



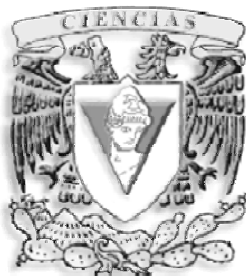
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

CONTENIDO ESTOMACAL DE *Pleuroncodes planipes*
(STIMPSON 1860) EN RELACIÓN A LA DINAMICA DE
MAREAS EN BAHÍA MAGDALENA, BAJA CALIFORNIA
SUR, MEXICO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I Ó L O G O
P R E S E N T A:
HÉCTOR LOVERA SALAZAR

DIRECTOR DE TESIS:
DR. CARLOS J. ROBINSON MENDOZA.



2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

RESUMEN	4
1 INTRODUCCIÓN.	5
1.1 Sistemática de la langostilla (<i>Pleuroncodes planipes</i>, Stimpson1860).	10
2 JUSTIFICACIÓN.	12
3 OBJETIVO GENERAL.	13
3.1 Objetivos Particulares.	13
4 ÁREA DE ESTUDIO.	14
4.1 Mareas.	16
5 MATERIALES Y MÉTODOS.	18
5.1 Información Oceanográfica.	19
5.1.1 Muestreo.	19
5.1.2 Perfiles Verticales.	20
5.1.3 Cuantificación de Clorofila-a y concentración de oxígeno disuelto.	20
5.2 Captura de <i>Pleuroncodes planipes</i>.	21
5.2.1 Eco-localización de enjambres de langostilla.	21
5.2.2 Arrastres con red de media agua Isaac-Kidd.	22
5.3 Información Biológica.	22
5.3.1 Biometría.	22
5.3.2 Peso.	24
5.3.3 Análisis de Contenido Estomacal.	24
6 RESULTADOS.	26
6.1 Mareas.	26
6.2 Descripción del ambiente oceanográfico.	27
6.2.1 Temperatura.	27
6.2.2 Densidad del agua ($\sigma-t$).	29
6.2.3 Salinidad.	31
6.2.4 Oxígeno disuelto a lo largo del transecto a 20 m y 30 m de profundidad.	33
6.2.5 Concentración de Clorofila-a a lo largo del transecto a 20 m y 30 m de profundidad.	35
6.3 Resultados Biológicos.	37
6.3.1 Longitud Estándar de Cefalotórax.	38
6.3.2 Contenido Estomacal.	41

7	DISCUSIÓN.	45
7.1	Distribución de los tamaños de langostilla.	45
7.2	Importancia de las mareas y Preferencias alimentarias.	46
8	CONCLUSIONES.	51
	LITERATURA CITADA.	52

RESUMEN

Lovera-Salazar, H. 2007. Contenido estomacal de *Pleuroncodes planipes* (Stimpson, 1860) en relación a la dinámica de mareas en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. 57 p.

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Ecología de Pesquerías del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se hizo un estudio para conocer la relación del contenido estomacal de *Pleuroncodes planipes* (Stimpson 1860) y la dinámica de mareas en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. El estudio consistió en el análisis de los contenidos estomacales de las langostillas capturadas, a lo largo de un transecto de 18 km que cruzó perpendicularmente a lo largo de la entrada principal de Bahía Magdalena. Se obtuvieron registros de los parámetros físico-químicos (temperatura, Sigma-*t*, salinidad, y concentración de clorofila-*a*), además de los estados marea del área de estudio. Se analizó la biometría (longitud estándar de cefalotórax, ancho de cefalotórax y longitud de cefalotórax) y estimó peso húmedo de la langostilla por medio de la longitud del cefalotórax de todos los organismos recolectados.

El área de estudio se dividió en tres zonas a largo del transecto de 18 km (Bahía, Boca y Plataforma), en las cuales se realizaron las capturas por medio de una red de media agua tipo Isaac-Kidd. Y con la ayuda de una ecosonda para determinar la profundidad y ubicación de los organismos. De acuerdo a los resultados de la Longitud Estándar de Cefalotórax de los organismos capturados se observaron dos cohortes. En la zona de Bahía se registraron las tallas máximas de las langostillas y el contenido de fitopláncton mayor con respecto a las otras dos zonas, presentando la zona Plataforma el comportamiento opuesto. En relación con las mareas se observó en la zona de la boca de la Bahía durante la marea creciente los organismos se alimentaron de manera más eficiente ayudados por la corriente de marea

1 INTRODUCCIÓN.

Pleuroncodes planipes (Stimpson, 1860), es un crustáceo decápodo perteneciente a la familia Galatheidae. La especie fue nombrada a mediados de la década de los setentas como langostilla por la entonces Secretaría de Pesca (Arvizú *com. pers.*) y en inglés ha sido nombrada como “red crab”, “pelagic crab” ó inclusive “tuna crab” (Blackburn, 1969). Esta especie forma parte importante del micronécton y es muy abundante en la costa oeste de la península de Baja California (Auriolles–Gamboa *et al.*, 1994), modulando de manera significativa el fitoplancton y zooplancton que es parte de su dieta habitual así como la distribución, abundancia de sus depredadores naturales que incluyen a varias especies de aves y mamíferos marinos (Boyd, 1967; Blackburn, 1969; Longhurst *et al.*, 1967; Kato, 1974; Galván, 1988; Olsen y Galván-Magaña, 2002). Este crustáceo ha sido por largo tiempo considerado como una especie con elevado potencial comercial-pesquero, ya que es posible obtener de él una diversidad de productos aplicables a la industria alimentaría como aditivo alimenticio para camarón y algunas especies de peces (salmónidos), así como a la industria química y farmacéutica como fuente de proteínas (enzimas y péptidos tipo insulina)(Gallardo, 1975; Pérez-Flores, 1991).

Las hembras de *Pleuroncodes planipes* depositan sus huevos en un saco ovígero fuertemente adherido a sus pleópodos; el desarrollo embrionario dura varios días antes de la eclosión. Boyd (1967) definió que la langostilla tiene una fase planctónica durante sus primeros estadios larvales de zoea (cinco estadios) y galathea (un estadio); en las etapas juvenil, de pre-adultos y en la etapa adulta la especie es estrictamente bentónica con movimientos ocasionales hacia la superficie (generalmente durante la noche) en una migración circadiana (Alvariño, 1976) (Figura 1). Robinson y Gómez-Gutiérrez (1998) demostraron que el comportamiento de migración vertical diaria (MVD) es altamente dinámico observando que las langostillas pelágicas migran desde la superficie y pueden

asentarse sobre el fondo marino en menos de una hora, aún en profundidades de 200 m.

En la costa oeste de la Península de Baja California, este organismo se distribuye a lo largo de la plataforma continental (0-200 m de profundidad) y parte del talud continental (200-600 m) durante el invierno. Al inicio del verano (junio) la temperatura cerca del fondo marino se incrementa por arriba de los 16°C, por lo que las langostillas reducen sus densidades poblacionales en aguas relativamente someras (70 m), siendo más abundantes en profundidades mayores (Auriolles, 1992). Esto ha sido interpretado como una migración costa-océano de la especie donde la fase pelágica es transportada fuera de la costa por el transporte de Ekman, y la fase béntica migra de regreso cerca del fondo donde se lleva a cabo su reproducción, enfrente de Bahía Magdalena, Baja California Sur (Boyd, 1967) desde diciembre hasta abril (Gómez-Gutiérrez, 1991; Kato, 1974, Boyd, 1967; Longhurst, 1968). Una vez terminada la época reproductiva la población béntica aparentemente se mueve a profundidades mayores (100–200 m) y probablemente, invade el talud continental (Auriolles–Gamboa, 1992; 1995). Este patrón de migración ontogenética aparentemente no ocurre en Punta Eugenia (28°N) donde las langostillas son comúnmente observadas en otoño cerca de la costa, posiblemente asociadas al patrón de convergencias y a un remolino semipermanente en esa región (Gómez-Gutiérrez *et al.*, 2000).

Una de las características más notables del ciclo de vida de las langostillas son sus varamientos masivos, los cuales han sido observados anualmente en Bahía Magdalena (Auriolles *et al.*, 1994) y también durante eventos de “El Niño” en la costa de California en E.E.U.U. (Glynn, 1961; Kato, 1974; Stewart *et al.*, 1984). Las grandes concentraciones superficiales de langostilla han llamado la atención de las personas que han tenido la oportunidad de observarla. Observaciones realizadas por medio de una ecosonda de haz simple y una frecuencia de 20 khz han establecido que estas agregaciones ocurren a lo largo de la columna del agua (Arvizú *et al.*, 1974; Blackburn, 1969; Robinson y Gómez-Gutiérrez, 1998; Gómez-Gutiérrez y Robinson, en prensa). En la boca de Bahía Magdalena la langostilla

tiene una estrecha interacción con las corrientes de marea, la cual transporta los organismos desde la plataforma continental a la parte interna de la Bahía a una profundidad típicamente entre la superficie y 20 m (Gómez-Gutiérrez y Robinson, en prensa). Sin embargo, cuando la langostilla sobrepasa el límite del frente de mareas, posiblemente éstas son transportadas por corrientes propias de la Bahía promoviendo su varamiento en las playas internas (Gómez-Gutiérrez *com. pers.*).

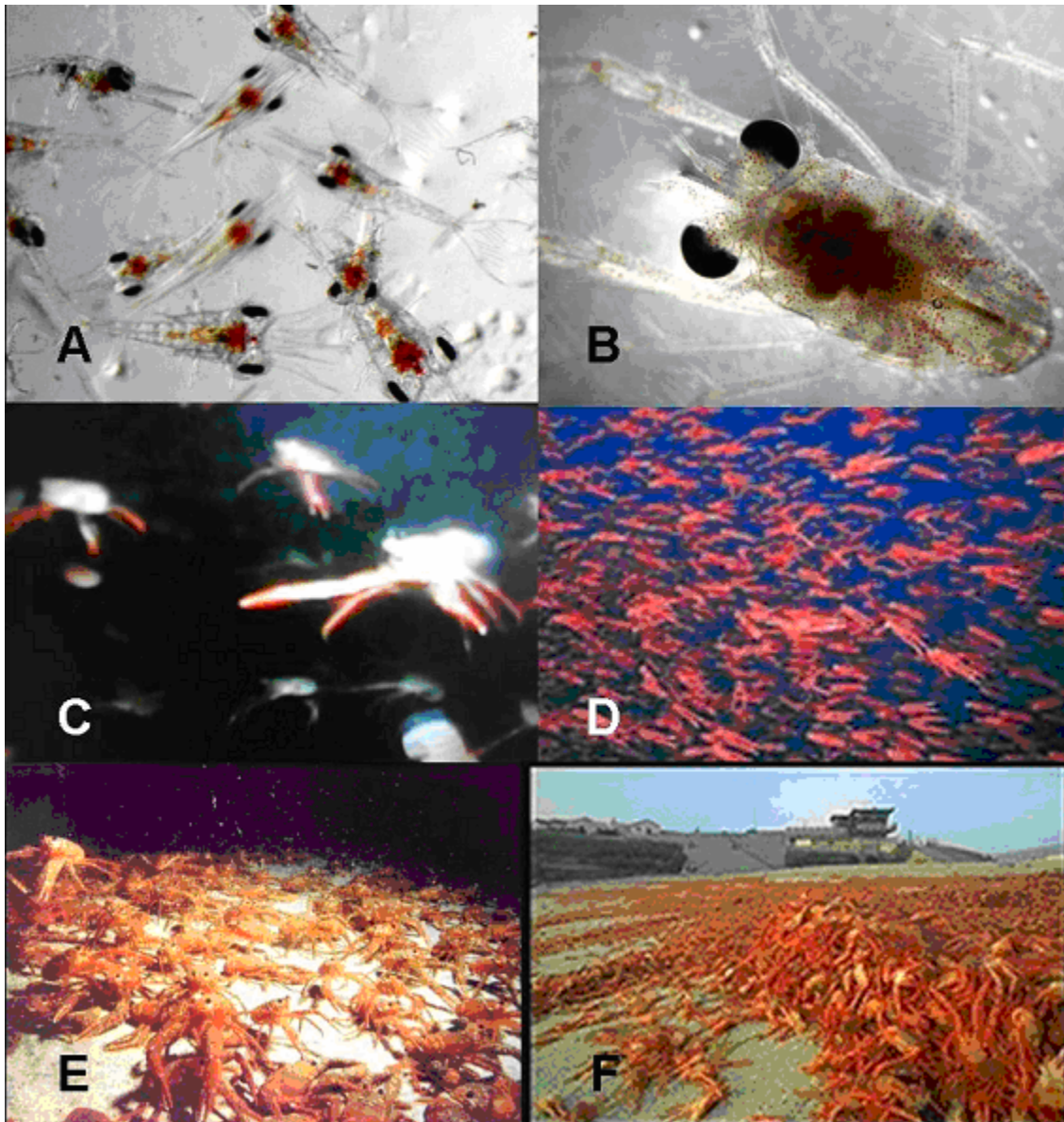


Figura 1 *Pleuroncodes planipes*. (A) fase planctónica en estadio zoea. (B) estadio Galathea. (C) fase pelágica en estadio adulto en Bahía Magdalena México (D) en las Costas del Estado de California, (E) fase béntica en las costas de California, (F) Varamiento de langostillas en la costa de California, EE.UU. Fotos (A-C) Jaime Gómez-Gutiérrez, (D - F) Anónimo publicada en <http://www.earthwindow.com>

En México, las mayores concentraciones de *Pleuroncodes planipes* se encuentran a ambos lados de la península de Baja California: en el Golfo de California, entre las Islas de San Pedro Mártir y de San Pedro Nolasco (Arvizú *et al.*, 1974), en la costa oeste frente a Bahía Magdalena y en el Golfo de Ulloa (Arvizú *et al.*, 1974; Shulz, 1976; Aurióles–Gamboa, 1992; 1995).

La langostilla es, desde el punto de vista pesquero-comercial, un recurso potencial con tres posibles zonas de explotación a lo largo de la costa de Baja California (Bahía Sebastián Vizcaíno, Bahía Magdalena y Golfo de Ulloa). Sin embargo, parece ser que no se disponen los equipos adecuados para su almacenamiento a bordo de las embarcaciones pesqueras y su subsecuente procesamiento. Limitaciones adicionales incluye la elevada actividad enzimática del hepato-páncreas que deteriora rápidamente la calidad del producto, aunado con el escaso volumen de carne en el abdomen y su elevado contenido de agua. Se ha propuesto usar esta especie para la obtención de quitinas pero por su condición pelágica su exoesqueleto tiene proporcionalmente poca quitina comparada con el camarón y la langosta, de ambientes bentónicos (Gallardo, 1975). Se proponen volúmenes de captura de 74 mil toneladas distribuidas en cerca de 6 mil toneladas en invierno-primavera y 28 mil toneladas en verano-otoño (Balart, 1996).

Arvizú *et al.* (1974) describió que en las capturas hechas en profundidades mayores de 100 m, la principal especie de acompañamiento es la merluza que constituye el 4% del total de la captura; en profundidades menores a 100 m las especies acompañantes son representantes de las familias Synodontidae, Gerridae, Triglidae, Pleuronectidae y Bothidae representando el 1.5% de la captura. En la pesquería del camarón en Baja California Sur, la langostilla representa en algunas ocasiones hasta el 70% de la fauna acompañante.

La langostilla ha sido usada en experimentos pilotos como un aditivo alimentario para diferentes especies de camarón (Carrillo *et al.*, 2000), como fuente de carotenos y proteínas hidrolizables para salmónidos (García-Carreño *et al.*, 1999). Entre las cualidades bioquímicas encontradas se reporta: a) una elevada actividad de enzimas digestivas, b) elevada actividad antioxidante y c) presencia de péptidos tipo insulina (García-Carreño *et al.*, 1999).

Castro-González (1997) comparó diferentes técnicas de conservación para la langostilla dada su elevada actividad autolítica (congelado, prensado, escaldado, escaldado-prensado), con dos tipos de secado (al sol y en estufa) concluyendo que el mejor método para la conservación de lípidos del producto es el escaldado y secado al sol.

Longhurst *et al.* (1967) fueron posiblemente los primeros investigadores interesados en estudiar los hábitos alimentarios de la langostilla bentónica bajo condiciones de laboratorio informando que la langostilla era detritófaga y algunos se alimentan de organismos o partes de estos provenientes de la comunidad bentónica. En las fases pelágicas y bentónicas también se ha observado que pueden capturar presas pequeñas altamente activas. En observaciones frente a la costa oeste de Baja California se ha notado que son capaces de alimentarse de copépodos relativamente grandes como *Labidocera acutifrons* a través de los movimientos de los quelíceros (Lovera-Salazar, obs. pers.) o de canibalismo de langostillas adultas sobre fases larvarias galathea (Gómez-Gutiérrez *com. pers.*). En un estudio sobre el contenido estomacal de langostillas bentónicas, Arvizú *et al.*, (1974) encontraron que los foraminíferos constituyen el 16% de la frecuencia de los componentes dietéticos analizados; los tintínidos 7.8%; diatomeas 6.2%; radiolarios 5.2%, y huevecillos de peces 4.7% y el resto (~60%) material orgánico no identificado catalogado como *detritus*, aunque pudiera ser plancton en avanzado estado de descomposición.

Debido a su elevada abundancia, y a su elevada tolerancia a relativamente amplios intervalos de temperatura, concentraciones de oxígeno aún cercanas a la hipoxia (Quetin *et al.*, 1976), la langostilla es altamente exitosa en la parte sur de la Corriente de California, representando una parte clave dentro del ecosistema trófico, conectando los productores primarios y un gran número de especies depredadores tope como: peces óseos (Arvizú *et al.*, 1974), dorado (*Coryphaena hippurus*), y algunos cartilaginosos como: el tiburón piloto (*Carcharhinus falciformis*) y tiburón zorro (*Alopias vulpinus*) (Olsen y Galván-Magaña, 2002; Chávez-Costa y Galván-Magaña, 2003). También son alimento de la tortuga amarilla (*Caretta caretta*), de algunos mamíferos marinos como la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) (Rice, 1974; Nichols. 1999) y de algunas aves marinas como gaviotas (*Larus spp.*) y pelicano café (*Pelecanus occidentalis*) (Romero, 2003; obs. pers.).

1.1 Sistemática de la langostilla (*Pleuroncodes planipes*, Stimpson 1860).

Phylum: Arthropoda.

Clase: Crustacea.

Orden: Decapoda.

Sub-orden: Reptantia.

Sección: Anomura.

Familia: Galatheididae.

Género: *Pleuroncodes*.

Especie: *Pleuroncodes planipes* (Stimpson, 1860).

Rostro largo, puntiagudo, prolongado sobre el caparazón en forma de una ancha carina y flanqueado de cada lado por un diente supraorbital puntiagudo. Caparazón más o menos convexo, más angosto anteriormente, con líneas transversales ciliadas bien desarrolladas y sin espinas en la superficie dorsal, salvo en la margen lateral y el ángulo ántero-lateral (algunas espirulas

ocasionalmente visibles por detrás del diente supraocular, particularmente en especímenes pequeños). Porción lateral (branquiestegito) perceptible en vista dorsal, delimitada del resto del caparazón por una sutura longitudinal. Cuerpo enteramente rojo carmín.

2 JUSTIFICACIÓN.

La mayor parte de los estudios de los hábitos alimentarios de las langostillas (*Pleuroncodes planipes*) han sido realizadas con especímenes adultos considerados langostillas bénticas (Longhurst *et al.* 1967; Arvizú *et al.*, 1974), o posiblemente una mezcla de béntica-pelágicas durante la época de reproducción (Pérez-Flores, 1991). La dinámica ambiental asociada a la disponibilidad del alimento es un factor importante para entender los fenómenos que caracterizan a una región costera o de alta productividad pesquera. El presente estudio se propone como un esfuerzo inicial para el entendimiento de la dinámica de Bahía Magdalena sobre la langostilla *Pleuroncodes planipes* como un ejemplo del comportamiento de los organismos omnívoros con relación a las condiciones oceanográficas. En particular este estudio se enfoca en langostillas recolectadas en la columna de agua (pelágicas).

3 OBJETIVO GENERAL.

El objetivo que se pretende alcanzar con el presente trabajo es describir la composición alimentaria de los estómagos de las langostillas pelágicas (*Pleuroncodes planipes*) en relación a la dinámica de mareas en Bahía Magdalena durante una época de mayor actividad reproductiva de la especie (Marzo de 2001).

3.1 *Objetivos particulares.*

- 1) Analizar la biometría (longitud estándar de cefalotórax, ancho de cefalotórax y longitud de cefalotórax) de las langostillas pelágicas.
- 2) Estimar del peso húmedo de la langostilla por medio de la longitud del cefalotórax.
- 3) Describir las condiciones oceanográficas (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, Sigma- t y fluorescencia) en el área de captura.
- 4) Analizar los contenidos estomacales de las langostillas capturadas, y relacionarlos con los estados de mareas y el área de captura en un transecto de 18 kilómetros localizado a lo largo de la entrada principal de Bahía Magdalena.

4 ÁREA DE ESTUDIO.

El área de estudio es Bahía Magdalena que se encuentra localizada en la Costa Suroeste de la Península de Baja California, ($24^{\circ} 15' N$ y $25^{\circ} 20' N$ y $111^{\circ} 30' W$ y $112^{\circ} 15' W$) (Figura 2); forma parte del complejo lagunar Magdalena–Almejas. Es una de las zonas costeras del noroeste mexicano más estudiadas tanto por su extensión como por su alta productividad, por lo que este complejo lagunar es el centro de varias pesquerías, y es considerada como la posición geográfica fronteriza entre las condiciones templadas de la Corriente de California y la Corriente Nor-ecuatorial (Lluch–Belda *et al.*, 2000; Parrish *et al.*, 1981).

Este sistema comprende tres áreas diferenciables: un cuerpo de agua mayor central denominado Bahía Magdalena, conectado con un cuerpo menor al sureste denominado Bahía Almejas y finalmente, una serie de canales con meandros y lagunas constituido principalmente por el Canal de Santo Domingo y denominada genéricamente “zona de canales” (Álvarez–Borrego *et al.*, 1975) (Figura 2).

Bahía Magdalena tiene una profundidad máxima de 40 m en la cuenca localizada cerca de su boca. Sobre la plataforma continental la profundidad se incrementa rápidamente con una elevada pendiente a unos cuantos kilómetros de la boca hasta una profundidad de cerca de 120 m. Álvarez–Borrego *et al.* (1975) describieron que la región de la boca de la Bahía tiene características típicamente oceánicas con aguas de menor temperatura y salinidad, debido esencialmente a un considerable intercambio con la zona oceánica adyacente a través de la amplia boca. Zaytsev *et al.* (2003) y Gómez-Gutiérrez y Robinson (en prensa) demostraron que esta entrada de agua de la plataforma continental está delimitada por un frente de marea que, en periodos de flujo máximo, puede penetrar de 6 a 8 km adentro de la Bahía.

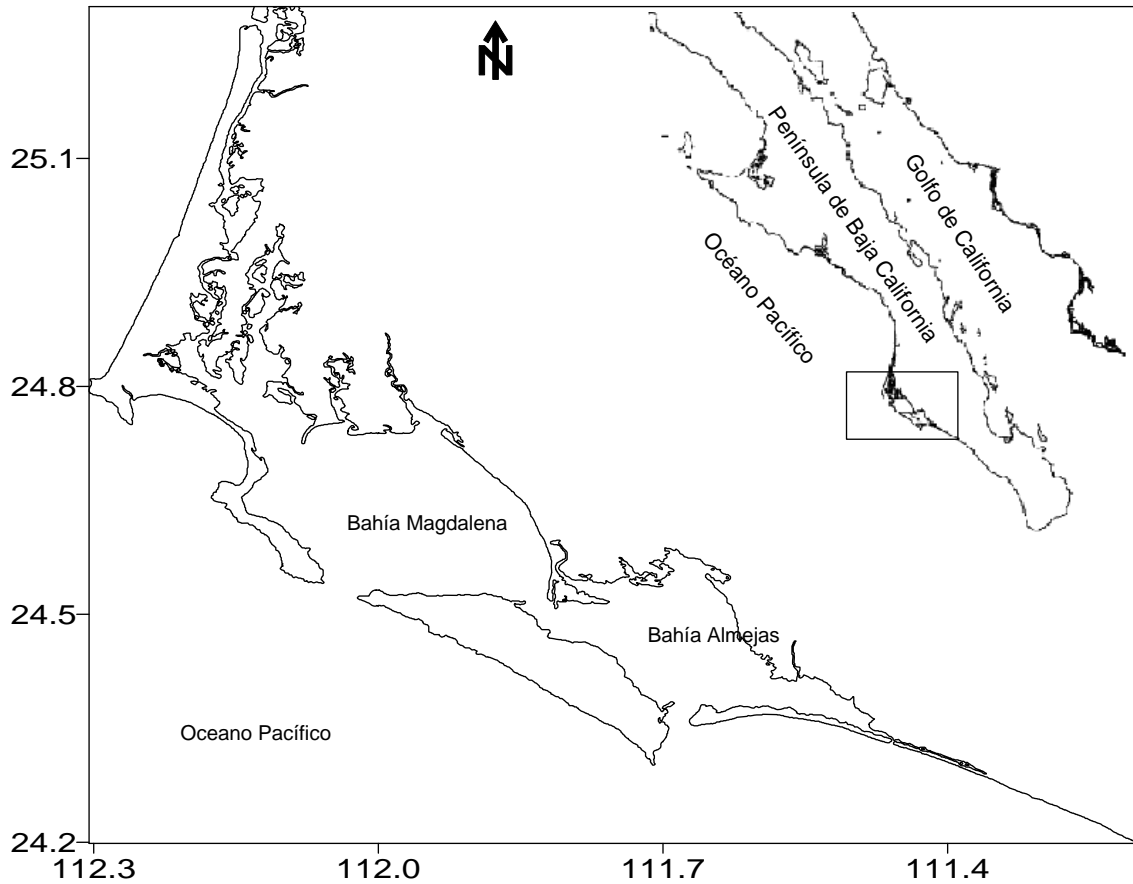


Figura 1 Localización del complejo lagunar Bahía Magdalena-Bahía Almejas.

Se han descrito dos diferentes ambientes al interior de Bahía Magdalena. Un área con aguas someras (menor de 5 m) que presenta condiciones antiestuarinas y una comunidad de zooplancton relativamente simple. Otra zona con aguas más profundas (mayor de 20 m) localizada cerca de la boca con una fuerte influencia de aguas neríticas y una comunidad de zooplancton relativamente más compleja que muestra fuertes cambios estacionales (Palomares-García, 1996; Funes-Rodríguez *et al.*, 1998). Bahía Magdalena presenta una amplia variación estacional de la temperatura superficial del mar, con diferencias de hasta 7°C entre las estaciones fría y cálida; mientras que la diferencia intermensual puede llegar a los 3.5°C (junio y julio). El interior del sistema lagunar en promedio tiene una temperatura superficial superior en casi un grado al exterior (Lluch-Belda *et al.*, 2000). Sin embargo en invierno, con la advección de agua con características tropicales la boca de Bahía Magdalena tiene una profunda capa de

mezcla con temperaturas mayores de 22°C provocando mínimas diferencias de temperaturas entre la parte profunda interna de la Bahía (mayor de 20 m) con la masa de agua de la plataforma continental (Gómez-Gutiérrez *et al.*, 2001; Gómez-Gutiérrez y Robinson, 2005).

Los nutrientes son introducidos a la Bahía a través de la boca durante el flujo de la marea (Guerrero *et al.*, 1988), que resulta en una alta actividad fotosintética dentro de la Bahía. En el interior de la Bahía se producen condiciones semejantes a las prevalecientes en zonas de surgencias durante gran parte del año en la región noroccidental (Álvarez-Borrego *et al.*, 1975). Es un cuerpo de agua con elevada productividad primaria cual exporta altas concentraciones de fitopláncton al océano adyacente durante el reflujó de la marea (Acosta-Ruiz y Lara-Lara, 1978). En la Bahía se registraron altas densidades de fitoplancton con dominancia de diatomeas durante la fase cálida en primavera y verano; y dinoflagelados durante la fase fría en otoño e invierno (Nienhuis y Guerrero, 1985; Garate-Lizarraga y Siqueiros-Beltrones, 1998), que sustentan grandes volúmenes de especies de peces pelágicos menores y fitoplanctófagos como: sardina (*Sardinops sagax*, *Opisthonema libertate*), anchoveta (*Engraulis mordax*, *Engraulis* spp.) y macarelas (*Scomber japonicus*) entre otros (Casas-Valdez, 1987; Robinson *et al.*, 2000).

4.1 Mareas.

Las mareas pueden definirse como un incremento o decrecimiento cíclico del nivel del mar causados por la atracción gravitacional de la Luna y el Sol, estos movimientos son relativamente fáciles de observar en la línea de costa pero en altamar, donde no se cuenta con un punto de referencia, estos movimientos pueden ser relativamente poco perceptibles (Ross, 2000). Las mareas con mayor intensidad son denominadas “mareas vivas” y se presentan dos veces por mes durante las fases de luna nueva y llena, mientras que las mareas con menor intensidad son denominadas “mareas muertas” y se presentan durante los cuartos menguante y creciente de luna. Esto hace que la altura de la marea sea

modelada matemáticamente con un elevado nivel de predictibilidad. Existen otros términos que nos indican condiciones particulares en los ciclos de marea alta o baja; en inglés, “slack” se refiere a cuando la corriente de marea no fluye, “stand” que indica que el nivel de marea es estacionario; marea de flujo (“flood”) indica que la marea esta subiendo y el agua tiene un flujo predominante hacia la costa y marea de reflujó se refiere a cuando la marea se encuentra en descenso (ebb) (Ross, 2000).

Las corrientes de marea no están restringidas a la superficie, pero por lo general mantienen una velocidad similar con respecto al fondo marino (Robinson y Gómez-Aguirre, 2004). Las corrientes de mareas tienen un profundo impacto en los patrones de circulación, en la variabilidad ambiental a pequeña escala y en la biota de ambientes costeros, promoviendo altas tasas de recambio, que en Bahías altamente contaminadas, puede amortiguar el efecto concentrador de contaminantes. También ayudan a la recirculación de los nutrientes necesarios para el fitoplancton (Ross, 2000).

Las corrientes originadas por las mareas mueven el fitoplancton y el zooplancton en regiones costeras con baja profundidad; muchos procesos biológicos incluyendo ciclos reproductivos, están relacionados a las mareas (Ross, 2000).

La marea en Bahía Magdalena se caracteriza por un régimen semidiurno mixto con un nivel medio superior de pleamar de 0.83 m, y un nivel medio inferior de bajamar es de -0.83 m y la pleamar máxima es de 1.56 m mientras que la pleamar inferior es de -2 m (Robinson *et al.*, 2004).

5 MATERIALES Y MÉTODOS.

En marzo de 2001, durante la campaña oceanográfica Sistemas Marinos de Surgencia y su Relación con Pelágicos Menores (SIMSUP XXII) se realizaron muestreos oceanográficos y biológicos en un transecto perpendicular a la costa de 18 kilómetros a bordo del Buque Oceanográfico “El Puma”, propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México. En este transecto que corre perpendicularmente a lo largo de la entrada principal de Bahía Magdalena se establecieron siete estaciones oceanográficas de forma que cubrieran dos de ellas la parte de interna de la Bahía, dos más la boca y las últimas tres, la plataforma continental afuera de la Bahía (Figura 3).

El traslado del barco de la estación uno a la estación siete se consideró como un recorrido. A lo largo del recorrido el barco se detuvo en cada una de las siete estaciones oceanográficas. Terminada la estación numero siete, el barco se dirigió hacia fuera de la Bahía terminando en la estación uno y así consecutivamente durante 48 horas. Terminando esta etapa el barco navegó de la estación uno a la siete y regresó a la estación uno y viceversa durante 24 horas, solamente parándose para realizar arrastre de media agua tipo Isaac-Kidd.

El estado de la marea durante los recorridos fue calculado por medio del programa Tides ver. 3.8 (www.arachnoid.com/tides) tomando como base la estación San Carlos ubicada dentro de la Bahía.

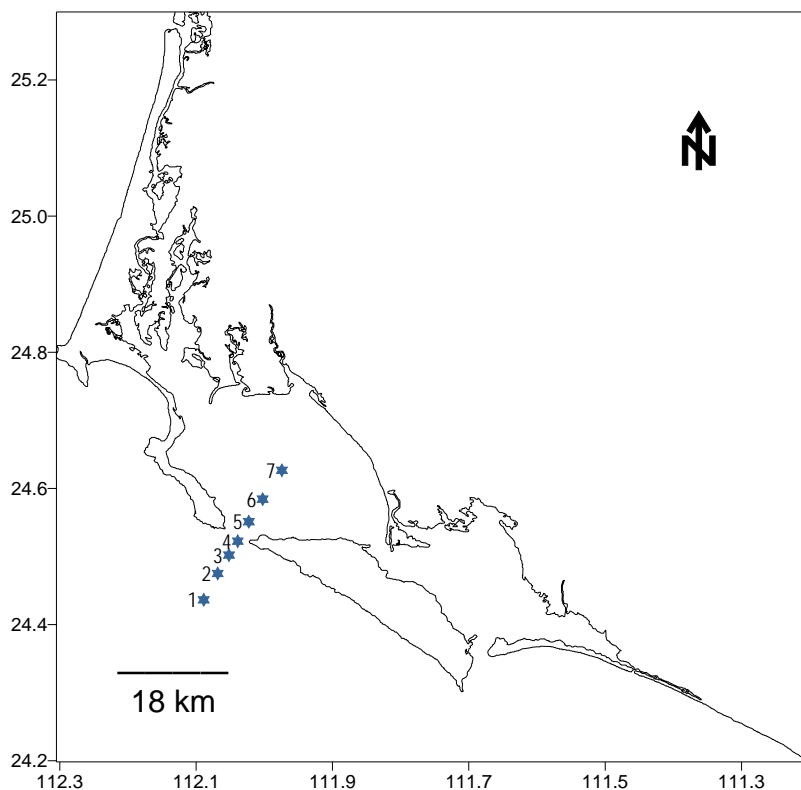


Figura 2 Localización de las siete estaciones oceanográficas (*) en el transecto.

5.1 Información oceanográfica.

5.1.1 Muestreo.

La primera etapa del muestreo tuvo una duración de 48 h se realizaron muestreos en cada una de las siete estaciones de estudio. En cada una de ellas se utilizó un CTD para registrar la conductividad, la temperatura y la profundidad (Mark III de General Oceanics), los registros fueron continuos a lo largo de la columna de agua, lo cuales posteriormente se usaron para estimar adicionalmente la salinidad, y la densidad del agua (Sigma-t).

La profundidad máxima a la cual se bajó el CTD fue dependiente de la profundidad a la que se encontraba el fondo, en las estaciones ubicadas sobre la

plataforma continental (1 y 2) fue de 50 m y en las estaciones más someras (3-7) fue de un máximo de 5 m arriba del fondo (en promedio 30 m profundidad).

5.1.2 Perfiles verticales.

Con la información obtenida del muestreo con el CTD se elaboraron perfiles verticales de cada una de las variables oceanográficas. Para la elaboración de éstos se utilizó el programa SURFER 7.1 de Golden Software Inc. utilizando el método de interpolación Kriging.

5.1.3 Cuantificación de Clorofila-a y concentración de oxígeno disuelto.

Por medio de botellas tipo Niskii de 15 l de capacidad montadas en una roseta del CTD, se realizó la toma de muestras de agua a las siguientes profundidades: 50 m, 40 m, 30 m, 25 m, 20 m, 15 m, 10 m, 5 m y superficie las cuales fueron analizadas para medir la fluorescencia (volts). Se obtuvo para cada profundidad mediante un Fluorómetro (Turner Designs Modelo 10-AU-005-CE). A partir de una solución estándar de clorofila-a (Turner) se estableció una curva patrón en el laboratorio con un intervalo de 0.20 a 2.50 $\mu\text{g l}^{-1}$ estableciendo la relación respectiva con la fluorescencia. Las lecturas de los datos de fluorescencia obtenidos en el campo y las diferentes concentraciones de clorofila estuvieron altamente correlacionados ($r^2 = 99.6$, $F = 45.5$, $P < 0.0001$). Los datos de fluorescencia fueron entonces convertidos a clorofila-a; mediante la siguiente fórmula obtenida en el Laboratorio de Ecología de Pesquerías del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM:

$$\text{Clorofila } a (\mu\text{g L}^{-1}) = 0.119 + 0.0072 * (\text{fluorescencia volts})$$

La concentración de oxígeno disuelto se midió a dos profundidades (20 m y 30 m) con un oxímetro (YSI Incorporated, modelo 50 B), el cual se calibró con una solución al 100% de saturación de aire; antes de realizar las mediciones en cada

estación se efectuaron las correcciones de acuerdo a la temperatura y la salinidad de las muestras, conforme a la tabla proporcionada por el fabricante.

5.2 Captura de *Pleuroncodes planipes*.

5.2.1 Eco-localización de enjambres de langostilla.

La información hidroacústica para la localización de los enjambres de langostilla se obtuvo por medio de una ecosonda SIMRAD EY-200 con un transductor de 200 kHz de haz sencillo. La duración del pulso fue de 0.3 ms. Para la visualización de datos se utilizó el programa Hydroacoustic Acquisition Data System (HADAS) (Lindem y Hourí, 1988). Este software también transforma los ecos recibidos en estimados probabilísticos de densidades y abundancia por unidad de área.

Un ejemplo de cómo HADAS presenta la información en tiempo real se presenta en la Figura 4. A partir de este tipo de ecogramas se estimó la profundidad relativa a la que se encontraba la langostilla y se determinó la profundidad de los lances de la red de media agua. La información obtenida a partir de HADAS y resultados de otros trabajos realizados en el área (Robinson y Gómez-Gutiérrez, 1998; Gómez-Gutiérrez *et al.*, 2000) permitieron distinguir las fuerzas de blanco asociadas a *Pleuroncodes planipes* entre los intervalos de -52 dB a -54 dB.

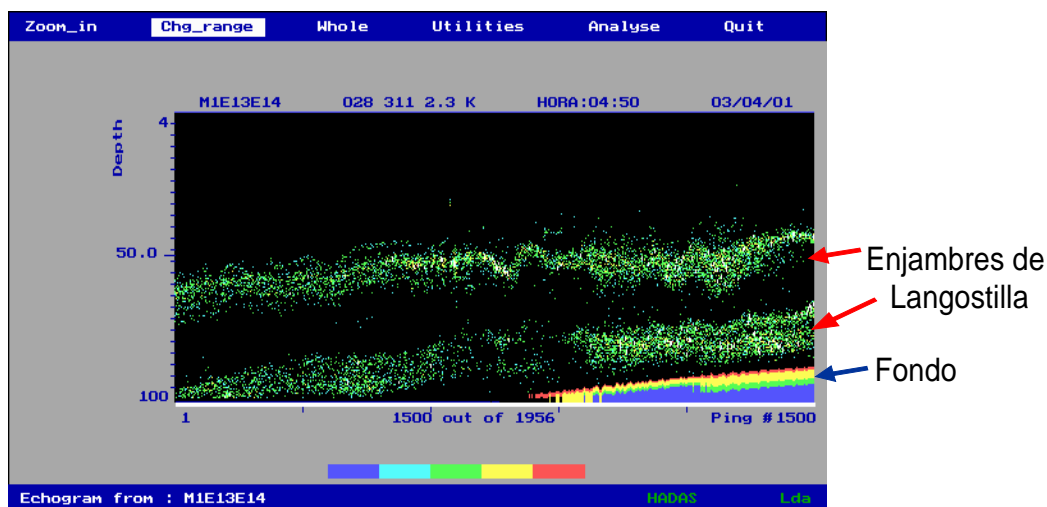


Figura 3 Ejemplo de un ecograma generado por el programa HADAS mediante registros acústicos con ecosonda Simrad-EY200.

5.2.2 Arrastres con red de media agua Isaac-Kidd.

La segunda etapa del muestreo consistió en arrastres con red de media agua tipo Isaac-Kidd. Esta red tuvo una boca cuadrada con un área de 4 m², una longitud de 7 m y un copo con luz de malla de 500 µm. Los arrastres se hicieron con una velocidad del buque entre 4 y 7 nudos. Todos los arrastres fueron realizados entre las estaciones definidas a lo largo del transecto. Las muestras recolectadas se depositaron en frascos de vidrio de un litro de capacidad, fueron fijadas con formol al 10% neutralizado con una solución de borato de sodio al 20% y posteriormente, al finalizar el crucero, fueron conservadas en alcohol al 75% (Aladro-Lubel *et al.*, 1992)

5.3 Información Biológica.

5.3.1 Biometría.

A las langostillas capturadas se les midió la longitud estándar del cefalotórax (LEC mm) (Figura 5), que toma en consideración desde las espinas preorbitales del rostro hasta el punto medio del borde posterior del caparazón

(Kato, 1974). Esta medida es preferida sobre la longitud total por que no es necesario estirar el abdomen del ejemplar que puede provocar una sobreestimación de esa medida (Aurioles-Gamboa, 1994). Los individuos fueron sexados. Los machos se identificaron por medio del petasma localizado en el primer apéndice del cefalotórax, el cual se utiliza para transportar el esperma a la hembra (Cockrum y McCauley, 1965; Gardiner, 1978; Barnes, 1986). Los arrastres con la red de media agua fueron realizados para obtener langostillas en las tres principales zonas en la que se divide el transecto. Estos arrastres se llevaron entre las estaciones en las cuales se detectaron previamente la existencia por ecolocalización de enjambres de langostilla.

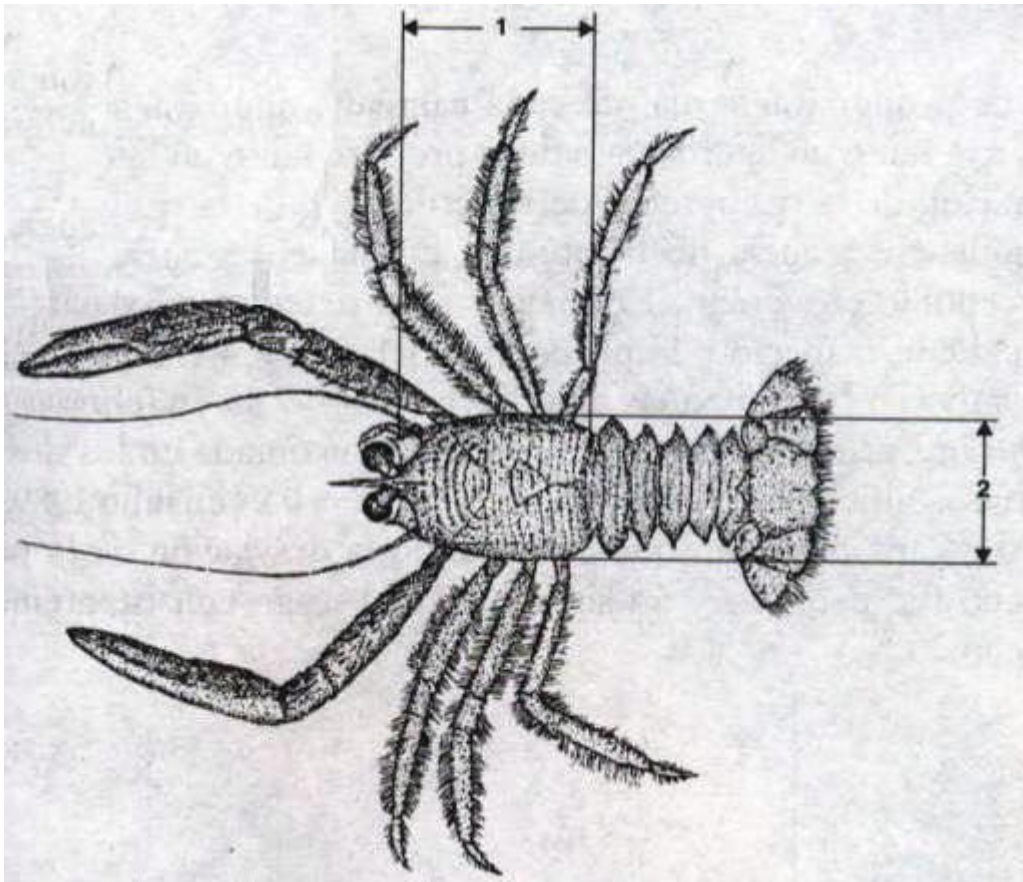


Figura 4 Medidas morfométricas tomadas a cada langostilla: longitud estándar de cefalotórax (1), ancho de caparazón (2). (Tomado de Serrano-Padilla y Aurioles-Gamboa, 1995)

5.3.2 *Peso.*

El peso húmedo en gramos de los individuos se determinó utilizando la ecuación peso-longitud total del cefalotórax en mm (LTC) de la langostilla estimada por Gómez-Gutiérrez y Sánchez-Ortiz (1997) que aporta evidencias de un crecimiento alométrico.

Para machos la ecuación usada fue:

$$\text{Peso} = 3.42 \times 10^{-4} (\text{longitud total de cefalotórax})^{2.889}$$

y para hembras:

$$\text{Peso} = 4.74 \times 10^{-4} (\text{longitud total de cefalotórax})^{2.763}$$

Dado que la medida morfométrica tomada para las langostillas fue la longitud estándar del cefalotórax (LEC), ésta se transformó a longitud total del cefalotórax en mm (LTC) por medio de la ecuación descrita por Gómez-Gutiérrez y Sánchez-Ortiz (1997):

$$\text{Longitud del Cefalotórax} = 7.09 + 1.002 * \text{Longitud Estándar del Caparazón}$$

5.3.3 *Análisis de Contenido Estomacal.*

Se estimó el tamaño de muestra que fue de 15 organismos para cada uno de los arrastres realizados de acuerdo con los resultados de Pérez-Flores (1991). Este autor no encontró diferencias significativas cuando comparó los promedios de los contenidos estomacales y su composición en tamaños de muestra de 6, 9 y 12 organismos.

El contenido estomacal de las langostillas fue analizado de acuerdo a la técnica descrita por Pérez-Flores (1991). Esta técnica consiste en extraer el estómago cardíaco, estructura rígida de color parduzco; cuando el estómago esta lleno y de una coloración amarillenta cuando esta vacío. Una vez extraído el estómago se realizó un frotis de su contenido disuelto en tres gotas de agua y se colocó todo su contenido en un portaobjetos para la identificación al microscopio del tipo de alimento.

6 RESULTADOS.

Al final de las primeras 48 horas se completaron doce recorridos. Uno de ellos fue incompleto con toma de datos sólo en cinco estaciones, la información que corresponde a la estación dos no se tomó y por lo tanto estas últimas estaciones no se consideraron para la descripción final de los parámetros físico-químicos.

6.1 Mareas.

El patrón de la marea durante los recorridos en las primeras 48 h con muestreo en las estaciones, se representa en la Figura 6. Durante los primeros siete transectos (realizados entre las 21.00 h del día 2 y las 23.50 h del día 3 de abril), la marea registrada fue entre +1.46 m y -0.14 m; con dos picos, el primero de +1.46 m y el segundo de +1.29 m y dos valles el primero de +0.65 m y el segundo de -0.14 m. Para el día 4 de abril la marea osciló entre +1.64 m y -0.28 m, con dos picos el primero de +1.64 m y el segundo de +1.51 m; dos valles el primero de +0.44 m y el segundo de -0.28 m.

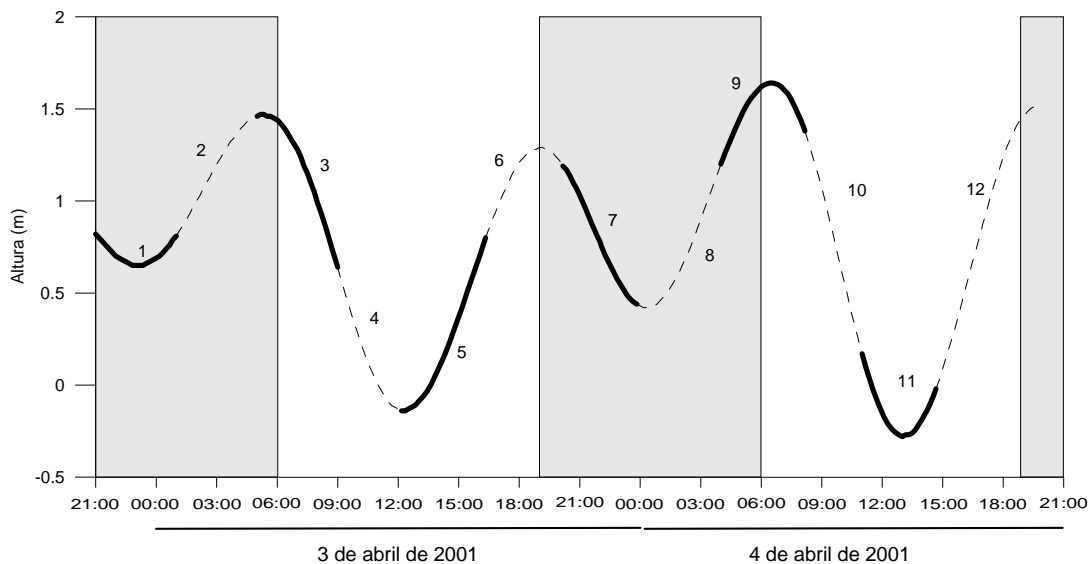


Figura 5 Comportamiento de la marea durante el muestreo oceanográfico, las líneas continuas y discontinuas muestran los transectos. La parte sombreada indica los periodos de oscuridad y luz durante los arrastres. El número indica el número de recorrido.

6.2 Descripción del ambiente oceanográfico.

6.2.1 Temperatura.

El comportamiento de la temperatura se muestra en la Figura 7 con un valor máximo de 18°C y uno mínimo de 14°C; en los primeros 4 recorridos en la zona de la boca se presenta una división entre el interior de la Bahía y la plataforma continental marcada por la isoterma de 16°C; las temperaturas máximas en estos transectos tanto en el interior de la Bahía como en la plataforma continental fueron de 17°C.

En el recorrido 5 las isotermas se observaron continuas desde el interior de la Bahía hasta la plataforma continental, con una temperatura máxima de 18°C en el interior de la Bahía, mientras que la isoterma de 14°C descendió cerca de los 50 m de profundidad. En los recorridos 6 y 7 la temperatura en la plataforma fue de 16 °C y las isotermas se mantuvieron continuas a lo largo del transecto.

En los recorridos 8 a 10 se observó nuevamente una división en la boca de la Bahía, marcada por las isotermas de 16°C en el transecto 8 y la de 15°C en los otros dos transectos; estos dos últimos recorridos presentaron una temperatura de 16°C tanto en el interior de la Bahía, como en la plataforma.

En los recorridos 11 y 12 las isotermas volvieron a ser continuas a lo largo del recorrido, y tuvieron una temperatura máxima de 17°C en el interior de la Bahía, mientras en la plataforma la temperatura máxima fue de 16°C.

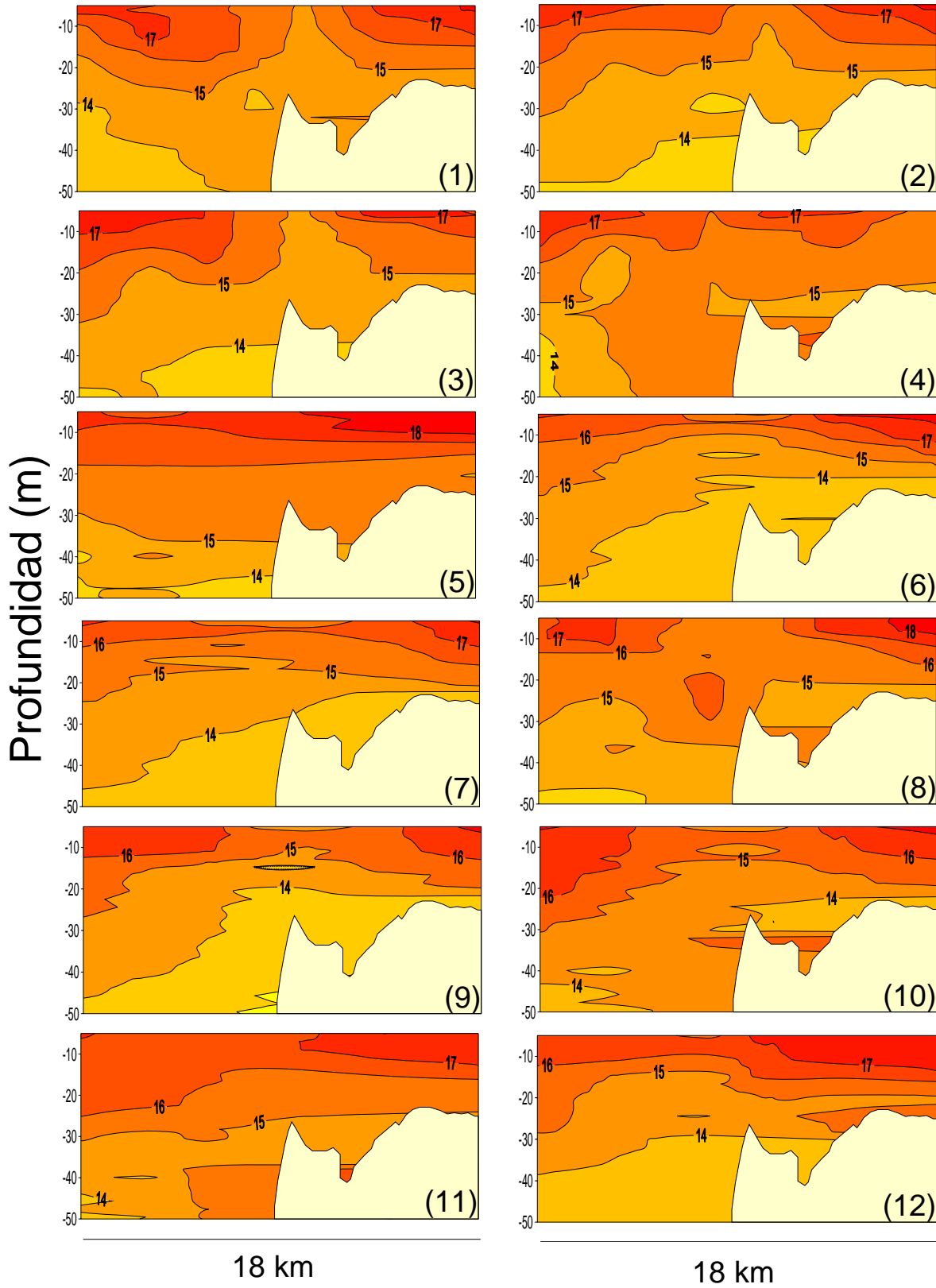


Figura 6 Contornos de la temperatura (°C) durante los doce recorridos con muestreo en las estaciones.

6.2.2 Densidad del agua (*Sigma-t*).

La Figura 8 muestra el comportamiento de la densidad del agua durante la primera parte del muestreo, el intervalo observado fue de 25.4 a 24.8 Kg m³⁻¹. De igual forma que en la temperatura, en la densidad se presentó una división marcada en la boca de la Bahía separando el recorrido en dos partes (Bahía y plataforma) perfectamente diferenciadas; esta división permaneció durante los primeros tres recorridos. En el transecto 4 la isopicna de 25.2 Kg m³⁻¹ se registró continua a lo largo del recorrido, manteniéndose el agua menos densa en la plataforma.

Las isopicnas en el transecto 5 se mantuvieron continuas a lo largo del recorrido; este estado de las isopicnas cambió en los siguientes cinco recorridos que mostraron la misma división entre las zonas, mostrando un ascenso en las isopicnas en la boca de la Bahía. Durante estos cinco recorridos se registró agua menos densa en la plataforma mientras que en el interior de la Bahía fue más densa.

Los últimos dos recorridos presentaron nuevamente las isopicnas más o menos continuas a lo largo del transecto, manteniendo una densidad menor en la plataforma.

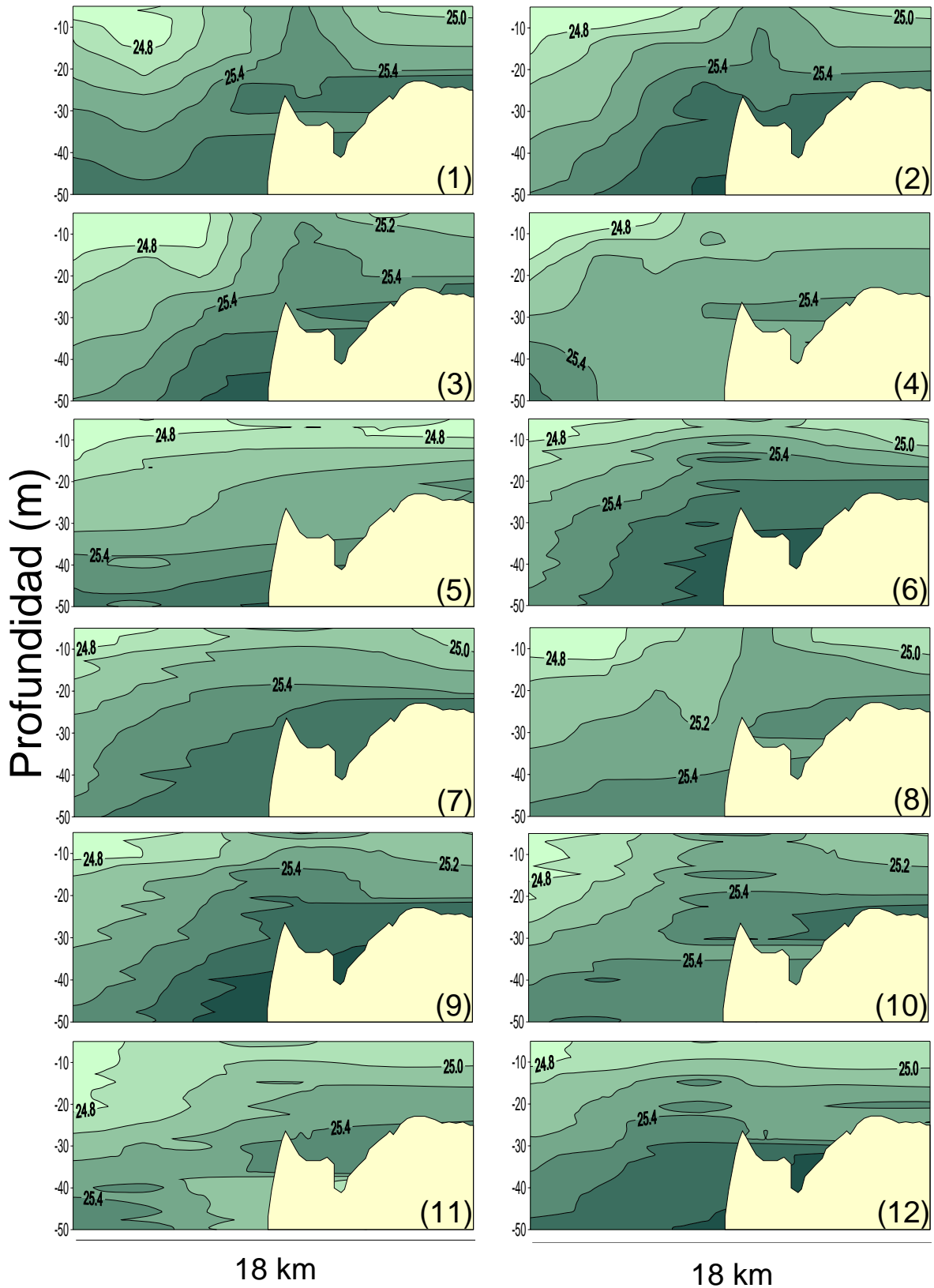


Figura 7 Contorno de Sigma-t (kg m^{-3}) durante los doce recorridos con muestreo en las estaciones.

6.2.3 Salinidad

La Figura 9 muestra el comportamiento de la salinidad durante la primera parte del muestreo. La estratificación de la salinidad se presentó de forma vertical a diferencia de lo que se presentó para las otras dos variables oceanográficas anteriores, cuya estratificación fue horizontal.

Se observó una clara distinción entre el valor del exterior de la Bahía con respecto del interior de la misma, siendo sus valores 34.0 y 34.4 respectivamente; estos valores fueron el mínimo y el máximo registrados para el muestreo.

El comportamiento de la isohalina de 34.3 es el más relevante debido a su avance o retroceso de la boca hacia el interior de la Bahía y viceversa; durante los primeros transectos esta isohalina se ubicó en la zona de la boca de la Bahía. Posteriormente, se encontró en el interior de la Bahía y en los siguientes dos transectos regreso a la boca de la Bahía.

Para los recorridos 7 a 10 la isohalina se ubicó en el interior de la Bahía, mostrando un claro avance de aguas más saladas hacia esta parte de la Bahía y retrocediendo hacia la boca en los últimos dos transectos.

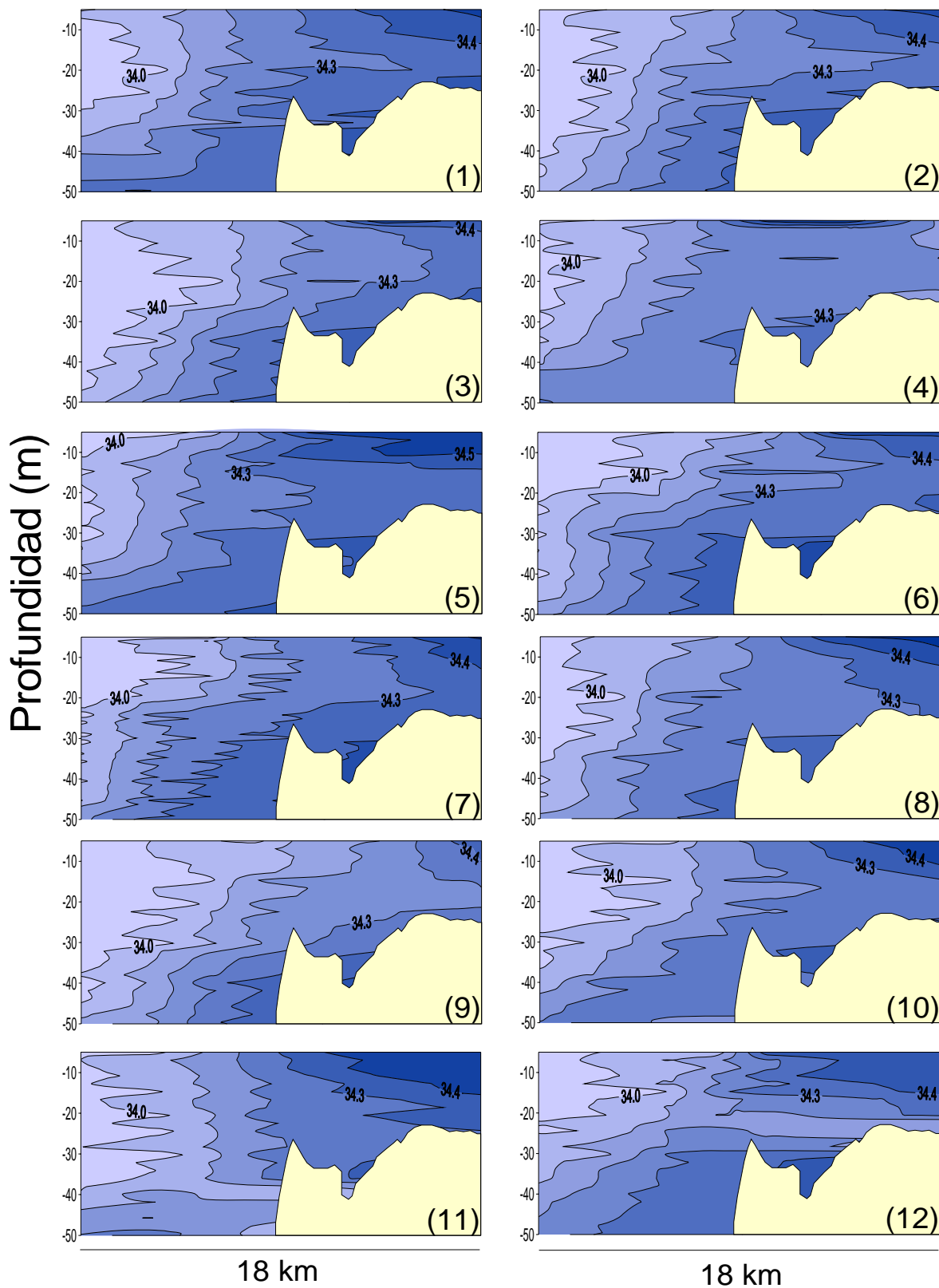


Figura 8 Contornos de salinidad durante los doce recorridos con muestreo en las estaciones.

6.2.4 Oxígeno disuelto a lo largo del transecto registrado a 20 m y 30 m de profundidad.

Los valores de oxígeno disuelto registrados a 20 m y 30 m de profundidad se presentan en la Figura 10. El valor mínimo encontrado en la profundidad de 20 m fue de 2.47 mg l⁻¹ mientras que para 30 m fue de 1.73 mg l⁻¹ ambos coincidieron en el recorrido 6 y en la estación 4. Los valores máximos encontrados para ambas profundidades fueron 12.30 mg l⁻¹ (20 m) y 10.39 mg l⁻¹ (30 m), registrados en la estación 2 del recorrido 8 en ambos casos.

Los recorridos 1 y 2 mostraron un decremento marcado en la estación 4 para ambas profundidades, con un posterior ascenso en la estación siguiente. Este mismo comportamiento se observó en los recorridos 6, 9, 10 y 12. En los demás transectos el comportamiento fue más estable sin la presencia de grandes variaciones entre las estaciones.

Los valores máximos reportados para todo el muestreo fueron de 12.30 mg l⁻¹ y 10.39 mg l⁻¹ en 20 y 30 m de profundidad en la estación 2 del recorrido 8, para este mismo transecto los valores mínimos fueron 5.3 mg l⁻¹ en la estación 5 y 3.65 mg l⁻¹ en la estación 7. En el recorrido 9 se presentaron los valores mínimos registrados para todo el muestreo en la estación 4, los cuales fueron 2.66 mg l⁻¹ y 2.18 mg l⁻¹ en 20 m y 30 m respectivamente.

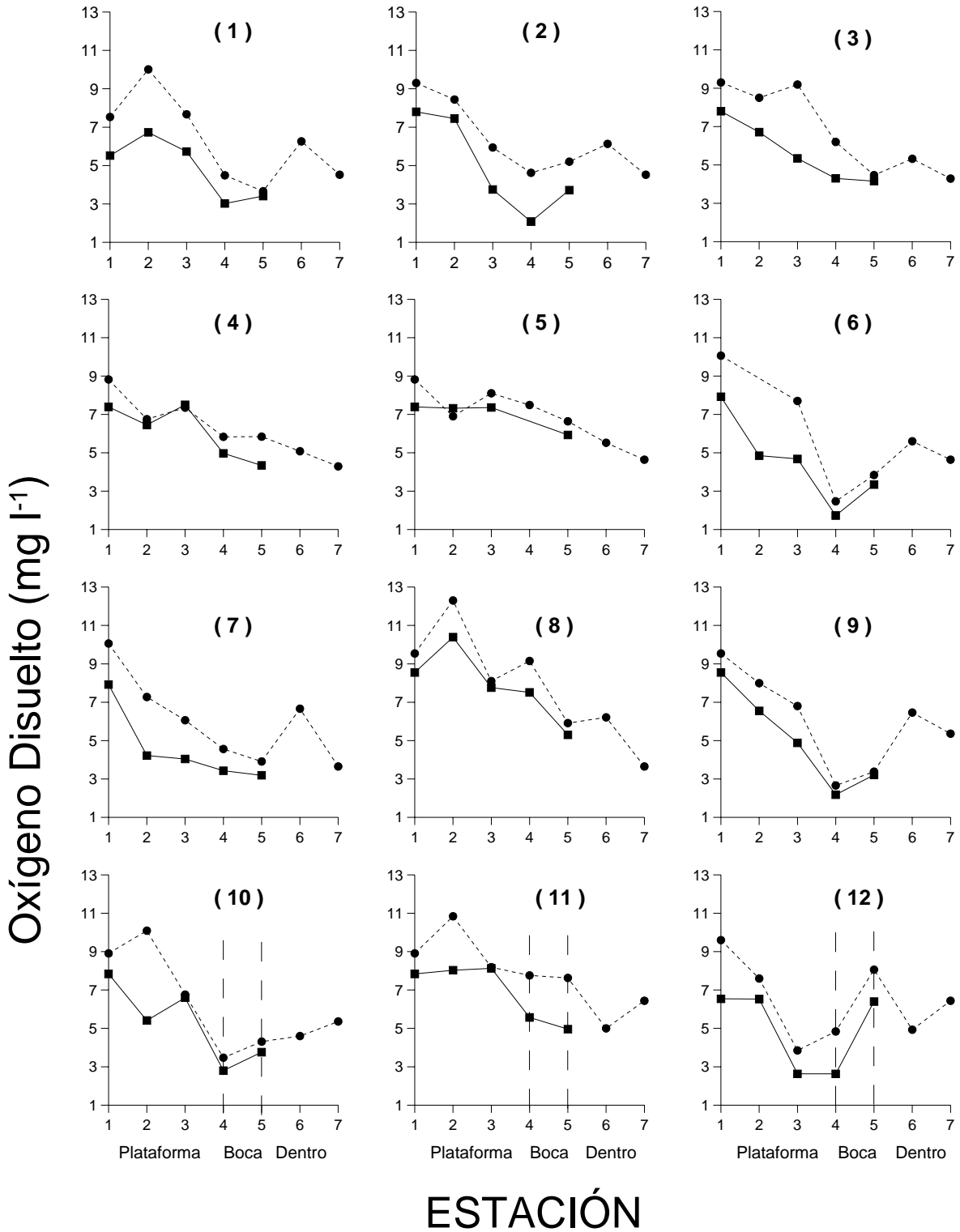


Figura 9 Valores de oxígeno disuelto (mg l⁻¹) a 20 m (---●---) y 30 m (—■—) de profundidad durante los doce recorridos con muestreo en las estaciones.

6.2.5 Concentración de clorofila-a a lo largo del transecto registrada a 20 m y 30 m de profundidad.

La Figura 11 muestra los datos registrados para la concentración de clorofila – a en profundidades de 20 m y 30 m. El valor mínimo fue de $0.08 \mu\text{g l}^{-1}$, mientras que el valor máximo fue de $0.89 \mu\text{g l}^{-1}$; ambos valores fueron registrados a 20 m de profundidad. Para la profundidad de 20 m en los recorridos 3 al 8 se encontraron los valores más altos para cada recorrido en la estación 7. Mientras que para la profundidad de 30 m el valor máximo registrado fue de $0.51 \mu\text{g l}^{-1}$ y el mínimo fue de $0.09 \mu\text{g l}^{-1}$, registrados en el recorrido 1 y cuatro respectivamente. Los valores de concentración de clorofila-a a 30 m de profundidad en general siguieron un comportamiento muy similar al que tuvieron a 20 m de profundidad.

Los recorridos 7 y 9 presentaron valores con poca variación durante las primeras cuatro estaciones, mientras que los demás recorridos presentan variaciones de aumento o disminución de la concentración de clorofila – a de una estación a otra.

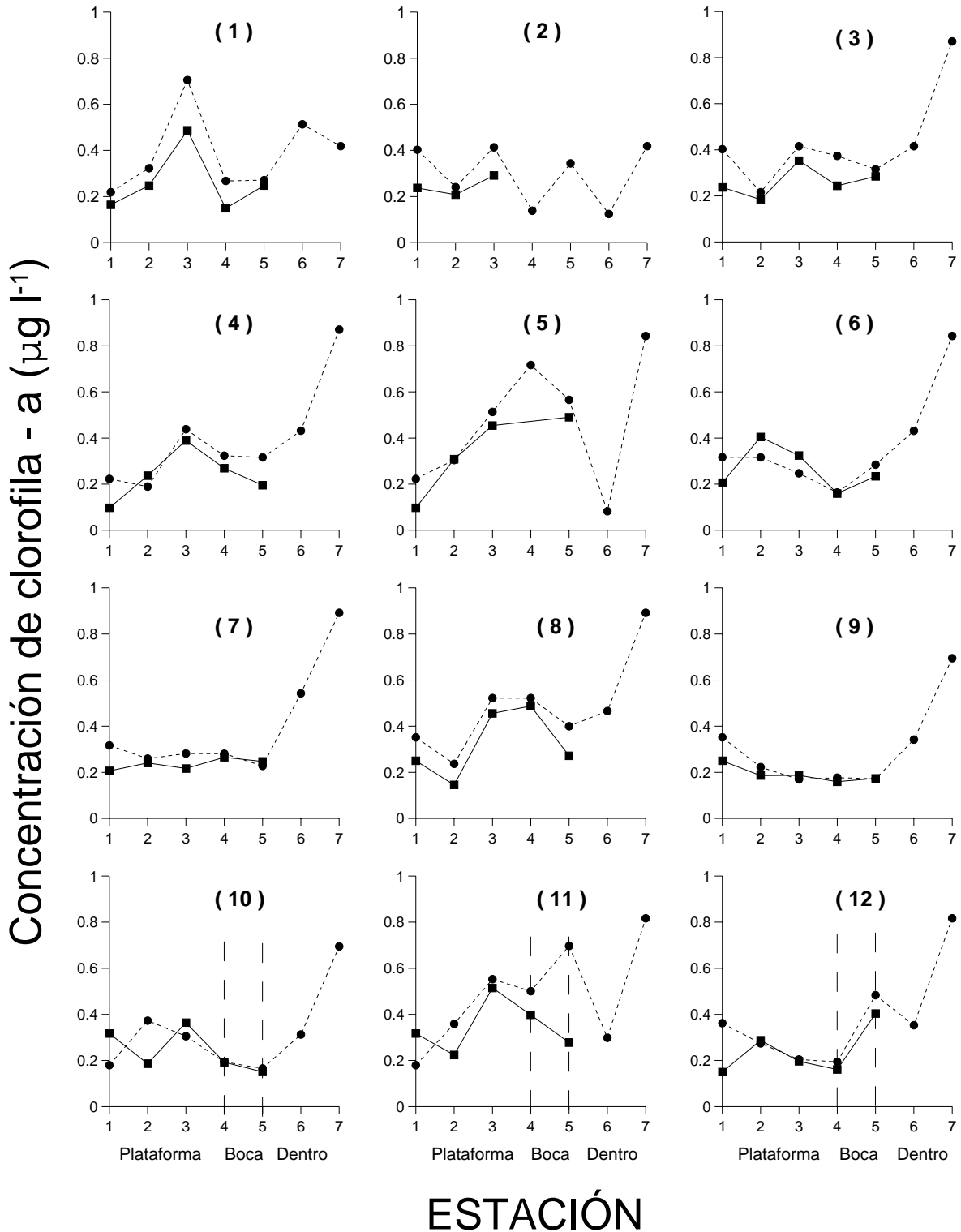


Figura 10 Valores de concentración de clorofila - a ($\mu\text{g l}^{-1}$) a 20 m (---●---) y 30 m (—■—) de profundidad durante los doce recorridos con muestreo en las estaciones.

6.3 Resultados biológicos.

Durante la segunda etapa del muestreo se realizaron un total de 13 lances con red de media agua Isaac-Kidd, los cuales fueron realizados entre 15 y 27.5 m de profundidad. Al igual que en la primera etapa se registró el comportamiento de la marea (Figura 12).

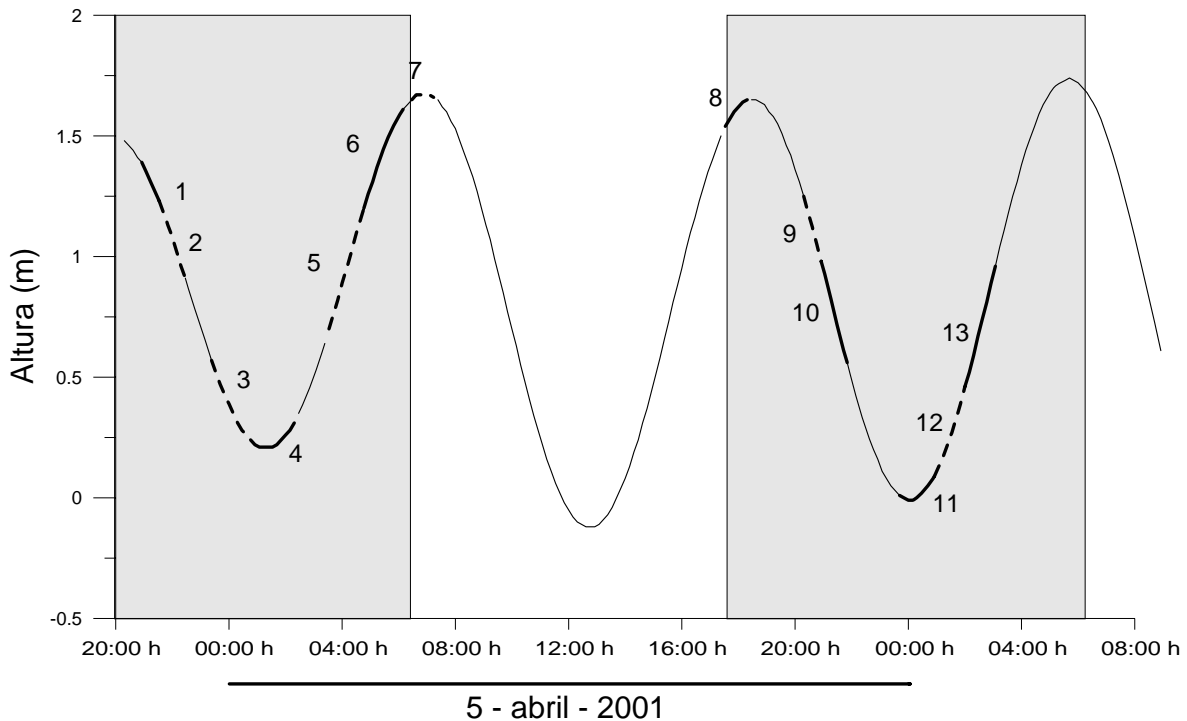


Figura 11 Comportamiento de la marea durante el muestreo con red de media agua, la línea gris muestra el patrón general, mientras las líneas negras continuas y discontinuas muestran los lances. La parte sombreada indica los periodos de oscuridad y luz durante los arrastres. El número indica el número de lance.

De las langostillas recolectadas (en ocasiones de varias decenas de kilogramos) se analizó el contenido estomacal de una submuestra biológica de 202 organismos, de los cuales 83 fueron hembras y 119 machos; la Longitud Estándar de Caparazón (LEC) varió entre 18 y 37 mm. La distribución general de tallas fue bimodal, la primera cayó en el intervalo de 20 a 21 mm y la segunda de 28 a 29 mm de LEC (Figura 13).

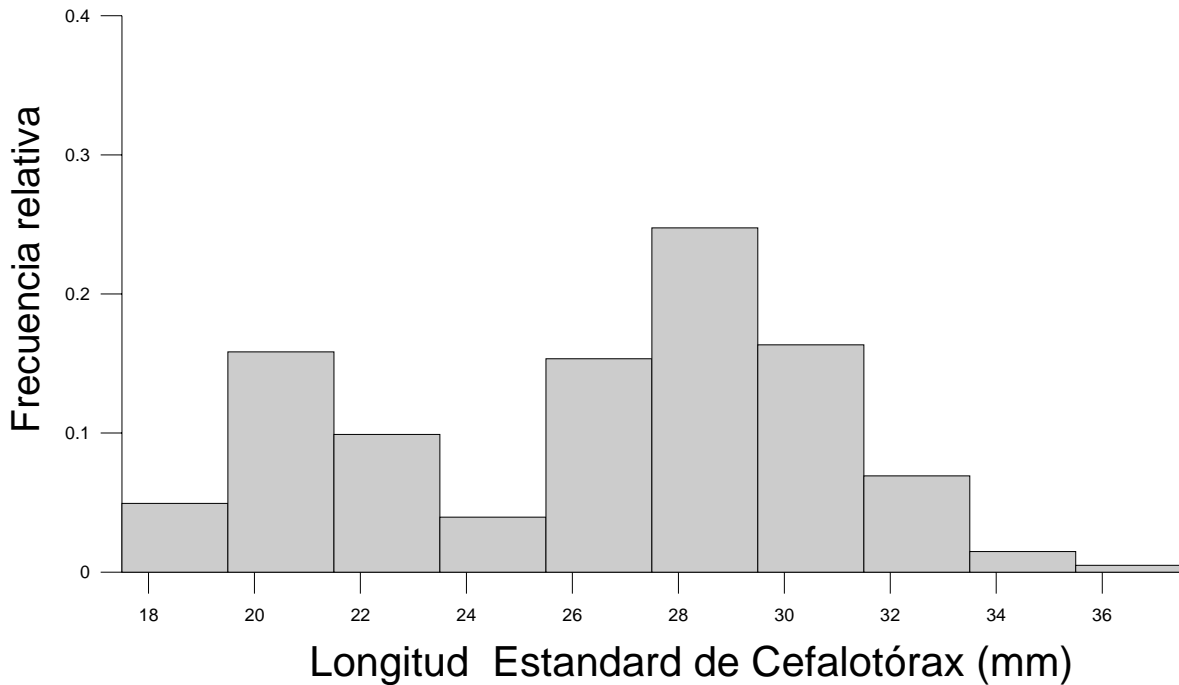


Figura 12 Distribución de tallas de *Pleuroncodes planipes*.

De los 202 organismos de la submuestra biológica analizada, en la región dentro de la Bahía se recolectaron 97 individuos, mientras en las regiones boca de la Bahía y plataforma continental se obtuvieron 45 y 60 respectivamente.

6.3.1 Longitud Estándar del Cefalotórax.

En los histogramas de talla (Figura 14) se observó un comportamiento bimodal en cada una de las regiones. Los organismos recolectados dentro de la Bahía mostraron un mayor tamaño ($\bar{x} = 27.51$) con respecto a las regiones boca ($\bar{x} = 26.73$) y plataforma ($\bar{x} = 25.65$). La región de la plataforma mostró una separación en las tallas dividiendo a los organismos en dos grupos claramente diferenciados; el primero entre los 18 y 22 mm de LEC y el segundo entre los 26 y los 32 mm de LEC.

En la región boca se encontró una mayor cantidad de organismos la talla de 20 mm de LEC, la cual fue la talla mínima para esta región y la segunda moda se

registró en la talla de 28 mm de LEC. Cabe mencionar que la talla más grande se registró en esta zona, la cual fue de 36 mm de LEC.

En la región de la Bahía la talla de 28 mm de LEC fue en la que se encontró la mayor cantidad de individuos; además mostró una segunda moda no muy clara en la talla de 22 mm de LEC. Tanto en esta región como en la de la plataforma se encontraron los organismos con la talla más pequeña, la cual fue de 18 mm de LEC.

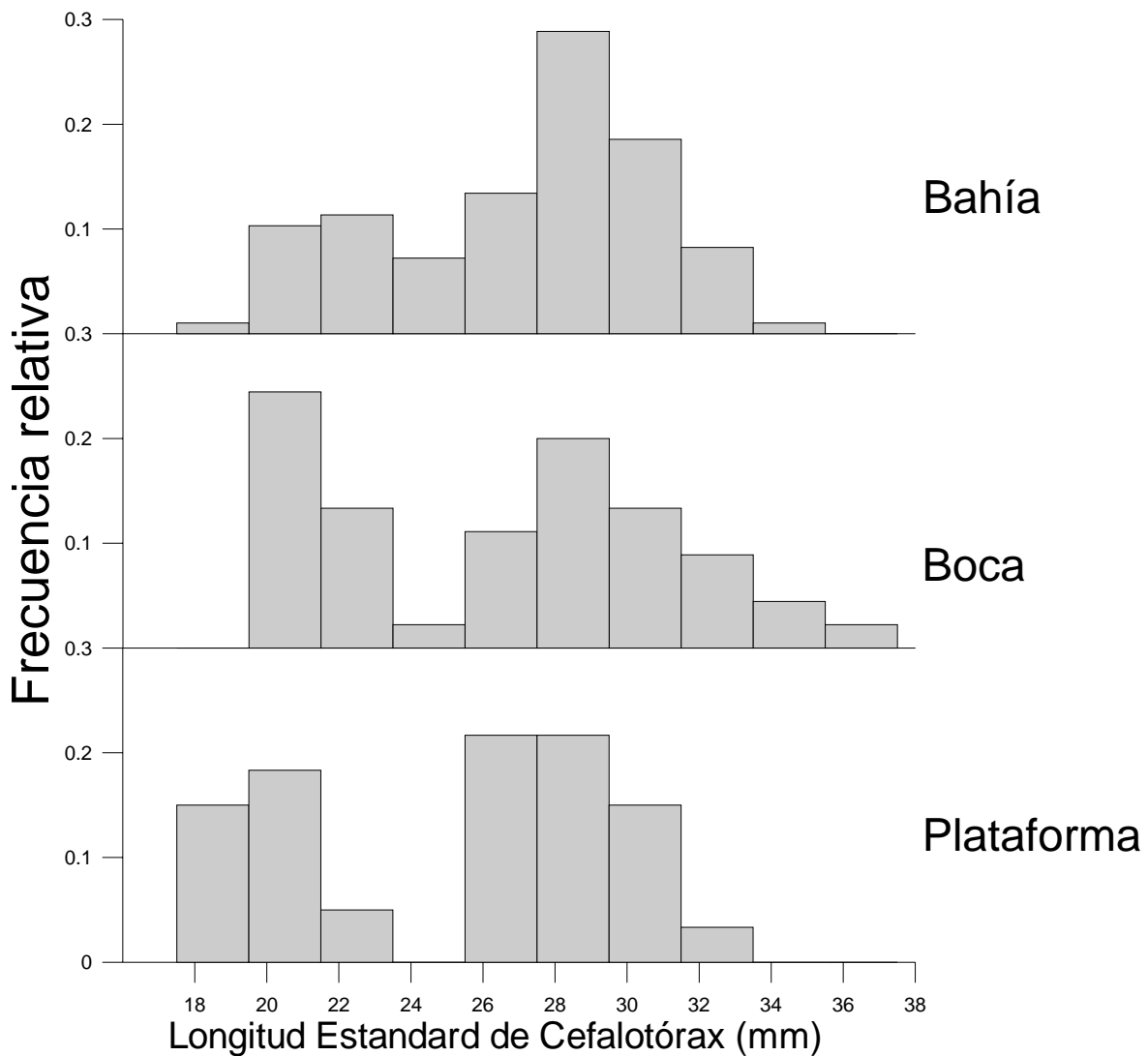


Figura 13 Distribución de tallas de *Pleuroncodes planipes* por región.

De manera consistente, por sexos los organismos mostraron un comportamiento bimodal similar al que se observó en la distribución por región y total de la submuestra biológica (Figura 15). Las proporciones sexuales (hembras:machos) para cada región fueron: dentro de la Bahía 0.56:1 y difiere significativamente de la proporción teórica 1:1 ($P = 0.0107$), para la Boca de la Bahía fue 1.14:1, sin diferencias significativas con la proporción teórica 1:1 ($P = 0.58$) y para Fuera de la Bahía de 0.67:1 sin diferencias significativas con la proporción teórica ($P = 0.074$)

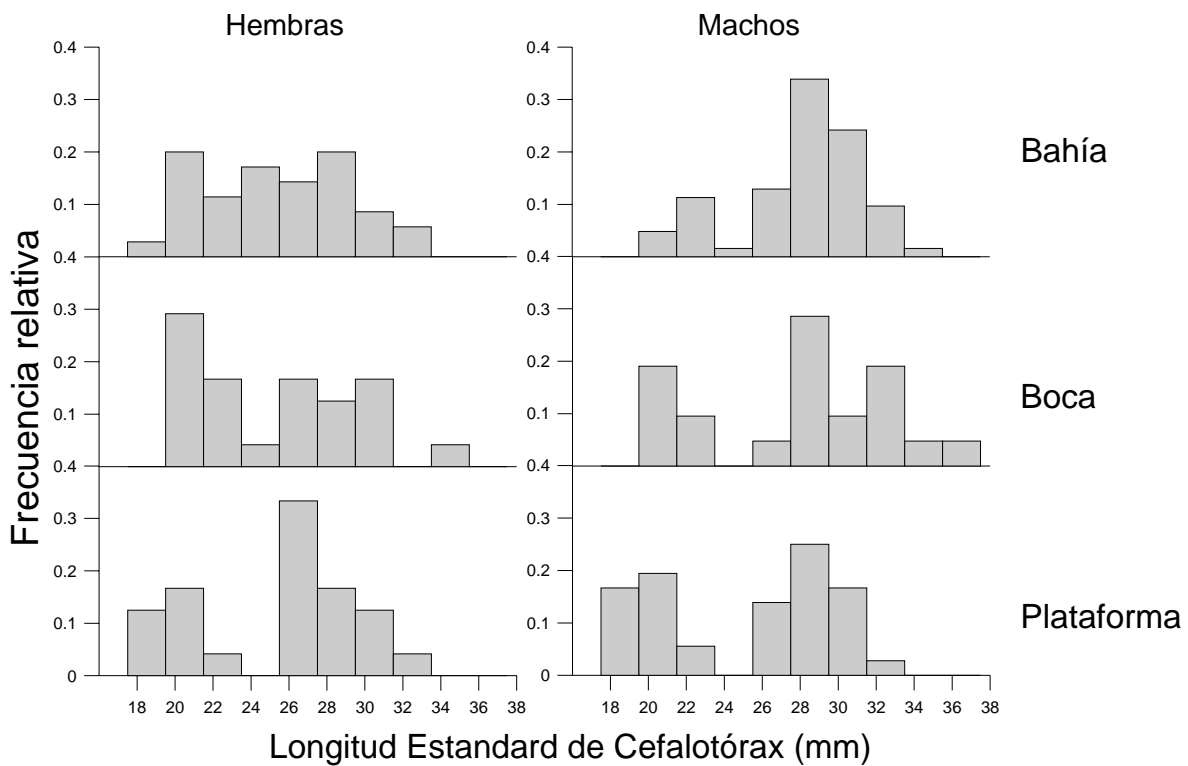


Figura 14 Distribución de tallas de *Pleuroncodes planipes* por región y sexo.

En la región de la plataforma se observó para las hembras las dos modas en las tallas de 26 mm y 20 mm de LEC, mientras que para los machos las modas no fueron tan claras; sin embargo las tallas en las cuales se observaron estas modas fueron 20 mm y 28 mm de LEC.

Para los machos de la región de la boca, se registraron dos modas en las tallas de 28 mm y 20 mm de LEC, por otro lado las hembras mostraron una moda en 20 mm de LEC, siendo la segunda moda poco clara.

En cuanto a las medidas morfométricas los organismos más grandes se recolectaron en la zona Bahía (Tabla 1); el promedio de la longitud total varió en los 38.02 mm y 34.01 mm. En la zona bahía se registro el organismo de mayor tamaño con 52.00 mm de longitud total y en la zona plataforma se recolecto el de menor tamaño con 18.70 mm de longitud total.

Tabla 1 Resumen de las medidas morfométricas tomadas de los 202 organismos de acuerdo a su zona de captura.

	Longitud total (mm)	Ancho de Caparazón (mm)	Peso Húmedo Calculado (g)
Bahía			
Máximo	52.00	20.00	9.44
Mínimo	22.30	7.90	1.27
Promedio	38.02	13.98	4.64
Boca			
Máximo	50.50	19.50	10.85
Mínimo	22.00	7.80	1.35
Promedio	36.43	12.92	4.12
Plataforma			
Máximo	48.80	18.30	7.72
Mínimo	18.70	7.00	1.09
Promedio	34.01	12.99	3.75

El promedio del peso húmedo calculado varió entre los 4.64 g y los 3.75 g en la zonas Bahía y Plataforma respectivamente (Tabla 1), estas zonas fueron donde se recolectaron los organismo de menor y mayor tamaño.

6.3.2 Contenido estomacal.

El contenido estomacal de la langostilla, fue subdividido en dos tipos alimenticios principales: fitoplancton y zooplancton. En el caso del fitoplancton en ocasiones se observaron células intactas pero usualmente se observaron

fragmentos de tecas. En el caso del zooplancton usualmente fue posible detectar partes de los organismos como antenas, mandíbulas ojos o exoesqueletos.

Con respecto a la alimentación por regiones se registró un mayor número de partículas, tanto de zooplancton como de fitoplancton en la región dentro de la Bahía, mientras que el menor número de restos alimenticios se encontró en la región de la plataforma continental (Figura 16).

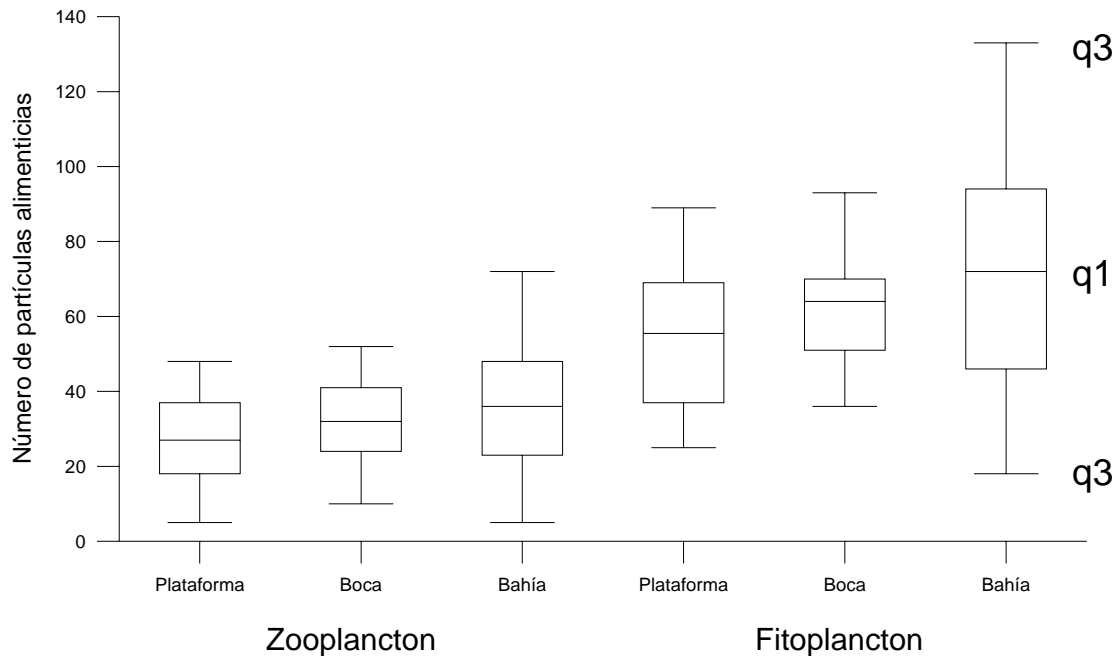


Figura 15 Medianas y cuartiles (q1 y q3) para los restos alimenticios (Zooplancton y Fitoplancton) analizados en el contenido estomacal de *Pleuroncodes planipes* por región.

El análisis por arrastre de la red tipo Isaac-Kidd, denotó que el número de tipos alimenticios fueron mayores en los arrastres 5 y 7 cuando el estado de la marea se encontraba en ascenso y el lance se efectuó de la estación más oceánica hacia adentro de la Bahía (Figura 17).

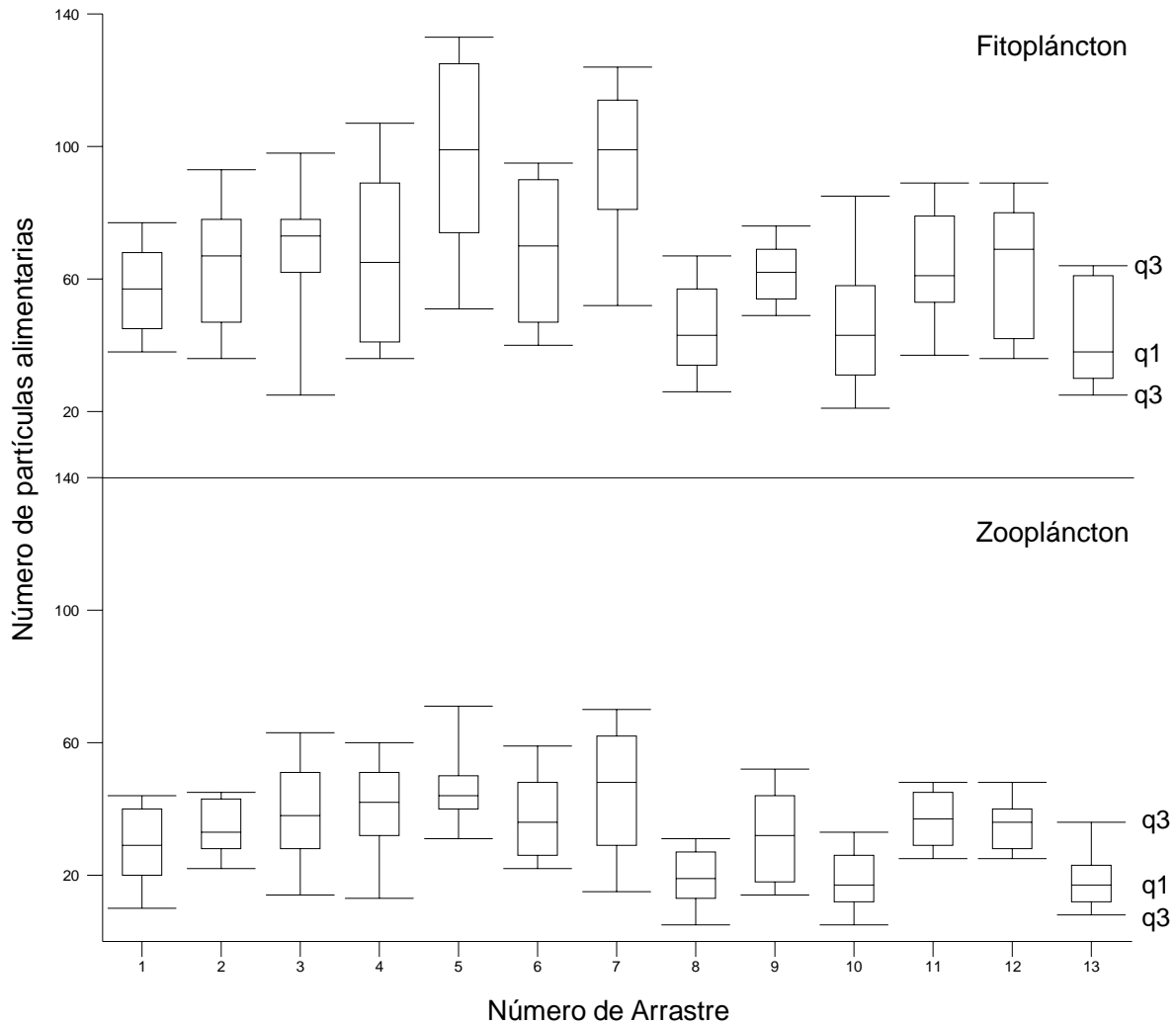


Figura 16 Medianas y cuartiles (q1 y q3) para los tipos alimenticios de *Pleuroncodes planipes* para cada lance realizado.

Con la finalidad de conocer las posibles diferencias de contenido estomacal por tallas, las langostillas se dividieron en dos clases de acuerdo a la longitud estándar de cefalotórax (18.0-25.0 y 25.1-38.0 mm), éstas fueron determinadas a los parámetros descritos para la diferenciación de los estadios del organismo. Para esto, se compararon las medianas del conteo de partículas de cada grupo, para cada tipo alimenticio utilizando la prueba estadística de Mann–Whitney, cuyo resumen se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2 Resumen estadístico de la comparación del número de tipos alimenticios por talla (Prueba de Mann-Whitney)

Clase (LEC mm)	n	Mediana	q1	q3	P	w
18.0-25.0 (zooplancton)	135	35.00	25.00	45.00		
25.1-38.0 (zooplancton)	67	24.00	18.00	43.00	0.0042	5680
18.0-25.0 (fitoplancton)	67	38.00	38.00	72.00		
25.1-38.0 (fitoplancton)	135	63.00	48.00	82.00	0.0017	5872

De acuerdo al tamaño y número de artículos alimenticios no se encontraron diferencias significativas (Tabla 2) para ninguno de los tipos alimenticios (fitoplancton y zooplancton).

7 DISCUSIÓN.

Los resultados indican que las mareas tienen un efecto importante en la cantidad de partículas alimenticias encontradas en los estómagos de *Pleuroncodes planipes*. Durante el flujo de marea los contenidos alimenticios fueron más abundantes, lo que demuestra que *Pleuroncodes planipes* se alimenta durante el flujo aprovechando las partículas alimenticias llevadas por las corrientes de marea, las cuales ingresan a través de la entrada principal de la Bahía. Durante el reflujo, la cantidad de alimento disminuye significativamente. Estos resultados concuerdan con lo descrito por Robinson y Gómez-Aguirre (2004) que reportaron langostillas alimentándose durante el flujo de mareas y cerca del fondo, y sin alimentarse durante el reflujo. Estos autores emplearon cámaras submarinas y ecogramas continuos durante un periodo de 24 h cerca de la boca de la Bahía que les permitieron observar el comportamiento de la langostilla durante el flujo y reflujo de la marea. Los resultados que se presentan en esta tesis también sugieren que la boca de la Bahía es la zona de mayor alimentación de esta especie (Figura 16), sin embargo los organismos con mayor número de artículos alimenticios fueron recolectados en la región dentro de la Bahía debido al flujo de la marea que los transporta al interior de la misma.

7.1 Distribución de los tamaños de las langostillas.

La distribución de los organismos por región mostró que los individuos más grandes se colectaron al interior de la Bahía (Tabla 1) y los más pequeños en el exterior de la misma; por sexo los machos en el interior de la Bahía fueron más grandes, mientras que en las otras dos regiones no se observó una diferencia muy grande entre las tallas y los sexos. A pesar de que el tamaño de la muestra es muy pequeño para poder hacer un análisis poblacional mas extenso, es preciso señalar que de acuerdo a los histogramas de distribución de tallas, ya sea por

región y sexo (Figura 15), por región (Figura 14) o por todos los organismos (Figura 13) se observó dos modas diferentes muy marcadas en algunos casos.

Lo anterior indica que pueden existir dos cohortes diferentes residentes en la zona del complejo lagunar (Gómez, *com. pers.*), ambas de la fase pelágica de la especie (Boyd, 1967; Longhurst *et al.*, 1967; Longhurst, 1968). Estas dos posibles cohortes corresponderían a organismos de uno y dos años de edad, de acuerdo a los tamaños de LEC que se reportan para esos estadios. (Boyd, 1967; Longhurst *et al.*, 1967; Longhurst, 1968)

En la zona de Bahía Magdalena el mes de marzo se considera como un periodo de reproducción (Pérez-Flores, 1991). Así la presencia de organismos de mayor tamaño al interior de la Bahía puede ser consecuencia de dos factores: uno la concentración de clorofila en la región (Figura 11) y a que el muestreo se realizo cerca de la temporada de reproducción.

7.2 Importancia de las mareas y Preferencias alimentarias.

A la luz de los resultados se confirma el hecho que las mareas son un factor de importancia vital para la dinámica de la Bahía debido a los procesos mecánicos que ocurren en el interior y la entrada principal (boca). Lo anterior puede dar cuenta de la presencia de gran cantidad de aportes alimenticios a los organismos analizados particularmente provenientes de los arrastres hechos en marea creciente y en el interior de la Bahía (Figuras 12 y 17). Los factores físico químicos proporcionan una idea más clara de cómo es que las mareas tienen un papel fundamental dentro de un sistema lagunar como el de Bahía Magdalena - Almejas, en este complejo lagunar, en particular en el área de estudio la dinámica los ciclos que presentan los factores físico-químicos duran 24 h; lo cual tuvo un resultado práctico para el presente estudio. En la primera etapa del muestreo podemos indicar la manera general en la que se comportan estos factores.

En los perfiles verticales de temperatura (Figura 7) se aprecia en la entrada principal de la Bahía un afloramiento de aguas de menor temperatura, con respecto al interior de la Bahía y la plataforma continental. Esto ocurre en el estado de marea creciente para los tres primeros transectos aunque en los siguientes que corresponden al mismo estado de marea (Figura 6) no se observa la división tan marcada dado que la marea no sube al mismo nivel que en el ciclo anterior; sin embargo, este afloramiento se logra apreciar (Figura 7). Sigma- t (Figura 8) presenta un comportamiento similar al de la temperatura, presentado el mismo afloramiento de agua menos densa en los primeros transectos.

La langostilla es un nadador activo que es capaz de realizar migraciones verticales y horizontales (Aurioles-Gamboa y Pérez-Flores, 1997; Aurioles-Gamboa, 1992). Sin embargo, puede quedar varada en las playas de Bahía Magdalena fenómeno que ocurre casi anualmente y que no se debe a que los organismos estén enfermos o débiles. Aurioles-Gamboa *et al.* (1994) concluyó que el fenómeno era causado por efecto de convergencia, de la acción del oleaje y del descenso de la marea, arrastrando a la costa grandes volúmenes de la especie.

La langostilla es un organismo principalmente fitoplanctívoro en su fase pelágica, mientras que en su fase bentónica incorpora en su alimentación detritos y materia orgánica particulada además de zooplancton (Boyd, 1967; Aurioles, 1991; Pérez-Flores 1991). En el presente trabajo se encontró que los organismos colectados pertenecen a la fase pelágica (Boyd, 1967; Longhurst *et al.*, 1967), lo cual se relaciona con los resultados del análisis del contenido estomacal donde el mayor número de artículos alimenticios fue de fitoplancton.

Un hecho interesante de los resultados obtenidos es que en el mayor número de fitoplánc-tones se presentaron en los arrastres 5 y 7 (Figura 17). Estos muestreos corresponden a un estado de la marea creciente en el caso del arrastre 5, mientras que el arrastre 7 la marea está en su punto más alto de la noche (Figura 12). Este mayor incremento en el fitoplancton encontrado en los estómagos de las langostillas puede ser efecto del transporte y acumulación del

alimento al interior de la Bahía por efecto de la marea que al estar en su fase creciente introduce los nutrientes al interior de la Bahía por el flujo de agua oceánica a través de la entrada principal de la Bahía (Nienhuis y Guerrero-Caballero, 1985; Guerrero *et al.*, 1988). Las langostillas son capaces de detectar las concentraciones de fitopláncton (Robinson *et al.*, 2004) y generalmente se encuentran en la entrada principal y en el exterior de la Bahía, durante la noche y en marea baja. De acuerdo a lo encontrado por Robinson *et al.* (2004) las langostillas se mueven al interior de la Bahía con flujo de agua que se produce con la creciente de la marea.

Por medio de grabaciones submarinas (cruceos Dep-Bama I, II III) se pudo observar que las langostillas ingresan al interior de la Bahía aprovechando la corriente que se forma al presentarse la marea creciente y que aporta agua oceánica al interior de la Bahía. En las mismas se pudo observar como los individuos se dejan llevar por la corriente y aprovechan el alimento que la corriente lleva, conforme ingresan a la Bahía se alimentan; esta es una probable explicación al mayor número de artículos alimenticios presentes en los estómagos de los organismos analizados (Figura 16)

Por otro lado, la cantidad alimento contenido en los estómagos de las langostillas presentó una marcada diferencia, la región denominada Dentro (adentro de la Bahía) los organismos presentaron la mayor cantidad de alimento en los estómagos (Figura16), tanto de fitopláncton como de zooplancton. La menor cantidad de alimento se encontró en los organismos colectados fuera de la Bahía. Los lances realizados dentro de la Bahía correspondieron a un estado de marea creciente o marea alta, lo cual explica que el alimento se encontraba en mayor cantidad al interior de la Bahía y en la entrada principal de la misma.

Algunos estudios de hidroacústica realizados en Bahía Magdalena sugieren que las variaciones espacio-temporales en la distribución de la langostilla están influenciadas por la marea (Robinson *et al.*, 2004). El mecanismo propuesto para

la explicación es el siguiente: la marea alta exporta agua caliente de la parte interna de la Bahía hacia la entrada principal, por lo cual las concentraciones de clorofila-a aumentan en esta zona. Mientras, la marea baja transporta agua fría de la costa a la Bahía y la concentración de clorofila se ve incrementada en el interior de la Bahía como resultado del ingreso de agua proveniente de la parte oceánica.

De lo anterior se puede interpretar que la presencia de un gran número de artículos alimenticios en las langostillas colectadas en los lances que se realizaron en y cerca de la zona de la boca (entrada principal) fue debido a que los organismos se alimentan aprovechando este proceso mecánico propio de la Bahía.

Las mediciones de fluorescencia proporcionan información en la distribución de clorofila-a y la abundancia de fitopláncton, Robinson et al. (2004) concluyeron que las agregaciones de langostillas están ligadas a zonas ricas en clorofila-a; al igual que lo reportado en otros estudios hechos en lagunas costeras en México como el de Santamaría *et al.*, (1992). Longhurst et al. (1967) encontró que las langostillas con mayor cantidad de fitopláncton fueron recolectadas en zonas con alta concentración de clorofila.

En el presente estudio se concluye que las elevadas concentraciones de fitopláncton en la entrada de Bahías son causadas por procesos mecánicos como los estados de marea; estos resultados son análogos a los encontrados por Acosta-Ruiz y Lara-Lara (1978) donde la clorofila-a presenta una alta correlación con el ciclo de marea. Al igual que Álvarez-Borrego y Najera apreciaron un gran variabilidad de fitopláncton en la boca de lagunas costeras.

El oxígeno es otro factor que mostró ser significativo en la distribución de las langostillas, estos organismos pueden resistir condiciones cercanas a la hipoxia por lo que pueden permanecer en la boca de la Bahía durante el flujo o reflujos de la marea. Valdez-Holguín (1994) concluyó que el oxígeno disuelto

estuvo relacionado con los periodos de mareas vivas y muertas, siendo al mismo tiempo el principal factor de variación. En el mismo estudio Valdéz-Holguín encontró que tanto la clorofila-a y el oxígeno disuelto son variables dependientes de los ciclos de marea, lo cual sustenta lo descrito en el presente trabajo.

Las langostillas son transportadas dentro y fuera de la Bahía por medio del ciclo de marea, pero se concentran cerca de la boca de la Bahía durante la marea creciente donde es abundante la concentración de clorofila-a (Robinson *et al.*, 2004).

Aunque la descripción hecha por Pérez-Flores (1991) se refiere a los organismos bentónicos, dada la profundidad del interior de la Bahía existe la posibilidad de que esta área sea también utilizada como lugar para la reproducción. Sin embargo, se requieren efectuar los estudios pertinentes para confirmar esta hipótesis.

8 CONCLUSIONES.

Las mareas juegan un papel preponderante en la dinámica del ecosistema pelágico en Bahía Magdalena ya que producen intercambios de agua de la parte oceánica hacia el interior del sistema, y viceversa, lo cual induce a la producción de altas concentraciones de clorofila-a en la entrada principal. La boca o entrada principal de la Bahía es una zona de intercambio en la cual la langostilla se concentra durante la marea creciente para alimentarse.

La langostilla en el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas principalmente pertenece a la fase pelágica, por lo que su dieta se compone principalmente de fitopláncton aunque también se puede alimentar de zooplancton pequeño que encuentre en la zona donde se alimente. El zooplancton no se presenta como un artículo muy abundante en su contenido estomacal.

El alimento en Bahía Magdalena se distribuye de acuerdo al estado de marea, lo cual se pone de manifiesto en la concentración de clorofila-a y el oxígeno disuelto; ambos factores van a determinar las zonas más ricas en nutrientes y por consecuencia de fitopláncton

Las mareas son un factor que determina la distribución de *Pleuroncodes planipes* en el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas; estos organismos toman ventaja de los ciclos y corrientes de marea para alimentarse con un menor esfuerzo.

LITERATURA CITADA.

- Acosta-Ruiz, M. y J.R. Lara-Lara. 1978. Resultados fisicoquímicos de un estudio de variación diurna en el área central de Bahía Magdalena, B.C.S. Ciencias Marinas. 5(1):37-46.
- Aladro-Lubel , 1992. Guía de prácticas de campo de protozoarios e invertebrados estuarinos y marinos. AGT editor, México. 99 p.
- Álvarez-Borrego, S., L.A. Galindo Bect y B. Chee-Barragán. 1975. Características hidroquímicas de Bahía Magdalena B.C.S., México. Ciencias Marinas. 5(1):37-46.
- Álvarez-Borrego, S. y S. Nájera-de Muñoz. 1979. Series de tiempo de fitopláncton en dos lagunas costeras de Baja California. Ciencias Marinas. 6(1):75-88.
- Alvariño, A., 1976. Distribución batimétrica de *Pleuroncodes planipes* Stimpson (Crustáceo: Galatheido). Memorias del Simposio Sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones. Guaymas, México 1, 266-285.
- Aurioles-Gamboa D., R. Pérez-Flores, 1997. Seasonal and bathymetric changes in feeding habits of the benthic red crab *Pleuroncodes planipes* (Decapoda, Anomura, Galatheidae) off the pacific coast of Baja California Sur, México. Crustaceana. 70 (3): 272-287.
- Aurioles-Gamboa, D. 1995. Migración Batimétrica de la Langostilla. In: La Langostilla: Biología, Ecología y Aprovechamiento. Auriolés-Gamboa D. y E.F. Balart Eds. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste (CIBNOR). México. 93-107.
- Aurioles-Gamboa D., M.I. Castro-González, R. Pérez-Flores, 1994. Annual mass strandings of pelagic red crabs, *Pleuroncodes planipes* (Crustacea: Anomura: Galatheidae), in Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. Fishery Bulletin 92:464-470.
- Aurioles-Gamboa, D. 1992. Inshore-offshore movements of pelagic red crabs *Pleuroncodes planipes*, off the Pacific Coast of Baja California Sur, Mexico. Crustaceana. 62 (1): 71-84.

- Arvizú, M.J., R. E. García, I.A. Morales, 1974. Estudio preliminar sobre langostilla, *Pleuroncodes planipes* Stimpson (Crustacea; Galatheidæ), de la costa Occidental de Baja California y Golfo de California. Instituto Nacional de Pesca. Serie Científica: 1, 10 páginas.
- Balart, E.F., 1996. Recurso langostilla. En: Estudio potencial pesquero y acuícola de B.C.S. Vol. I. Casas-Valdés M. y G. Ponce-Díaz Eds. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste (CIBNOR). México. 167-180.
- Barnes R.D., 1986. Zoología de los Invertebrados. 3ª. Interamericana, México. 826 p.
- Blackburn, M. 1969. Conditions related to upwelling which determines distribution of tropical tunas off western Baja California. U.S. Fish Wild Service Fishery Bulletin 68: 147–176.
- Boyd, C.M. 1967. Benthic and pelagic habitats of red crab *Pleuroncodes planipes*. Pacific Science. 21: 394 – 403.
- Carrillo, O., F. Vega-Villasante, H. Nolasco, N. Gallardo. 2000. Aditivos alimentarios como estimuladores del crecimiento de camarón. En: Cruz-Suárez, L.E., D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M.A. Olvera-Novoa y R. Civera-Cerecedo (Eds), Avances en nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium internacional de Nutrición Acuícola. 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán. México.
- Casas-Valdez, M. 1987. Distribución en tiempo y espacio de las especies de sardina y macarela en Bahía Magdalena, B.C.S., México. Investigaciones Marinas. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR). 3(2): 11-30.
- Castro-González, M.I.D. 1997. Análisis de los ácidos grasos de la langostilla (harina de) *Pleuroncodes planipes* sometida a diferentes técnicas de conservación. Anales del proyecto de Estudios sociales, tecnológicos y científicos. 5. paginas
- Chávez-Costa A.A. y F. Galván-Magaña. 2003. Ecología trófica del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839), en la costa occidental de Baja

- California Sur. En: Memorias I Foro de Intercambio sobre Tiburones y Rayas. Biología Ecológica y Pesquerías. Guaymas, Sonora.
- Cockrum L.E. y W.J. McCauley. 1965. Zoología. Ed. Interamericana. México. 713 p.
- Funes-Rodríguez, R., R. González-Armas, y R. Avendaño-Ibarra. 1998. Distribución y abundancia de larvas de peces en el sistema lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México. Hidrobiológica. 8:55-66.
- Gallardo, N.Y. 1975. Aprovechamiento integral de la "langostina" *Pleuroncodes planipes* Tesis de Maestría en Ciencias. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. (ECNB). Instituto Politécnico Nacional (IPN). 1-89 p.
- Galván, M.F. 1988. Composición y análisis de la dieta del atún aleta amarilla *Thunnus albacares*, en el Océano Pacífico Mexicano durante el periodo 1984 – 1985. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR). 86 p.
- Gárate-Lizarraga, I. y D.A. Siquieros-Beltrones. 1998. Time variation in phytoplankton assemblages in a subtropical lagoon system after the 1982 – 1983 "El Niño" event (1984 to 1986). Pacific Science. 52(1):79-97.
- García-Carreño, F.L., T. Gollas-Galván, M.A. Navarrete del Toro, N.F. Haard. 1999. Langostilla (*Pleuroncodes planipes*) as a source of protein hydrolysate and carotenoprotein. Journal of Aquatic Food Product Technology. 8 (3): 23-39.
- Gardiner, M. 1978. Biología de los Invertebrados. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, 940 p.
- Glynn, P.W. 1961. The first recorded mass stranding of pelagic red crabs, *Pleuroncodes planipes*, at Monterey Bay California since 1959, with notes on their biology. California Fish and Game. 47 (1): 97 – 101.
- Gómez-Gutiérrez J and Robinson C.J. 2005. Embryonic, early larval development time, hatching mechanism and interbrood period of the sac-spawning euphasiid *Nyctiphanes simplex* Hansen. Journal of Plankton Research. 27(3):279-295.

- Gómez-Gutiérrez J, Palomares-García JR, Hernández-Trujillo S, Carballido-Carranza A (2001) Community structure and distribution of zooplankton through the main entrance of Bahía Magdalena México during 1996. *Revista de Biología Tropical* 49(2):545-558
- Gómez-Gutiérrez J, Domínguez-Hernández E, Robinson CJ, Arenas-Fuentes V (2000) Hydroacoustical evidence of autumn-inshore residence of the red crab *Pleuroncodes planipes* in Punta Eugenia, Baja California, Mexico. *Marine Ecology Progress Series* 208: 283-291.
- Gómez-Gutiérrez J., C.A. Sánchez-Ortíz., 1997. Larval drift and population structure of the pelagic phase of *Pleuroncodes planipes* (Stimpson) (Crustacea: Galatheidae) off the southwest coast of Baja California. Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 6(2):305-325.
- Guerrero, G.R., R. Cervantes D. y A. Jiménez I. 1988. Nutrient variation during a tidal cycle at the mouth of a coastal lagoon in the northwest of Mexico. *Indian Journal of Marine Science*. 17:235-237.
- Kato, S. 1974. Development of the pelagic red crab (Galatheidae, *Pleuroncodes planipes*) fishery in the eastern Pacific Ocean. *Marine Fisheries Review*. 36 (10): 1-9.
- Lindem, T. y Hourí, H.A. 1988. Hydroacoustic Data Acquisition System (HADAS) Department of Physics, University of Oslo, Oslo Norway. 4p.
- Lluch-Belda, D., M.E. Hernández-Rivas, R. Saldierna-Martínez y R. Guerrero-Caballero. 2000. Variabilidad de la temperatura superficial del mar en Bahía Magdalena, B.C.S. *Oceánides*, 15(1):1-23.
- Longhurst, A.R, C.J. Lorenzen, y W.H. Thomas. 1967. The role of pelagic red crab in the grazing of phytoplankton off Baja California. *Ecology*. 48: 190–200.
- Longhurst, A.R. 1968. Distribution of the larvae of *Pleuroncodes planipes* in the California Current. *Limnology and Oceanography*. 13 (1): 143-155.
- Nichols W.J. 1999. Sea Turtles of Baja California, México. En: Proceedings of the First Annual Meeting of the Baja California Sea Turtle Group. Carter G.L., Paxton M., Granados G.J., Rall L., Nichols W.J., Shatynski V., Eds. USA. 10-11.

- Nienhuis, G.H., y R. Guerrero-Caballero. 1985. A quantitative analysis of annual phytoplankton cycle of the Magdalena lagoon complex (Mexico). *Journal of Plankton Research*. 7(4):427-441.
- Olsen, J., y F. Galván-Magaña. 2002. Food habits and consumption rates of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Pacific Ocean. *Fishery Bulletin* 279-298.
- Palomares-García R. y J. Gómez-Gutiérrez. 1996. Copepod community structure at Bahía Magdalena, México during El Niño 1983-1984. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 43:583-595.
- Parrish, R.H., C.S. Nelson and A. Bakun. 1981. Transport mechanism and reproductive success of fishes in the California Current. *Biological Oceanography*. 1(2): 175-203.
- Pérez-Flores, R. 1991. Alimentación de la langostilla *Pleuroncodes planipes* (Stimpson, 1860) durante el periodo de reproducción (Marzo, 1990) en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de Licenciatura. UNAM. México. 64 p.
- Quetin, L.B., y J.J. Childress. 1976. Respiratory adaptations of *Pleuroncodes planipes* to its environment off California. *Marine Biology*. 38(4):327-334
- Rice D.W. 1974. Whales and whale research in the Eastern North Pacific. En: *Marine mammals of eastern Pacific and Arctic Waters*. D. Haley ed. Pacific Search Press, Cambridge. MA. 170-195.
- Robinson, C.J. y Gómez-Aguirre S. 2004. Tidal stream use by pelagic red crab *Pleuroncodes planipes* in Bahía Magdalena, Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 308:237-252.
- Robinson, C.J. Anislado, V., Ramos, P., 2004. Shoaling fish and red crab behaviour related to tidal variations in Bahía Magdalena, México. *Deep-Sea Research II* 51: 767-783.
- Robinson CJ, Gómez-Gutiérrez J, Félix-Uraga R, Arenas-Fuentes V (2000) Seasonal hydroacoustical observations of small pelagic fish behaviour in Magdalena Bay, México. *Aquatic Living Resources* 13(1):11-18

- Robinson C.J. y Gómez-Gutiérrez J. 1998. The red-crab bloom off the west coast of Baja California, México. *Journal of Plankton Research*. 20(10): 2009-2016.
- Robinson, C.J., Gómez-Gutiérrez, J., Arenas-Fuentes, V. 1997. On the structure of a deep scattering layer on the coastal shelf off Bahia Magdalena, Baja California, Mexico. *Ciencias Marinas*. 23(1):141-154
- Ross. D.A., 2000 Tides, Tidal currents and waves. In: *The fisherman ocean. How marine science can help and catch more fish*. Stockpole Books. USA. 209 pp.
- Santamaría, A.E., Millan N.R., Cajal M.R., 1992. Efecto de la energía cinética turbulenta sobre la distribución espacial de la clorofila-a en una pequeña laguna costera. *Ciencias Marinas*. 18 (4), 1-16.
- Serrano-Padilla, V. Aurióles-Gamboa D. 1995. Ecología Reproductiva de la langostilla. In: *La Langostilla: Biología, Ecología y Aprovechamiento*. Aurióles-Gamboa D. y E.F. Balart Eds. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste (CIBNOR). México. 109-123.
- Shulz, H. 1976. Result of the "Mexal" program *Pleuroncodes planipes* (Stimpson) in the bottom trawl catches of the research vessel *Bonn and Weser*. Bundesforschungsanstalt für Fischerei.Hamburg. Institut Für Seefischerei. 4 p.
- Valdéz-Holguín, J.E. 1994. Variaciones diarias de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y clorofila-a, en una laguna hipersalina del Golfo de California. *Ciencias Marinas*. 20(2):123-137.
- Zaytsev O, Cervantes-Duarte R, Sánchez-Montante O, Gallegos-García A (2003) Coastal upwelling activity on the Pacific shelf of the Baja California peninsula. *Journal of Oceanography* 59:489-502