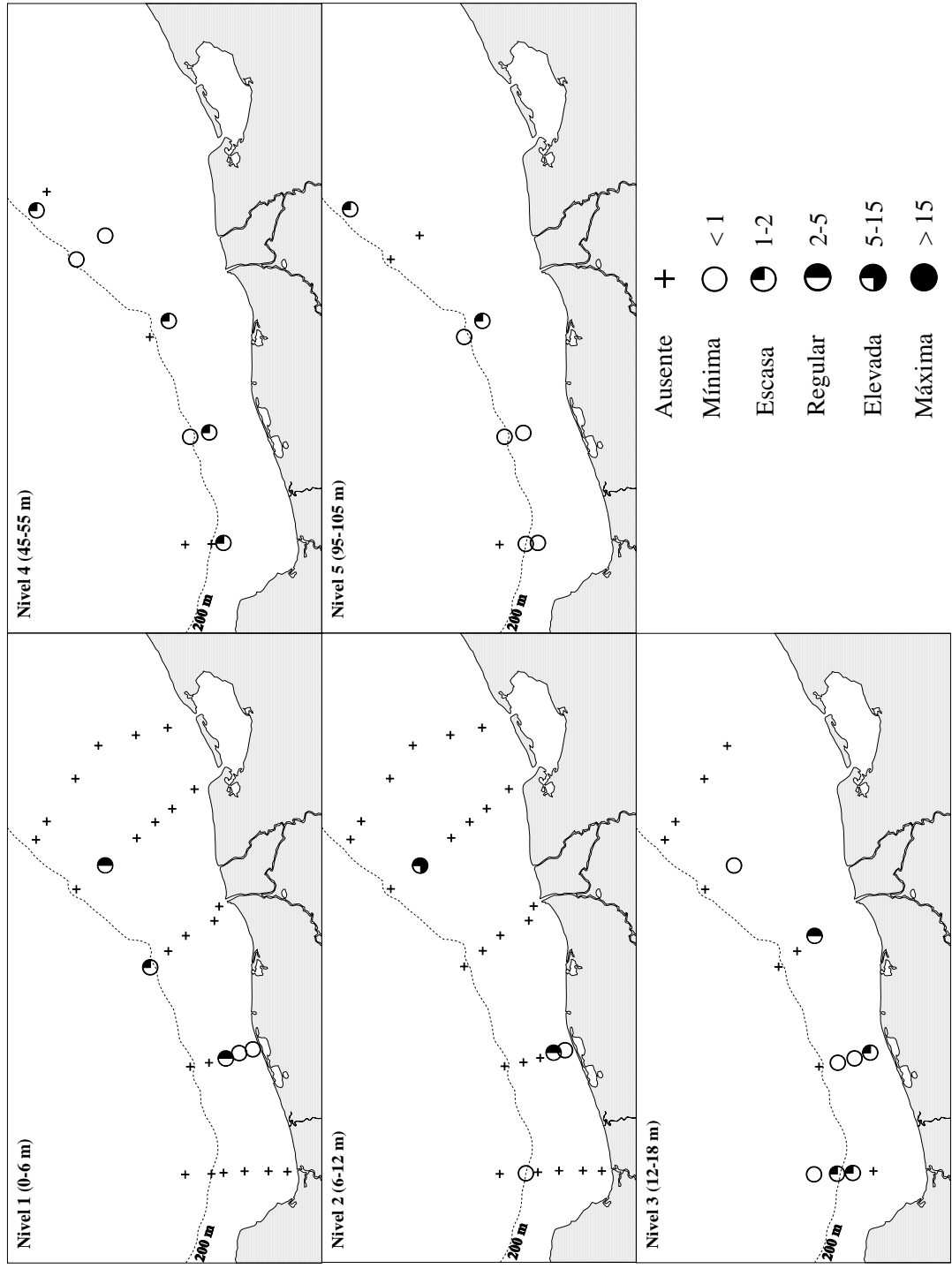


Figura 35. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Hyalocylis striata* en el sur del Golfo de México.

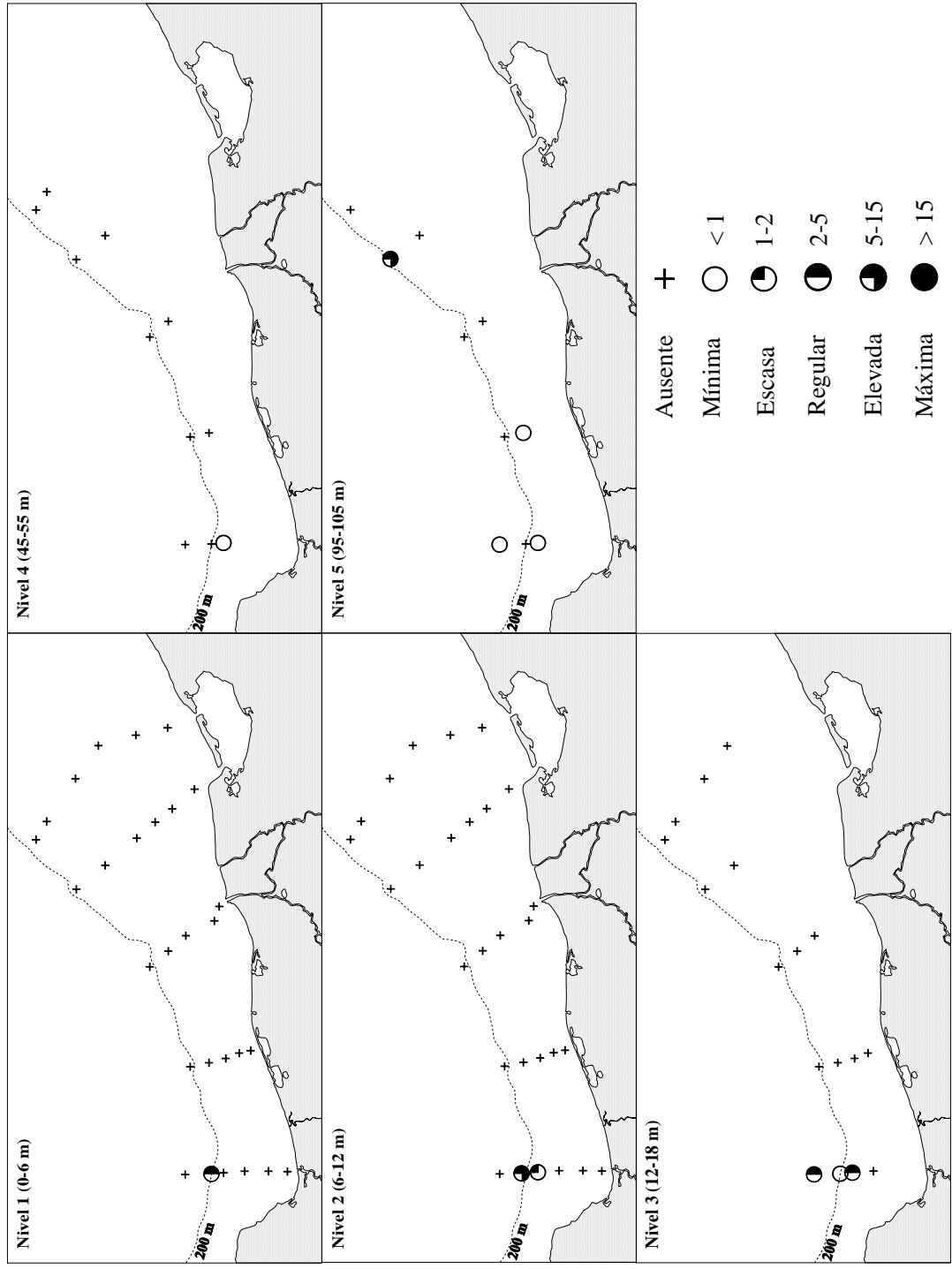


Figura 36. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Styliola subula* en el sur del Golfo de México.

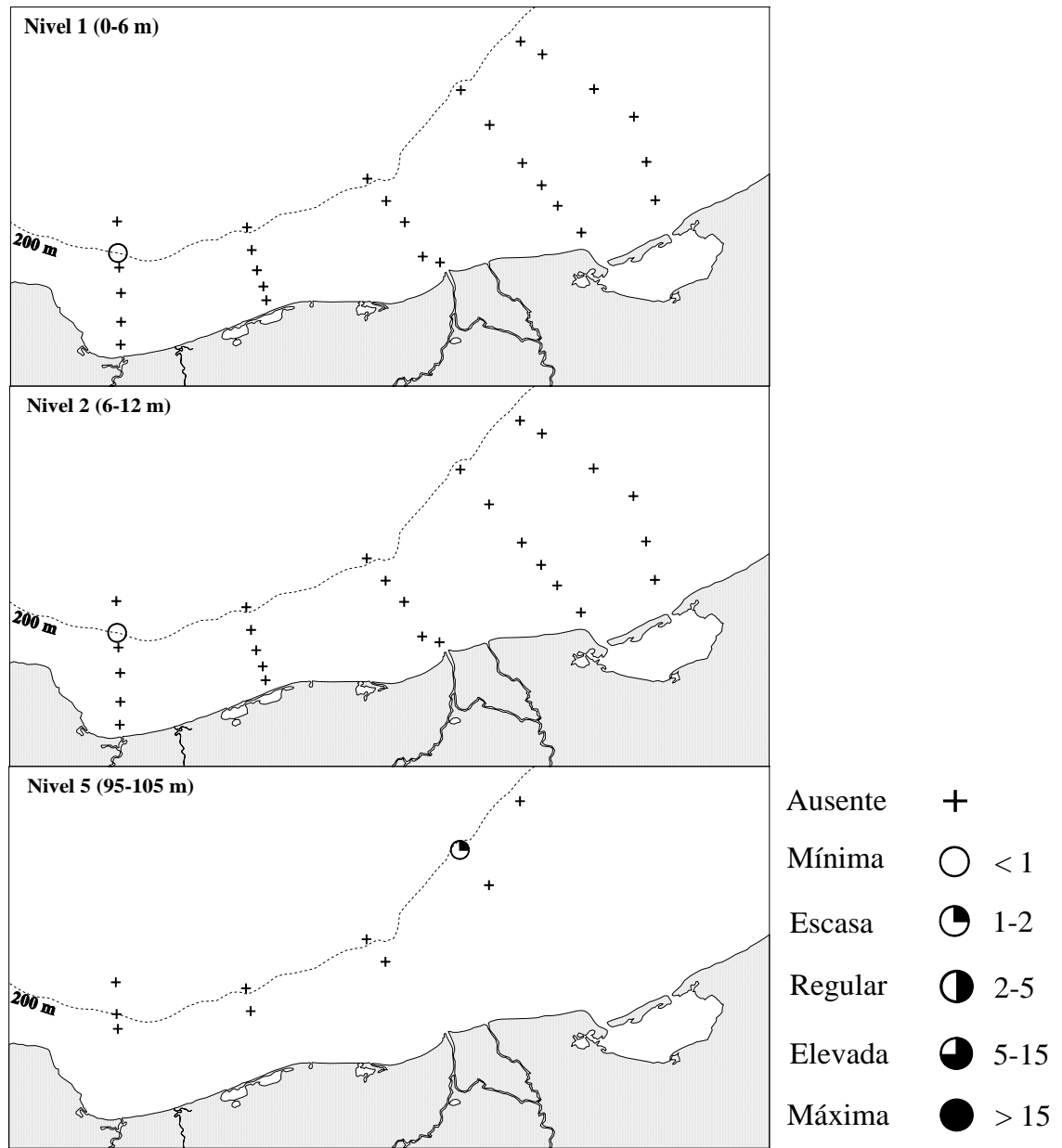


Figura 37. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Cuvierina columnella* forma *atlantica* en el sur del Golfo de México.

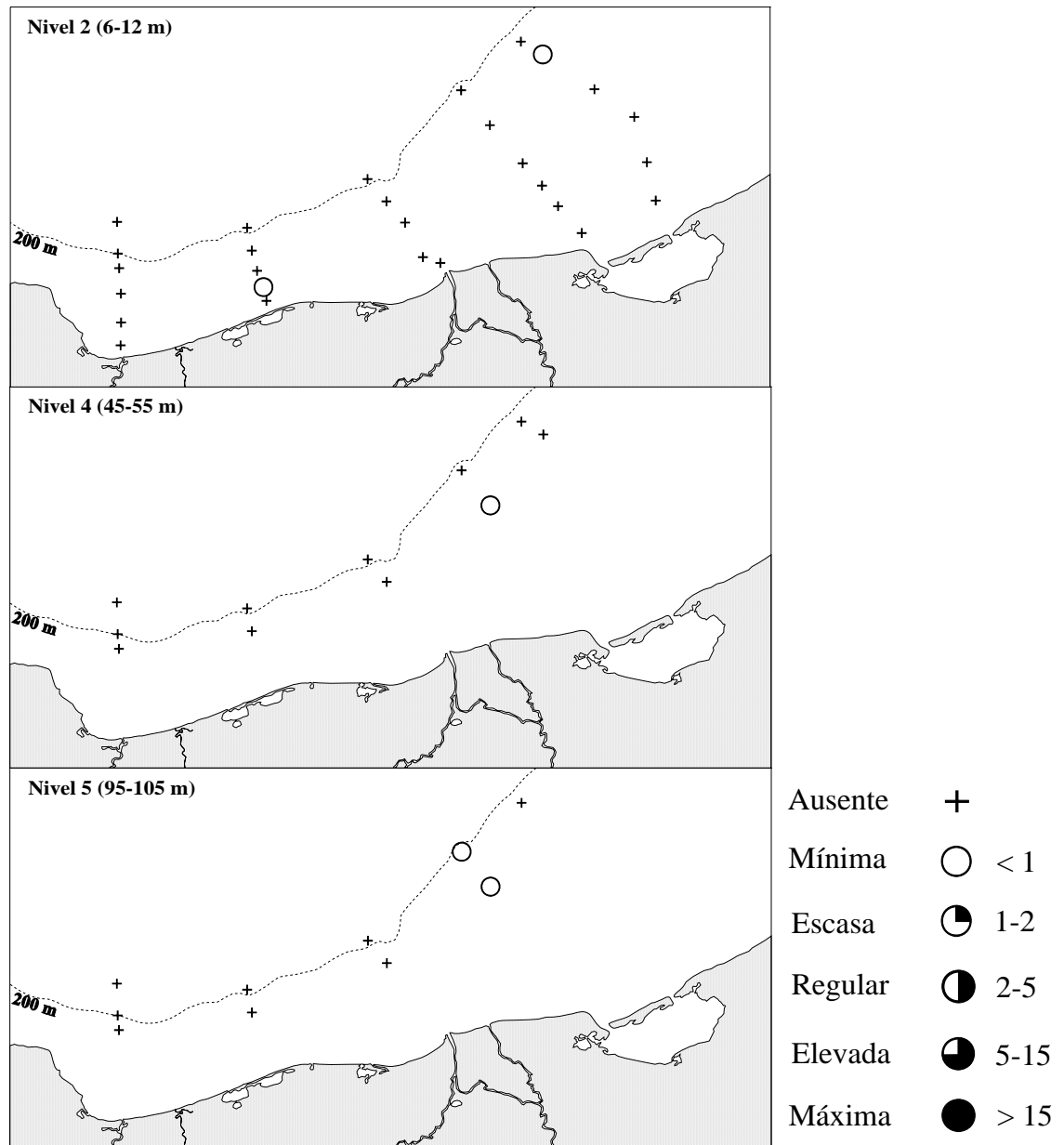


Figura 38. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Corolla cupula* en el sur del Golfo de México.

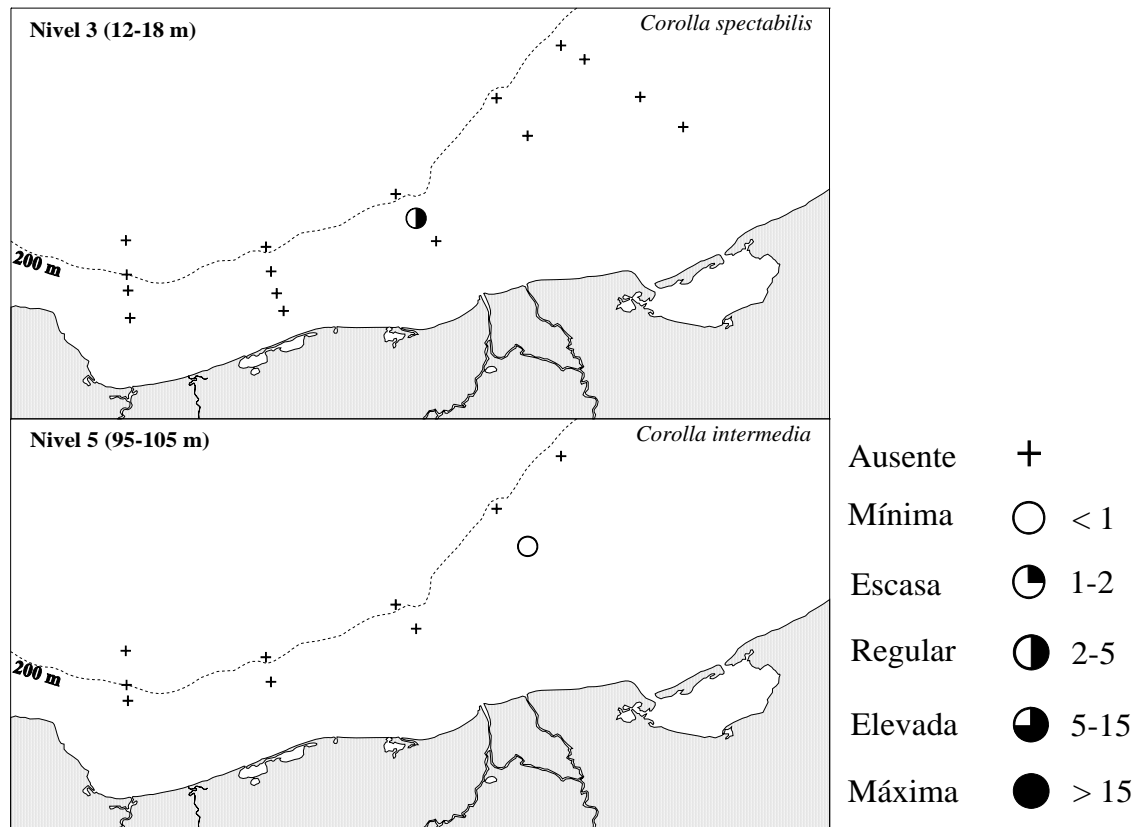


Figura 39. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de dos especies del género *Corolla* en el sur del Golfo de México.

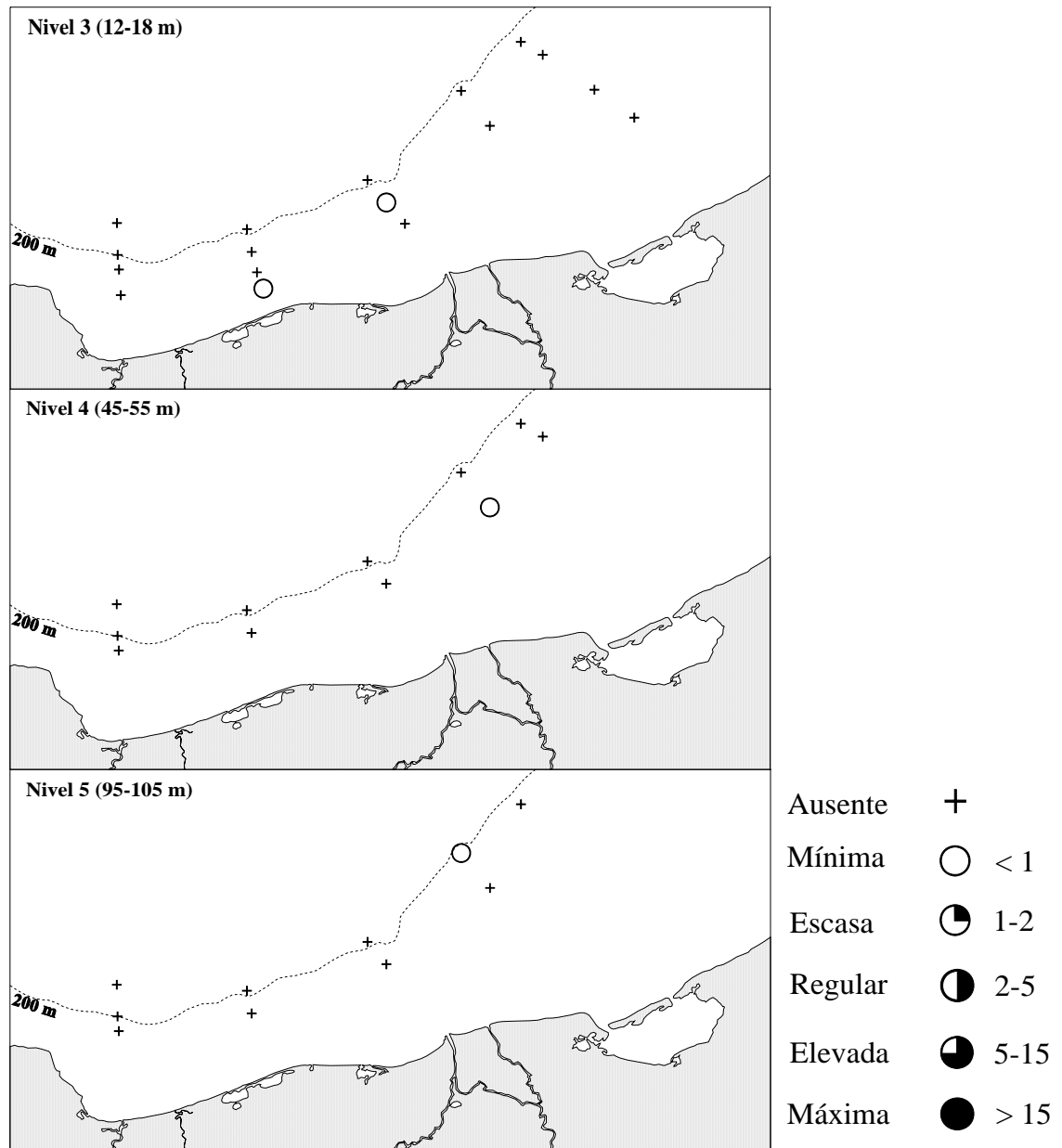


Figura 40. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Corolla* spp en el sur del Golfo de México.

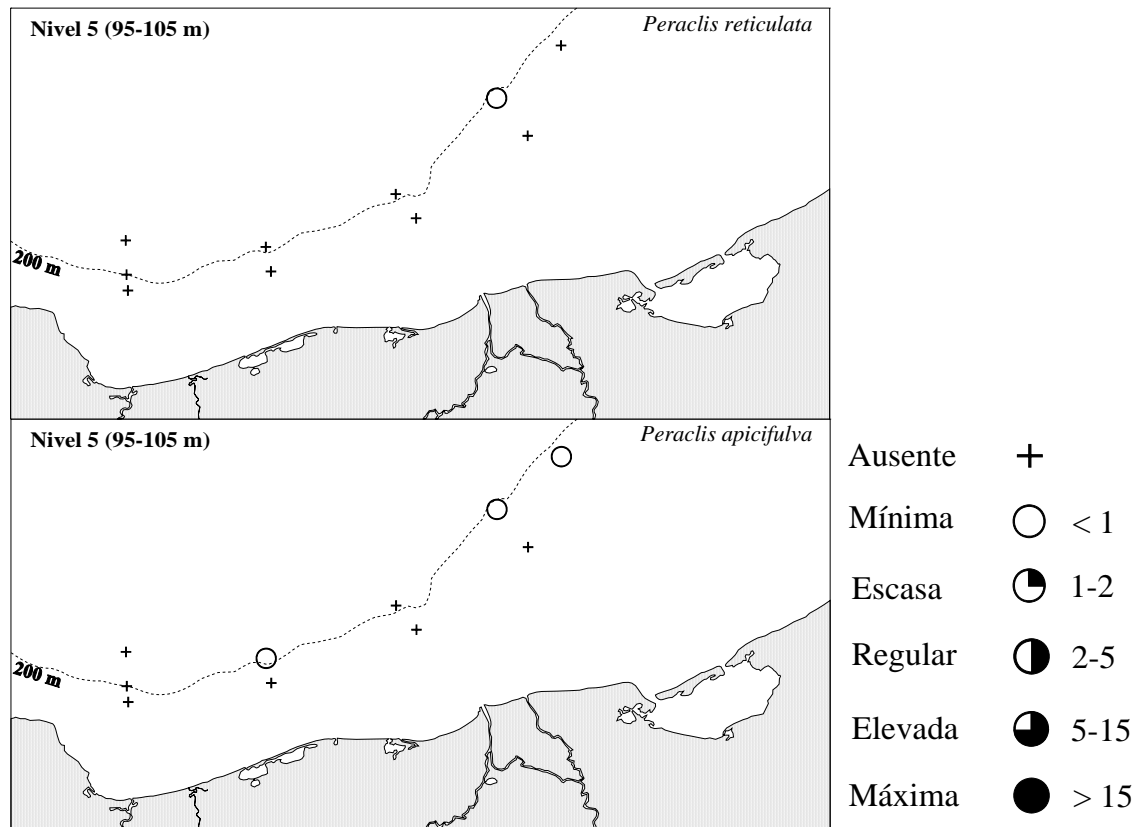


Figura 41. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de dos especies del género *Peraclis* en el sur del Golfo de México.

Familia Clionidae

Clione sp. A pesar de su baja abundancia, los especímenes de este género tuvieron una amplia distribución en la zona de estudio, pues se encontraron en los niveles 1 a 4 (Figura 42).

Familia Pneumodermatidae

Pneumoderma sp. Aunque con abundancia 'mínima', los individuos de este género registraron una amplia distribución, pues sólo estuvieron ausentes en el nivel 4 (Figura 43).

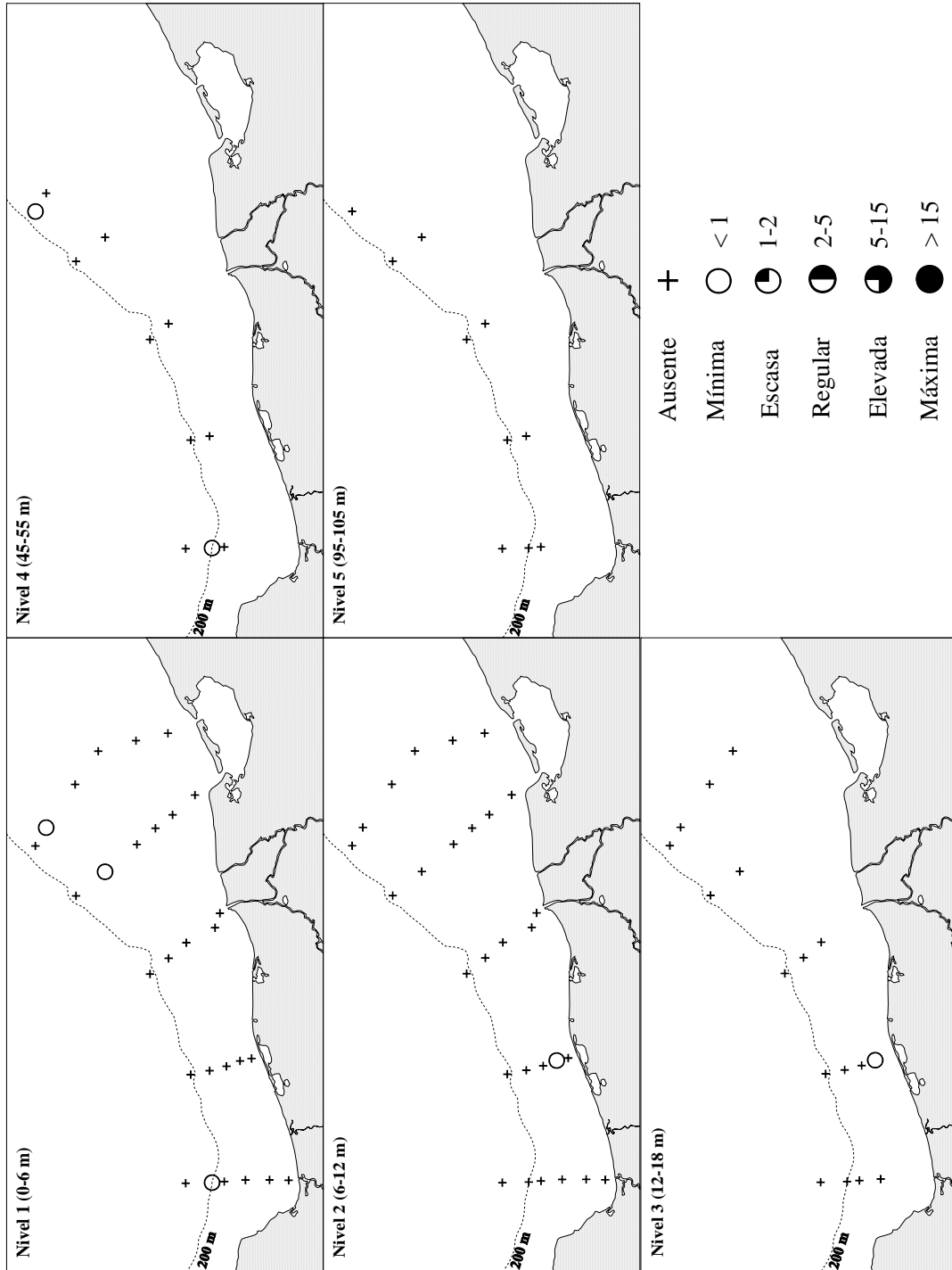


Figura 42. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Clione* sp en el sur del Golfo de México.

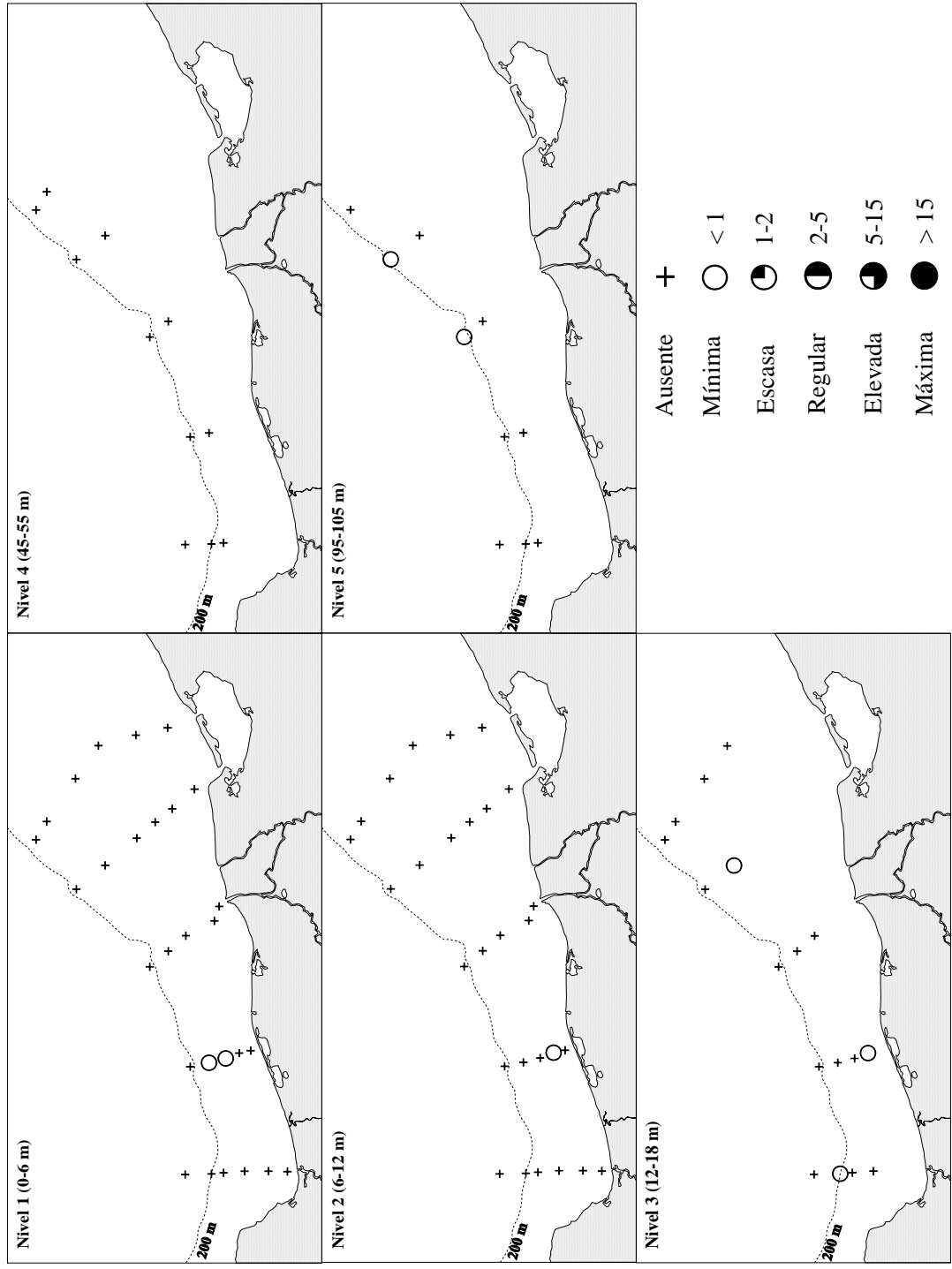


Figura 43. Distribución y abundancia (ind/100 m³) de *Pneumoderma* sp en el sur del Golfo de México.

Determinación de grupos

Con base en el índice de disimilitud de Bray-Curtis, se identificaron dos grupos de estaciones (Figura 44), denominados ‘marino’ y de ‘influencia fluvio-lagunar’. Geográficamente, el segundo grupo se localizó frente a la Laguna de Términos y al sistema fluvial Grijalva-Usumacinta en todos los niveles de muestreo. Al grupo ‘marino’ se le encontró en el resto de las estaciones, fuera de la influencia de las aguas continentales (Figura 45).

La diferencia fundamental entre ambos grupos corresponde a la abundancia relativa de los taxones determinados, siendo mayor en el grupo ‘marino’ (prueba de t , $p < 0.05$; Figura 46). Una de las especies más abundantes en este estudio, *Creseis virgula* forma *virgula* se presentó en el grupo ‘marino’ con alta abundancia y frecuencia, pero estuvo ausente en el grupo con ‘influencia fluvio-lagunar’ (Figuras 34 y 45). La especie *Creseis acicula* forma *acicula* se registró en todas las estaciones de ambos grupos, pero fue 15 veces más abundante en el grupo ‘marino’ (Tabla 5). *Corolla intermedia* y *Cavolinia* sp, ambas con un representante, se registraron únicamente en el grupo con ‘influencia fluvio-lagunar’. *Corolla cupula* registró una densidad promedio y frecuencia de aparición ligeramente más altas en el grupo de ‘influencia fluvio-lagunar’ (Tabla 5).

Tabla 5. Densidad promedio (X , ind/100m³) y frecuencia de aparición (F , %) de los moluscos holoplanctónicos presentes los dos grupos definidos mediante el índice de Disimilitud de Bray-Curtis.

TAXON	Marino ($n = 66$)		Fluvio-lagunar ($n = 22$)	
	X	F	X	F
<i>Atlanta fusca</i>	0.01	3.0	–	–
<i>Atlanta gaudichaudi</i>	3.81	51.5	0.12	18.2
<i>Atlanta inclinata</i>	0.01	4.5	–	–
<i>Atlanta inflata</i>	0.59	21.2	0.06	4.5
<i>Atlanta lesueuri</i>	0.08	12.1	–	–
<i>Atlanta peroni</i>	0.02	4.5	–	–
<i>Atlanta spp</i>	0.24	12.1	0.02	4.5
<i>Cardiapoda placenta</i>	0.02	6.1	–	–
<i>Cavolinia gibbosa</i> forma <i>gibbosa</i>	–	1.5	–	–
<i>Cavolinia inflexa</i> forma <i>imitans</i>	0.01	1.5	–	–
<i>Cavolinia</i> sp juveniles	6.49	78.8	0.29	22.7
<i>Cavolinia</i> sp	–	–	0.03	4.5
<i>Cavolinia uncinata</i> forma <i>uncinata</i>	0.99	60.6	0.17	31.8
<i>Clio</i> sp juveniles	0.18	7.6	–	–
<i>Clio pyramidata</i> ca. forma <i>sulcata</i>	0.03	1.5	–	–
<i>Clio pyramidata</i> forma <i>lanceolata</i>	0.03	4.5	–	–
<i>Clione</i> sp	0.07	10.6	–	–
<i>Corolla cupula</i>	0.02	4.5	0.04	9.1
<i>Corolla intermedia</i>	–	–	0.01	4.5
<i>Corolla</i> sp	0.03	4.5	0.02	4.5
<i>Corolla spectabilis</i>	0.04	1.5	–	–
<i>Creseis acicula</i> forma <i>acicula</i>	50.00	100.0	3.21	100.0
<i>Creseis acicula</i> forma <i>clava</i>	12.15	54.5	0.14	4.5
<i>Creseis virgula</i> forma <i>virgula</i>	5.02	59.1	–	–
<i>Cuvierina columnella</i> forma <i>atlantica</i>	0.03	4.5	–	–
<i>Diacavolinia</i> sp juveniles	3.08	51.5	0.04	9.1
<i>Diacavolinia longirostris</i>	2.98	59.1	0.15	13.6
<i>Diacavolinia</i> sp	0.24	15.2	–	–
<i>Diacria danae</i>	0.44	25.8	0.05	9.1
<i>Diacria</i> sp juveniles	0.20	12.1	0.08	13.6
<i>Diacria major</i>	–	1.5	–	–
<i>Firoloida desmaresti</i>	0.60	36.4	0.02	4.5
<i>Hyalocylis striata</i>	0.67	36.4	0.09	18.2
<i>Limacina bulimoides</i>	0.41	22.7	0.02	4.5
<i>Limacina inflata</i>	58.39	60.6	0.14	9.1
<i>Limacina lesueuri</i>	0.54	19.7	–	–
<i>Limacina trochiformis</i>	9.26	83.3	0.24	31.8
<i>Oxygyrus keraudreni</i>	0.01	1.5	–	–
<i>Peraclis apicifulva</i>	0.02	4.5	–	–
<i>Peraclis reticulata</i>	0.01	1.5	–	–
<i>Pneumoderma</i> sp	0.04	9.1	0.05	4.5
<i>Pterotrachea coronata</i>	0.07	10.6	–	–
<i>Pterotrachea hippocampus</i>	0.01	1.5	–	–
<i>Pterotrachea</i> sp	0.01	1.5	–	–
<i>Styliola subula</i>	0.38	16.7	–	–

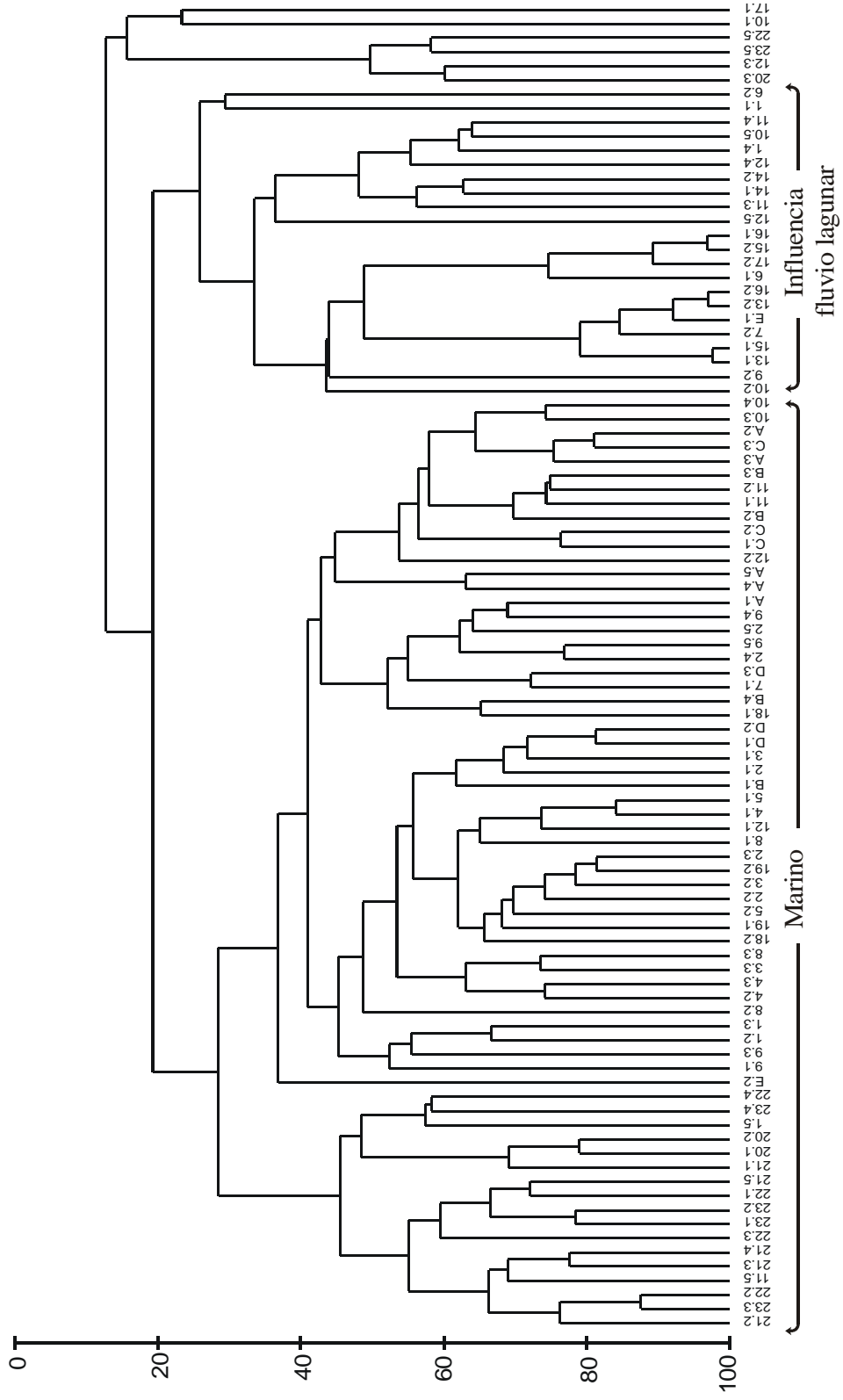


Figura 44. Grupos de estaciones oceanográficas definidas de acuerdo a la composición de moluscos holoplancónicos según el índice de Bray-Curtis. Los números enteros representan la estación de muestreo y los decimales el nivel de muestreo.

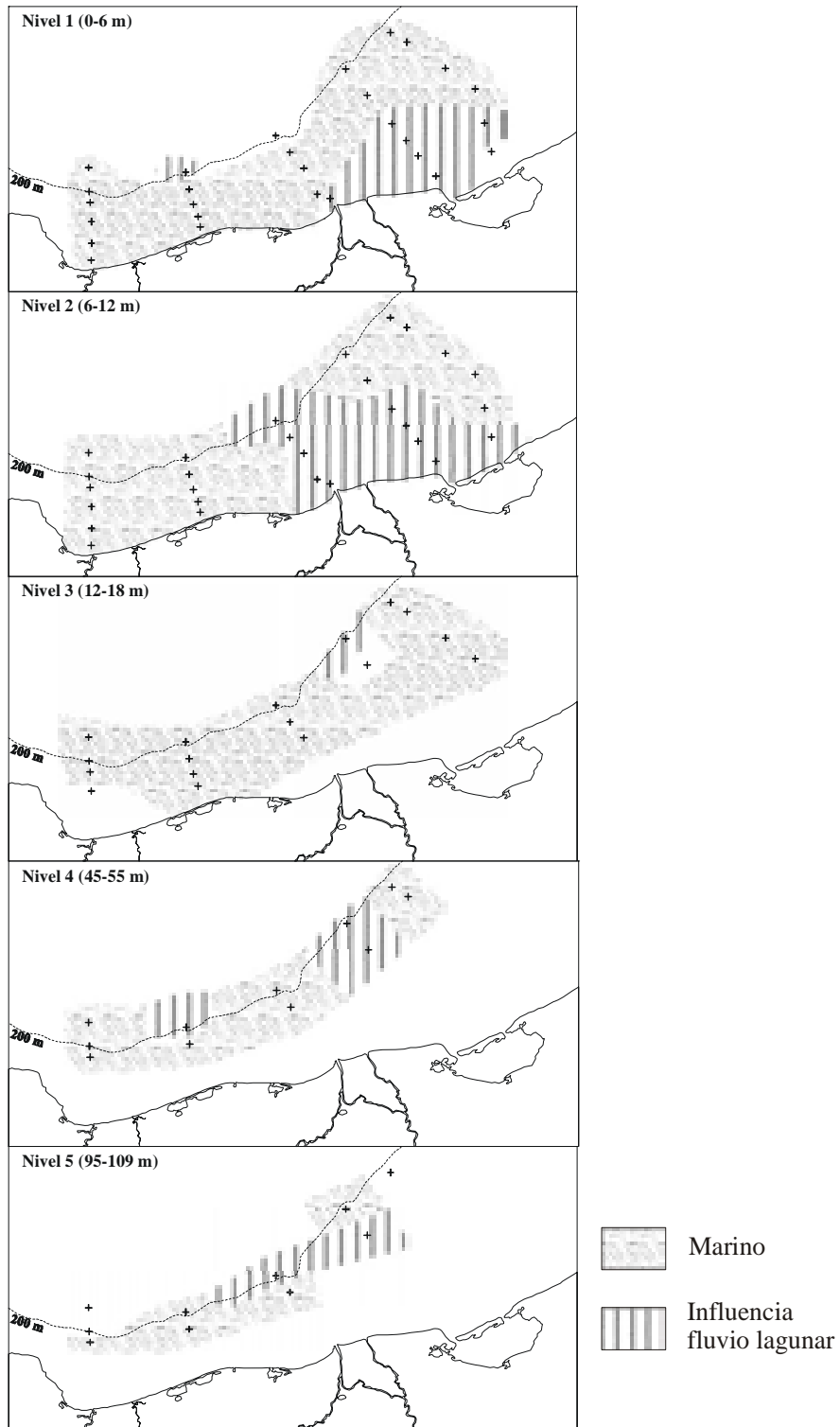


Figura 45. Localización de los grupos de moluscos holoplanctónicos en los diferentes niveles de muestreo en el sur del Golfo de México durante noviembre de 1995.

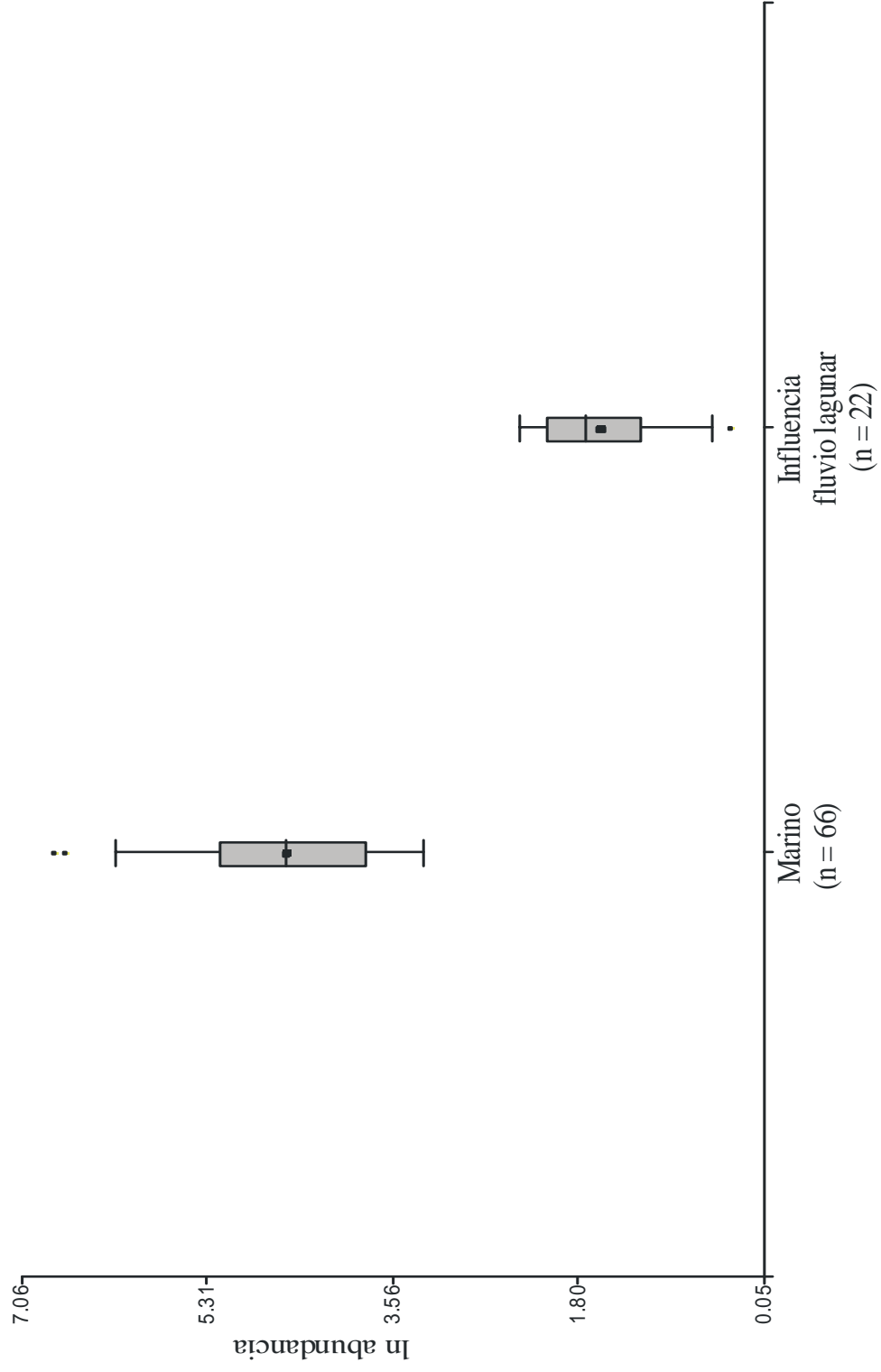


Figura 46. Diagrama de caja que representa las diferencias en abundancia (ind/100 m³) de los grupos definidos mediante el índice de Bray-Curtis.

DISCUSIÓN

Distribución vertical

La prueba de ANOVA aplicada a los cinco niveles de muestreo (0-6, 6-12, 12-18, 45-55 y 95-105 m) no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$) en abundancia entre dichos niveles. Cabe recordar que este análisis se realizó tomando en consideración todas las muestras independientemente de la hora de muestreo, razón por la cual probablemente no se hayan visto diferencias significativas entre los estratos. En un segundo análisis, se graficó la hora de muestreo vs la densidad de los organismos (Figura 5) de las recolectas del estrato 0-18 m y se observaron diferencias significativas (prueba de t , $p < 0.05$) entre las estaciones nocturnas (8 p.m. a 6 a.m.) y las diurnas (8 a.m. a 6 p.m.). Estos resultados concuerdan con los de Seapy (2008), quien analizando la capa superficial de los 100 m en aguas de Hawai, encontró que ciertas especies de heterópodos realizan migraciones nocturnas hacia aguas superficiales. El mismo autor (Seapy, 1990, 2008) analizó profundidades mayores (0-300, 0-1,100 y 0-3,000 m) y observó que las migraciones verticales eran más evidentes. Se sabe que en el caso de los moluscos holoplanctónicos y otros organismos del zooplancton, existen movimientos hacia la superficie durante la noche para alimentarse (Raymont, 1980). Otra teoría indica que algunas especies descienden a zonas más profundas en el día para evadir a sus depredadores (Vinogradov, 1962 en Raymont, 1980). De acuerdo con Boltovskoy (1981), los cavolínidos pueden llegar a migrar hasta 1000 m, en tanto que los movimientos verticales de los limacínidos son de menor magnitud.

Un resultado interesante en este estudio fue el patrón de distribución vertical de los juveniles. Independientemente de la hora de muestreo, se observó que los juveniles de los géneros *Cavolinia* y *Diacavolinia* (Figuras 23 y 26) se localizaron en la capa superficial de los 18 m, mientras que los juveniles de los géneros *Diacria* y *Clio* (Figuras 29 y 31) se encontraron en los dos niveles más profundos (45 a 105 m). Estos resultados podrían constituir un ejemplo de segregación espacial y de migración ontogenética. El primero de estos fenómenos consiste en una utilización diferencial de hábitat de las especies para evitar la competencia (Krebs, 1978). En la migración ontogenética, los diferentes estadios de desarrollo de las especies ocupan un lugar diferente en la columna de agua (Raymont, 1983). De acuerdo con Boltovskoy (1981), la mayor parte de los eutecosomados tienen migraciones

ontogenéticas y en general, los estadios más jóvenes se encuentran en la capa superficial y los adultos en aguas más profundas. En un canal de Filipinas, Solis y von Westernhagen (1978) registraron juveniles de especies de los géneros *Cavolinia*, *Diacria* y *Clio* en aguas superficiales, al igual que en este estudio.

Composición faunística

Entre los órdenes registrados en este estudio, los tecosomados fueron los más abundantes (96.37%). Estos animales consumen un amplio espectro de partículas del microplancton, entre las que se incluyen cocolitofóridos, silicoflagelados, diatomeas, dinoflagelados, foraminíferos, radiolarios y otros protistas. Este alimento es recolectado por una trampa de mucus que puede ser entre 10 y 100 veces la talla del animal (van der Spoel y Dadon, 1999). Los hábitos omnívoros de estos organismos y métodos para atrapar el alimento explican su alta abundancia. En contraste, los gimnosomados registraron el 0.09%. Algunos autores (van der Spoel y Boltovskoy, 1981; Lalli y Gilmer, 1989) indican que los integrantes de este orden tienen hábitos carnívoros muy especializados, pues se alimentan de pterópodos tecosomados, de ahí su escasa abundancia en el ambiente pelágico.

Finalmente, los mesogastrópodos (heterópodos) registraron el 3.54%. De acuerdo con van der Spoel (1996a), la mayor parte de estos organismos se encuentra en aguas oceánicas, aunque algunos pueden penetrar hacia las zonas más internas de las aguas neríticas, razón que explicaría parcialmente su relativa baja abundancia en la zona estudiada.

Entre las familias, la más abundante fue la Cavoliniidae, con el 52.88% de la abundancia total. Esta familia fue también la más diversa, pues se registraron 14 taxones (incluyendo especies y formas) (Tabla 2). Según Rampal (2002), los cavolínidos tienen una gran plasticidad genética que se manifiesta en una gran variedad de formas y subespecies. La autora indica que las variaciones latitudinales son muy importantes y que los aislamientos geográficos de una misma especie conllevan a entidades morfológicas diferentes que tienden al aislamiento reproductivo. Esta heterogeneidad de formas les ha permitido explotar una gran variedad de hábitats a las especies de esta familia.

Distribución y abundancia de las especies

Se determinó un total de 36 taxones de moluscos holoplanctónicos en aguas neríticas de la región sur del Golfo de México recolectados durante noviembre de 1995 (Tabla 2). De éstos, 22 han sido registrados anteriormente por otros autores (Leal-Rodríguez, 1965; Matsubara-Oda, 1975; Suárez y Gasca, 1992; Suárez, 1994; González, 1998; Suárez-Morales y Gasca, 1998; Castellanos y Suárez-Morales, 2001; de la Cruz y González-Gándara, 2006) en el Golfo de México y Caribe mexicano (Tabla 6). Existen 13 taxones no registrados con anterioridad por otros autores en aguas mexicanas, los cuales son: *Atlanta gaudichaudi*, *A. inflata*, *A. lesueuri*, *A. peroni*, *A. inclinata*, *A. fusca*, *Pneumoderma* sp, *Clione* sp, *Corolla cupula*, *C. spectabilis*, *C. intermedia*, *Diacria major* y *Oxygyrus keraudreni*. Con excepción de *A. gaudichaudi*, *Clione* sp y *Corolla cupula* el resto de estas especies han sido registradas en el norte del Golfo de México y/o Corriente de Florida (Taylor y Berner, 1970, en Michel y Michel, 1991; Michel y Michel, 1991; Rosenberg, 2005). Cabe aclarar que *Clio pyramidata* ca. forma *sulcata* no podría tener registros anteriores en el Golfo de México, pues la forma *sulcata* sólo se encuentra en aguas polares (van der Spoel y Dadon, 1999).

Las dos especies dominantes en este estudio fueron *Creseis acicula* (con dos formas) y *Limacina inflata*, las cuales sumaron 76.53% de la abundancia total. La primera de ellas registró además la mayor frecuencia de aparición en la zona de estudio (Tabla 3). De acuerdo con van der Spoel y Dadon (1999), estas especies habitan las regiones nerítica y oceánica de las aguas subtropicales y tropicales de todo el mundo.

Creseis acicula, la especie más abundante, sumó con ambas formas el 39.64% de la abundancia total. *Creseis acicula* forma *acicula* obtuvo 31.99% y fue el taxon más frecuente, pues apareció en el 93.62% de las muestras (Tabla 3). En aguas oceánicas del sur del Golfo, Suárez y Gasca (1992) observaron que este taxon fue el más abundante (42.27%) y frecuente (86%), al igual que en este estudio. En la zona nerítica frente a Veracruz, Leal-Rodríguez (1965) encontró a la especie *C. acicula* (sin especificar forma) con el 74.01% de abundancia total e indicó que entre la línea de costa y la isóbata de 36 metros, la diversidad de moluscos holoplanctónicos es muy baja, predominando *C. a.* forma *acicula*.

Tabla 6. Especies de moluscos holoplanctónicos registradas en aguas atlánticas mexicanas.

ESPECIE	Arrecifes de Veracruz (1)	Banco de Campeche (2)	Aguas oceánicas del sur del Golfo de México (3)	Golfo de México y Mar Caribe (4)	Costas del Caribe mexicano (5)	Mar Caribe mexicano (6)	Sur del Golfo de México, plataforma de Yucatán, Caribe mexicano (7)	Arrecife Lobos, Veracruz (8)
Pterópodos								
<i>Cavolinia gibbosa</i>				◆				
<i>Cavolinia inflexa</i>	◆		◆	◆		◆		
<i>Cavolinia uncinata</i>	◆	◆	◆	◆	◆	◆		
<i>Clio pyramidata</i> forma <i>lanceolata</i>				◆		◆		
<i>Creseis acicula</i> forma <i>acicula</i>	◆	◆	◆	◆		◆		
<i>Creseis acicula</i> forma <i>clava</i>			◆	◆		◆		
<i>Creseis virgula</i> forma <i>virgula</i>	◆	◆	◆	◆				
<i>Cuvierina columnella</i>	◆	◆		◆	◆			
<i>Diacavolinia longirostris</i>		◆	◆	◆	◆	◆		◆
<i>Diacria danae</i>		◆	◆					
<i>Hyalocylis striata</i>	◆	◆		◆				
<i>Limacina bulimoides</i>	◆	◆		◆		◆		
<i>Limacina inflata</i>		◆	◆	◆		◆		
<i>Limacina lesueurii</i>		◆	◆	◆		◆		
<i>Limacina trochiformis</i>		◆	◆	◆		◆		
<i>Peraclis apicifulva</i>				◆				
<i>Peraclis reticulata</i>				◆				
<i>Styliola subula</i>	◆	◆		◆				
Heterópodos								
<i>Cardiapoda placenta</i>							◆	
<i>Firoloida desmaresti</i>							◆	
<i>Pterotrachea coronata</i>							◆	
<i>Pterotrachea hippocampus</i>							◆	

(1) Leal-Rodríguez (1965)

(2) Matsubara-Oda (1975)

(3) Suárez y Gasca (1992)

(4) Suárez (1994)

(5) González (1998)

(6) Suárez-Morales y Gasca (1998)

(7) Castellanos y Suárez-Morales (2001)

(8) de la Cruz y González-Gándara (2006)

En concordancia, Chang y Hsueh (2005) registraron a esta forma como dominante (64.4% de abundancia total) en aguas poco profundas de Taiwán y en la Bahía de Campeche, Matsubara-Oda (1975) encontró a *C. acicula* muy frecuente en regiones someras. En este estudio, este taxon también fue muy abundante en aguas someras frente al Río Coatzacoalcos y lagunas del Carmen y Machona (Figura 32), donde las salinidades fueron bajas (33 a 34, Figura 3). Estos resultados parecen apoyar las investigaciones de Zhang (1966, en Chang y Hsueh, 2005) en las costas de China, en donde observó que el taxon tolera bajas salinidades.

Creseis acicula forma *clava* registró en este estudio el 7.66% de la abundancia total (Tabla 3). En aguas superficiales oceánicas (0-50 m) del sur del Golfo de México, Suárez y Gasca (1992) la registraron con un 2.37% de abundancia total, ocupando el 6° lugar en abundancia. Al igual que la forma *acicula*, la forma *clava* también tolera bajas salinidades (33-34) y tiene una amplia distribución en la zona nerítica. Van der Spoel y Dadon (1999) mencionan que la especie se distribuye en la porción epipelágica de las zonas nerítica y oceánica.

Limacina inflata fue la segunda especie más abundante, registró el 36.89% de la abundancia total y se encontró en poco menos de la mitad de las muestras (Tabla 3). En aguas superficiales y subsuperficiales del Caribe, Haagenzen (1976, en Suárez y Gasca, 1992) encuentra que esta especie es dominante. En aguas oceánicas del sur del Golfo de México (por debajo del paralelo 23°), Suárez y Gasca (1992) registraron a *L. inflata* como la segunda especie más abundante, al igual que en este estudio. Matsubara-Oda (1975), quien estudió las aguas neríticas frente a la Laguna de Términos, observó a esta especie desde las partes más someras hasta el borde la plataforma continental, donde registró su mayor abundancia. También la recolectó en la región cercana a la boca oriental de la Laguna de Términos.

Seis taxones registraron entre el 1 y 6% de la abundancia total, a saber: *Limacina trochiformis*, juveniles del género *Cavolinia*, *Creseis virgula* forma *virgula*, *Atlanta gaudichaudi*, juveniles del género *Diacavolinia* y *Diacavolinia longirostris* (Tabla 3).

Limacina trochiformis registró el 5.88% de la abundancia total de los moluscos holoplanctónicos recolectados en aguas neríticas del sur del Golfo (Tabla 3). En aguas oceánicas, Suárez y Gasca (1992) la registraron como la tercera especie más abundante (9.81% de la fauna de pterópodos) de la región. Matsubara-Oda (1975), quien exploró las aguas neríticas frente a la Laguna de Términos, encontró a la especie con mayor abundancia al borde

de la plataforma, en regiones de mayor influencia oceánica. Van der Spoel y Dadon (1999) indican que la especie tiene afinidad nerítica y oceánica, en tanto que Cruz (1996) caracteriza a esta especie como ‘oceánica tropical’, capaz de tolerar altas temperaturas y bajas salinidades. Los resultados de este estudio parecen apoyar ambas observaciones, pues la especie tuvo una amplia distribución en la zona nerítica, pero fue más abundante en la parte estrecha de la plataforma, tolerando salinidades de 33 a 35 (Figuras 3 y 18).

Creseis virgula forma *virgula* registró en este estudio el 3.15% de la abundancia total (Tabla 3). En los arrecifes de Veracruz, Leal-Rodríguez (1965) la encontró con el 1.22% de la fauna de pterópodos. En la Bahía de Campeche, Matsubara-Oda (1975) la observó especialmente al borde de la plataforma con una abundancia muy reducida, e indicó que la especie es capaz de tolerar temperaturas de 28.9 °C. Asimismo, Rampal (2002) menciona que la especie es típicamente termófila. En este estudio, *C. v.* forma *virgula* se localizó especialmente frente a las lagunas del Carmen y Machona, donde las temperaturas fluctuaron entre 26 y 27.5 °C aproximadamente. Van der Spoel y Dadon (1999) caracterizan a esta forma como tropical y subtropical, de aguas neríticas y oceánicas. En este trabajo, esta forma registró una amplia distribución en la zona nerítica, aunque fue más abundante en zonas de alta influencia oceánica, esto es, la parte estrecha de la plataforma (Figura 34). En el estrato superficial de los 100 m del archipiélago Fernando de Noronha (aguas ecuatoriales de Brasil), de Larrazábal y Soares de Oliveira (2003) encontraron a *C. virgula* como la segunda especie más frecuente, mientras que aquí la especie registró una frecuencia de aparición del 41.49% (Tabla 3).

Atlanta gaudichaudi observó una amplia distribución en los cinco niveles muestreados (Figura 10) y fue el heterópodo más abundante (Tabla 3). En el sur del Golfo de México no existen registros previos de la especie. En la Gran Barrera Arrecifal australiana (Newman, 1990), la especie fue, al igual que este estudio, la más común entre los atlántidos, pero registró una densidad promedio de 20 a 1730 ind/100 m³, esto es, al menos 10 veces más que las aquí observadas (Tabla 3). Della Croce y Frontier (1966) mencionan que *A. gaudichaudi* es predominante en aguas del Indo-Pacífico, razón que explica las diferencias en densidad entre las aguas del sur del Golfo de México y las de Australia.

Diacavolinia longirostris se observó en toda la columna de agua (0-105 m), especialmente en aguas de la plataforma media y externa (Figura 24). Apoyando estas

observaciones, Matsubara-Oda (1975) registró a esta especie con una amplia distribución en la Bahía de Campeche, evitando las aguas costeras. Otros registros en las costas atlánticas mexicanas incluyen Arrecife Lobos en Veracruz (de la Cruz y González-Gándara, 2006) y punta Mosquitero en el Caribe mexicano (González, 1998). En aguas neríticas de Taiwán, Chang y Hsueh (2005) recolectaron un sólo un espécimen de *D. longirostris*. Todas estas observaciones apoyan lo citado por van der Spoel y Dadon (1999) quienes mencionan que la especie es oceánica con cierta afinidad nerítica. Sin embargo, en los muestreos realizados por Michel y Michel (1991) en aguas oceánicas de la Corriente de Florida, los autores registraron a esta especie como rara en la capa superficial de los 70 m.

Los 36 taxones restantes (entre los que se pueden enumerar 29 especies) registraron menos del 1% en abundancia relativa, y juntos apenas sumaron el 4.06% (Tabla 3).

Cavolinia uncinata forma *uncinata* se registró en toda la zona de estudio con una baja densidad (Figura 22) y obtuvo el 0.67% de la abundancia total (Tabla 3). Esta especie ha sido registrada con anterioridad en aguas neríticas y oceánicas del sur del Golfo con baja abundancia (Leal-Rodríguez, 1965; Matsubara-Oda, 1975; Suárez, 1994).

Hyalocylis striata se observó en todos los niveles de muestreo, aunque en bajas densidades (Figura 35). En el Banco de Campeche, Matsubara-Oda (1975) la registró especialmente cercana al borde continental con bajas densidades. Suárez (1994) menciona que la especie se encuentra principalmente en el estrato de 80 a 250 m de profundidad, razón que explicaría su baja densidad en este estudio.

Firoloida desmaresti se registró de los 0 a los 55 m de profundidad, en las zonas de mayor influencia oceánica, esto es, en la parte externa de la plataforma frente a la Laguna de Términos y parte angosta de la plataforma (Figura 14). Esta especie representó el segundo heterópodo más abundante en este estudio, después de *A. gaudichaudi* (Tabla 3). Castellanos y Suárez-Morales (2001) la registraron como el heterópodo más abundante en aguas oceánicas del Golfo de México y Caribe mexicano, aunque también penetra aguas neríticas. Estos autores encontraron a la especie en temperaturas de 21.6 a 27.4 °C; en este estudio, se registró en temperaturas mayores (26.8 a 27.6 °C). Seapy (1990), quien analizó las aguas oceánicas (0-300 m) alrededor de Hawai, indicó que la especie se distribuye de 0 a 140 m. En esta investigación, realizada en aguas neríticas, su distribución se limitó a los primeros 50 metros (Figura 14).

Atlanta inflata no tiene registros previos en la zona de estudio. Una base de datos malacológicos (Rosenberg, 2005) de acceso público indica su presencia en el Golfo de México y las Bermudas. En la región aquí explorada, su aparición se limitó a la capa de 0 a 18 m de profundidad, indicando probablemente su afinidad por la capa superficial del océano.

Limacina lesueuri se observó de los 6 a los 105 m principalmente al borde de la plataforma. En el sur del Golfo de México, fue registrada por primera vez por Matsubara-Oda (1975) en las aguas neríticas de la Bahía de Campeche con una amplia distribución, incluyendo aguas someras frente a la Laguna de Términos. Van der Spoel y Dadon (1999) indican su presencia en aguas oceánicas. Los resultados de este estudio (Figura 20) apoyan las observaciones de estos autores.

Diacria danae se registró en los cinco niveles de muestreo, especialmente al borde de la plataforma (Figura 27), lo que indicaría su carácter oceánico. Las características taxonómicas de los individuos de esta especie se apegan a las descritas por van der Spoel y Dadon (1999, p. 679), aunque Rosenberg (2005), en su base de datos, indica que *D. danae* es sinónimo de *D. quadridentata*. Así, Matsubara-Oda (1975) registró a la especie al borde de la plataforma (como *D. quadridentata*), al igual que en este estudio. Suárez y Gasca (1992) analizaron la abundancia de *D. quadridentata* en el sur del Golfo de México y encontraron dos formas: *quadridentata* y *danae*. La primera de ellas obtuvo el quinto lugar en abundancia relativa (3.50%) y una frecuencia de aparición del 47%, mientras que la segunda forma tuvo muy poca abundancia y una frecuencia de aparición muy baja.

Limacina bulimoides se registró en todos los niveles de muestreo (Figura 17). En la Bahía de Campeche, Matsubara-Oda (1975) la registró cerca del límite de la parte ancha de la plataforma continental, en aguas alejadas de la costa. Sin embargo, Leal-Rodríguez (1965) la refiere como única especie de *Limacina* en aguas poco profundas de Veracruz, donde la plataforma es más estrecha. Suárez (1994) indica que la especie se distribuye principalmente de 50 a 100 m en la columna de agua, lo cual concuerda con lo aquí observado, pues la especie fue más frecuente y abundante en el nivel 5 (Tabla 4).

Styliola subula se registró en toda la columna de agua al borde de la plataforma (Figura 36). Esta misma observación fue hecha por Matsubara-Oda (1975) en la región de estudio, lo que indica el carácter oceánico de la especie, tal como lo mencionan van der Spoel y Dadon

(1999). Otros registros en el sur del Golfo de México incluyen los de Leal-Rodríguez (1965) y Suárez (1994).

Atlanta lesueuri se localizó en los cinco niveles de la zona de estudio con una baja abundancia (Figura 8). Taylor y Berner (1970, en Michel y Michel, 1991) registraron como numerosa a esta especie en el Golfo de México. Seapy (1990), quien analizó la capa de 0-300 m alrededor de Hawai, encontró a la especie en el intervalo de 0-140 m, más abundante en la capa superficial de los 50 m. En aguas del Mar del Este de China, Xu y Li (2005) observaron a la especie más abundante en la zona costera.

Pterotrachea coronata se recolectó en el borde de la plataforma con muy poca abundancia (Figura 15). Van der Spoel (1996) menciona que esta especie muestra una “distribución de tipo nerítica distante”. Esto explica su ausencia en las aguas costeras de la región de estudio. Castellanos y Suárez-Morales (2001) recolectaron a un solo individuo de esta especie en el Caribe mexicano.

Pneumoderma sp. Se recolectaron nueve individuos de este género, sin embargo, la invaginación de la masa bucal durante la captura y fijación, dificulta su identificación específica. En el Atlántico sudoccidental, van der Spoel y Dadon (1999) mencionan la presencia de *P. atlanticum* (con cinco formas) y *P. mediterraneum*.

Clione sp. Se recolectaron 10 especímenes de este género, con las mismas dificultades que *Pneumoderma* para identificarlos. No existen registros previos del género en la región de estudio. La escasez encontrada en este trabajo se debe probablemente a que el género tiene afinidad por aguas más frías (van der Spoel y Dadon, 1999; Rosenberg, 2005).

Corolla cupula se recolectó con abundancia ‘mínima’ (Figura 38). Van der Spoel y Dadon (1999) la refieren como una especie tropical y oceánica, razón que explicaría su baja abundancia en este trabajo.

Corolla spectabilis se registró en una sola estación de los 12-18 m de profundidad cerca del borde de la plataforma continental (Figura 39). No existen registros previos de la especie en la zona de estudio. Çevik *et al.* (2006) analizaron la composición de moluscos pelágicos en aguas muy someras de Turquía y encontraron a *C. spectabilis* con poca abundancia. Van der Spoel y Dadon (1999) refieren a esta especie como tropical, subtropical y oceánica.

Clio pyramidata forma *lanceolata* se localizó frente al Río Coatzacoalcos cerca del borde de la plataforma continental (Figura 30), lo que indica una tendencia oceánica. Suárez (1994) registró su presencia en el sur del Golfo de México. Rampal (2002) considera a esta forma como una subespecie de *C. pyramidata* e indica que es un taxon muy interesante debido a su amplia distribución mundial y la gran variedad de formas que presenta según los diferentes ambientes. Su polimorfismo reside en la curvatura de la concha, forma y proyección de las costillas laterales, así como altura de la teleconcha. Van der Spoel y Dadon (1999) indican que la especie es oceánica (epi y mesopelágica), lo que explica su escasez y localización en este estudio.

Clio pyramidata ca. forma *sulcata*. La forma triangular y estrecha de las seis conchas aquí recolectadas asocia a esta especie con la forma *sulcata* descrita por van der Spoel y Dadon (1999, p. 681). Los autores indican que esta forma se distribuye en aguas antárticas y subantárticas, sin embargo, el parecido con los especímenes aquí encontrados es enorme. Este hecho confirma la gran variedad de formas que la especie presenta, y que su estudio requiere de una investigación más detallada.

Cuvierina columnella forma *atlantica* se registró sólo al borde de la plataforma con abundancia de 'mínima' a 'escasa' (Figura 37). En el sur del Golfo de México, Matsubara-Oda (1975) recolectó un solo espécimen de *C. columnella* localizado igualmente en la parte exterior de la plataforma y Leal-Rodríguez (1965) encontró a la especie con muy poca abundancia (0.08%) en los arrecifes de Veracruz. Suárez (1994), en un trabajo de recopilación de especies de pterópodos de aguas del Atlántico mexicano, mencionó que la forma *columnella* está en el sur del Golfo y Mar Caribe, y la forma *atlantica* sólo en el Mar Caribe. Michel y Michel (1991) estudiaron la abundancia de tecosomados en aguas de la Corriente de Florida y observaron a la forma *atlantica* como frecuente (24 a 52% de las muestras), pero muy poco abundante. La baja frecuencia de aparición registrada en este estudio (3.19%, Tabla 3) se debe a que la especie se distribuye principalmente en aguas oceánicas (van der Spoel y Dadon, 1999). Solis y von Westernhagen (1978) muestrearon cinco niveles de la columna de agua entre 0 y 100 m de profundidad en un canal de Filipinas y encontraron que la abundancia relativa de *C. columnella* (sin especificar forma) fue de 0.08%; en este estudio la abundancia también fue muy baja (0.018%). La mayor parte de los especímenes (91%) recolectados por Solis y von Westernhagen (1978) fueron juveniles, en tanto que los aquí estudiados, fueron

adultos. En un estudio reciente, Rampal (2002) reescribe y renombra a *C. columnella* forma *atlantica* como *Cuvierina spoeli* n. sp.

Cardiapoda placenta estuvo representada por cuatro especímenes recolectados al borde de la plataforma frente al Río Coatzacoalcos (Figura 13). Castellanos y Suárez-Morales (2001) encontraron dos individuos de esta especie al norte y este de la península de Yucatán.

Peraclis apicifulva. En México no hay registros anteriores; en el Atlántico noroccidental, Rosenberg (2005) registra su presencia al oeste de Florida y las Bermudas. En este estudio la especie se localizó en el estrato más profundo (de los 95-105 m), al borde de la plataforma. Van der Spoel (1996b) y van der Spoel y Dadon (1999) registran a esta especie con afinidades a aguas oceánicas, meso y batipelágica, razón que explica la localización aquí observada.

Atlanta peroni se localizó en tres de los cinco niveles de muestreo (1, 2, 5) con abundancias ‘mínimas’ en aguas neríticas del sur de Golfo de México (Figura 9) y con baja frecuencia (Tabla 3). Esta especie no tiene registros previos en el área explorada. Un estudio realizado por Çevik *et al.* (2006) en aguas someras de Turquía registraron la presencia de esta especie, aunque otras investigaciones indican que su aparición parece ser más frecuente en aguas oceánicas (Seapy, 1990; Michel y Michel, 1991). Seapy (1990), analizando la capa de 0 a 300 m en aguas adyacentes a Hawai, observó las mayores densidades de esta especie en la capa de los 90-140 m, y Michel y Michel (1991) la registraron de 0-750 m en la Corriente de Florida como la especie más común entre los heterópodos. En el Mar del Este de China, Xu y Li (2005) observaron esta especie tanto cerca como lejos de la costa.

Atlanta inclinata sólo se registró en los niveles más profundos (4 y 5) con una abundancia ‘mínima’ (Figura 11). En aguas oceánicas, Michel y Michel (1991) registraron a *A. inclinata* como una especie que caracteriza a la fauna de heterópodos en la Corriente de Florida.

Atlanta fusca se localizó únicamente en el nivel 2 al borde de la plataforma (Figura 6). Rosenberg (2005) menciona su presencia en el Golfo de México. Seapy (1990), quien analizó el estrato de 0 a 300 m en aguas de Hawai, encontró a esta especie en la capa de 0-90 m, también con bajas densidades.

Diacria major se distribuyó únicamente en el borde de la plataforma en los niveles más profundos (Figura 28). Michel y Michel (1991) la registraron como frecuente (24 a 52% de las

muestras) en la Corriente de Florida, aunque con muy baja abundancia (1-2 especímenes en 10,000 m³).

Pterotrachea hippocampus se registró en el nivel 4 (45-55 m) de la columna de agua con una abundancia ‘mínima’ cerca del borde de la plataforma (Figura 16). Castellanos y Suárez-Morales (2001) registraron dos especímenes en aguas oceánicas del sur del Golfo de México en la capa superficial de los 50 m. En otras regiones del mundo, Michel y Michel (1991) encontraron que esta especie fue una de las más numerosas (19%) entre la fauna de heterópodos de la Corriente de Florida; Seapy (1990), analizando la capa de 0 a 300 m, registró que las más altas densidades de *P. hippocampus* se observaron de los 90-140 m de profundidad en aguas oceánicas de Hawai y della Croce y Frontier (1966) recolectaron sólo tres especímenes en el Canal de Mozambique.

Cavolinia inflexa forma *imitans* solamente fue registrada en el nivel 5 con muy poca abundancia (0.004%) (Figura 21). Suárez y Gasca (1992) registraron a *C. inflexa* en el sur del Golfo de México también con baja abundancia (0.24% del total) y Michel y Michel (1991) recolectaron sólo un espécimen en aguas oceánicas de la Corriente de Florida. De acuerdo con van der Spoel y Boltovskoy (1981) y Rampal (2002), la especie se distribuye esencialmente en aguas tropicales de todos los océanos.

Peraclis reticulata se registró con muy poca abundancia únicamente en el nivel más profundo (Figura 41). Michel y Michel (1991) estudiaron las aguas oceánicas de la Corriente de Florida y registraron a esta especie como rara, ya que sólo capturaron a un individuo. Van der Spoel y Boltovskoy (1981) y van der Spoel (1996b) indican que esta especie es mesopelágica, lo que explicaría la baja abundancia registrada en este estudio.

Oxygyrus keraudreni, con un único representante capturado, se localizó en el borde de la plataforma (Figura 6). Van der Spoel (1996a) indica que la especie se encuentra preferentemente en aguas oceánicas, aunque pueden penetrar las neríticas. Este hecho explicaría su rara presencia al borde de la plataforma. Sin embargo, la baja abundancia de la especie parece un hecho generalizado también en la zona oceánica, de acuerdo a los registros de varios autores (Seapy, 1990; Michel y Michel, 1991).

Corolla intermedia se observó con sólo un representante en el último nivel (95-105 m de profundidad). Van der Spoel y Dadon (1999) la refieren como una especie oceánica y Rosenberg (2005), en su base de datos, la registró en aguas de Florida.

Cavolinia gibbosa forma *gibbosa* sólo registró un único espécimen en el estrato de 45-55 m cerca del borde continental. No existen registros previos en el sur del Golfo de México, pero Michel y Michel (1991) registraron a *C. gibbosa* (sin especificar forma) como frecuente en aguas de la Corriente de Florida.

Es interesante hacer notar que varias especies de pterópodos (*Diacria danae*, *Clio pyramidata*, *Styliola subula*, *Limacina bulimoides*, *L. inflata* y *L. lesueuri*) y la mayor parte de los heterópodos (*Atlanta inflata*, *A. peroni*, *A. fusca*, *A. gaudichaudi*, *Oxygyrus keraudreni*, *Pterotrachea hippocampus* y *Cardiapoda placenta*) aquí registrados se localizaron en la parte estrecha de la plataforma frente al Río Coatzacoalcos y lagunas del Carmen y Machona (Figuras 27, 30, 31, 36, 17, 19, 20, 6, 10, 7, 9, 13 y 16). Aparentemente, este hecho estaría en desacuerdo con lo indicado por van der Spoel y Dadon (1999) y Richter y Seapy (1999), quienes mencionan que estas especies son epipelágicas de origen oceánico. Sin embargo, el patrón de circulación superficial inferido por la Universidad de Colorado para los tres días previos al muestreo (http://argo.colorado.edu/~realtime/gom-real-time_velmag/) muestran la existencia de una corriente con velocidad de aproximada 0.25 a 0.51 m/s y con dirección océano-costa (Figura 47) que explicaría la presencia de especies oceánicas en aguas de la parte estrecha de la plataforma.

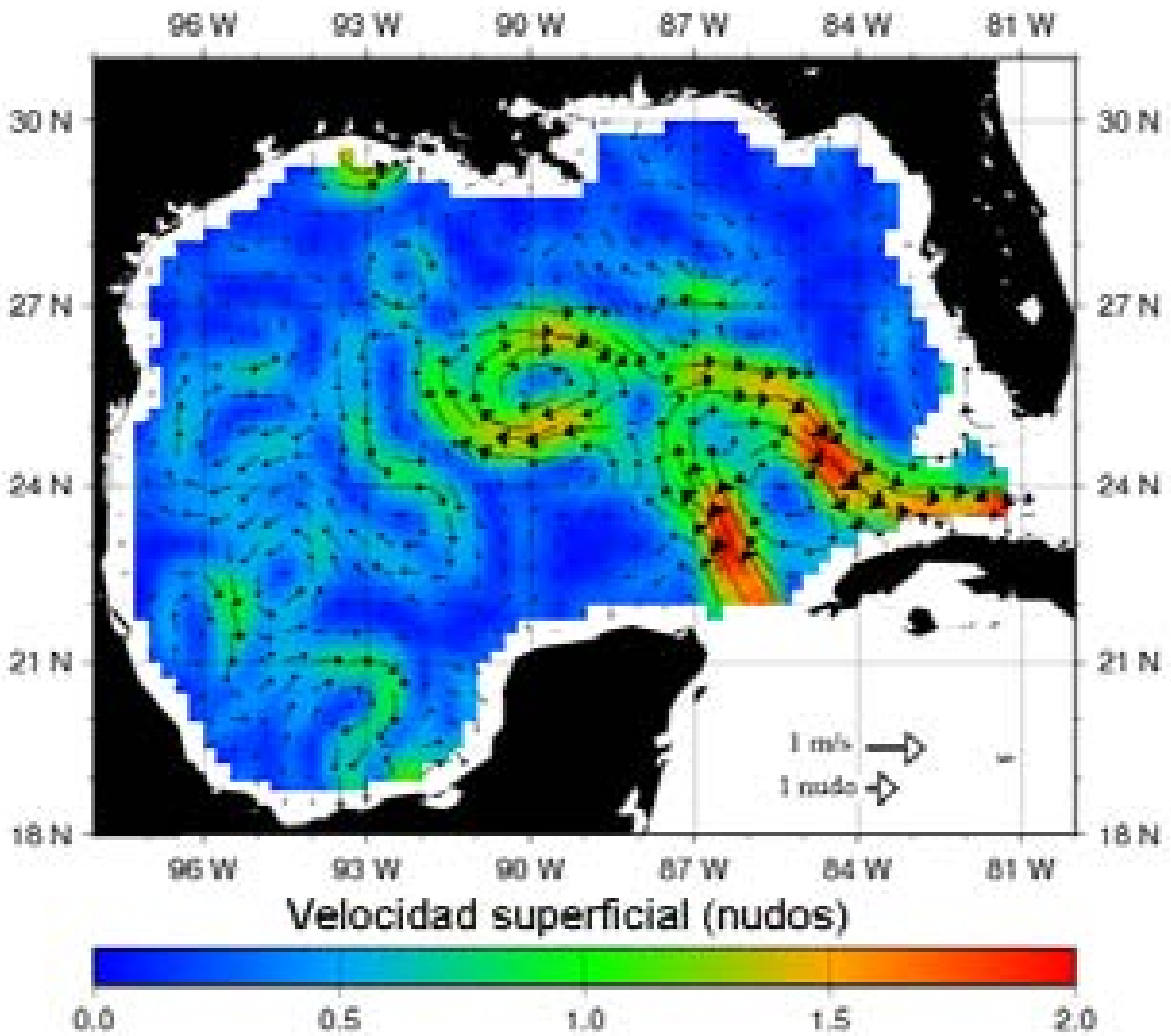


Figura 47. Patrón de circulación superficial en el Golfo de México del 12 de noviembre de 1995. Tomado de la página web de la Universidad de Colorado (http://argo.colorado.edu/~realtime/gom-real-time_velmag/).

Determinación de grupos

Con base en el índice de disimilitud de Bray-Curtis se identificaron dos grupos de estaciones, el grupo de ‘influencia fluvio-lagunar’ localizado frente a la Laguna de Términos y el sistema Grijalva-Usumacinta y el grupo ‘marino’ localizado en las estaciones restantes (Figura 45). Existen muy pocos antecedentes acerca de la influencia de las aguas continentales sobre la distribución de moluscos holoplanctónicos. Así, van der Spoel y Boltovskoy (1981) señalan que frente al Río de la Plata, zona caracterizada por su baja salinidad y alta turbidez, los moluscos exhiben una paulatina disminución, cualitativa y cuantitativa, con el acercamiento a la costa. Estas mismas observaciones se aplican al presente estudio, en el que el grupo de ‘influencia fluvio-lagunar’ fue menos diverso (Tabla 5) y con baja densidad (Figura 46). De hecho, estos resultados indican que la variabilidad en densidad en sentido costa-océano ($p < 0.05$, prueba t) dada por estos grupos es más fuerte que en la columna de agua ($p > 0.05$, prueba F), al menos en la capa superficial de los 105 m.

La presencia de *Corolla intermedia* y *C. cupula* en las estaciones profundas del grupo de ‘influencia fluvio-lagunar’ (Figuras 38, 39 y 45) podría ser ocasional, pues ambas especies tiene preferencias oceánicas en su distribución (van der Spoel y Dadon, 1999).

Un hecho notable en la formación de grupos es la ausencia total de *Creseis virgula* forma *virgula* (una de las especies más abundantes, Tabla 3) en el grupo de ‘influencia fluvio-lagunar’ (Tabla 5). A pesar de ser una especie ampliamente distribuida en aguas neríticas y oceánicas del cinturón tropical y subtropical (van der Spoel y Dadon, 1999), la especie parece evitar las aguas con influencia fluvio-lagunar. Si bien la especie se observó con alta abundancia frente a las lagunas del Carmen y Machona (Figura 34), cabe recordar la existencia de una corriente desde el océano hacia la costa (Figura 47) que acarrea especies oceánicas hacia zonas muy someras.

CONCLUSIONES

Este trabajo constituye una aportación importante al estudio de la distribución y abundancia de los moluscos holoplanctónicos en el sur del Golfo de México, especialmente interesante por el primer análisis de la distribución vertical en la capa superficial (0-105 m) y la influencia de la descarga de aguas continentales sobre la fauna pelágica de moluscos.

Los resultados indicaron que las variaciones en densidad de moluscos en sentido costa-océano fueron más fuertes que las variaciones verticales a pequeña escala en la capa superficial del océano (0-105 m). Sin embargo, se observaron diferencias significativas entre los muestreos nocturnos (8 p.m. a 6 a.m.) y los diurnos (8 a.m. a 6 p.m.) en la capa de 0-18 m, debido a migraciones diarias de los moluscos holoplanctónicos.

De las nueve familias registradas, la Cavoliniidae fue la más abundante, frecuente y diversa, cualidades que testifican su plasticidad genética y capacidad de invadir diversos ambientes. A nivel específico, se reconocieron un total de 34 especies, de las cuales *Creseis acicula* (con las formas *acicula* y *clava*) y *Limacina inflata* fueron dominantes en la comunidad de moluscos holoplanctónicos. Algunas especies, tales como los pterópodos *Diacria danae*, *Corolla cupula*, *C. spectabilis*, *Diacria major* y *Corolla intermedia*, y los heterópodos *Atlanta inflata*, *A. lesueuri*, *A. peroni*, *A. inclinata*, *A. fusca* y *Oxygyrus keraudreni* pueden considerarse especies raras de la comunidad.

A pesar de su origen oceánico, algunos pterópodos (*Diacria danae*, *Clio pyramidata*, *Styliola subula*, *Limacina bulimoides*, *L. inflata* y *L. lesueuri*) y la mayor parte de los heterópodos (*Atlanta inflata*, *A. peroni*, *A. fusca*, *A. gaudichaudi*, *Oxygyrus keraudreni*, *Pterotrachea hippocampus* y *Cardiapoda placenta*) se localizaron en áreas relativamente cercanas a la costa en la parte estrecha de la plataforma frente al Río Coatzacoalcos y lagunas del Carmen y Machona. El patrón de circulación superficial para la época de muestreo indica la presencia de una corriente con dirección océano-costa, hecho que explica la presencia de especies pelágicas oceánicas en aguas de la parte estrecha de la plataforma.

Con base en sus afinidades faunísticas, se identificaron dos grupos de estaciones: uno denominado 'marino' localizado fuera de la influencia de aguas continentales y otro denominado de 'influencia fluvio-lagunar', localizado frente a la Laguna de Términos y el sistema fluvial Grijalva-Usumacinta. La diferencia entre ambos grupos fue la abundancia relativa de los taxones que los componen, siendo mayor en el grupo 'marino'. Las fuertes

variaciones horizontales se deben a la descarga de aguas continentales, las cuales aminoran considerablemente la densidad y diversidad de moluscos pelágicos. *Creseis virgula* forma *virgula*, especie de amplia distribución aguas neríticas y oceánicas del cinturón tropical, estuvo ausente del grupo de ‘influencia fluvio-lagunar’, hecho que parece indicar su poca tolerancia a la influencia de dichos sistemas.

Debido a la importancia que revisten las descargas de aguas continentales sobre la zona nerítica adyacente, se sugiere analizar la fauna pelágica de moluscos en otras épocas del año a fin de hacer estudios comparativos acerca de su distribución, abundancia, diversidad y localización geográfica de las comunidades.

LITERATURA CITADA

- Aguirre-Gómez, R., 2002. *Los mares mexicanos a través de la percepción remota*. Temas selectos de geografía de México, México, 93 p.
- Anónimo, 1999. Datos climáticos en Veracruz, Ver., México 1917-1998. *Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal en Veracruz, Centro de Previsión del Golfo de México*, México, D. F., 29 p.
- Bray, J. R. y J. T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27: 325-349.
- Castellanos, I. y E. Suárez-Morales, 2001. Heteropod molluscs (Carinariidae and Pterotracheidae) of the Gulf of Mexico and the Western Caribbean Sea. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 72(2): 221-232.
- Çevik, C., A. Kideys, B. Toklu, D. Ergüden y 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.
- 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.
- Cruz, M., 1996. Pterópodos tecosomados y heterópodos (Gasterópodos) como bioindicadores del evento de “El Niño” 1992, en la estación fija “La Libertad”, Ecuador. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. Instituto Oceanográfico de la Armada, Ecuador 8(1): 51-66.
- Czitrom, S. P. R., F. Ruiz, M. A. Alatorre y A. R. Padilla, 1986. Preliminary study of a front in the Bay of Campeche, México. Pp. 301-311. In: J. C. J. Nihoul (Ed.), *Marine interfaces ecohydrodynamics*. Elsevier Science, Amsterdam, 670 p.
- 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.
- de la Cruz, V. F. y C. González-Gándara, 2006. Lista actualizada de los gasterópodos de la planicie del Arrecife Lobos, Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola* 6(1): 128-137.

- de Larrazábal, M. E. y V. Soares de Oliveira, 2003. Thecosomata e Gymnosomata (Mollusca, Gastropoda) da cadeia Fernando de Noronha, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 20(2): 351-360.
- della Croce, N. y S. Frontier, 1966. Thecosomatous pteropods from the Mozambique channel. *Bollettino dei Musei e degli Istituti Biologici dell'Università di Genova* 34(207): 107-113.
- Espinosa-Fuentes, M. L. y C. Flores-Coto, 2004. Cross-shelf and vertical structure of ichthyoplankton assemblages in continental shelf waters of the Southern Gulf of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 59(2): 333-352.
- Fernández-Álamo, M. A. y M. E. Vicencio-Aguilar, 1996. Los moluscos del holoplancton. *Boletín de la Sociedad Internacional de Malacología Médica y Aplicada* 7: 1-4.
- 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, 219 p.
- González, E. N., 1998. Moluscos de la expedición del R/V Edwin Link en las costas del Caribe Mexicano. *Revista de Biología Tropical* 46(3): 625-631.
- Krebs, C. J., 1978. *Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance*. Harper and Row, Nueva York, 678 p.
- Lalli, C. M. 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, Ver. *Anales de Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 36: 249-251.
- 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.
- McGowan, J. A., 1960. *The systematics, distribution and abundance of the Euthecosomata of the North Pacific*. Tesis de Doctorado, Universidad de California, San Diego, 212 p.
- Michel, B. H. y F. J. Michel, 1991. Heteropod and Thecosome (Mollusca: Gastropoda) macroplankton in the Florida Straits. *Bulletin of Marine Science* 49(1-2): 562-574.

- Monreal-Gómez, M. A., D. A. Salas-de León, A. R. Padilla-Pilotze y M. A. Alatorre-Mendieta, 1992. Hydrography and estimation of density currents in the southern part of the Bay of Campeche, Mexico. *Ciencias Marinas* 18(4): 115-133.
- Monreal-Gómez, M. A., D. A. Salas-de León y H. V. Mendoza, 2004. La hidrodinámica del Golfo de México. Pp. 47-65. In: M. Caso, I. Pisanty y 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, 627 p.
- Newman, L. J., 1990. The taxonomy, distribution and biology of *Atlanta gaudichaudi* Souleyet, 1852 (Gastropoda, Heteropoda) from the Great Barrier Reef, Australia. *American Malacological Bulletin* 8(1): 85-94.
- Nowlin, W. D. Jr., 1972. Winter circulation patterns and property distributions. Pp. 3-53. In: L. R. A. Capurro y J. L. Reid (Eds), *Contributions on the Physical Oceanography of the Gulf of Mexico*. Gulf Pub. Co., Houston, 288 p.
- Peréz-Rodríguez, R., 1980. *Moluscos de la plataforma continental del Golfo de México y Caribe mexicano*. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 234 p.
- Rampal, J., 2002. Biodiversité et biogéographie chez les Cavoliniidae (Mollusca, Gastropoda, Opisthobranchia, Euthecosomata). Régions faunistiques marines. *Zoosystema* 24(2): 209-258.
- Raymont, J. E. G., 1980. *Plankton and productivity in the oceans. Zooplankton*. Pergamon Press, Oxford, 824 p.
- 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.
- Rosenberg, G., 2005. *Malacolog 4.1.0: A Database of Western Atlantic Marine Mollusca*. [WWW database (version 4.1.0)] URL <http://www.malacolog.org/>.
- 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., C. Alba, C. Flores-Coto y M. Castillo-Rivera, 2008. Siphonophores off a riverine system in the southern Gulf of Mexico: factors affecting their distribution and spatial niche breadth and overlap. *Aquatic Ecology* DOI 10.1007/s10452-008-9172-0.
- Seapy, R. R., 1990. Patterns of vertical distribution in epipelagic heteropod molluscs off Hawaii. *Marine Ecology Progress Series* 60: 234-246.
- 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 Euthecosomatous Pteropods in the upper 100 m of the Hilutangan Channel, Cebu, The Philippines. *Marine Biology* 48: 78-87.
- Suárez, M. E., 1994. Distribución de los Pterópodos (Gastropoda: Thecosomata y Pseudothecosomata) del Golfo del México y zonas adyacentes. *Revista de Biología Tropical* 42(3): 523-530.
- Suárez, M. 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.
- Thiriot-Quiévreux, C., 1973. Heteropoda. *Oceanography and Marine Biology, an Annual Review* 11: 237-261.
- van der Spoel, S., 1996a. Heteropoda. Pp. 407-457. In: R. Gasca y E. Suárez (Eds), *Introducción al estudio del zooplancton marino*. ECOSUR-CONACYT, Chetumal, México, 711 p.
- van der Spoel, S., 1996b. 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 del Plata, Argentina, 936 p.

- van der Spoel, S. y J. R. Dadon, 1999. Pteropoda. Pp. 649-706. *In*: D. Boltovskoy (Ed.), *South Atlantic Zooplankton*. Vol I. 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*: Sturges, A. y A. Lugo-Fernández (Eds), *Circulation in the Gulf of Mexico: observations and models*. Geophysical Monograph Series 161, American Geophysical Union, Washington, 347 p.
- 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.
- Yáñez-Arancibia, A. y J. W. Day, 2004. Environmental sub-regions in the Gulf of the Mexico coastal zone: the ecosystem approach as an integrated management tool. *Ocean and Coastal Management* 47(1): 727-757.
- 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 doi 10.1029/2003JC001879 2003.