

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS**



**VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE  
PARALARVAS DE CALAMARES  
(CEPHALOPODA: OMMASTREPHIDAE) DE  
IMPORTANCIA COMERCIAL EN LA COSTA  
OCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA  
CALIFORNIA**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN  
RECURSOS MARINOS**

**PRESENTA**

**SUSANA CAMARILLO COOP**

**LA PAZ, B.C.S., SEPTIEMBRE DE 2006**



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**  
*ACTA DE REVISION DE TESIS*

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 30 del mes de Mayo del 2006 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

“VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE PARALARVAS DE CALAMARES (CEPHALOPODA: OMMASTREPHIDAE) DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN LA COSTA OCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA”

Presentada por el alumno:

**CAMARILLO**  
Apellido paterno

**COOP**  
materno

**SUSANA**  
nombre(s)

Con registro: 

B	0	3	1	4	5	7
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

**LA COMISION REVISORA**

Director de tesis  
PRIMER VOCAL

  
MC. ROXANA DE SILVA DÁVILA

PRESIDENTE

  
DR. FEDERICO ANDRÉS GARCÍA DOMÍNGUEZ


SECRETARIO

  
DR. FREDERICK GEORGE HOCHBERG

SEGUNDO VOCAL

  
DR. CÉSAR SALINAS ZAVALA

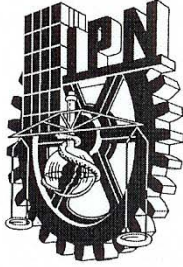
TERCER VOCAL

  
DR. REGINALDO DURAZO ARVIZU

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

  
DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE





**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESIÓN DE DERECHOS**

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 21 del mes Agosto del año 2006, el (la) que suscribe SUSANA CAMARILLO COOP alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro B031457 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: MC. ROXANA DE SILVA DÁVILA y cede los derechos del trabajo titulado: “VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE PARALARVAS DE CALAMARES (CEPHALOPODA: OMMASTREPHIDAE) DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN LA COSTA OCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA” al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: scoop04@cibnor.mx, rdesilva@ipn.mx

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

**SUSANA CAMARILLO COOP**

*nombre y firma*

Este trabajo se realizó gracias al Proyecto de grupo CONACyT # G0041T “Acoplamiento biofísico en el ecosistema pelágico de la región sureña de la Corriente de California”, y de los proyectos CGPI 2005-0673 “Mecanismos y Escalas de Acoplamiento Físico-Biológico en el Ecosistema Pelágico de la Región Sureña de la Corriente de California (2005-2007)” a partir de los cuales se generaron las muestras y los datos involucrados en el desarrollo de esta tesis. También, al apoyo económico recibido por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) por darme la oportunidad de alcanzar una meta personal más.

Mi agradecimiento muy especial a la M. en C. Roxana de Silva Dávila, Directora de Tesis quien me orientó y apoyó en todo este proceso de aprendizaje. Gracias!

A cada uno de los investigadores que formaron parte de mi comité, a quienes nombraré por orden alfabético: M. en C. Alejandro Hinojosa Medina, Dr. César A. Salinas Zavala, Dr. Federico García Domínguez, Dr. Frederick Hochberg y Dr. Reginaldo Durazo Arvizu. A todos ustedes muchas gracias por sus aportaciones y sugerencias hechas en pro de mejorar este documento.

A Martín Hernández Rivas, es un gusto trabajar con usted Maestro.

Al Proyecto “Calamar Gigante” del CIBNOR por darme su voto de confianza para atender al mismo tiempo que la formación laboral, mi formación académica. Eso no se olvida!!

Al Programa Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL) por los datos y la experiencia adquirida en los cruceros oceanográficos.

A Peter Gaede dibujante del Museo de Historia Natural de Santa Barbara, California, USA, por los dibujos realizados de la figura 3. Son una copia exacta de los dibujos originales.

A mis queridos amigos de escuela y parrandas, hoy si tenemos un motivo pa´festejar: Claus, Bety, Jaz, Carmen, Margarita, Davis, Eric, Carlos, José.

Al grupo calamarero... el que sigue!!

## **DEDICATORIA**

A mis padres,  
con todo mi amor y respeto.

A mi hermana,  
no pude haber tenido mejor ejemplo de perseverancia y éxito que el tuyo.

A mis dos amigos del alma de quienes solo he tenido apoyo y  
comprensión aún en mis peores momentos, Luis y César.

## ÍNDICE

RELACIÓN DE FIGURAS .....	vii
RELACIÓN DE TABLAS.....	ix
GLOSARIO.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	6
HIPÓTESIS.....	7
OBJETIVOS.....	7
ÁREA DE ESTUDIO.....	8
MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
RESULTADOS.....	17
1    Abundancia relativa de paralarvas de ommastréfidus.....	17
2    Identificación a nivel específico.....	18
3    Abundancia.....	21
4    Distribución de la abundancia.....	23
4.1 <i>Dosidicus gigas</i> .....	23
4.2 <i>Sthenoteuthis oualaniensis</i> .....	23
4.3    Complejo específico S-D.....	24
4.4 <i>Eucleoteuthis luminosa</i> .....	24
4.5 <i>Hyaloteuthis pelagica</i> .....	24
4.6    Morfotipo A.....	25
4.7    Morfotipo B.....	25
5    Distribución con respecto a la costa.....	30
6    Distribución Día-Noche.....	32
7    Abundancia de paralarvas por intervalos de temperatura.....	35
8    Especies-Spiciness.....	38
9    Análisis de Correspondencia Canónica.....	40
DISCUSIÓN.....	44
CONCLUSIONES.....	63
RECOMENDACIONES.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	66
Anexo I. Abreviaturas utilizadas en el texto.....	75
Material Examinado.....	76

## Relación de Figuras

---

Figura:	Página
1 Anomalías de altura dinámica (10/500 dbar) para los cruceros: a) IMECOCAL 9709/10, b) 9801/02, c) 9807 y d) 9809/10 (tomadas de Durazo y Baumgartner, 2002). El intervalo de las isoclinas es de 0.02 din·m. Las flechas indican la dirección de la corriente.	11
2 Toponimia del área de estudio y red de estaciones de muestreo.	14
3 Características morfológicas externas e internas utilizadas en la identificación específica de paralarvas rhynchoteuthion colectadas en la costa occidental de la península de Baja California durante 1997-98. Los dibujos se tomaron de Young e Hirota (1990) y Harman y Young (1985); a = 1 fotóforo; b = sin fotóforo; c = 2 fotóforos.	20
4 Abundancia total de paralarvas de ommastréfididos identificadas en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98. D.g.= <i>Dosidicus gigas</i> ; S.o.= <i>Sthenoteuthis oualaniensis</i> ; S-D= Grupo <i>Sthenoteuthis-Dosidicus</i> ; E.l.= <i>Eucleoteuthis luminosa</i> ; H.p.= <i>Hyaloteuthis pelagica</i> ; Morf A = Morfotipo A; Morf B = Morfotipo B.	22
5 Distribución de paralarvas de <i>Dosidicus gigas</i> en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98. A) Crucero IMECOCAL 9801/02, B) Crucero IMECOCAL 9807.	26
6 Distribución de paralarvas de <i>Sthenoteuthis oualaniensis</i> en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98. A) Crucero IMECOCAL 9709/10, B) Crucero IMECOCAL 9807.	26
7 Distribución de paralarvas del grupo S-D en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98. A) Crucero IMECOCAL 9709/10, B) Crucero IMECOCAL 9801/02, C) Crucero IMECOCAL 9807, D) Crucero IMECOCAL 9809/10.	27
8 Distribución de paralarvas de <i>Eucleoteuthis luminosa</i> en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98. A) Crucero IMECOCAL 9807, B) Crucero IMECOCAL 9809/10.	28
9 Distribución de paralarvas de <i>Hyaloteuthis pelagica</i> en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98. Crucero IMECOCAL 9807.	28
10 Distribución de paralarvas del Morfotipo A en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98. A) Crucero IMECOCAL 9801/02, B) Crucero IMECOCAL 9807.	29



---

**Continuación...**

<b>Figura:</b>	<b>Página</b>
11 Distribución de paralarvas del Morfotipo B en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98. Crucero IMECOCAL 9807.	29
12 Abundancia de paralarvas de ommastréfidos respecto de su distancia a la costa (km) durante 1997-98.	31
13 Abundancia total de paralarvas de ommastréfidos por hora de colecta.	32
14 Abundancia por hora de colecta de las paralarvas de ommastréfidos en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98.	34
15 Abundancia total de paralarvas de ommastréfidos por intervalos de temperatura del mar recolectadas en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98.	35
16 Abundancia por intervalos de temperatura del mar (T °C, 10 m) de las paralarvas de ommastréfidos recolectadas durante 1997-98.	37
17 Distribución especies-spiciness para el periodo de estudio. ○) <i>Dosidicus gigas</i> , □) <i>Sthenoteuthis oualaniensis</i> , +) Complejo S-D, ◇) <i>Eucleoteuthis luminosa</i> , ✱ ) <i>Hyaloteuthis pelagica</i> , △ ) Morfotipo A, * ) Morfotipo B.	39
18 Diagrama de ordenación del Análisis de Correspondencia Canónica (ACC). Los puntos indican las estaciones de muestreo y los triángulos las especies de ommastréfidos (paralarvas) registradas durante 1997-98 en la costa occidental de Baja California: Dosgi= <i>Dosidicus gigas</i> , Sthoua= <i>Sthenoteuthis oualaniensis</i> , S-D= <i>Sthenoteuthis-Dosidicus</i> , Euclum= <i>Eucleoteuthis luminosa</i> , Hyapel= <i>Hyaloteuthis pelagica</i> . UPS 10 m= Salinidad a 10 m, T °C 10 m= Temperatura a 10 m, Chl a= Concentración de clorofila a.	42
19 Valores promedio de temperatura a 10 m (T °C), salinidad a 10 m (Sal ups), clorofila a (Chl a mg/m <sup>2</sup> ) y biomasa zooplanctónica (BZ ml/1000 m <sup>3</sup> ) registrada en los cruceros analizados.	43

## Relación de Tablas

---

Tabla:	Página	
I	Número de estaciones muestreadas por crucero, estaciones positivas (Est. +), total de paralarvas colectadas (PI), abundancia total estandarizada de paralarvas (PI/1000m <sup>3</sup> ) y abundancia relativa (%) por crucero durante 1997-98 en la costa occidental de la península de Baja California Sur.	18
II	Criterios para la identificación taxonómica de las paralarvas de la Familia Ommastrephidae, elaboradas con base en los caracteres morfológicos establecidos previamente (Harman y Young, 1985; Young e Hirota, 1990; Wormuth <i>et al.</i> , 1992; Sakurai <i>et al.</i> , 1995; Yatsu, 1999; Yatsu <i>et al.</i> , 1999).	21
III	Abundancia total (AB, PI/1000 m <sup>3</sup> ) y relativa (%) por crucero de las paralarvas de ommastréfidos colectadas en la costa occidental de la península de Baja California durante 1997-98.	23
IV	Resumen de los estadísticos del análisis de correspondencia canónica por ejes.	40
V	Correlaciones inter-set del análisis de correspondencia canónica. Temperatura a 10 m de profundidad (T °C, 10m), Salinidad a 10 m (UPS 10m), Biomasa zooplanctónica (BZN), Concentración de clorofila a (Chl a).	41

## GLOSARIO

**Abundancia:** Indica el número de individuos presentes en un área determinada. En este estudio, se refiere al número total de paralarvas de ommastréfidus recolectadas en un espacio y tiempo determinado. Se mide en número total de paralarvas en 1000 m<sup>3</sup>.

**Altura dinámica:** En oceanografía representa la capacidad de una columna de agua para generar energía debido a diferencias en la altura geopotencial (expresada por cambios en la topografía dinámica oceánica). Es una medida de la fuerza del gradiente de presión horizontal.

**Biomasa:** Estimación cuantitativa (en volumen, peso o energía) de la masa total de los organismos que comprenden una población o parte de ella, o dentro de un área en un tiempo dado (Lincoln *et al.*, 1996). Cantidad de organismos, expresada como volumen o peso por unidad de área o de volumen (Tver, 1979).

**Desarrollo directo:** Cuando no hay estadios larvales o de metamorfosis, y el individuo, al eclosionar tiene la apariencia de un organismo adulto (Roper *et al.*, 1984).

**Distribución:** Arreglo que presentan los individuos de una población en un espacio determinado, y puede ser al azar, uniforme o en parches.

**ENOS:** Desequilibrio entre el océano (El Niño) y la atmósfera (Oscilación del Sur) en donde la presión atmosférica, del Pacífico sur cambia, provocando el debilitamiento de los vientos alisios del Este, por lo que favorece una invasión anormal de aguas cálidas del trópico hacia latitudes medias, que afecta principalmente las costas del Pacífico Oriental.

**Estación positiva:** Estación con presencia de paralarvas Rhynchoteuthion.

**Isoterma:** Línea que une puntos de igual temperatura (de la Lanza–Espino *et al.*, 1999).

**Iterópara:** De acuerdo al diccionario Oxford de zoología, se define como la condición que tiene una especie de presentar más de un ciclo reproductivo durante su ciclo de vida.

**Masa de agua:** Volumen de agua marina que tiene un origen común y una combinación distintiva de temperatura, salinidad y densidad (Lalli & Parsons, 1997).

**Migración ontogénica:** Desplazamiento vertical en la columna de agua relacionado con el ciclo de vida del organismo.

**Migración vertical:** Desplazamiento que realizan las especies pelágicas y se presenta generalmente con una periodicidad de 24 horas (Lalli & Parsons, 1997).

**Monocíclico:** Patrón de desove de algunas especies en donde existe un solo ciclo de desarrollo de los ovarios (Rocha *et al.*, 2001).

**Ordenación:** Arreglo de objetos a lo largo de una escala o ejes múltiples. Usada en ecología para buscar y describir patrones (McCune & Mefford, 1999).

**Paralarva:** Primer estadio de crecimiento post-eclosión de cefalópodos. Es pelágico en aguas cerca de la superficie durante el día y tiene un modo de vida diferente de sus conoespecíficos adultos (Sweeney *et al.*, 1992).

**Rhynchoteuthion:** Estadio de paralarva que se presenta únicamente en la Familia Ommastrephidae y que se caracteriza por la fusión de los tentáculos en una proboscis (Sweeney *et al.*, 1992).

**Spiciness:** Es una variable de estado  $\pi(\theta,s)$  que permite caracterizar masas de agua. De acuerdo a Munk (1981),  $\pi$  fue llamada “spiciness” y es mayor para el agua caliente y salada (Flament, 2002).

**Surgencia:** Proceso mediante el cual aguas profundas generalmente de baja temperatura, alto contenido de oxígeno y ricas en nutrientes ascienden a niveles superficiales por efecto del viento (de la Lanza-Espino *et al.*, 1999).

## RESUMEN

Los calamares de la Familia Ommastrephidae representan uno de los recursos pesqueros más importantes a nivel mundial. En México, una sola especie representa el principal componente en la captura comercial. A pesar de la importancia económica de este recurso, la identificación de sus estadios tempranos o paralarvas representa un problema agudo. Frente a la costa occidental de la península de Baja California, México, este problema no había sido abordado con anterioridad y la abundancia y distribución de sus paralarvas eran desconocidas. En el presente estudio se identifican por primera vez, las paralarvas de las especies de la Familia Ommastrephidae en esta región y su relación con algunas variables ambientales. Las paralarvas fueron extraídas de muestras de zooplancton recolectadas con redes Bongo durante septiembre 1997, y en enero, julio y octubre 1998 dentro del Programa IMECOCAL cubriendo desde Ensenada, B.C, hasta Punta Abrejos B.C.S., México. La Familia Ommastrephidae representó del 1.3% al 84.7% de la abundancia total de los cefalópodos en el área de estudio y estuvo representada por las paralarvas de cuatro especies: *Dosidicus gigas* con una abundancia total de 759 PI/1000 m<sup>3</sup>, *Sthenoteuthis oualaniensis* con 181 PI/1000 m<sup>3</sup>, *Eucleoteuthis luminosa* e *Hyaloteuthis pelagica* con menos de 13 PI/1000 m<sup>3</sup> y por dos Morfotipos: A (175 PI/1000 m<sup>3</sup>) y B (con 5 PI/1000 m<sup>3</sup>). Se identificó también el complejo específico *Sthenoteuthis-Dosidicus* (S-D) formado por las paralarvas de talla <3 mm de longitud de manto de *S. oualaniensis* y *D. gigas* (380 PI/1000 m<sup>3</sup>). Las paralarvas de las especies más abundantes se registraron en los primeros 50 km de distancia a la costa y determinan la colecta significativa de paralarvas durante los lances nocturnos ( $H=4.8$ ,  $\chi^2 = 3.841$ , g.l.= 1,  $\alpha= 0.05$ ). Las variables ambientales correlacionadas (análisis de correspondencia canónica) con la presencia de las especies fueron la salinidad, temperatura y clorofila *a* (-0.69, -0.45 y -0.40 respectivamente). Las paralarvas de las dos primeras especies, las del complejo S-D y las del Morfotipo A compartieron consistentemente el sur del área de estudio (entre Punta Eugenia y Punta Abrejos), caracterizada por altos valores de temperatura y salinidad que correspondieron con la presencia de agua transicional-subtropical superficial, mientras que *E. luminosa*, *H. pelagica* y el Morfotipo B, se distribuyeron al norte del área de estudio en agua subártica. El complejo S-D representa probablemente un evento reciente de desove de los adultos de una o ambas especies involucradas.

## ABSTRACT

Squids of the Family Ommastrephidae represent one of the most important fishery resources worldwide. In Mexico a single species is the main component in the commercial catches. In spite of the economic value of this resource, identification of early life history stages of these squids represents an acute problem. Off the west coast of the Baja California peninsula, this issue has not previously been studied, and details of the abundance and distribution of ommastrephids paralarvae are unknown. In the present study paralarvae of species of squids in the Family Ommastrephidae in the region were identified for the first time, and their abundance and distribution were related to environmental factors. Paralarvae were sorted from zooplankton samples collected with Bongo net tows in 1997 (September) and 1998 (January, July and October) as part of the IMECOCAL Program which covered the area from Ensenada, BC, through Punta Abreojos BCS, México. Ommastrephid squids constituted about 1.3% to 84.7% of the total abundance of cephalopods in the study area, and were represented by paralarvae (PI) of four species: *Dosidicus gigas* (with a total abundance of 759 PI/1000 m<sup>3</sup>), *Sthenoteuthis oualaniensis* (181 PI/1000 m<sup>3</sup>), *Eucleoteuthis luminosa* and *Hyaloteuthis pelagica* (less than 13 PI/1000 m<sup>3</sup>) and by two Morphotypes: A (175 PI/1000 m<sup>3</sup>) and B (5 PI/1000 m<sup>3</sup>). Also identified was a complex of paralarvae, termed S-D, that was composed of stages of *S. oualaniensis* and *D. gigas* less than 3 mm mantle length (380 PI/1000 m<sup>3</sup>). The paralarvae of the most abundant species were recorded up to 50 km from the coast, and determine a significant collection of paralarvae during night tows ( $H = 4.8$ ,  $\chi^2 = 3.841$ , g.l.= 1,  $\alpha = 0.05$ ). Environmental variables correlated (canonical correspondence analysis) with the presence of paralarvae were salinity, temperature and chlorophyll a (-0.69, -0.45 y -0.40 respectively). Paralarvae of the first two species, those of the S-D complex, and of Morphotype A, consistently were present in the south of the study area. This area was characterized by high temperature and salinity values that corresponded to Transitional-Subtropical Surface water. *E. luminosa*, *H. pelagica*, and Morphotype B, were distributed in the north of the study area found in Subarctic water. The S-D complex most likely represents a recent spawning event of adults of one or both species involved.

## INTRODUCCIÓN

Seis de los diez géneros de calamares de la Familia Ommastrephidae representan la base de una pesquería de gran importancia comercial a nivel mundial, conformando más de la mitad de las capturas totales. La pesquería de calamar en México ocupa uno de los cuatro primeros lugares en las estadísticas pesqueras (Anuario de Pesca, 2003). De acuerdo con Okutani (1980) y Roper *et al.* (1984), las especies de calamares pertenecientes a esta familia que se encuentran en México son: *Illex coindetii* (Vérany, 1838), *Illex oxygonius* (Roper, Lu y Mangold, 1969), *Ommastrephes pteropus* (Steenstrup, 1855), *Ornithoteuthis antillarum* (Adam, 1957), *Ommastrephes bartramii* (Lesueur, 1821), *Eucleoteuthis luminosa* (Sasaki, 1915), *Sthenoteuthis oualaniensis* (Lesson, 1830), *Hyaloteuthis pelagica* (Bosc, 1802) y *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835). En particular, las últimas cinco se distribuyen en la costa occidental de la península de Baja California y *D. gigas*, es la única que se captura a nivel comercial en nuestro país.

La pesquería del calamar gigante (*D. gigas*) comenzó en el Golfo de California en el año de 1974, los volúmenes de las capturas de este molusco se han incrementado y en 1996-1997 alcanzaron cifras anuales record de 107,966 t y 120,877 t, respectivamente. En el litoral del Pacífico y de acuerdo con las cifras que proporciona la SEMARNAT en el Anuario de Pesca 2003 la captura de este recurso fue de 73,849 t de las cuales 32, 784 t correspondieron al Estado de Baja California Sur.

Debido a la importancia actual y potencial que el recurso calamar tiene para nuestro país y en particular las especies pertenecientes a la Familia Ommastrephidae, es necesario incrementar el conocimiento existente sobre su dinámica poblacional y su biología reproductiva, entre otras cosas. Los estudios realizados han sido enfocados a calamares adultos básicamente en un sentido pesquero, mientras que los trabajos efectuados en su biología reproductiva con las paralarvas o estadios tempranos que forman parte del plancton, son muy escasos. En este sentido, no existe suficiente información acerca de los desoves ni tampoco sobre el desarrollo embrionario en la Familia Ommastrephidae. Los registros

publicados de huevos encontrados en el medio natural son muy escasos. Sin embargo, se sabe que los integrantes de esta familia producen grandes cantidades de huevos esféricos pequeños, que miden de 0.3 a 1 mm de diámetro, encapsulados en masas gelatinosas que pueden contener de 10,000 a 100,000 (Cheslin y Giragosov, 1993). En algunos géneros como *Illex*, estas masas gelatinosas se hunden y se adhieren a algún sustrato en el fondo del mar, pero en otros como *Ommastrephes* y *Sthenoteuthis*, se cree que las masas de huevos permanecen flotando en ó cerca de la superficie (O'Dor y Balch, 1985); sin embargo, es muy difícil recolectarlas con redes (Vecchione, 1999), los huevos una vez depositados en el mar se desarrollan directamente sin etapas de metamorfosis (Roper *et al.*, 1984).

El tiempo de desarrollo embrionario en los calamares varía desde pocos días hasta varios meses dependiendo de la especie y de las condiciones ambientales (Roper *et al.*, 1984; Boletsky, 2003). Cuando eclosionan, las paralarvas son nadadoras activas que utilizan un hábitat diferente al de los adultos formando muchas veces parte del plancton. Se desconoce el tiempo de permanencia de estas en la columna de agua, aunque dependiendo de la especie puede durar varias semanas (Bower, 1996). Las paralarvas de la Familia Ommastrephidae son las únicas que presentan un estadio de desarrollo característico conocido como Rhynchoteuthion que se distingue del resto por la presencia de dos tentáculos fusionados en forma de una proboscis (Nesis, 1979; Wormuth *et al.*, 1992). Su distribución y abundancia está relacionada a regiones de surgencias (Young e Hirota, 1998; Rocha *et al.*, 1999; Vecchione, 1999), frentes (Anderson y Rodhouse, 2001; Diekmann y Piatkowski, 2002; Ichii *et al.*, 2004) así como a sistemas de corrientes que son parte estratégica esencial en su ciclo de vida (Roberts y van den Berg, 2002).

Por otro lado, la temperatura del mar es considerada como un factor primordial en el éxito de la sobrevivencia y crecimiento de las paralarvas de la Familia Ommastrephidae, con la óptima en el intervalo de los 15° a los 29° C (Sakurai *et al.*, 1996; Bower *et al.*, 1999; Yatsu, 1999; Vecchione, 1999).



Las diferencias entre los adultos de las especies de la Familia Ommastrephidae encontrados en la costa occidental de la península de Baja California están claramente establecidas (Clarke, 1962; Roper *et al.*, 1984; Wolf, 1984; Wormuth, 1998). En el caso de las paralarvas de las cinco especies que pueden encontrarse en el área de estudio, las diferencias consisten en la presencia y posición de los cromatóforos, forma y tamaño de las ventosas en la proboscis, presencia, número y posición de los fotóforos, y en las relaciones morfométricas de los organismos (Nesis, 1970; Harman y Young, 1985; Young e Hirota, 1990; Wormuth *et al.*, 1992; Cheslin y Giragosov, 1993; Sakurai *et al.*, 1995; Yatsu, 1999; Yatsu *et al.*, 1999; Alejo-Plata, 2002; Wakabayashi *et al.*, 2002).

Dada la importancia y el escaso conocimiento de la fase planctónica de los ommastréfidos, este trabajo pretende identificar por primera vez, las paralarvas de las especies de cefalópodos de la Familia Ommastrephidae presentes en las aguas frente a la costa occidental de la península de Baja California, México y su relación con algunas variables ambientales.

## **ANTECEDENTES**

Los calamares presentan un rápido crecimiento y un ciclo de vida corto (oportunistas: estrategias *r*), lo que sugiere que sus patrones de distribución y abundancia pueden ser especialmente sensibles a los cambios en las condiciones ambientales (Rodhouse, 2001). Numerosos estudios realizados en distintas regiones del mundo han demostrado la influencia de la variabilidad oceanográfica sobre la distribución y abundancia de varias especies de ommastréfidos en su estadio adulto (González *et al.*, 1997; Brodziak y Hendrickson, 1999; Waluda *et al.*, 2001a).

El análisis de los patrones de reclutamiento en adultos de algunas especies de ommastréfidos como *Todarodes pacificus* (Sakurai *et al.*, 2000) e *Illex argentinus* (Waluda *et al.*, 1999, 2001b) han revelado que la variabilidad en la abundancia de los adultos puede ser explicada por cambios en la temperatura del agua y por la variabilidad interanual en la circulación oceanográfica; aspectos asociados temporal

y especialmente con la abundancia de estadios tempranos. Al ser planctónicos, los huevos y las paralarvas de los ommastreídeos, se encuentran sujetos al efecto de las corrientes oceánicas, por lo que esta fase en su ciclo de vida es probablemente, la más sensible a la variabilidad ambiental (Rodhouse, 2001).

El efecto ambiental sobre la distribución de las paralarvas ha sido motivo de trabajos recientes. Sakurai *et al.* (1996), analizaron el efecto de la temperatura en el desarrollo y sobrevivencia de embriones y paralarvas de *T. pacificus*, concluyeron que en aguas japonesas el intervalo de temperatura óptima para el desove de esta especie es de 14 a 26 °C. Bower *et al.* (1999), establecieron que los centros de desove de calamares de la Familia Ommastrephidae en el Archipiélago de Hawaii se asocian a los giros oceánicos, que provocan un flujo de paralarvas hacia la costa y promueven una alta frecuencia de muestras positivas en estaciones de muestreo costeras, por lo que concluye que los desoves ocurren predominantemente en aguas oceánicas. Tafur *et al.* (2001), analizaron las áreas de desove de los adultos de *D. gigas* en las costas de Perú, y encontraron áreas de concentración de paralarvas localizadas con mayor frecuencia sobre la plataforma continental y en áreas oceánicas adyacentes; mientras que Nigmatullin *et al.* (2001), reportan altas concentraciones oceánicas de paralarvas en asociación con altas concentraciones de plancton.

El problema de la identificación taxonómica de paralarvas de calamar, incluyendo a las de la Familia Ommastrephidae, es agudo a nivel mundial (Vecchione, 1999; Harman y Young, 1985). Sin embargo, la importancia económica que revisten ha sido un detonador que ha permitido el incremento de los trabajos enfocados a conocer más sobre estos primeros estadios de desarrollo larvario. Así, las cinco especies de la Familia Ommastrephidae que se distribuyen en el área adyacente a la costa occidental de la península de Baja California, pueden ser identificadas con base en los trabajos de Nesis (1970), Roper *et al.* (1984), Wormuth *et al.* (1992) y Wakabayashi *et al.* (2002). Estos trabajos se complementan con descripciones de paralarvas desarrolladas en laboratorio para *D. gigas* (Yatsu, 1999; Yatsu *et al.*,

1999), *S. oualaniensis* (Cheslin y Giragosov, 1993), y para *O. bartramii* y *S. oualaniensis* (Sakurai *et al.*, 1995). De manera más específica, de todos los géneros que integran la subfamilia Ommastrephinae y del que menos se conoce, es de *Dosidicus*, del que hasta el momento, sólo se tiene reportada una especie: *D. gigas*. Nesis (1970) describe los huevos de *D. gigas*, los cuales nunca se han encontrado en el mar; sin embargo este mismo autor es el primero en describir la paralarva planctónica que es una típica rhynchoteuthion que se caracteriza por ser transparente con algunos cromatóforos café-oscuros dispersos y por carecer de fotóforos. Las paralarvas más pequeñas (1.2 – 1.6 mm de longitud de manto) son capturadas principalmente en aguas sobre la plataforma continental (Nesis, 1983).

La recolecta de paralarvas de cefalópodos ha sido realizada de diferente forma alrededor del mundo: con redes Bongo (Harman y Young, 1985; Young e Hirota, 1990; Bower *et al.*, 1999; Rocha *et al.*, 1999; Yatsu, 1999; Diekmann y Piatkowski, 2002; Wakabayashi *et al.*, 2002; Shea, 2005), con redes exploratorias de media agua (Roper y Young, 1975; Diekmann y Piatkowski, 2002; Wakabayashi *et al.*, 2002), con red Manta (Vecchione, 1999), redes múltiples de apertura y cierre (MOCNESS por sus siglas en inglés) (Young e Hirota, 1990; Wakabayashi *et al.*, 2002;), y con redes cónicas simples (Harman y Young, 1985; Bower, 1996; Yatsu, 1999). En este sentido, Saito (1994) comparó las capturas de paralarvas obtenidas utilizando diferentes tipos de redes y concluyó que el uso de redes Bongo resultaba ser el arte de recolecta más eficiente para éstos organismos, tanto por la mayor abundancia de paralarvas como por la diversidad encontradas.

En el sistema de la Corriente de California, Okutani y McGowan (1969) establecen que el conocimiento de la biología de los diferentes estadios de desarrollo de los calamares puede obtenerse a partir de muestreos sistemáticos en áreas extensas con redes de plancton tradicionales (Bongo), tal como se ha realizado en el Programa de Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL) desde 1997, de donde se obtuvieron las muestras de plancton de este trabajo. Al mismo tiempo, establecen que es común encontrar pocas larvas de muchas

especies, en una u otra región de este sistema oceánico durante la mayor parte del año. Una conclusión importante derivada de su trabajo, es que los patrones de abundancia encontrados para las paralarvas de las especies más importantes son consistentes de año en año, permitiendo con ello establecer que el desove de algunas especies de cefalópodos es estacional y que existe preferencia de los adultos por ciertas áreas.

En el Golfo de California el antecedente más reciente de estudios sobre adultos y en cierta medida de paralarvas, corresponde al trabajo realizado por Alejo-Plata (2002), quien establece la importancia de la identificación morfológica de larvas y juveniles de especies de importancia pesquera como *D. gigas* dado el valor comercial que presentan, reconociendo paralarvas rhynchoteuthion tipo A, a partir de las características morfométricas, particularmente las de longitud de los brazos, la longitud del manto a la que se inicia la separación de los tentáculos, el tamaño de las ventosas, la presencia de fotóforos, la ultraestructura de las ventosas del brazo III y la masa tentacular.

## **JUSTIFICACIÓN**

La identificación específica de los estadios tempranos de calamares a nivel mundial tiene un carácter relevante dado la creciente importancia comercial que registra este grupo de organismos.

En México, gran parte de los estudios realizados tanto en adultos como con paralarvas, se han enfocado al área del Golfo de California donde se realiza actualmente la pesquería. El conocimiento existente en la costa occidental de la península de Baja California, en la cual las capturas de los adultos se han incrementado de manera significativa es muy pobre. De ahí, la importancia de identificar las paralarvas de las especies de ommastréfidos en el área de estudio propuesta, particularmente aquellas de *D. gigas* que conforma la pesquería de calamar más importante del país.

El establecimiento de áreas de distribución y abundancia de las paralarvas de ommastréfidos sobre la base de una certidumbre taxonómica y su relación con el ambiente, permitiría eventualmente la detección de zonas de concentración, inferencia de áreas de desove, establecimiento de mecanismos de transporte así como de deriva de paralarvas en la región de la costa occidental de la península de Baja California, complementando el conocimiento sobre la biología reproductiva de estos organismos y aportando más y mejores bases para el manejo y aprovechamiento de este recurso.

## **HIPÓTESIS**

La variabilidad ambiental determina en gran medida la distribución y abundancia de los adultos de la Familia Ommastrephidae. Esta variabilidad influye de manera importante en la presencia, distribución y abundancia de los estadios tempranos de las paralarvas de las especies que se distribuyen en la costa occidental de la península de Baja California.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Determinar áreas de concentración de paralarvas de calamares de la Familia Ommastrephidae, en la costa occidental de la península de Baja California y su relación con algunas variables ambientales durante 1997-1998.

### **Objetivos específicos**

1. Identificar las paralarvas de las especies de calamares de la Familia Ommastrephidae recolectadas en la costa occidental de Baja California durante octubre de 1997 y en enero, julio y octubre de 1998.
2. Identificar las áreas de concentración de paralarvas de ommastréfidos en el área de estudio, y su relación con la temperatura, salinidad, y con las zonas de alta producción biológica en términos de concentración de clorofila *a* y/o biomasa zooplanctónica.

## ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra localizada en la costa occidental de la península de Baja California entre los 25° y los 32° N y los 113° y 119° W, cubriendo la zona marina desde Ensenada, B.C. hasta Punta Abreojos, B.C.S., México (Fig. 2). La plataforma continental en esta zona es estrecha, a excepción de las áreas de Bahía Sebastián Vizcaíno y el Golfo de Ulloa (y la porción comprendida entre Punta Abreojos y el norte de Bahía Magdalena) donde la plataforma excede hasta 100 y 85 km de amplitud, respectivamente.

Esta zona se caracteriza por estar incluida en la región más sureña del Sistema de la Corriente de California (SCC), la cual está limitada al norte y al sur por la Corriente Subártica y la Corriente Norecuatorial respectivamente. El SCC está constituido por tres corrientes: la Corriente de California, que fluye de norte a sur siguiendo la costa occidental de América del Norte; la Contracorriente costera (también conocida como Corriente de Davidson al norte de Punta Conception en California, Estados Unidos) y la Contracorriente Subsuperficial de California, que fluye hacia el polo sobre la plataforma continental (Hickey, 1979; Lynn y Simpson, 1987). El agua de la Corriente de California se caracteriza por tener salinidad y temperatura bajas, altos valores de oxígeno disuelto y un continuo aporte de nutrientes (Hemingway, 1979). Su velocidad es menor a 25 cm/s (Reid y Schwartzlose, 1962) pero puede alcanzar los 50 cm/s (Davis, 1985).

Las variaciones estacionales en el SCC están controladas fuertemente por las variaciones en los vientos. Durante la primavera y verano (de marzo a julio), se intensifican los vientos del noroeste que crean condiciones favorables para la generación de surgencias costeras (Hickey, 1979). Durante este período, la Corriente de California se intensifica y se acerca a la costa a la altura de Punta Eugenia. Al mismo tiempo, la Contracorriente Subsuperficial de California que lleva cantidades considerables de agua ecuatorial, fluye cerca de la costa en dirección al polo. En otoño-invierno los vientos predominantes son del sureste, las surgencias cesan y en la capa superficial se desarrolla la contracorriente costera, confinada principalmente

sobre la plataforma continental. Los periodos de intensidad máxima en el flujo de la contracorriente costera corresponden con los periodos de máxima intensidad en el flujo de la Corriente Subsuperficial de California (Lynn y Simpson, 1987). La corriente del Pacífico Norte entra al SCC desde el oeste, caracterizada por ser agua de relativa mayor temperatura, menor salinidad y bajo contenido de oxígeno disuelto y nutrientes (Sverdrup *et al.*, 1942). Durante este período, la termoclina se profundiza, los valores de temperatura y salinidad se incrementan pero disminuye la concentración de oxígeno disuelto así como el aporte de nutrientes.

Este sistema es altamente susceptible a la variabilidad climática interanual, particularmente al asociado al evento El Niño (Chelton *et al.*, 1982). Durante la primavera de 1997 ocurrió un calentamiento superficial sin precedentes en todo el Pacífico Oriental Tropical debido a un debilitamiento en los vientos alisios en el Pacífico Ecuatorial Occidental y Central (Jiménez-Pérez y Lavaniegos, 2004) con una dramática transición en abril-julio de 1998 a condiciones de agua fría o La Niña en esa zona. Frente a Baja California, durante El Niño se observaron el calentamiento anómalo del agua, cambios en la salinidad, disminución o desaparición de las surgencias costeras, el incremento anómalo en el nivel del mar y un fortalecimiento y ensanchamiento de la contracorriente costera en dirección al polo (Durazo y Baumgartner, 2002). También se detectó un hundimiento en la termoclina y nutriclina, que provocó en consecuencia una disminución general en la productividad primaria (Lavaniegos *et al.*, 2002). En contraste, durante La Niña se favoreció el desarrollo de fuertes surgencias y aguas más frías de lo normal a lo largo de la costa del Pacífico Noreste (Hayward *et al.*, 1999) con el consecuente incremento en la productividad general.

Lynn *et al.* (1998) describieron las condiciones oceanográficas particularmente en las costas de California y Baja California para el periodo 1997–98, las cuales fueron fuertemente influenciadas por condiciones El Niño desde finales del verano de 1997 hasta el verano de 1998. Las observaciones de estos autores se basaron en datos de temperatura del mar, salinidad y alturas dinámicas. Los valores de las dos

primeras variables estuvieron la mayor parte del tiempo por arriba de lo normal, especialmente en la capa superficial a lo largo de la línea de muestreo situada fuera de la Bahía Sebastián Vizcaíno (línea 120). Del análisis de las alturas dinámicas (10/500 dbar), estos mismos autores observaron un fuerte flujo de agua costera en dirección al polo, cercano a la superficie y a lo largo de la península desde el sur de Punta Eugenia (Fig. 1a).

Por otro lado, Hayward *et al.* (1999) describieron para los meses de enero y julio de 1998, temperaturas que estuvieron en general por arriba de lo normal con valores máximos de anomalías de 5° C sobre la plataforma costera. Adicionalmente, las anomalías dinámicas indicaron un patrón de circulación débil en la región de estudio (Fig. 1b), con un gradiente norte-sur en salinidad. Durante este mismo año, el flujo de la Corriente de California así como una serie de remolinos estuvieron más claramente definidos de acuerdo al patrón de alturas dinámicas (Fig. 1c). En el mes de julio, las temperaturas relativamente bajas (<17° C) y bajo oxígeno disuelto (<5.4 ml l<sup>-1</sup>) en la región cercana a la costa, desde los 31° hasta los 29° N, sugieren el efecto de surgencia costera (Hayward *et al.*, 1999). Para el mes de septiembre, la Corriente de California entró en la región con un flujo predominantemente hacia el sur, moviéndose hacia la costa y de ahí al sur, alrededor de un meandro con circulación en sentido de las manecillas del reloj cerca de la Isla Guadalupe. Esta corriente deja el área aparentemente en tres ramas dirigidas hacia el oeste, sur y hacia la costa. Los flujos costeros hacia el polo fueron observados frente a San Quintín (30° N) y frente a Punta Eugenia (27° N). De los 31° a los 28° N, bajas temperaturas cercanas a la costa (<18° C) asociadas con valores bajos de oxígeno disuelto (<5 ml l<sup>-1</sup>) indicaron la presencia de surgencia costera (Fig. 1d) (Hayward *et al.*, 1999).



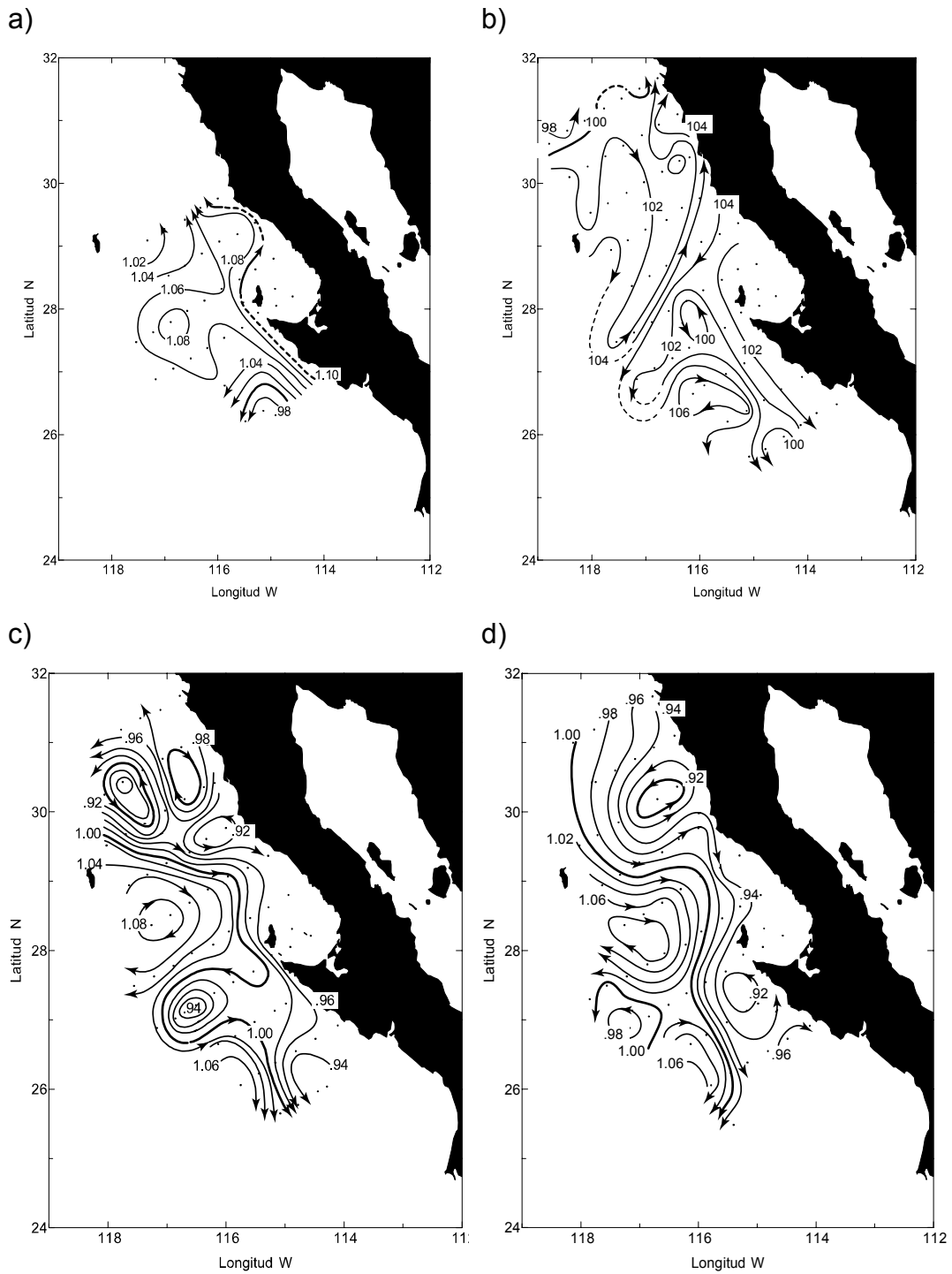


Figura 1. Anomalías de altura dinámica (10/500 dbar) para los cruceros: a) IMECOCAL 9709/10, b) 9801/02, c) 9807 y d) 9809/10 (tomadas de Durazo y Baumgartner, 2002). El intervalo de las isolinneas es de 0.02 din·m. Las flechas indican la dirección de la corriente.

Durazo y Baumgartner (2002), describen la distribución espacial de las masas de agua presentes en el área de estudio durante el evento El Niño 1997-98. Los autores sugieren que en septiembre de 1997, los contornos de *spiciness* ( $\pi$ ) indican la entrada anómala de agua subtropical superficial hacia la zona costera, la cual desplazó al agua más fría y menos salina (subártica) hacia la zona oceánica. La separación de estos dos tipos de agua se presentó como un fuerte gradiente en dirección este-oeste. El núcleo de la Corriente de California en este mes no se evidenció claramente debido a la reducida cobertura espacial del muestreo. Durante enero de 1998, el *spiciness* mostró características similares a las observadas durante septiembre de 1997, aunque el núcleo de la Corriente de California se observó mejor en este mes debido al incremento en la cobertura espacial del muestreo. Una diferencia muy clara entre estos dos periodos de observación, fue que la masa de agua oceánica característica del mes de enero de 1998, amplió su cobertura geográfica, hacia fuera de la costa y hacia el norte. Estos autores describen que una masa oceánica, en forma de lengua y con bajo valor de  $\pi$  ( $<0.6$ ) penetró al norte de los  $29^\circ$  N indicando con ello la presencia del núcleo del agua subártica.

Durante 1998, la región oceánica del área de estudio, estuvo caracterizada por valores de  $\pi <0.8$  asociados con un flujo anticiclónico alrededor de Isla Guadalupe, donde penetró agua subártica desde el oeste. Por otro lado, en la región costera valores con  $\pi >1.5$  sugieren la presencia de agua transicional (Durazo y Baumgartner, 2002). El valor de  $\pi =1$ , sugerido en dicho trabajo como el valor crítico que separa aguas de origen subártico de aquellas de origen tropical y subtropical, empieza a alejarse de la costa en los  $27^\circ$  N aproximadamente y se extiende hacia el noreste para unirse con el flujo costero que va al polo, al norte de Punta Baja. Estos mismos autores, mencionan que el mes de julio de 1998 representó el periodo de transición entre El Niño y La Niña. Durante este mes, el límite entre el agua subártica y agua transicional descrito por  $\pi = 1.0$ , se encontró desplazado hacia la costa y retrocedió hacia el sur a la región de Punta Eugenia. La presencia de esta agua en el área, reflejó anomalías positivas de temperatura y salinidad que persistieron a lo largo de la línea 120 durante este mes. Este periodo de transición terminó cuando las

condiciones de un evento La Niña, caracterizadas por una mayor contracción de la masa de agua de mayor salinidad y temperatura hacia el sur, se desarrolló en parches, tal como se observó en el mes de septiembre de 1998.

Lavaniegos *et al.* (2002) determinaron las concentraciones de clorofila *a* de los cruceros que se analizaron en este trabajo. Establecen que durante el primer crucero 9709/10, los valores en superficie de clorofila *a* fueron  $<0.25 \text{ mg/m}^3$  en la región suroeste, mientras que en la región noreste, los valores estuvieron en el intervalo de 0.50 a  $2.00 \text{ mg/m}^3$ . En enero/febrero de 1998, a pesar del efecto de El Niño, la clorofila *a* superficial se incrementó significativamente y se desarrolló un fuerte gradiente costa-océano con los valores más altos asociados a la costa. En el verano, estos valores habían disminuido persistiendo a niveles bajos hasta el otoño del mismo año. El Niño produjo aparentemente una disminución en la biomasa del fitoplancton solo en el área oceánica. Estos mismos autores, muestran que la mayor biomasa zooplanctónica se presentó en los otoños de 1997 y 1998, y fueron significativamente diferentes ( $103 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$  y  $65 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$  medianas respectivamente). Después del invierno 1997-1998 no solamente hubo una disminución en el volumen de zooplancton sino que también se presentaron marcados cambios en su distribución. Durante 1998 se observó un fuerte gradiente latitudinal en el área oceánica siendo las regiones del sur del área de estudio las más ricas en volumen de zooplancton.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

El material biológico de este trabajo provino de 4 cruceros oceanográficos realizados uno durante septiembre/octubre de 1997 y tres en enero/febrero, julio y septiembre/octubre de 1998 dentro del programa IMECOCAL nombrados como 9709/10, 9801/02, 9807, 9809/10, respectivamente. Estos cruceros fueron realizados por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) en colaboración con el Departamento de Plancton y Ecología Marina del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) en la costa occidental de la península de Baja California a bordo del B/O "Francisco de Ulloa" propiedad del

CICESE, los cruceros fueron desde Ensenada, Baja California hasta Punta Abreojos, Baja California Sur (Fig. 2).

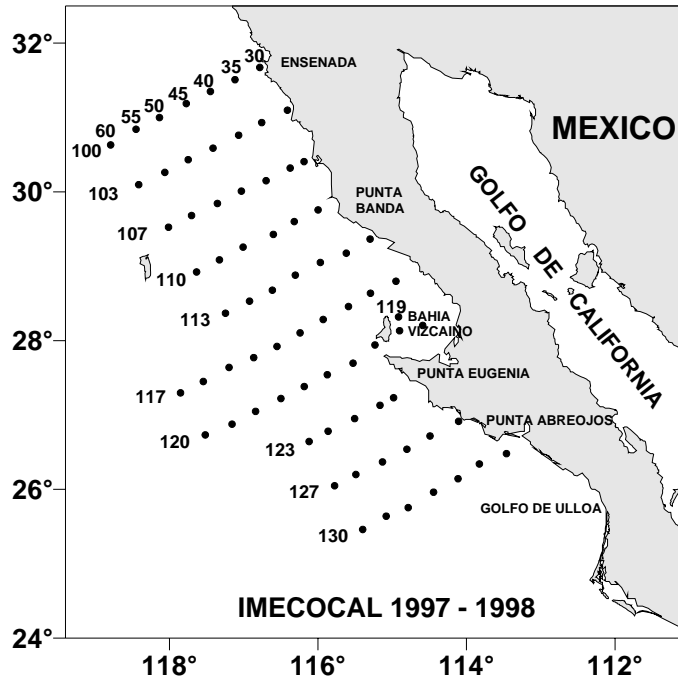


Figura 2. Toponimia del área de estudio y red de estaciones de muestreo.

Para la recolecta de las muestras de zooplancton se siguieron los procedimientos propuestos por Kramer *et al.* (1972), realizando arrastres oblicuos desde los 210 m a la superficie, cuando la profundidad de la zona lo permitió. En estaciones someras, el lance se realizó a partir de los 10 m arriba del fondo marino hasta la superficie. Los arrastres se realizaron con una red Bongo de 60 cm de diámetro de boca, equipada con redes de 505  $\mu\text{m}$  de luz de malla. Para estimar los volúmenes de agua filtrada se colocó un flujómetro previamente calibrado al centro de la boca de cada red. La velocidad de los arrastres fue mantenida aproximadamente a 2 nudos. Después de cada arrastre el material recolectado por una de las redes (izquierda) fue fijado con formol al 10% neutralizado con borato de sodio. La biomasa zooplanctónica de las muestras se determinó mediante el método de volumen desplazado (Beers, 1976) y las muestras se almacenaron en una solución de formol neutralizado al 4%.

Posteriormente los datos de biomasa se estandarizaron a 1000 m<sup>3</sup> de agua filtrada (Smith y Richardson, 1979).

En cada estación de muestreo se registraron datos de temperatura del mar, salinidad y concentración de oxígeno disuelto utilizando un CTD, pero solo las primeras dos variables se analizaron en este trabajo. Adicionalmente se tomaron muestras de agua a profundidades estándar con el objetivo de determinar las concentraciones de clorofila *a* (Cl *a*) en los diferentes niveles, a excepción del primer crucero donde solamente se colectó agua de la superficie. Los datos de temperatura del mar a 10 m de profundidad, salinidad a 10 metros de profundidad y spiciness utilizados en este trabajo fueron proporcionados por el Dr. Reginaldo Durazo (UABC), mientras que los datos correspondientes a clorofila *a* fueron tomados de los informes técnicos disponibles (Macías-Carranza *et al.*, 1999; Nájera-Martínez *et al.*, 2000; Nájera-Martínez *et al.*, 2001). Los datos de clorofila *a* se integraron desde 150 m a superficie para estimar la concentración total de clorofila *a* por metro cuadrado con el fin de complementar la matriz de datos biológicos necesarios para los análisis estadísticos.

Las muestras de zooplancton provenientes de los 4 cruceros se analizaron en su totalidad utilizando un microscopio estereoscópico (Zeiss SV11). Para cada muestra se separaron todas las paralarvas. De éstas, las pertenecientes a la Familia Ommastrephidae fueron seleccionadas con base a la forma típica de la paralarva rhynchoteuthion. Los criterios seguidos para su identificación fueron los propuestos por Nesis (1970), Roper *et al.* (1984), Harman y Young (1985), Young e Hirota (1990), Wormuth *et al.* (1992), Cheslin y Giragosov (1993), Yatsu (1999), Yatsu *et al.* (1999), Sakurai *et al.* (1995) y Wakabayashi *et al.* (2002). La abundancia por especie y morfotipo se determinaron y estandarizaron a 1000 m<sup>3</sup> de agua filtrada (Smith y Richardson, 1979).

Se elaboraron los mapas de distribución de la abundancia de paralarvas (PI/1000 m<sup>3</sup>) para cada una de las especies de la Familia Ommastrephidae, utilizando los

intervalos de abundancia de grupos del zooplancton definidos previamente en los reportes de la serie CalCOFI (Smith, 1971) definidos como:

<b>Intervalo (PI/1000 m<sup>3</sup>)</b>	<b>Abundancia</b>
1 – 15	Muy Baja
16 – 63	Baja
64 – 255	Media
256 – 1,023	Alta
1,024 – 4095	Muy Alta

Se generaron también mapas de distribución de la variable spiciness con la presencia de paralarvas de cada una de las especies identificadas para cada crucero. En los mapas, los valores de  $\pi > 1$  indican que el agua es más caliente y salada mientras que sucede lo contrario a valores bajos de  $\pi$ . Los mapas de paralarvas y spiciness se elaboraron con el fin de establecer visualmente la presencia o ausencia de un acoplamiento a las masas de agua prevalecientes en cada crucero. En base a los resultados obtenidos por Durazo y Baumgartner (2002), el valor de  $\pi = 1$  se tomó en este trabajo como el límite entre el agua subártica y agua transicional-subtropical superficial.

El análisis de la distribución de la abundancia (estandarizada) de las especies de la Familia Ommastrephidae se realizó bajo dos enfoques, el primero en relación a la distancia expresada en kilómetros con respecto de la costa y el segundo en términos de la hora de recolecta de las paralarvas. Al criterio hora de recolecta se le aplicó la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis (Sokal y Rohlf, 1981) con el fin de establecer si existían diferencias significativas en la distribución de paralarvas a lo largo del día. Ambos enfoques se abordaron en este trabajo debido a que existe información en otras regiones del Pacífico Oriental Tropical, lo que permite hacer un comparativo con dichas áreas. Asimismo, se analizó la abundancia de las paralarvas por cada medio grado de temperatura para establecer los intervalos en los que se registró cada especie.

Se aplicó un análisis de correspondencia canónica (ACC) a las matrices de abundancia biológica y variables ambientales obtenidas para cada crucero. Los datos de abundancia estandarizada se transformaron previamente utilizando la ecuación  $\log(n+1)$  para la matriz biológica y una estandarización  $(y = (x - \bar{x})/\sigma)$  donde  $x$  representa el valor promedio y  $\sigma$  la desviación estándar de las variables ambientales, con el fin de estabilizar las varianzas. Se utilizaron solamente aquellas estaciones que fueron positivas para ommastréfidos. El ACC es una técnica multivariable para el análisis directo de gradientes. Fue desarrollada para relacionar la composición de la comunidad con la variación en el ambiente. Los ejes de ordenación se seleccionan a la luz del conocimiento de las variables ambientales por la imposición de una restricción extra, consistente en que los ejes son combinaciones lineales de las variables ambientales. De esta manera, la variación en la comunidad se puede relacionar directamente con la variación ambiental (Ter Braak, 1986). El programa PC-ORD (McCune y Mefford, 1999), utilizado para el análisis, permite probar su significancia a través de una prueba de Monte Carlo, para lo cual se utilizaron 1000 permutaciones y una significancia del 95% ( $p < 0.05$ ).

## **RESULTADOS**

### **Abundancia relativa de paralarvas de ommastréfidos**

Se recolectaron un total de 236 muestras de zooplancton en los cuatro cruceros analizados. De éstas, 145 resultaron positivas para cefalópodos (61.4 %) y solo 33 estaciones (13.9%) lo fueron para las paralarvas de la Familia Ommastrephidae (Tabla I). El número total de cefalópodos obtenidos en los cuatro cruceros fue de 2,944 PI/1000 m<sup>3</sup> de los cuales 1,668 paralarvas de la Familia Ommastrephidae conformaron el 59% del total. El crucero de septiembre/octubre de 1997 tuvo una menor cobertura del área de estudio por ser el crucero piloto, mientras que los cruceros realizados en 1998 prácticamente cubrieron la totalidad de la red de estaciones del programa IMECOCAL.

Tabla I. Número de estaciones muestreadas por crucero, estaciones positivas (Est. +), total de paralarvas colectadas (PI), abundancia total estandarizada de paralarvas (PI/1000m<sup>3</sup>) y abundancia relativa (%) por crucero durante 1997-98 en la costa occidental de la península de Baja California Sur.

Crucero IMECOCAL	Mes	Estaciones	Cefalópodos			Ommastréfidos			Abund. relativa %
			Est. +	PI	PI/1000 m <sup>3</sup>	Est. +	PI	PI/1000 m <sup>3</sup>	
<b>1997</b>									
9709/10	Sep/Oct	39	23	110	331	4	16	43	14.5
<b>1998</b>									
9801/02	Ene/Feb	69	37	164	512	10	55	168	33.5
9807	Jul	65	36	687	1,764	17	582	1,453	84.7
9809/10	Sep/Oct	63	49	149	337	2	2	4	1.3
TOTAL		236	145	1,110	2,944	33	655	1,668	

La abundancia relativa (%) de los ommastréfidos encontrados en cada uno de los cruceros analizados mostró un incremento gradual desde 14.5% en octubre de 1997, 33.5% en enero y 84.7% en julio, mientras que en octubre de 1998, se redujo la presencia de la Familia Ommastrephidae a solo el 1.3%, respecto del total de los cefalópodos (Tabla I).

### Identificación a nivel específico

En la costa occidental de la península de Baja California se identificaron las paralarvas de 4 especies de calamares de la Familia Ommastrephidae: *Dosidicus gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis*, *Eucleoteuthis luminosa*, *Hyaloteuthis pelagica* y dos Morfotipos que se denominaron Morfotipo A y Morfotipo B. Además, se identificó un complejo específico denominado en este trabajo como Grupo S-D el cual incluyó aquellos organismos que presentaron características tanto de la especie *Dosidicus gigas* como de *Sthenoteuthis oualaniensis*, pero que por su talla (menor a 3 mm de longitud de manto) y su estado de preservación, no fue posible identificar específicamente. También se agruparon aquellas paralarvas que por presentarse en estado incompleto (solo cabezas o mantos) no fue posible agruparlas con algunas de las especies y se catalogaron como No Identificados (NI). Estas últimas sumaron 151 PI/1000 m<sup>3</sup> y no se consideraron en los distintos análisis aplicados. La identificación de las especies se realizó con la ayuda de una tabla construida con aquellas



características morfológicas externas e internas más sobresalientes reportadas para las paralarvas de estas especies por diferentes autores (Harman y Young, 1985; Young e Hirota, 1990; Wormuth *et al.*, 1992; Sakurai *et al.*, 1995; Yatsu, 1999; Yatsu *et al.*, 1999; Wakabayashi *et al.*, 2002). Estas características fueron condensadas en la Tabla II y se establecen en este trabajo como los criterios para diferenciar las especies de la Familia Ommastrephidae registradas en el área de estudio. En la figura 4 se presentan esquematizadas las características morfológicas externas e internas que se mencionan en la Tabla II, así como otras importantes en la identificación de las especies de ommastréfidos. A cada una se le asignó una clave la cual se indica entre paréntesis.

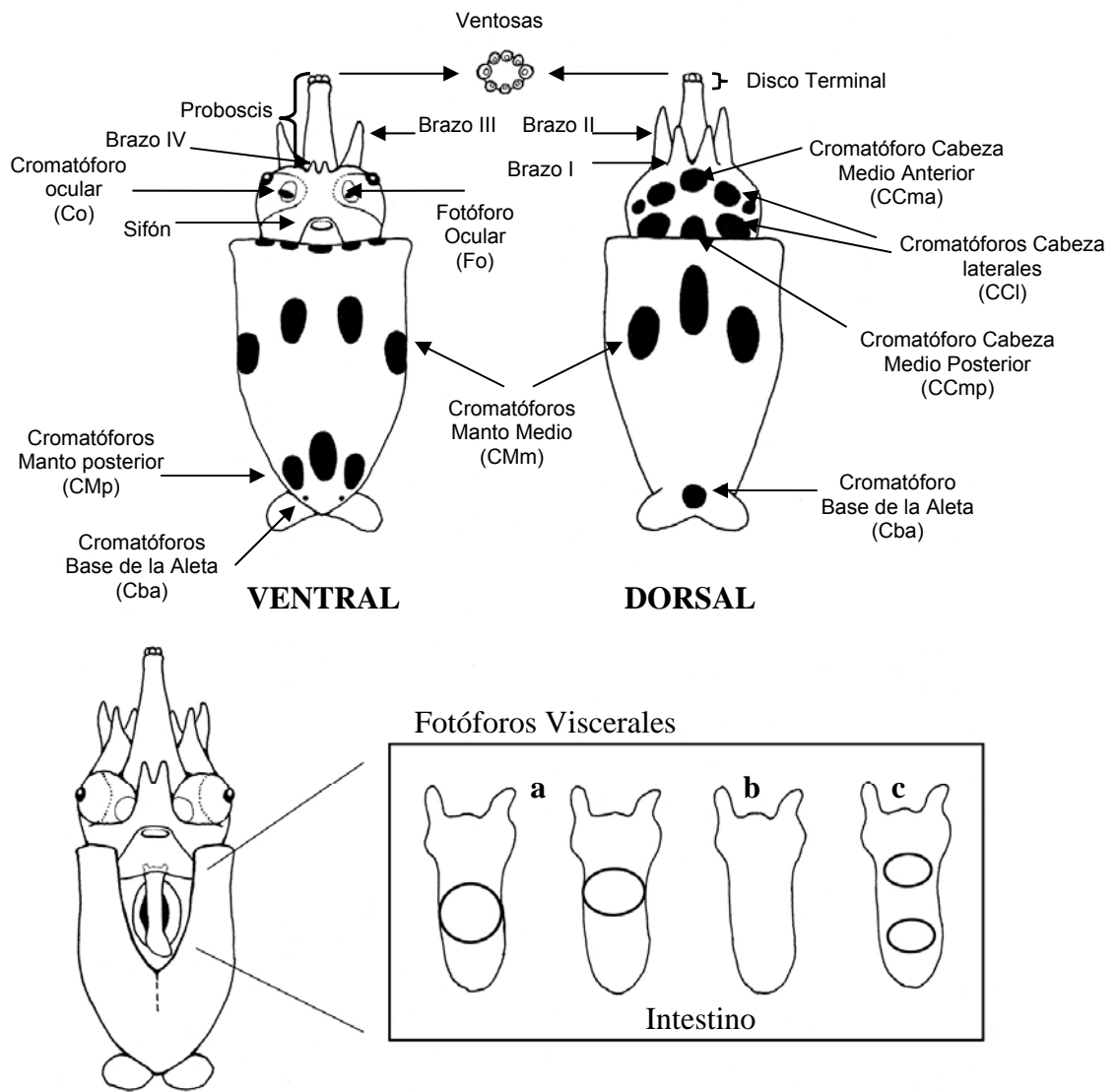


Figura 3. Características morfológicas externas e internas utilizadas en la identificación específica de paralarvas rhynchoteuthion colectadas en la costa occidental de la península de Baja California durante 1997-98. Los dibujos se tomaron de Young e Hirota (1990) y Harman y Young (1985).

a = 1 fotóforo; b = sin fotóforo; c = 2 fotóforos.

Tabla II. Criterios para la identificación taxonómica de las paralarvas de la Familia Ommastrephidae, elaboradas con base en los caracteres morfológicos establecidos previamente (Harman y Young, 1985; Young e Hirota, 1990; Wormuth *et al.*, 1992; Sakurai *et al.*, 1995; Yatsu, 1999; Yatsu *et al.*, 1999).

ESPECIE	PROBOSCIS Disco Terminal con ventosas laterales alargadas	CROMATÓFOROS Cabeza dorsal			FOTÓFOROS	
		CCI	CCma	CCmp	Fo	Fv
<i>Dosidicus gigas</i>	No				0+0	0+0
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	No				1+1	2 =
<i>Eucleoteuthis luminosa</i>	Sí				1+1	1 >
<i>Hyaloteuthis pelagica</i>	Sí	2+2	1 <	1 <	1+1	1 <
<i>Ommastrephes bartramii</i>	Sí				0+0	0+0
Morfotipo A	No				0+0 *	0+0
Morfotipo B	Sí				0+0	0+0

\* CCI = Cromatóforos Cabeza laterales; CCma = Cromatóforo Cabeza medio anterior; CCmp = Cromatóforo Cabeza medio posterior; Fo = Fotóforo ocular; Fv = Fotóforo visceral.

El Morfotipo A estuvo representado por 175 PI/1000 m<sup>3</sup> (82 PI/1000 m<sup>3</sup> en el crucero de enero/febrero y 93 PI/1000 m<sup>3</sup> en julio de 1998), conformado por paralarvas que no presentaron ningún cromatóforo en el cuerpo ni ventosas laterales alargadas en la proboscis. En relación con la presencia de fotóforos solamente un organismo presentó fotóforos oculares pero no fotóforos viscerales. Al Morfotipo B, correspondieron dos especímenes en mal estado de conservación, sin cromatóforos en el cuerpo y con ventosas laterales alargadas en la proboscis. El espécimen menos dañado de estos, al parecer no presentó ningún fotóforo. Con base a lo anterior, solo puede establecerse que estas paralarvas probablemente pertenecen a alguna de las siguientes especies: *E. luminosa*, *H. pelagica* u *O. bartramii*. Debido al bajo número de especímenes de estos Morfotipos no fue posible realizar un análisis más amplio.

## Abundancia

Durante 1997-98 la Familia Ommastrephidae estuvo representada por las paralarvas de 4 especies. En la figura 4 se presenta la abundancia total por especie mientras que su abundancia porcentual se muestra en la tabla III. Se observa que la

más importante fue *D. gigas* que alcanzó un total de 759 PI/1000 m<sup>3</sup> y representó el 45% del total registrado a lo largo de este estudio, seguida de *S. oualaniensis* con 181 PI/1000 m<sup>3</sup> (11%). Las especies *E. luminosa* y *H. pelagica* mostraron muy baja abundancia (13 PI/1000 m<sup>3</sup> y 4 PI/1000 m<sup>3</sup> respectivamente) ambas sumaron alrededor del 1%. El complejo específico que en este trabajo se denominó como Grupo S-D se registró con una abundancia total de 380 PI/1000 m<sup>3</sup>, lo que representó el 23% del total. En el caso del Morfotipo A, este presentó valores de abundancia total similar a *S. oualaniensis* (175 PI/1000 m<sup>3</sup>) mientras que el Morfotipo B solo contribuyó con un 0.2 % (5 PI/1000 m<sup>3</sup>).

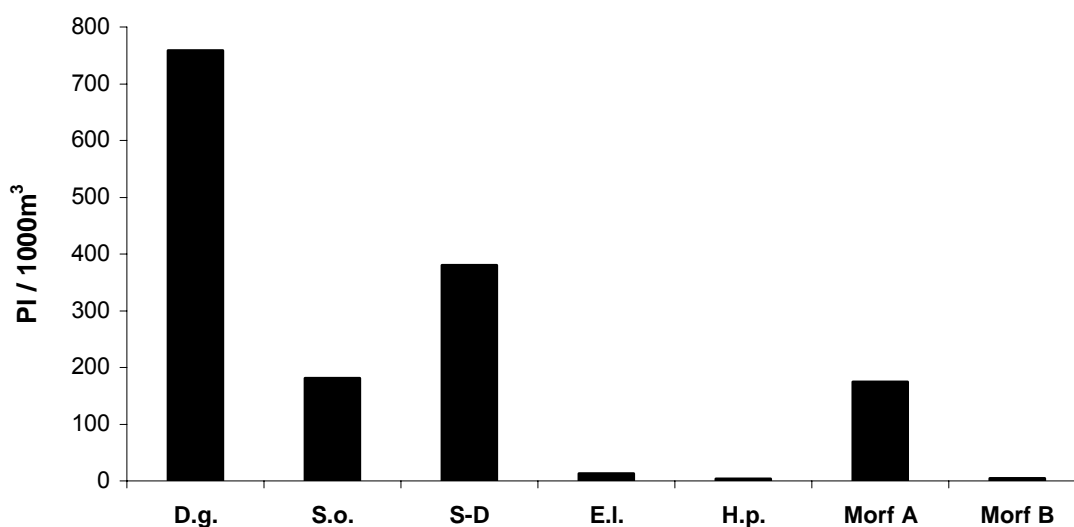


Figura 4. Abundancia total de paralarvas de ommastréfidos identificadas en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98. D.g.= *Dosidicus gigas*; S.o.= *Sthenoteuthis oualaniensis*; S-D= Grupo *Sthenoteuthis-Dosidicus*; E.I.= *Eucleoteuthis luminosa*; H.p.= *Hyaloteuthis pelagica*; Morf A = Morfotipo A; Morf B = Morfotipo B.

La presencia de las paralarvas de las especies de ommastréfidos identificadas no fue consistente crucero a crucero. En la Tabla III se muestra la abundancia de las especies por crucero, se observa que las abundancias más altas de las 4 especies identificadas y el grupo S-D se registraron en julio de 1998, y este último, fue el único presente en todo el período de estudio.

Tabla III. Abundancia total (AB, PI/1000 m<sup>3</sup>) y relativa (%) por crucero de las paralarvas de ommastréfidus colectadas en la costa occidental de la península de Baja California durante 1997-98.

Especie	9709/10		9801/02		9807		9809/10		Total
	Sep/Oct		Ene/Feb		Jul		Sep/Oct		
	AB	%	AB	%	AB	%	AB	%	AB
<i>Dosidicus gigas</i>			15	0.8	743	44.5			759
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	6	0.3			176	10.5			181
S-D	6	0.3	39	2.33	333	19.9	2	0.1	380
<i>Eucleoteuthis luminosa</i>					11	0.6	2	0.1	13
<i>Hyaloteuthis pelagica</i>					4	0.2			4
Morfotipo A			82	4.9	93	5.5			175
Morfotipo B					5	0.2			5
No identificadas	32	1.9	32	1.9	87	5.2			151
TOTAL									1,668

## Distribución de la abundancia

### *Dosidicus gigas*

Esta especie se presentó en los cruceros de enero/febrero y julio de 1998 (IMECOCAL 9801/02 e IMECOCAL 9807). En ambos, su distribución estuvo restringida a la parte sur del área de estudio, localizándose entre Punta Eugenia y Punta Abreojos B.C.S. Durante enero/febrero, únicamente se registraron dos estaciones positivas para esta especie con valores de abundancia muy bajos (1 a 15 PI/1000 m<sup>3</sup>) frente a Punta Abreojos (Fig. 5A). En el crucero de julio se presentaron cinco estaciones positivas frente a Punta Eugenia y una estación positiva frente a Punta Abreojos. Se registró una concentración máxima de 723 PI/1000 m<sup>3</sup> en la estación de muestreo más cercana a Punta Eugenia (Fig. 5B).

### *Sthenoteuthis oualaniensis*

Las paralarvas de esta especie se presentaron en dos cruceros (septiembre/octubre de 1997 y julio de 1998). Durante el crucero de 1997 (Fig. 6A), esta especie se distribuyó en la región norte del área de estudio, frente a Punta Banda B.C, con una abundancia muy baja en la única estación positiva. Sin

embargo, en julio de 1998, las paralarvas de esta especie se localizaron en la porción sur del área de estudio con abundancias que fueron de muy baja a media (Fig. 6B), coincidiendo la mayor concentración en la estación de muestreo más cercana a Punta Eugenia.

### **Complejo S –D**

Este grupo de paralarvas se registró en los cuatro cruceros. Su distribución en el único crucero de 1997 se restringió a la región norte frente a Punta Banda B.C, con una abundancia muy baja (Fig. 7A). En los cruceros realizados en 1998, su distribución fue exclusivamente en la porción sur del área de estudio, entre Punta Eugenia y Punta Abreojos, B.C.S. Las abundancias fueron bajas en el crucero de enero/febrero (Fig. 7B) y en general, muy bajas en los dos últimos cruceros. Sin embargo, en julio se observó un incremento en el número de estaciones positivas para este grupo, semejante al incremento descrito para *D. gigas*, y se registró una abundancia alta (256 a 1,023 PI/1000 m<sup>3</sup>) localizada también en la estación de muestreo más cercana a Punta Eugenia (Fig. 7C).

### ***Eucleoteuthis luminosa***

Las paralarvas de esta especie se presentaron en los cruceros de julio y septiembre/octubre de 1998. Su distribución fue principalmente en la zona central del área de estudio (al norte y noroeste de Isla de Cedros) con abundancias muy bajas en todas las estaciones donde se encontró esta especie (Figs. 8A y 8B).

### ***Hyaloteuthis pelagica***

Las paralarvas de esta especie únicamente se presentaron en el mes de julio de 1998. Fue la única especie cuya distribución abarcó la parte norte del área de estudio, en la región oceánica frente a Ensenada y frente a Punta Banda B.C. en dos estaciones positivas con abundancia muy baja (1-15 PI/1000 m<sup>3</sup>) (Fig. 9).

### ***Morfotipo A***

Este Morfotipo se presentó en las recolectas realizadas en los meses de enero/febrero y julio de 1998. Su distribución fue relativamente amplia en el primero de ellos, abarcando desde el área frente a Punta Banda B.C hasta Punta Abrejos, B.C.S, tanto en estaciones cercanas a la costa con abundancias muy bajas (1-15 PI/1000 m<sup>3</sup>) y bajas (16-63 PI/1000 m<sup>3</sup>), como en una estación oceánica al sur del área de estudio (Fig. 10A). En cambio, en el crucero de julio, su distribución se restringió al área frente a las costas de Punta Eugenia B.C.S, en dos estaciones de muestreo (Fig. 10B).

### ***Morfotipo B***

Este Morfotipo se localizó en las estaciones de muestreo más oceánicas de la parte central del área en julio de 1998, a la altura de Bahía Vizcaíno con muy pocos ejemplares (Fig. 11).

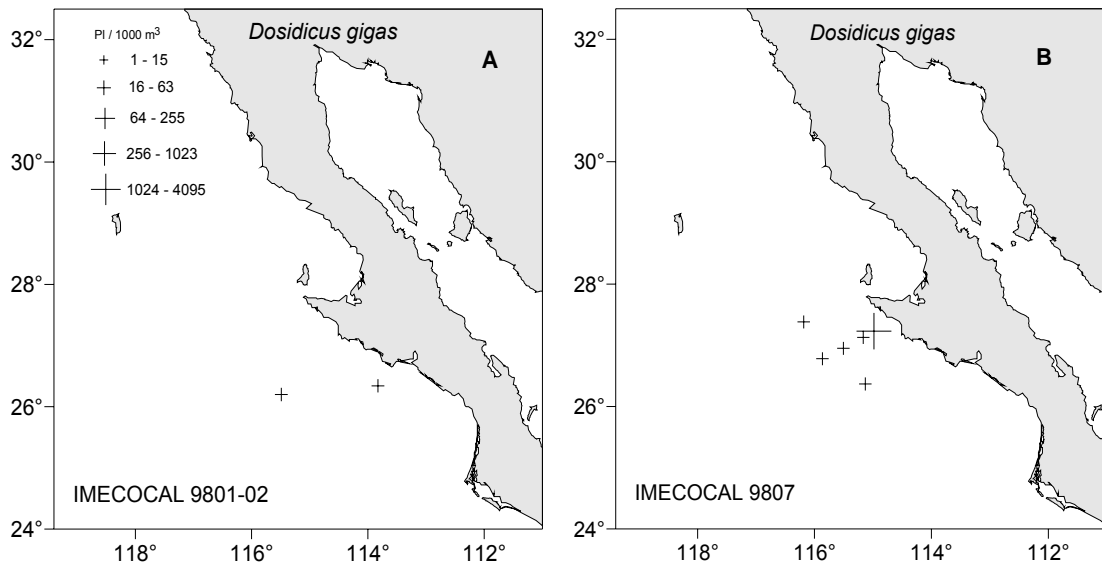


Figura 5. Distribución de paralarvas de *Dosidicus gigas* en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98. A) Crucero IMECOCAL 9801/02, B) Crucero IMECOCAL 9807.

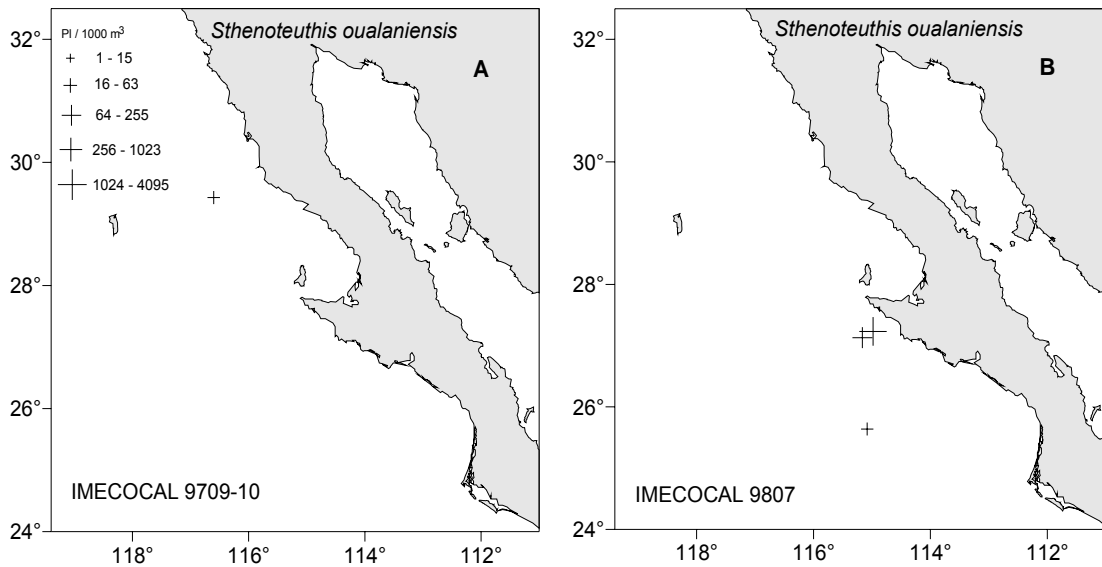


Figura 6. Distribución de paralarvas de *Sthenoteuthis oualaniensis* en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98. A) Crucero IMECOCAL 9709/10, B) Crucero IMECOCAL 9807.



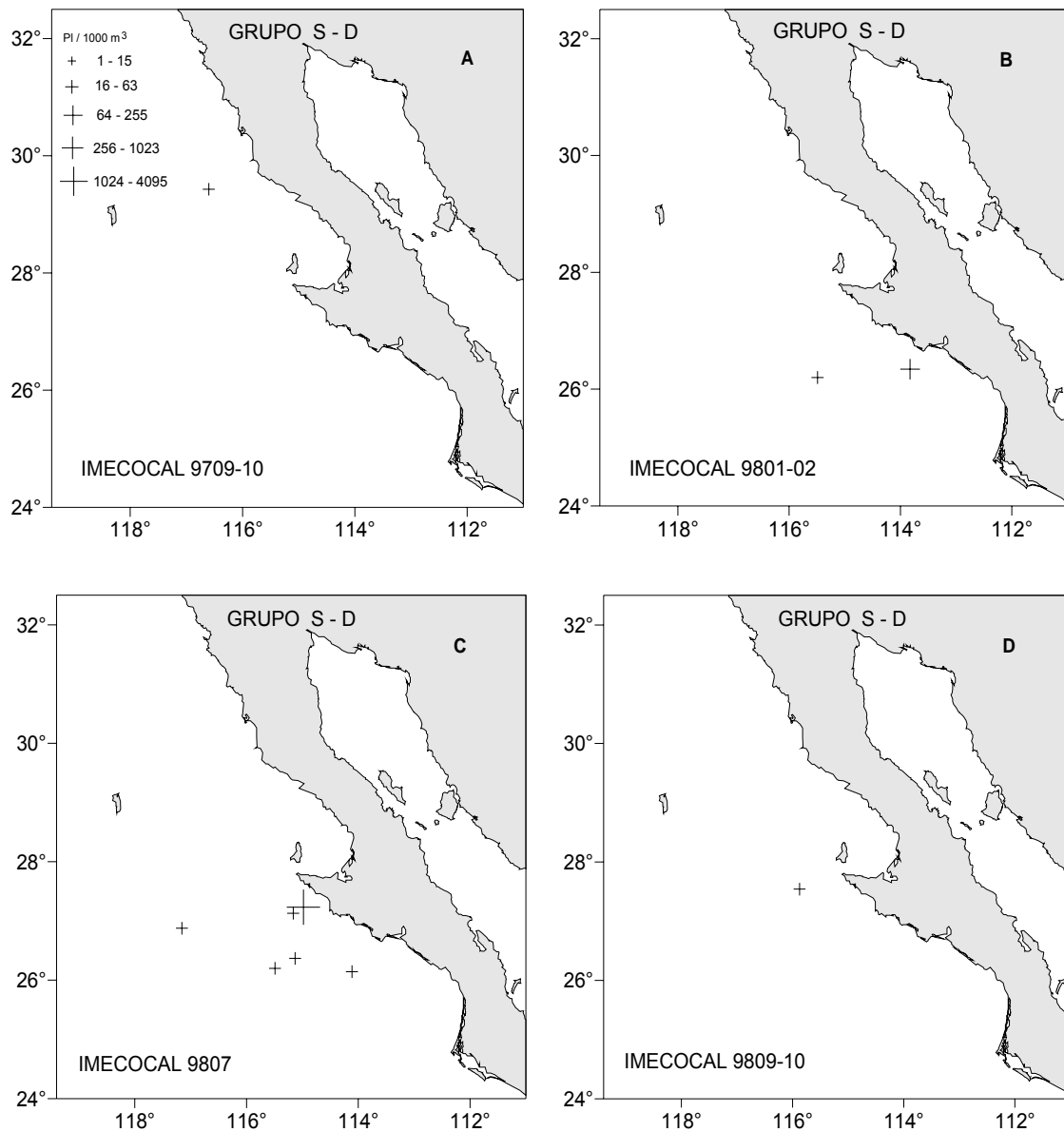


Figura 7. Distribución de paralarvas del grupo S-D en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98. A) Crucero IMECOCAL 9709/10; B) Crucero IMECOCAL 9801/02; C) Crucero IMECOCAL 9807; D) Crucero IMECOCAL 9809/10.

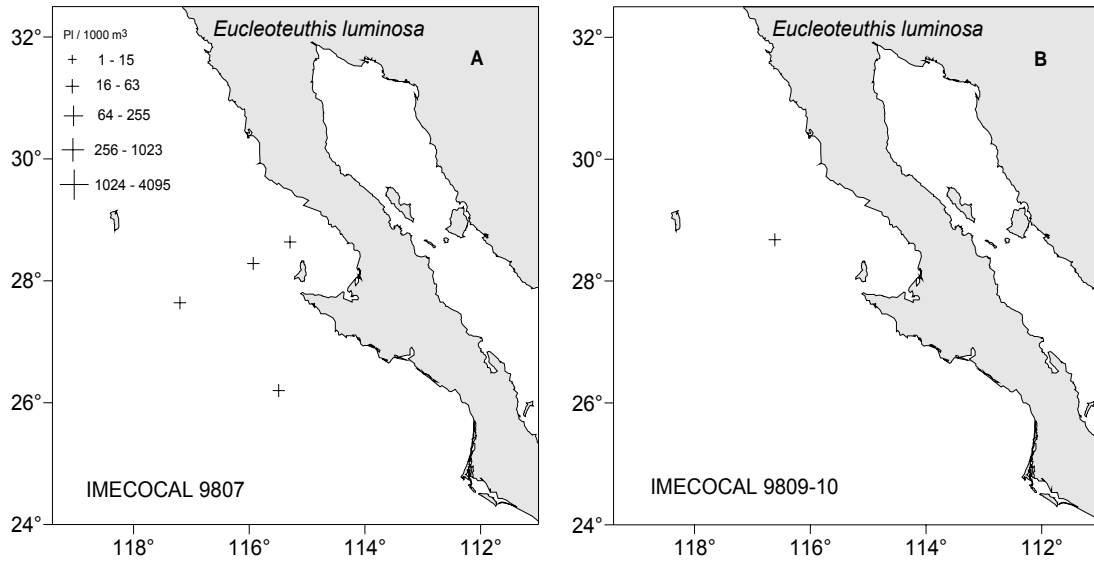


Figura 8. Distribución de paralarvas de *Eucleoteuthis luminosa* en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98. A) Crucero IMECOCAL 9807; B) Crucero IMECOCAL 9809/10.

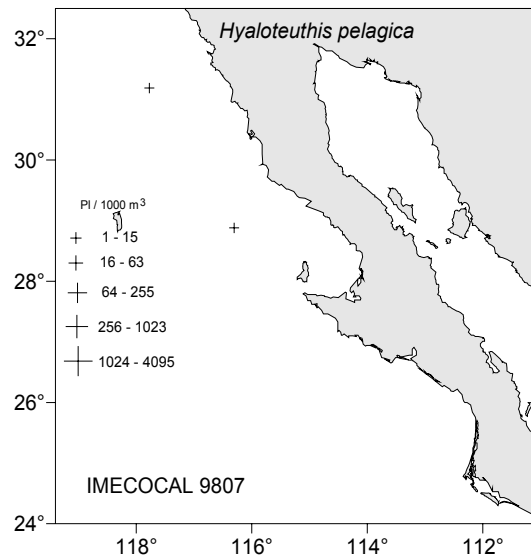


Figura 9. Distribución de paralarvas de *Hyaloteuthis pelagica* en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98. Crucero IMECOCAL 9807.

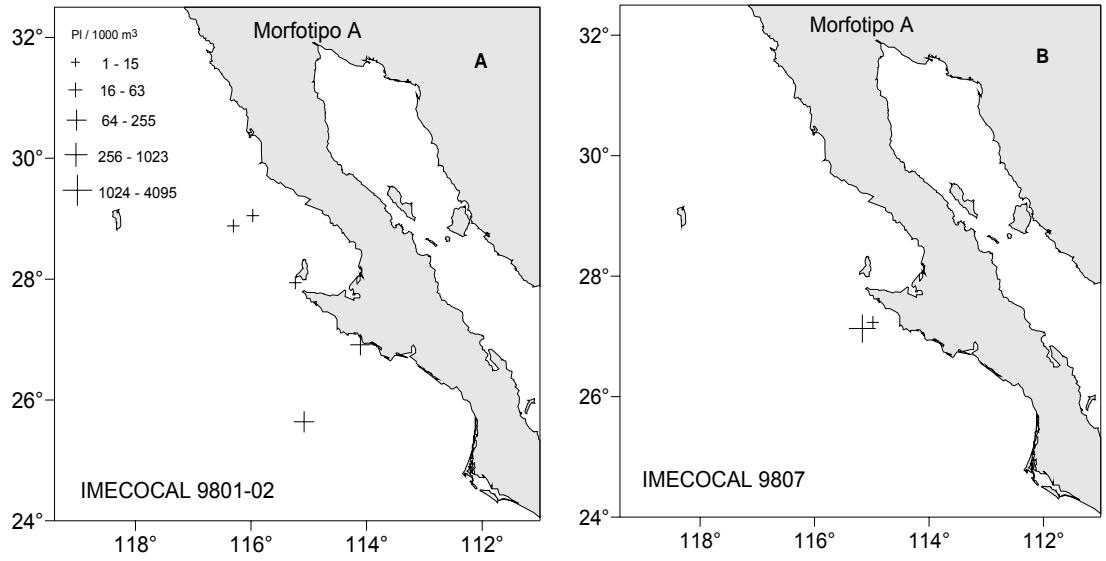


Figura 10. Distribución de paralarvas del Morfotipo A en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98. A) Crucero IMECOCAL 9801/02; B) Crucero IMECOCAL 9807.

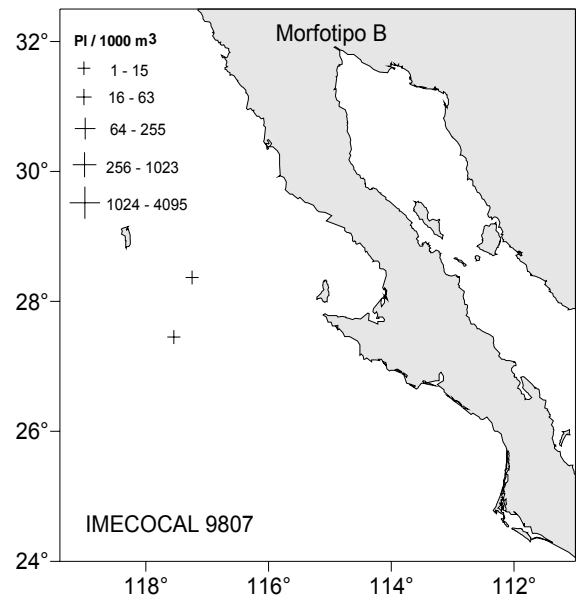
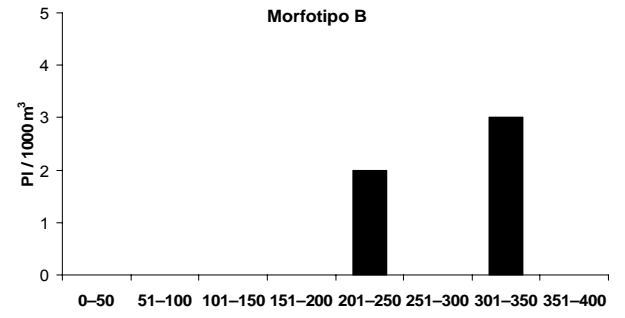
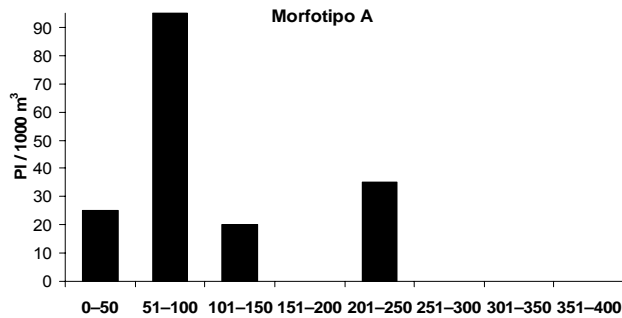
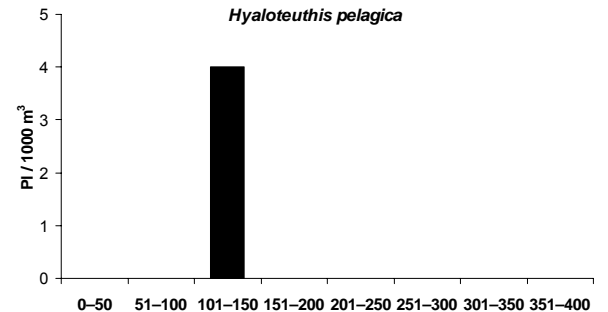
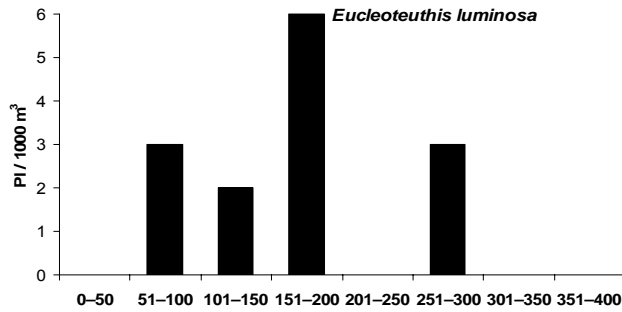
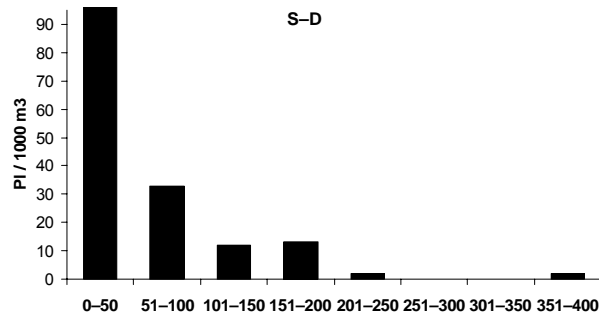
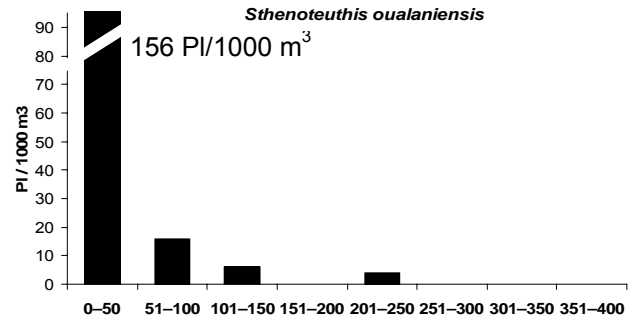
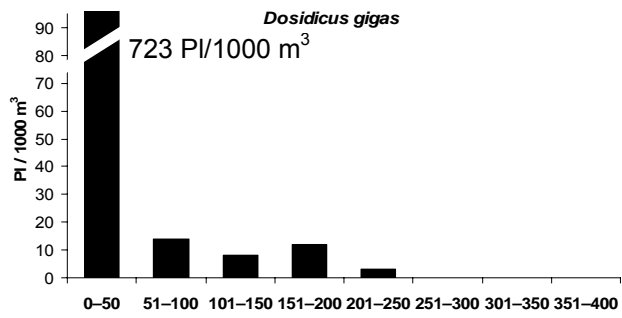


Figura 11. Distribución de paralarvas del Morfotipo B en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98. Crucero IMECOCAL 9807.

### **Distribución con respecto a la costa**

En la figura 12 se presenta la distribución de la abundancia de las paralarvas de ommastréfidos en relación a la distancia en kilómetros a la cual fueron recolectadas con respecto de la costa. Las paralarvas de *D. gigas*, *S. oualaniensis* así como el grupo S-D y las del Morfotipo A presentaron un comportamiento similar: se encontraron en los primeros 250 km a partir de la costa, aunque es evidente que las mayores abundancias en las tres primeras se ubicaron en el intervalo de 0 a 50 km (723 PI/1000 m<sup>3</sup>, 156 PI/1000 m<sup>3</sup> y 316 PI/1000 m<sup>3</sup>, respectivamente). Las paralarvas del Morfotipo A se colectaron en su mayoría en el intervalo de los 51 a los 100 km de la costa (95 PI/1000 m<sup>3</sup>). Es importante resaltar que un pequeño número de paralarvas del Grupo S-D, se registraron entre los 351 y 400 km fuera de la costa. Las paralarvas de *E. luminosa*, *H. pelagica* y el Morfotipo B, presentaron una distribución diferente de las antes mencionadas. *E. luminosa* se colectó en estaciones alejadas de la costa en intervalos de distancia intermedios a oceánicos (entre los 51 a los 300 km) y en general presentó abundancias bajas (4 PI/1000 m<sup>3</sup>); *H. pelagica* solamente se encontró en el intervalo de 101 a 150 km de la costa con abundancias similares a *E. luminosa*. Finalmente el Morfotipo B, solo se presentó en zonas oceánicas con abundancias menores a todas las demás especies.



Distancia a partir de la costa (km)

Figura 12. Abundancia de paralarvas de ommastréfidos respecto de su distancia a la costa (km) durante 1997–98.

### Distribución Día – Noche

En la figura 13 se muestra la distribución de la abundancia total de las paralarvas de la Familia Ommastrephidae para los cuatro cruceros analizados agrupadas por hora del día. Se observa que las paralarvas fueron colectadas desde la 01:00 hasta las 20:00 horas siendo más abundantes durante las primeras horas del día entre la 01:00 y las 07:00 de la mañana, observándose un máximo de abundancia a las 06:00 con 1,203 PI/1000 m<sup>3</sup> (valor que se redujo en la gráfica para mejor apreciación del resto de los valores). La prueba de Kruskal-Wallis aplicada a estos datos mostró que existe diferencia estadística significativa entre la abundancia de las paralarvas en relación con la hora de colecta ( $H= 4.8$ ,  $\chi^2 = 3.841$ , g.l.= 1,  $\alpha=0.05$ ), encontrándose una mayor abundancia de paralarvas asociadas con las horas de la noche.

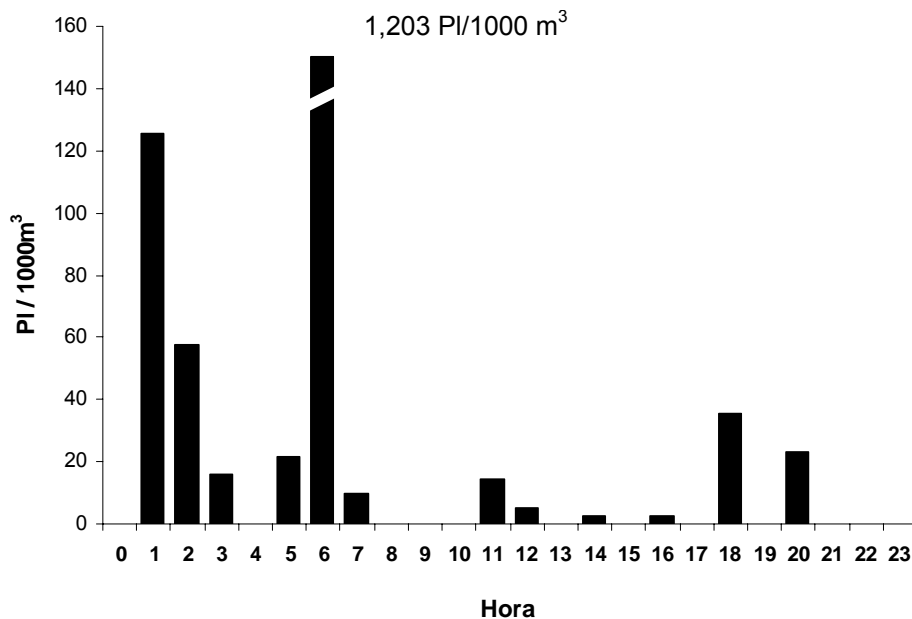


Figura 13. Abundancia total de paralarvas de ommastréfidos por hora de colecta.

En la figura 14 se presenta la abundancia de las paralarvas por especie considerando la hora de colecta; ya que *D. gigas* y el grupo específico S-D registraron un dato de abundancia muy alto que no permitió observar los datos de abundancia del resto de las especies, se modificó la escala en sus respectivas gráficas ajustándola al valor máximo de 200. De todas las paralarvas identificadas *D. gigas* se colectó en el

intervalo más amplio, desde la madrugada hasta la noche con la mayor abundancia a las 06:00 horas (723 PI/1000 m<sup>3</sup>). *S. oualaniensis* fue colectada solamente en la madrugada y en el amanecer (de 1:00 a 3:00 y a las 6:00 horas respectivamente), la mayor abundancia (156 PI/1000 m<sup>3</sup>) se presentó a la misma hora que *D. gigas*. El grupo específico denominado S-D presentó un intervalo de tiempo que abarca las horas de colecta de las dos especies involucradas y mantiene la máxima abundancia a las 06:00 horas registrando 319 PI/1000 m<sup>3</sup>. Las paralarvas de *E. luminosa* fueron colectadas en horas de la madrugada (3:00), amanecer (6:00) y al medio día (11:00 - 12:00), los valores de abundancia fueron semejantes (de 2 a 4 PI/1000 m<sup>3</sup>). *H. pelagica* se recolectó solamente a la 1:00 de la mañana con 4 PI/1000 m<sup>3</sup>. El Morfotipo A se colectó en la madrugada (1:00 y 2:00), amanecer (5:00 a 7:00) y antes del medio día. Su mayor abundancia se registró a la 1:00 con 90 PI/1000 m<sup>3</sup> y su abundancia disminuyó conforme avanzó la hora del día. Finalmente, el Morfotipo B se identificó en muestras colectadas a las 2:00 y 16:00 horas con 2 PI/1000 m<sup>3</sup>.

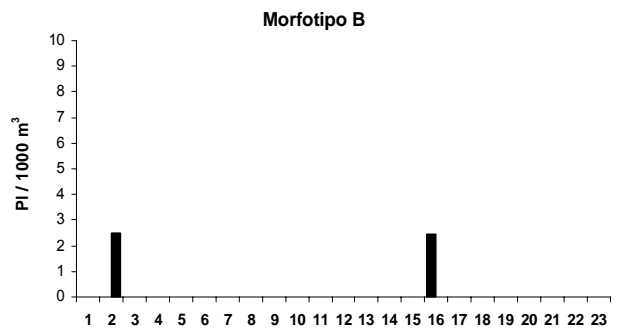
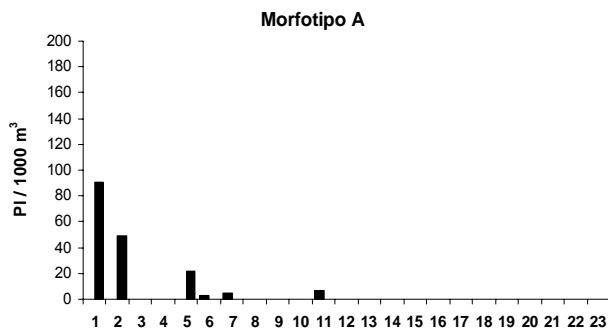
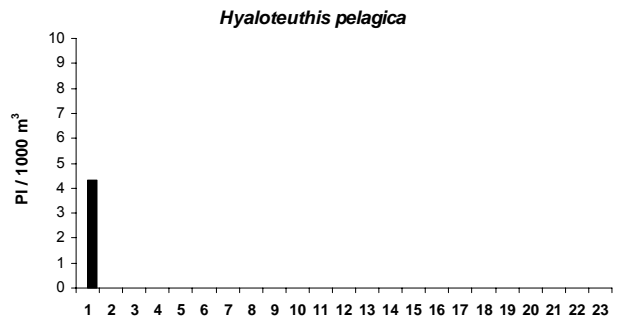
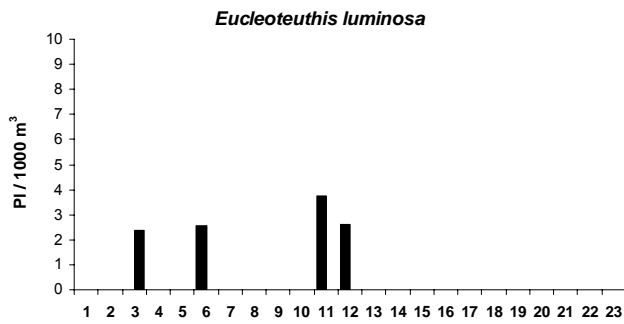
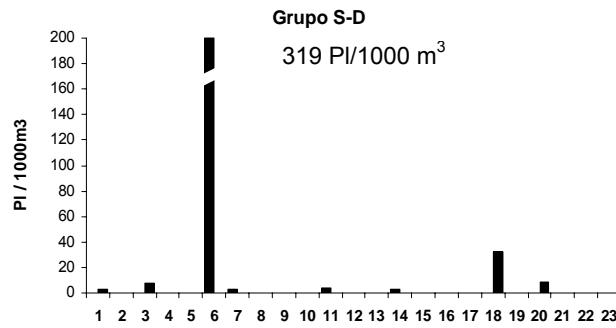
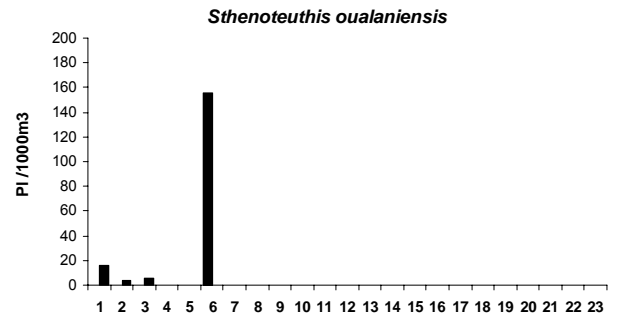
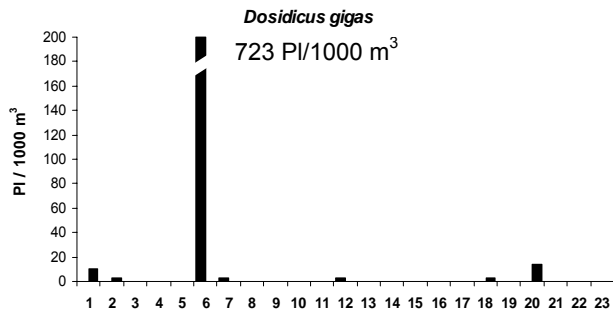


Figura 14. Abundancia por hora de colecta de las paralarvas de ommastréfidus en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98.



### Preferencia térmica: Abundancia de paralarvas por intervalos de temperatura

La abundancia total de paralarvas de la Familia Ommastrephidae por intervalos de temperatura del mar a 10 metros de profundidad para los cuatro cruceros analizados se muestra en la figura 15. La temperatura del mar fluctuó entre los 18.5° C y los 24.4° C a lo largo del período de estudio. En la figura se observan dos modas o picos de máxima abundancia; el primero y más importante donde se registró una abundancia máxima de 1,205 PI/1000 m<sup>3</sup> correspondió a la temperatura de 20.5° C. El segundo pico correspondió a los 22° C en el cual se registraron 122 PI/1000 m<sup>3</sup>.

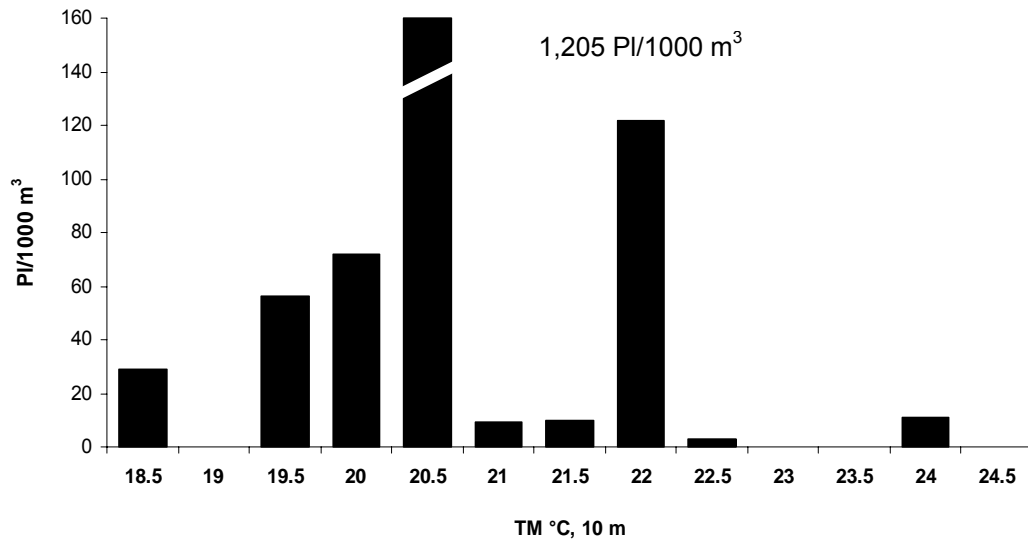


Figura 15. Abundancia total de paralarvas de ommastréfidos por intervalos de temperatura del mar recolectadas en la costa occidental de la península de Baja California, durante 1997-98.

La figura 16 muestra los valores de abundancia de las especies de ommastréfidos por intervalo de temperatura del mar. *D. gigas* y el complejo específico S-D registraron abundancia muy alta, por lo que en este análisis también se modificaron las escalas en sus respectivas gráficas ajustándolas al valor máximo de 180.

En la figura se observa que *Dosidicus gigas* se recolectó de los 19.5° a los 22° C, la máxima abundancia se registró a los 20.5° C (723 PI/1000 m<sup>3</sup>). *S. oualaniensis* se recolectó en un intervalo menor, abarcando de los 20.5° a los 22° C y en los 24° C. Al igual que *D. gigas*, su mayor abundancia se presentó a los 20.5° C con 156 PI/1000 m<sup>3</sup>. El complejo S-D se registró a las mismas temperaturas de las especies que lo integran pero también se observa su presencia en dos temperaturas adicionales que son 18.5° C y 22.5° C. Su valor máximo de abundancia se registró también a los 20.5° C (319 PI/1000 m<sup>3</sup>).

Las paralarvas de *Eucleoteuthis luminosa* fueron recolectadas a los 20° C, 20.5° C y 21.5° C con baja abundancia (7 PI/1000 m<sup>3</sup>, 2 PI/1000 m<sup>3</sup> y 4 PI/1000 m<sup>3</sup>, respectivamente), mientras que *H. pelagica* solo se recolectó a 18.5° C y 20° C con una abundancia de 2 PI/1000 m<sup>3</sup>. El Morfotipo A se recolectó a cuatro diferentes temperaturas, 18.5°, 20°, 20.5° y 22° C, la mayor abundancia se encontró a los 22° C con 90 PI/1000 m<sup>3</sup>. Finalmente, el Morfotipo B estuvo restringido a las colectas en estaciones con temperatura de 20.5° y 21° C, sus abundancias también fueron bajas (2 y 3 PI/1000 m<sup>3</sup>, respectivamente).

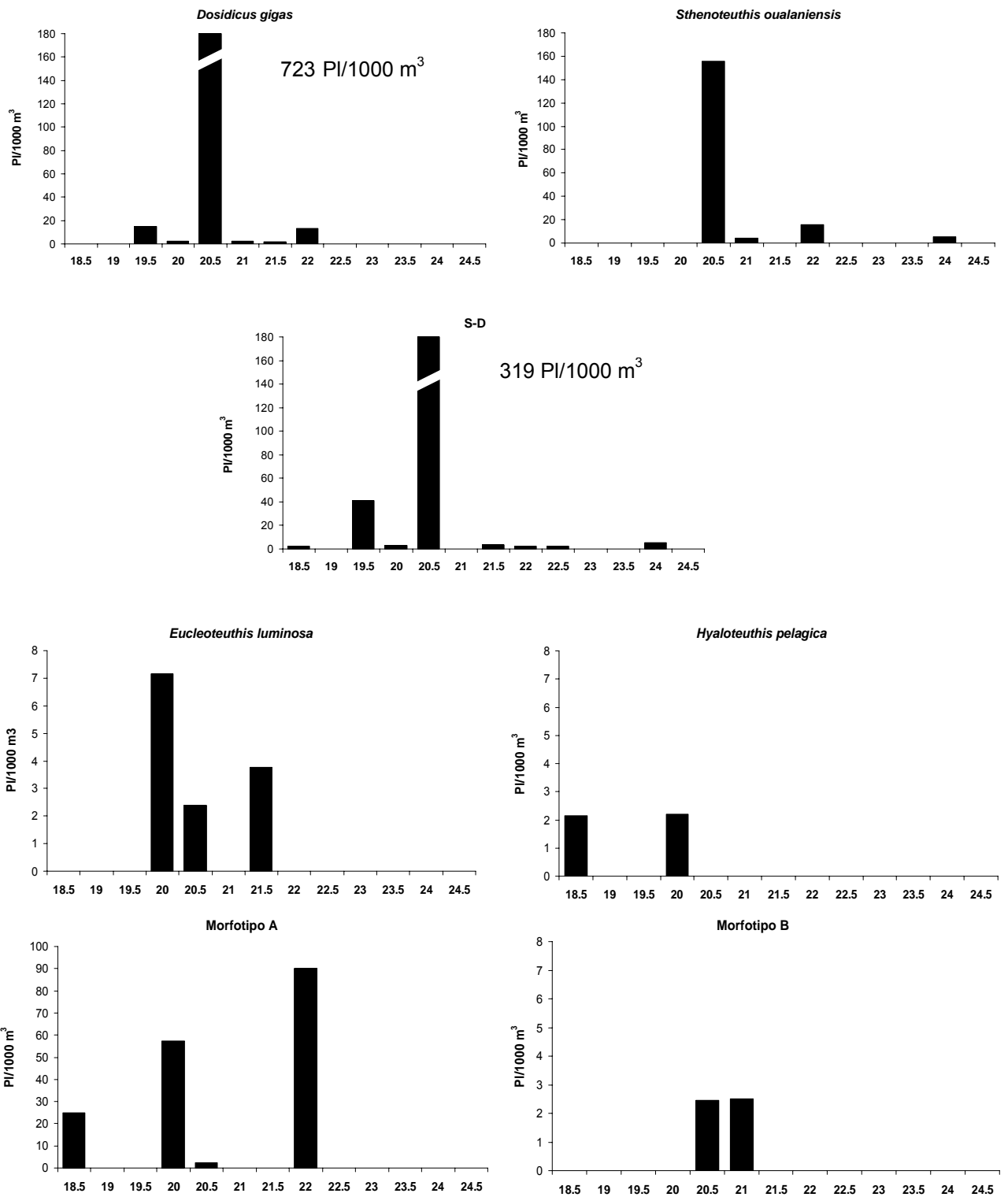


Figura 16. Abundancia por intervalos de temperatura del mar (T°C, 10 m) de las paralarvas de ommastréfid recolectadas durante 1997-98.

## Especies-Spiciness

La presencia y distribución de las paralarvas en relación al spiciness en el mes de septiembre/octubre de 1997 (IMECOCAL 9709/10) se muestra en la figura 17A. En este crucero las paralarvas de *S. oualaniensis* y aquellas agrupadas en el complejo S-D se distribuyeron en el límite de agua subártica y agua transicional-subtropical superficial ( $\pi$  entre 0.9 y 1).

Las paralarvas identificadas en enero/febrero de 1998 (IMECOCAL 9801/02) correspondieron a *D. gigas*, el complejo S-D y el Morfotipo A. Las dos primeras fueron colectadas en las mismas estaciones de muestreo (líneas 127 y 130) ubicadas en la parte sur del área de estudio con valores de  $\pi$  de 1.4 y  $> 1.6$  respectivamente. Cerca de la costa, este último valor indica la presencia de agua más caliente y salada (agua tropical superficial). Por su parte, el Morfotipo A, aunque localizado en diferentes estaciones, también estuvo asociado a este tipo de agua (Fig. 17B).

Un evento importante observado durante el mes de julio de 1998 (IMECOCAL 9807), es la presencia de paralarvas de todas las especies de ommastréfidos que se distribuyen en el área: *D. gigas*, *S. oualaniensis*, el complejo S-D, *E. luminosa*, *H. pelagica*, el Morfotipo A y el Morfotipo B (Fig. 17C). *D. gigas* se distribuyó en los límites marcados por la variable Spiciness, entre el agua subártica y el agua transicional-subtropical ( $0.8 < \pi < 1.4$ ), y compartiendo estaciones inmersas principalmente en agua transicional-subtropical con *S. oualaniensis*, el grupo S-D y el Morfotipo A ( $1.2 < \pi < 1.4$ ). *E. luminosa*, *H. pelagica* y el Morfotipo B estuvieron asociadas con agua subártica ( $0.7 < \pi < 0.9$ ).

En septiembre/octubre de 1998 (IMECOCAL 9809/10) sólo estuvieron presentes *E. luminosa*, que se mantuvo dentro del agua subártica en este crucero y el complejo S-D distribuida en el límite entre agua subártica y agua transicional  $\pi = 0.9$  (Fig. 17D).

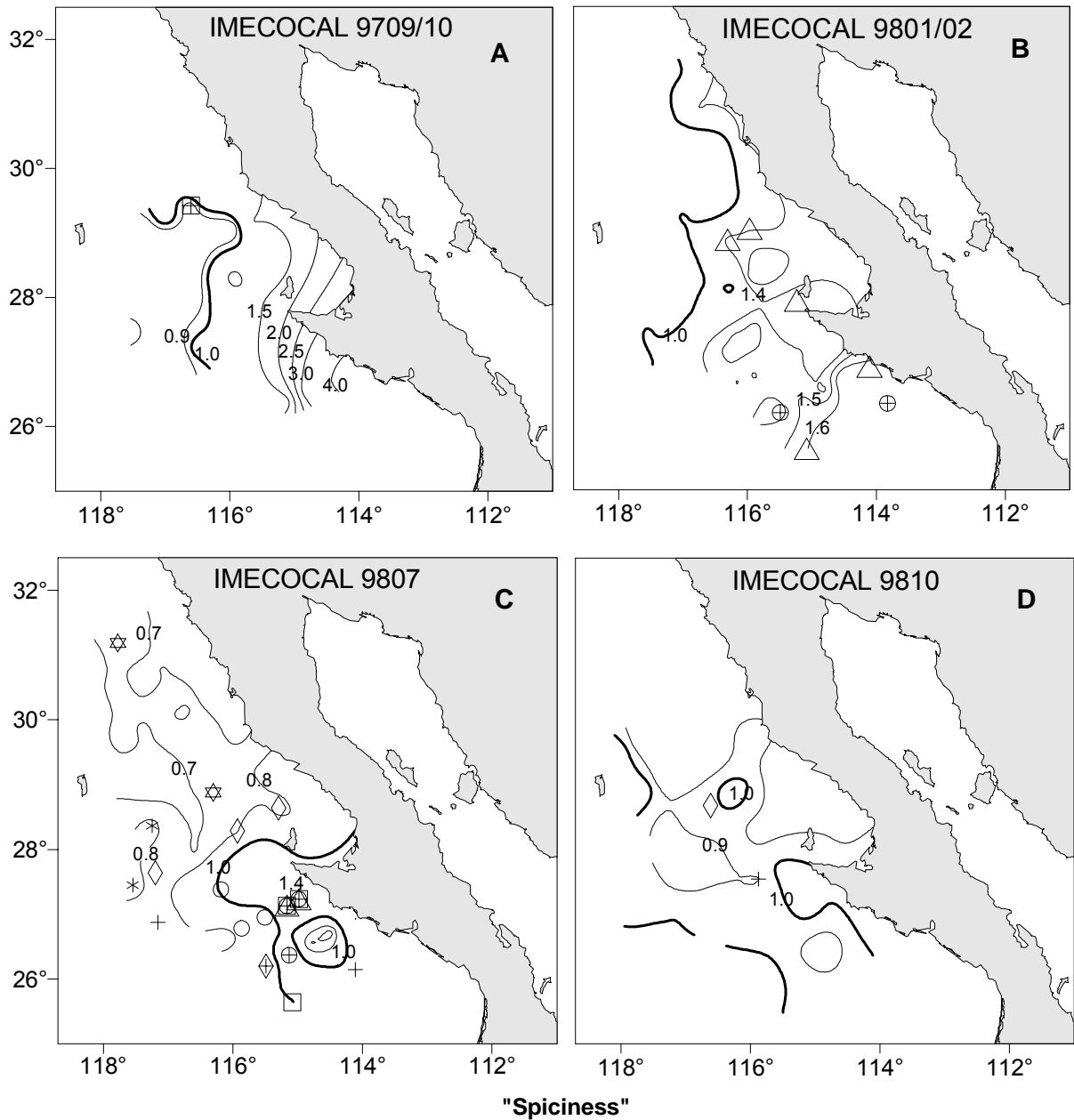


Figura 17. Distribución especies-spiciness para el periodo de estudio. O) *Dosidicus gigas*,  
 □) *Sthenoteuthis oualaniensis*, +) Complejo S-D, ◇) *Eucleoteuthis luminosa*, ☆ )

*Hyaloteuthis pelagica*, △ ) Morfotipo A, \* ) Morfotipo B.

### Análisis de Correspondencia Canónica (ACC)

La relación entre la presencia de las paralarvas de la Familia Ommastrephidae y las variables ambientales (temperatura, salinidad, clorofila *a* y biomasa zooplanctónica), se estableció mediante el método estadístico multivariable de Análisis de Correspondencia Canónica (ACC). El porcentaje de varianza acumulada explicada para los dos primeros ejes fue de 19.9% (Tabla IV), mientras que las correlaciones de Pearson entre las especies y el ambiente se consideran altas principalmente para los dos primeros ejes ( $r = 0.8$ ,  $r = 0.6$ , respectivamente).

Tabla IV. Resumen de los estadísticos del análisis de correspondencia canónica por ejes.

	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Eigenvalor	0.578	0.244	0.127
Varianza explicada (%)	14.0	5.9	3.1
% explicado acumulado	14.0	19.9	23.0
Correlación de Pearson	<b>0.8</b>	<b>0.6</b>	0.4

La correlación entre los ejes de ordenación y las variables ambientales, dio como resultado que en el eje de ordenación 1, la salinidad resultara el factor más importante y se relacionó negativamente ( $r = -0.693$ ); en el eje 2, la temperatura del mar presentó la mayor correlación, también negativa ( $r = -0.457$ ) seguida de la clorofila *a* cuyo valor fue más bajo y negativo ( $r = -0.404$ ). La correlación no fue significativa para la biomasa zooplanctónica (Tabla V). La prueba de Monte Carlo mostró que los ejes de ordenación 1 y 2 son los que mejor explican la presencia de las paralarvas de la Familia Ommastrephidae ( $p = 0.01$ , y  $p = 0.03$ , respectivamente).

Tabla V. Correlaciones inter-set del análisis de correspondencia canónica. Temperatura a 10 m de profundidad (T °C, 10m), Salinidad a 10 m (UPS 10m), Biomasa zooplanctónica (BZN), Concentración de clorofila *a* (Chl *a*).

Variable	Eje 1	Eje 2	Eje 3
1. T °C, 10 m	0.010	<b>-0.457</b>	0.071
2. UPS 10 m	<b>-0.693</b>	0.202	0.127
3. BZN	-0.259	0.021	-0.0117
4. Chl <i>a</i>	-0.294	<b>-0.404</b>	-0.155

En el diagrama de ordenación del ACC (Fig. 18) se observa un grupo de estaciones ubicadas en el cuadrante II (recuadro superior izquierdo), las cuales representan al mes de enero/febrero de 1998 (IMECOCAL 9801/02) y se caracterizaron por presentar agua de baja temperatura, alta salinidad, valores altos de clorofila *a* (Fig. 19). El Morfotipo A fue el único grupo de paralarvas que estuvo altamente correlacionado con estas condiciones

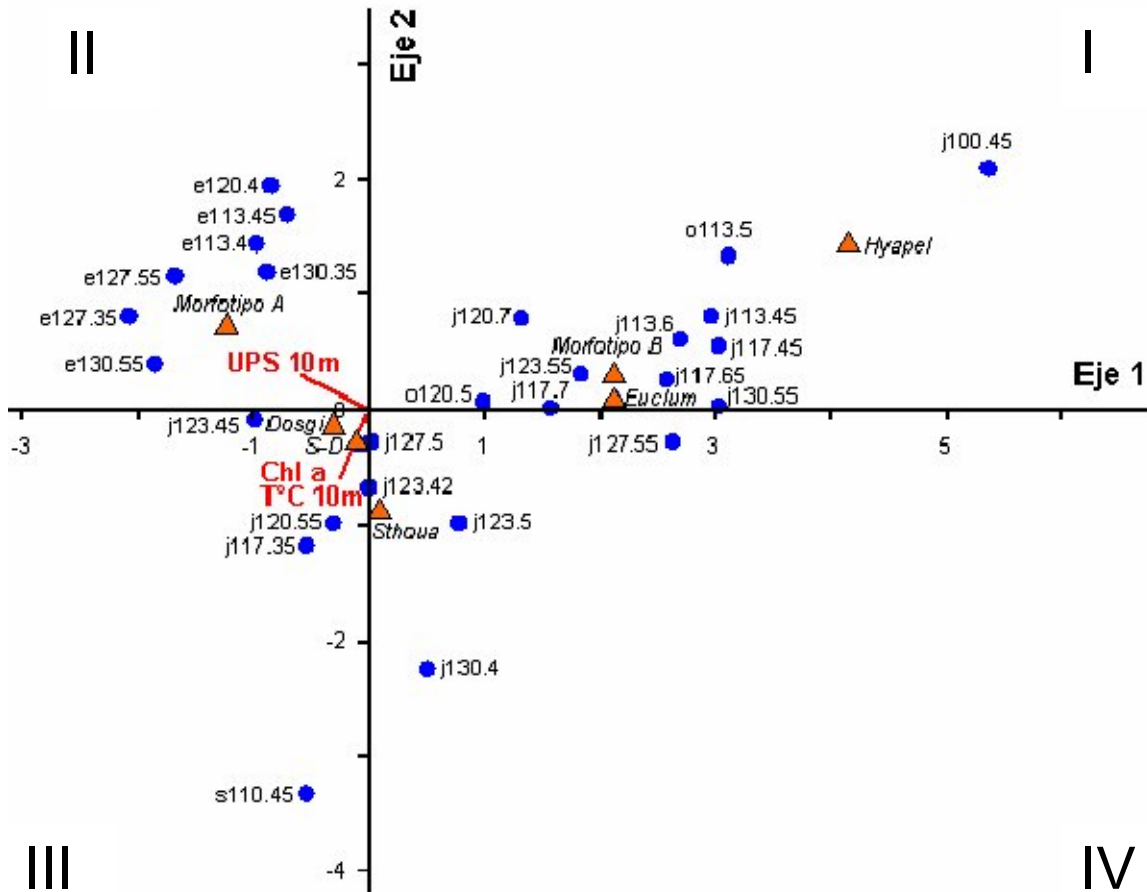


Figura 18. Diagrama de ordenación del Análisis de Correspondencia Canónica (ACC). Los puntos indican las estaciones de muestreo y los triángulos las especies de ommatréfidos (paralarvas) registradas durante 1997-98 en la costa occidental de Baja California: Dosgi= *Dosidicus gigas*, Sthoua= *Sthenoteuthis oualaniensis*, S-D= *Sthenoteuthis-Dosidicus*, Euclum= *Eucloteuthis luminosa*, Hyapel= *Hyaloteuthis pelagica*. UPS 10 m= Salinidad a 10 m, T °C 10 m= Temperatura a 10 m, Chla= Concentración de clorofila a.

En el cuadrante I, se identifican en el extremo derecho, 2 estaciones de julio de 1998 con temperatura fría y salinidad baja cuyo valor de spiciness estuvo entre 0.7 y 0.8 en las que *H. pelagica* se distribuyó exclusivamente, separándose del resto de las especies. En este mismo cuadrante, el ACC (Fig. 18) segregó un grupo de estaciones correspondientes a los meses de julio y octubre de 1998, en los que se registró una baja significativa en la salinidad del área de estudio, una ligera disminución en las concentraciones de clorofila a, y un ligero incremento en la



temperatura del área (Fig. 19). *E. luminosa* y el Morfotipo B, se encontraron en estas condiciones.

En los cuadrantes III y IV se ubicó un grupo de estaciones correspondientes en su mayoría al crucero de julio de 1998, que registraron un intervalo de salinidad muy amplio, y temperatura y concentración de clorofila generalmente elevadas, caracterizado por valores de spiciness entre 0.7 y 1.4. Las paralarvas de *D. gigas*, *S. oualaniensis* y el complejo S-D estuvieron asociadas a estas.

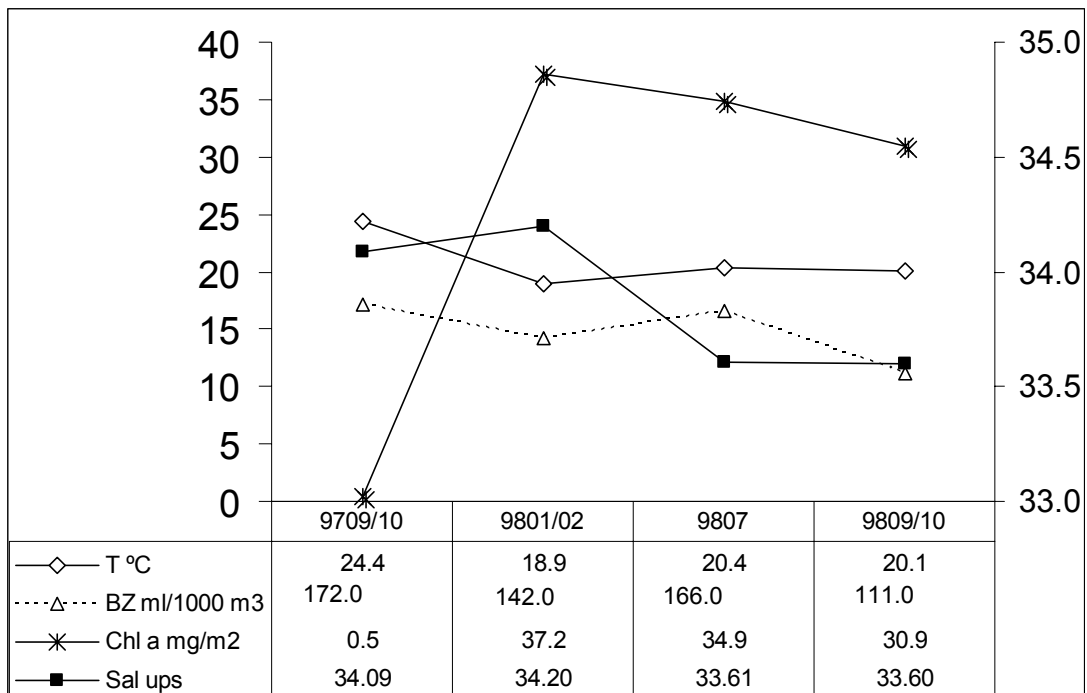


Fig. 19. Valores promedio de temperatura a 10 m (T °C), salinidad a 10 m (Sal ups), clorofila a (Chl a mg/m<sup>2</sup>) y biomasa zooplanctónica (BZ ml/1000 m<sup>3</sup>) registrada en los cruceros analizados.

## DISCUSIÓN

La Familia Ommastrephidae está integrada por especies de calamares de hábitos oceánicos y nerito-oceánicos muy abundantes. Se encuentran ampliamente distribuidos en aguas tropicales, subtropicales y templadas (Filippova, 1974; Roper *et al.*, 1984), y al menos los adultos de 4 de ellas se distribuyen en la costa occidental de la península de Baja California, México. Las paralarvas de estas especies han sido reconocidas en otras regiones (Nesis, 1970, 1983; Harman y Young, 1985; Young e Hirota, 1990; Bower, 1996; Wakabayashi *et al.*, 2002) y en este trabajo se identifican por primera vez en la costa occidental de la península de Baja California, México, las paralarvas de *D. gigas*, *S. oualaniensis*, *E. luminosa*, *H. pelagica* y dos Morfotipos.

La distribución de los adultos de esta familia es una pieza clave para establecer la presencia de las paralarvas de las especies mencionadas en la zona de estudio. En este sentido, el límite norte de la distribución de *D. gigas* alcanza la zona sur de California, E.U.A. (37° N) y el límite sur hasta Tierra de Fuego, Chile (47° S) (Nesis, 1983). Sin embargo, en los últimos dos años, se han capturado ejemplares de esta especie en las costas de Oregon y Alaska desconociéndose las causas de su incursión hasta esas latitudes (F.G. Hochberg, 2005. SBMNH, Santa Bárbara, Cal., EUA, com. pers.). Esta especie ocupa una posición intermedia entre los ommastréfidios de plataforma y talud continental y los realmente oceánicos. Nigmatullin *et al.* (2001) mencionan que *D. gigas* difiere de las otras especies de la familia en que es incapaz de dominar el mar abierto lejos de áreas cercanas a la costa, y que la causa probablemente radica en su gran tamaño y rápido crecimiento, factores que atan a esta especie a áreas altamente productivas. Estudios previos sobre patrones de reproducción muestran que las hembras adultas de esta especie son iteróparas a diferencia de otras especies de calamar y, presentan desoves múltiples. De acuerdo con Rocha *et al.* (2001), los individuos de las especies aquí reportadas son desovadores múltiples; esta es una estrategia reproductiva donde el patrón de desove es monocíclico y la puesta de huevos ocurre en lotes separados; en este patrón en el ovario ocurre la ovulación de grupos sincrónicos de huevos.

Trabajando en las costas de Perú de 1991 a 1995, Tafur *et al.* (2001) encontraron hembras parchadas todo el año y concluyeron que la principal época de desove de *D. gigas* ocurre entre octubre y enero con un pico secundario en julio y agosto. La presencia de las paralarvas colectadas por Yatsu (1999) en octubre y noviembre en la misma área coincide con la principal época de desove. En el Golfo de California, la biología reproductiva de esta especie ha sido bien documentada durante las distintas etapas de su pesquería. Ehrhardt *et al.* (1983, 1986) basados en una alta ocurrencia de hembras maduras, identificaron tres picos reproductivos para *D. gigas*, con el más importante centrado en los meses de diciembre y enero en el noroeste cerca de Guaymas y el segundo y tercero de mayo a junio y en septiembre, ambos cerca de Santa Rosalía. Estos autores concluyen que el ciclo reproductivo no es fijo estacionalmente y cambia con las condiciones oceanográficas. Ramírez y Klett (1985) en el área costera entre Loreto y Santa Rosalía observaron la predominancia de hembras desovadas en los meses de mayo a julio pero en agosto, el estadio III (maduros-desovando) fue el más importante aportando cerca del 90% de las hembras capturadas en el estudio. Hernández-Herrera *et al.* (1998) quienes también consideran el estadio de madurez gonadal, encuentran que la época reproductiva se establece desde febrero hasta mayo frente a Guaymas. Sin embargo, Markaida y Sosa-Nishizaki (2001) mencionan que la dominancia de individuos maduros sexualmente y presentes en todos los meses muestreados, sugiere que están listos para la reproducción todo el año. Todos los antecedentes anteriores apuntan hacia la presencia continua de paralarvas en la región central del Golfo de California.

Del lado de la costa occidental de la península, la información es más escasa. Sato (1976) trabajó en toda la costa occidental y el Golfo de California entre octubre y diciembre de 1971 y con base en la evidencia de un elevado número de hembras parchadas observado durante el periodo de su estudio, este autor concluye que en estos meses existe un intenso periodo de apareamiento (incluyendo al Golfo de California). En relación a la presencia de paralarvas de ommatréfid, el único antecedente proviene de Okutani y McGowan (1969) quienes recolectaron un total

de 23 paralarvas rhynchoteuthion prácticamente en todo el año en diversas regiones de la península (frente a Ensenada, Punta Eugenia, Golfo de Ulloa, Todos Santos y Los Cabos), lo que indica la presencia de desoves de ommastréfidos en el área de estudio de este trabajo. La presencia de paralarvas recolectadas durante 1997 y 1998 coincide temporalmente tanto con la presencia de adultos apareados, reportados por Sato (1976), como con este último antecedente. El trabajo de Okutani y McGowan (1969) sin embargo, no permite establecer la identidad taxonómica de las paralarvas.

En los últimos años se han publicado registros sobre la distribución de las paralarvas de varias especies de la Familia Ommastrephidae en relación a la distancia a la costa en la que fueron recolectadas. Vecchione (1999) reportó la máxima abundancia de paralarvas rhynchoteuthion registradas al momento, en estaciones oceánicas, alrededor de 740-900 km de la costa en una banda paralela a Centro América. Por su parte, Okutani y McGowan (1969), encontraron 23 paralarvas rhynchoteuthion en la costa occidental de la península de Baja California distribuidas desde la costa hasta una distancia máxima de 456 km, esta última a la altura de Ensenada, B.C. En el caso de *D. gigas*, la información proviene principalmente de la zona de Perú. Yatsu (1999) recolectó paralarvas en estaciones ubicadas hasta los 370 km fuera de la costa, resultados que concuerdan con lo reportado por Nesis (1970, 1983), quien establece que las paralarvas están confinadas a los primeros 555 km a partir de la costa. Asimismo, Nesis (1983) menciona, que las paralarvas más pequeñas se colectan en el área sobre la plataforma continental.

Las paralarvas de *D. gigas* recolectadas en la costa occidental de la península de Baja California también se distribuyeron dentro del intervalo propuesto por Nesis (1983) y confirmado por Yatsu (1999). En general se encontraron desde la costa hasta los 250 km y se observó que mantienen relación con la plataforma continental, ya que las estaciones positivas se ubicaron muy próximas a ésta sobre todo a la altura de Punta Eugenia y Punta Abreojos. Esto sugiere que los adultos

presentes en el área durante el periodo de estudio, desovaron principalmente en la región sur a partir de Punta Eugenia.

Los valores de abundancia de paralarvas reportados en esta tesis son más altos que los reportados para Perú, lo que indica muy probablemente que los adultos de *D. gigas* utilizan esta zona como área de desove ya sea sobre el borde de la plataforma continental o en la zona oceánica adyacente. Aunque no se presenta en este trabajo el análisis de las tallas de las paralarvas, las tallas encontradas sugieren que esta especie desova en toda la zona sur, ya que no se observó una diferencia o un gradiente entre las tallas con respecto de la distancia a la costa. Los meses en los cuales se presentan estas paralarvas en el presente estudio concuerdan con los antecedentes para otras regiones del Pacífico Oriental, los estadios tempranos de *D. gigas* se encuentran sobre todo durante el mes de agosto.

*Sthenoteuthis oualaniensis* es la especie oceánica más abundante en la región tropical y subtropical del Indo-Pacífico (Young e Hirota, 1998). En el Océano Pacífico comprende el área entre los 45° N y los 30° S sobre la costa oeste y entre los 45° N y 10° N en la costa este (Roper *et al.*, 1984). La estructura poblacional de esta especie es complicada reconociéndose cinco formas principales (Nesis, 1993), basadas en diferencias morfológicas y morfométricas. En aguas peruanas, los adultos de *S. oualaniensis* pueden cohabitar con adultos de *D. gigas* pero en las zonas fuera de la distribución del grupo de talla grande de esta última especie (Nigmatullin *et al.*, 2001). En México no se tienen registros de capturas de organismos adultos de esta especie, debido probablemente a que las prospecciones exploratorias realizadas no han cubierto más allá de los 400 km fuera de la costa. Sin embargo, con las claves de identificación actual (Wormuth *et al.*, 1992; Yatsu, 1999; Yatsu *et al.*, 1999) se identificaron paralarvas de esta especie en las muestras de plancton recolectadas en el presente trabajo, lo que sugiere la presencia de adultos en la zona.

Yatsu (1999) recolectó paralarvas de *S. oualaniensis* en aguas peruanas en estaciones más oceánicas que aquellas en las que se recolectó a las de *D. gigas*; Young e Hirota (1985) también reportan una fuerte ocurrencia de paralarvas de *S. oualaniensis* fuera de la costa al sur de Hawaii mientras que Bower *et al.* (1999) por el contrario, las recolectaron a menos de 25 km de la costa. En el área IMECOCAL 1997 y 1998, no se observó una diferencia en la distribución de las paralarvas de *D. gigas* y *S. oualaniensis* como se reporta para otras zonas. Por el contrario, estas dos especies en el área de estudio se recolectaron prácticamente a la misma distancia de la costa (hasta 250 km), compartiendo el área oceánica al sur de Punta Eugenia, por lo que no se puede afirmar que las paralarvas de *S. oualaniensis* tienen una distribución más oceánica que las paralarvas de *D. gigas* en la costa occidental de Baja California.

En relación a la abundancia, Harman y Young (1985) reportan que las paralarvas de *S. oualaniensis* en el archipiélago de Hawaii estuvieron presentes en cantidades relativamente altas a lo largo del año pero la mayor abundancia se presentó en el mes de agosto y la menor abundancia en el mes de octubre. Por su parte, Young e Hirota (1990) a partir de muestras recolectadas en dos cruceros reportan la presencia de esta especie en abril en la parte sur de Hawaii, específicamente alrededor de la isla de Oahu. Yatsu (1999) en la región de Perú y el Domo de Costa Rica, identificó 47 paralarvas (dato sin estandarizar) a partir de dos cruceros realizados en octubre y noviembre. Esta especie en la costa occidental de la península de Baja California se presentó solamente en dos cruceros, septiembre/octubre de 1997 y julio de 1998 coincidiendo con los períodos de máxima abundancia de paralarvas mencionadas tanto para Hawaii como para Perú. Los valores de abundancia de *S. oualaniensis* obtenidos en la costa occidental de Baja California, México, son los segundos más altos con respecto de los trabajos antes mencionados.

El complejo específico S-D corresponde a las paralarvas que comparten características de las especies *S. oualaniensis* y *D. gigas* pero que debido a su

tamaño pequeño aún no desarrollan sus características individuales. Esta situación no es única de la costa occidental de Baja California, sino que también se presenta en aguas peruanas (Yatsu, 1999). En la costa occidental su distribución fue desde Punta Banda hasta Punta Abreojos, B.C.S, compartiendo la mayor parte de las estaciones con *S. oualaniensis*, *D. gigas* o ambas. Por las tallas que conforman este grupo (<3 mm LM) se infiere que representan el desove reciente de los adultos de las dos posibles especies involucradas, las cuales probablemente cohabitan en esta área y la usan no solo para alimentación sino para el desove.

*Eucleoteuthis luminosa* también es una especie oceánica que de acuerdo con Roper *et al.* (1984), presenta una distribución discontinua: en el Pacífico habita en aguas templadas y subtropicales, mientras que en el Atlántico e Índico su distribución no está determinada. De esta especie, se tiene evidencia de su distribución en la costa occidental de la península, basada en dos ejemplares adultos capturados en septiembre de 2004 a bordo del B/O Francisco de Ulloa (IMECOCAL 0410) en la estación 113.45 (C. Salinas-Zavala, 2005. CIBNOR, La Paz, B.C.S., México, com. pers.). Esta evidencia se correlaciona directamente con la presencia de sus paralarvas, las cuales se recolectaron en dos de los cuatro cruceros analizados en este estudio, en los meses de julio y septiembre/octubre de 1998. El trabajo de Okutani (1980) menciona que esta especie así como *S. oualaniensis* y *O. bartramii*, se encuentran distribuidas en el área de la península de Baja California inclusive dentro del Golfo de California, sin embargo, no menciona de que manera llega a dicha conclusión, ni siquiera si colectaron especímenes o en donde están depositados, sin mencionar que desde que se originó la pesca de calamar dentro del Golfo de California, no se han capturado calamares que no sean *D. gigas*, por lo que en este trabajo se tomó con mucha precaución ese antecedente. Las paralarvas de *E. luminosa* se encontraron en estaciones ubicadas entre los 51 y 200 km, con un dato aislado entre los 251 y 300 km fuera de la costa. El único dato disponible sobre abundancia de paralarvas de *E. luminosa*, proviene del trabajo de Wakabayashi *et al.* (2002) realizado al este de las islas Ogasawara y desde Shikoku en Japón hasta el mar de Filipinas. A partir de 4 cruceros realizados

en distintos años, ellos reportan la colecta de 53 paralarvas (dato sin estandarizar) mientras que en el presente trabajo esta especie se recolectó comparativamente con baja abundancia (5 paralarvas). No existe ninguna información sobre la biología reproductiva de esta especie que permita hacer un análisis más exhaustivo.

*Hyaloteuthis pelagica* es el representante más pequeño (8 cm de LM) de la Familia Ommastrephidae, habita las aguas cálidas del Atlántico y Pacífico y de acuerdo con Roper *et al.* (1984) sus límites de distribución no están determinados. En el Pacífico Central presenta registros aislados y al parecer está ausente de la costa oeste de América y de la región de la Corriente de California. Recientemente se conocieron solo unos pocos especímenes adultos de este género, capturados principalmente en la superficie y que fueron considerados como calamares epipelágicos tropicales muy raros (Nesis y Nigmatullin, 1979). Esta especie es oceánica, no ligada al bentos ni a la plataforma continental; raramente se captura y hasta la fecha su potencial pesquero no está determinado (Roper *et al.*, 1984). Datos del Atlántico, muestran que los machos y hembras inician la maduración a tallas considerablemente más pequeñas que la mayoría de los ommastréfidos (4-5 cm de LM) y a los 5-6 cm de LM la mayoría están maduros. Esta especie también tiene la fertilidad más baja. Su distribución vertical es poco conocida. Las paralarvas y juveniles tempranos han sido encontrados a los 100, 170 y 500 m de profundidad (Nesis y Nigmatullin, 1979) aunque estos autores no precisan en dónde. A pesar de que la literatura menciona que *H. pelagica* no se encuentra en la región de la Corriente de California, en el presente trabajo se identificaron paralarvas de esta especie en la zona más norteña de la costa occidental de la península de Baja California durante julio de 1998, identificados con base en los distintivos fotóforos viscerales que presentan estas paralarvas. Las bases de datos de CalCOFI y del Centro de Pesquerías del Suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica, reportan la captura de individuos de esta especie en el crucero realizado en octubre de 2002

(<http://swfsc.nmfs.noaa.gov/frd/CalCOFI/On-LineDataSystem/META/LarvSpecIDd.asp#Post2000>).



En este estudio, el número de paralarvas fue el más bajo de todas las especies identificadas. Su presencia puede deberse a las siguientes posibilidades: (1) que no fuera detectada en estudios previos por la falta de claves de identificación y (2) que el intervalo de distribución de la especie fue más amplio para el año 1998 cuando se colectaron en la costa occidental de la península de Baja California. Young e Hirota (1990), reportan una fuerte ocurrencia de paralarvas de *H. pelagica* fuera de la costa de Hawaii sin mencionar a qué distancia se encontraron. Bower *et al.* (1999), en un trabajo realizado en la misma zona, indican que estas se recolectan a más de 200 km fuera de la costa. En la costa occidental de Baja California las paralarvas se encontraron en estaciones de muestreo ubicadas a menor distancia que lo reportado para Hawaii, entre los 101 y 150 km de la costa. Aunque las abundancias encontradas fueron muy bajas (4 PI/1000 m<sup>3</sup>), representan un valor intermedio entre lo reportado por Harman y Young (1985) para el archipiélago de Hawaii y lo reportado por Young e Hirota (1990) que capturaron 64 organismos (dato sin estandarizar) en la isla de Oahu en Hawaii. Las paralarvas de *H. pelagica* fueron las menos abundantes de todas las especies de la Familia Ommastrephidae identificadas en la zona de estudio coincidiendo con la escasa presencia de los adultos que se reporta a nivel mundial.

Existe un problema metodológico con los pocos antecedentes de abundancia de paralarvas de ommastréfidos en el Pacífico Norte ya que muchos de estos trabajos presentan datos crudos, datos promedios o datos sin estandarizar como se mencionó previamente (Young e Hirota, 1990; Harman y Young, 1985), haciendo difícil la comparación de la abundancia de paralarvas encontrada en este trabajo con otras regiones. Sin embargo, antecedentes más recientes permiten comparar las recolectas de estas paralarvas.

*Ommastrephes bartramii* es una especie de calamar oceánico que se distribuye en todo el mundo en aguas templadas y subtropicales. En el Pacífico Norte se presenta entre los 20° N y 50° N con elevada densidad poblacional a lo largo de la zona frontal subártica (Roper *et al.*, 1984). Realiza extensas migraciones

estacionales norte-sur desde las áreas de alimentación (40-45° N) para desovar en latitudes tropicales o subtropicales alrededor de los 28-20° N (Parry *et al.*, 2000; Yatsu *et al.*, 2000). Con la fuerte disminución en la abundancia del calamar japonés *Todarodes pacificus* a principios de 1970, *O. bartramii* se volvió el blanco de la pesquería en el oeste del Pacífico Norte en 1974 (Araya, 1983). Tiene dos cohortes desovantes, una en otoño (septiembre hasta principios de enero) y otra en invierno-primavera (desova desde enero hasta agosto) (Yatsu *et al.*, 1997). Las áreas de desove son casi idénticas a las áreas de crianza, porque las eclosiones se realizan de 2 a 10 días después del desove (Sakurai *et al.*, 1995). Las paralarvas de esta especie se han recolectado en varias áreas del Pacífico Norte, al sureste de la isla Honshu en Japón desde enero hasta mayo; a lo largo de los 25-27° N entre 170-164° W de abril a mayo y cerca del archipiélago de Hawaii de febrero a mayo. En la costa occidental de la península de Baja California no se identificaron paralarvas de esta especie, solo se tienen dos especímenes en mal estado que posiblemente pueden pertenecer a esta especie por la ausencia de fotóforos oculares y viscerales que es su característica taxonómica más importante. Su presencia es importante en la región del Pacífico Norte. Sin embargo, a pesar que realizan extensas migraciones norte-sur, es probable que no alcancen estas latitudes.

Recientemente con el uso de redes múltiples de apertura y cierre y sistema de sensor ambiental (MOCNESS por sus siglas en inglés) en las recolectas de paralarvas de calamar, ha sido posible establecer la profundidad real en la que se encuentran y si presentan patrones en su distribución vertical. La mayor parte de las paralarvas de ommastréfidios migran entre los 0 y 100 m de profundidad pero generalmente se concentran en los primeros 50 m de la columna de agua (Murata y Nakamura, 1998; Harman y Young, 1985; Young e Hirota, 1990; Gilly *et al.*, 2006). En particular, Murata y Nakamura (1998) mencionan que las paralarvas de *O. bartramii* se distribuyen cerca de la superficie del mar, mayormente en los primeros 25 m de la columna de agua durante el día y la noche. Conforme crecen realizan migraciones verticales cada vez mayores entre la capa superficial y la capa intermedia para alimentarse y reducir la depredación sobre ellas. En el caso de *S.*

*oualaniensis*, las paralarvas se presentan generalmente en los primeros 50 m en la columna de agua, tanto de día como de noche (Young e Hirota, 1998; Harman y Young, 1985), pero presenta migraciones verticales más pronunciadas que *O. bartramii*, ya que se han encontrado paralarvas a profundidades hasta de 150 m.

En este trabajo las muestras de zooplancton fueron recolectadas por medio de arrastres oblicuos con red Bongo siguiendo la metodología de Smith y Richardson, (1979). Esta metodología permite muestrear de manera integrada la columna de agua desde los 200 m de profundidad a la superficie, por lo que las paralarvas recolectadas son un reflejo de la abundancia en los primeros 50 m de la columna de agua. Esto indica que en este trabajo, las paralarvas están bien representadas en términos de abundancia y diversidad. En relación a la hora de colecta, la mayoría de las paralarvas estuvieron presentes en lances nocturnos, principalmente en horas de la madrugada, lo cual sugiere que en particular, *D. gigas*, *S. oualaniensis* y el Morfotipo A, que aportaron las mayores abundancias pudieran estar moviéndose hacia la superficie, donde pudieron ser colectadas con mayor eficiencia con la metodología de colecta utilizada. Las diferentes hipótesis indican que las paralarvas realizan migraciones verticales debidas probablemente a la búsqueda de alimento, para escapar de los depredadores, y/o a un incremento en su movilidad asociado al aumento en su talla (Murata y Nakamura, 1998).

El ciclo de vida de la mayoría de las especies de cefalópodos nectónicos empieza con estadios planctónicos no muy bien conocidos y en algunos casos inadecuadamente descritos. Estudiar el desarrollo de los estadios tempranos en este grupo, es de suma importancia para identificar a las paralarvas y entender el ciclo de vida completo de la especie, determinando la importancia del reclutamiento en cada una. La secuencia morfológica de crecimiento en los estadios tempranos de los integrantes de la Familia Ommastrephidae ha sido recientemente abordada con mayor énfasis dada la creciente importancia comercial que registra este grupo. A principios de la década de los 90's existían pocas claves de identificación de las especies que se distribuyen en el Océano Pacífico basadas exclusivamente en la

descripción morfológica de los individuos. Sin embargo, estos trabajos se han complementado con descripciones de paralarvas desarrolladas en laboratorio a finales de la década de 1990. Las técnicas para realizar fertilización artificial han sufrido ciertas modificaciones en pro de un mayor éxito en la eclosión de los organismos (Sakurai *et al.*, 1995; Yatsu *et al.*, 1999). Con la implementación de este tipo de técnicas se han podido estudiar con mayor detalle aspectos como la embriología y la morfología interna y externa en los recién eclosionados. Esto ha permitido esquematizar los cambios morfológicos observados a distintas tallas aunque en muchos de los casos, los esquemas impresos en los trabajos publicados no son lo suficientemente claros y buenos para la identificación de paralarvas provenientes de muestras de plancton.

El esquema de los caracteres morfológicos externos útiles en la identificación de las paralarvas de las especies de la Familia Ommastrephidae propuesto en forma conjunta en esta tesis, se basó en la revisión exhaustiva de todos los caracteres morfológicos externos registrados en los estadios tempranos de ommastréfidos y propuestos por varios autores. Este esquema integra y resume las características básicas necesarias para su identificación. Con este, la mayoría de los ommastréfidos pueden ser identificados con excepción de aquellos que presentan tallas menores a 3 mm y que presentan rasgos taxonómicos similares. Varios autores coinciden en que el patrón de cromatóforos es el método más fácil de identificación de las paralarvas de ommastréfidos (Young e Hirota, 1985; Wakabayashi *et al.*, 2002), pero cuando las paralarvas se conservan en formol esta característica se pierde en poco tiempo a partir de la fijación debido a la decoloración que sufren. En cambio, la conservación en etanol al 70% permite la observación de los patrones de cromatóforos con mayor facilidad, ya que los colores persisten al menos durante 6 meses después de la fijación (Yatsu, 1999). En el esquema propuesto, los patrones de cromatóforos para cada especie no se presentan, dada la fijación de las paralarvas en formol. Otro método alternativo usado para la identificación adecuada de las especies es el análisis genético (Gilly *et al.*, 2006), el cual requiere que las paralarvas sean fijadas en etanol al 75-85% al

momento de la recolecta. Este método permite establecer con certeza la especie a la que pertenece el organismo. Pero la desventaja es que necesariamente se requiere de una caracterización morfológica previa del espécimen o especímenes a procesar para esta técnica y el costo se incrementaría con muestras muy abundantes.

De las paralarvas recolectadas en la costa occidental de la península de Baja California se identificaron las especies de *D. gigas* y *S. oualaniensis*, especies cercanamente relacionadas que a tallas pequeñas aún no desarrollan sus características individuales. Yatsu (1999) describió la morfología y distribución de las paralarvas de estas dos especies y menciona que las ventosas de la proboscis presentan el mismo tamaño, contrariamente como se reportaba en trabajos previos, y observa que la presencia de cromatóforos color carmín en la parte dorsal de la cabeza en *S. oualaniensis*, así como la presencia de fotóforos oculares y viscerales son características útiles para diferenciarlas de las paralarvas de *D. gigas* las cuales no los presentan. Una conclusión importante derivada de su trabajo es que a tallas menores a 3.5 mm de LM es difícil identificarlas. Una diferencia encontrada en las paralarvas de *S. oualaniensis* identificadas en la costa occidental de la península de Baja California con lo reportado por este autor en aguas peruanas, es la talla a la cual los fotóforos aparecen. Sus registros indican que las tallas más pequeñas con presencia de fotóforos oculares y viscerales son a los 2.5 mm LM y 2.1 mm LM, respectivamente, es decir, primero aparece el fotóforo visceral anterior, después los fotóforos oculares. A los 4 mm de LM todos los fotóforos (incluyendo el visceral posterior) están desarrollados. En la costa occidental, los fotóforos oculares de las paralarvas de esta especie se encontraron presentes a una talla de 2.3 mm LM y la menor talla con el fotóforo visceral anterior fue a los 2.6 mm LM. Esto significa que los fotóforos oculares aparecen a tallas más pequeñas en las paralarvas de la costa occidental de Baja California mientras que los fotóforos viscerales aparecen a tallas mayores que en las paralarvas de Perú. Un aspecto importante a resaltar es que algunas paralarvas de esta especie presentan ya desarrollados los fotóforos

oculares y deberían tener también ya desarrollado el fotóforo visceral anterior, sin embargo este último aún no se observa en algunos de los ejemplares.

El grupo denominado Complejo Específico S-D, coincide taxonómicamente con el rasgo estructural común presente en las paralarvas de *S. oualaniensis* y *D. gigas* correspondiente al tamaño de las ventosas de la proboscis establecido por Yatsu (1999).

*Eucleoteuthis luminosa* y *H. pelagica* son especies consideradas taxonómicamente cercanas por Wormuth (1976) y Roeleveld (1988) por compartir caracteres morfológicos similares durante el estadio de paralarvas. Posteriormente con los trabajos de Young e Hirota (1990) y de Wakabayashi *et al.* (2002), se demostró que el patrón de cromatóforos sobre la cabeza y manto así como los caracteres de la proboscis y la presencia de fotóforos son características útiles en la diferenciación de las paralarvas de estas especies. La identificación de las paralarvas de *H. pelagica* encontradas en este estudio se basó principalmente en el patrón de cromatóforos de la parte dorsal de la cabeza. Este patrón muestra un par distintivo (medio anterior y medio posterior) de tamaño muy pequeño, en relación al par medio del resto de las especies de ommastréfid. Todos los trabajos taxonómicos coinciden en que el fotóforo visceral en ambas especies se localiza a la mitad de la distancia entre el ano y la curva posterior del intestino. Las paralarvas identificadas en este trabajo como *H. pelagica* difieren de lo previamente reportado al presentar el fotóforo visceral más próximo al ano y no como se ha sugerido en las claves de identificación. En el caso de *E. luminosa* su identificación se basó en el tamaño del par medio de los cromatóforos en la parte dorsal de la cabeza y el tamaño de las ventosas laterales que la separa del resto de las especies. Por otra parte, en los especímenes colectados en la costa occidental, se observó claramente una diferencia importante en el tamaño de los fotóforos viscerales de estas dos especies, característica que no se menciona en la literatura. En *H. pelagica* el fotóforo es más pequeño que el de *E. luminosa*. Desafortunadamente es necesaria la revisión a fondo de estas dos distintas características (ubicación y tamaño del

fotóforo visceral) para establecer si existe una diferencia entre las dos especies que permita considerarla como una nueva característica taxonómica. En este trabajo el bajo número de especímenes colectados (2 organismos de *H. pelagica* y 5 organismos de *E. luminosa*) no permiten tener una seguridad suficiente para establecer lo anterior.

Además de las cuatro especies identificadas en el área de estudio, se encontraron paralarvas que no se ajustan a ninguna de las características específicas de las especies descritas. Tal es el caso del grupo de paralarvas denominado Morfotipo A, las cuales presentan igual tamaño en las ventosas del disco terminal de la proboscis como *D. gigas*, *S. oualaniensis* y el complejo S-D pero a diferencia de ellas, éstas no presentan cromatóforos en ninguna parte de su cuerpo y tampoco fotóforos oculares y viscerales. La asignación de Morfotipos no ha sido exclusiva de este trabajo para esta área de estudio, sino que aún en las regiones más estudiadas como las aguas de Hawaii y en el Atlántico por mencionar algunas, se presenta esta situación (Bower *et al.*, 1999; Vecchione *et al.*, 2001). Por lo tanto, es importante considerar que para identificar a las especies de ommastréfidios presentes en un área determinada, se requiere hacer recolectas más intensivas que permitan obtener los estadios intermedios que ligen a las paralarvas con las formas adultas y que al mismo tiempo permitan reconocer nuevas especies.

Las paralarvas de los ommastréfidios, al igual que las larvas de peces y otros organismos del plancton, presentan un periodo crítico en su desarrollo. Al ser planctónicos, se encuentran sujetos al efecto de los sistemas de corrientes oceánicas y la fase de primera alimentación es de suma importancia en su supervivencia. Investigaciones realizadas en laboratorio han puesto al descubierto que las paralarvas recién eclosionadas dependen solamente de las reservas del saco vitelino por 4 días, por lo que aparentemente tienen un periodo de 2 a 3 días para empezar a alimentarse. Sin alimento, mueren de 6 a 7 días después de la eclosión por inanición (Bower y Sakurai, 1996). Una estrategia adaptativa registrada en varias familias de cefalópodos incluyendo a la Familia Ommastrephidae, es que

las hembras maduras desoven cerca de los frentes o áreas productivas, lo que probablemente mejora las condiciones de alimentación y por lo tanto de supervivencia de las paralarvas (Bower *et al.*, 1999). Este mismo autor, estableció que los centros de desove de calamares de la Familia Ommastrephidae en el Archipiélago de Hawaii se asocian a los giros oceánicos, provocando un flujo de paralarvas oceánicas hacia la costa promoviendo una alta frecuencia de muestras positivas en estaciones de muestreo costeras. Los antecedentes para el área de Perú mencionan de igual manera, áreas de concentración de paralarvas localizadas con mayor frecuencia sobre la plataforma continental y en áreas oceánicas adyacentes, también se reportan altas concentraciones oceánicas de paralarvas en asociación con altas concentraciones de plancton (Nigmatullin *et al.*, 2001; Tafur *et al.*, 2001).

La península de Baja California es un área que cumple con las características para cubrir los requerimientos energéticos de organismos altamente voraces como los calamares de la Familia Ommastrephidae. La producción biológica de la zona no solo es producto de los eventos de surgencias costeras por viento durante los meses de marzo a julio, sino que también intervienen procesos de advección, remolinos, giros semipermanentes y las diferentes corrientes que se presentan en la zona que aportan nutrientes y plancton de otras áreas a la región. Un aspecto importante a resaltar es que durante el periodo de estudio se presentó un evento El Niño, el cual a pesar de haber sido de poca duración tuvo un impacto fuerte en el SCC (Lavaniegos *et al.*, 2002). La respuesta del plancton al evento El Niño 97–98 en el área de estudio fue atípica. De septiembre 97 a enero 98 la concentración de clorofila *a* y la biomasa de zooplancton mostraron valores típicos ya que se observó un incremento en la abundancia de algunos taxa del plancton. En el ACC la primer variable se correlacionó significativamente con la presencia de los ommastréfidos, en particular con *D. gigas*, *S. oualaniensis* y el complejo S-D que se distribuyeron en regiones con concentraciones medias de clorofila *a*. Sin embargo, las paralarvas no se alimentan de fitoplancton directamente ya que son depredadoras voraces desde la eclosión (Chen *et al.*, 1996). La biomasa zooplanctónica por consecuencia,



representa un mejor indicador de alimento disponible para las paralarvas. En este sentido, los valores de biomasa zooplanctónica durante todo el período de estudio se mantuvieron muy semejantes. Lo anterior indica que el abasto de zooplancton en términos de volumen no se vio afectado de manera importante durante El Niño 1997-98. La escasa diferencia entre los volúmenes de biomasa zooplanctónica entre cruceros, también determinó la ausencia de una correlación significativa con la presencia de las paralarvas en el ACC realizado, mayormente cuando los valores de esta variable fueron muy semejantes en las áreas de distribución de las diferentes especies de ommastréfidos identificadas en este trabajo. La composición del plancton durante los cruceros analizados indica una proporción importante de copépodos, seguida por quetognatos y salpas (Lavaniegos *et al.*, 2002), siendo los primeros junto con las larvas zoea de decápodos, uno de los componentes principales en la dieta de las paralarvas de ommastréfidos, de juveniles y adultos de especies pequeñas de calamares (Chen *et al.*, 1996). De acuerdo a Lavaniegos *et al.* (2002), los taxa carnívoros (quetognatos, sifonóforos, medusas, ctenóforos, heterópodos) conformaron alrededor del 30% de la comunidad excepto en verano de 1998, cuando cayeron al 15%. Durante este periodo los copépodos alcanzaron su más alta abundancia relativa coincidiendo con la mayor abundancia registrada de las paralarvas de la Familia Ommastrephidae. La presencia de concentraciones de clorofila medias a altas en el SCC puede sugerir un favorable aporte de alimento para el zooplancton, hecho que sin duda a su vez es favorable para la alimentación de las paralarvas. Sin embargo, estas no se encuentran dentro de las zonas de mayor concentración de clorofila *a* sino en las inmediaciones o en los bordes de las áreas productivas. Lo anterior se refuerza con los resultados del ACC, ya que la correlación de la clorofila con las paralarvas fue la más baja después de la salinidad y la temperatura y fue negativa, lo que indica que no es este factor el más importante en la distribución de las paralarvas, sino su afinidad por características particulares del ambiente y muy posiblemente el alimento, conformado por algunos integrantes del plancton.

La respuesta de algunas especies particulares a un evento El Niño depende aparentemente de su afinidad a las masas de agua (Lavaniegos *et al.*, 2002). Esto pudo ser el caso para septiembre de 1997, en donde se reconoció la entrada de grandes volúmenes de agua de la contracorriente costera que inusualmente se expandió transportando agua cálida y salina hacia el norte. Durante este mes, los únicos ommatréfidos identificados fueron *S. oualaniensis* y el complejo S-D distribuidos en la parte norte del área de estudio, frente a Punta Banda en el límite donde se registró la masa de agua subártica y la transicional-subtropical superficial (Durazo y Baumgartner 2002).

En enero de 1998 durante el repunte de las condiciones El Niño, éstas junto con *D. gigas*, se encontraron distribuidas solamente de Punta Eugenia hacia el sur, a pesar de que la masa de agua cálida aumentó su intrusión al norte, hasta Ensenada. Estas paralarvas estuvieron delimitadas por el intervalo de spiciness entre 0.8 y 1.4 en el límite de la zona de influencia del agua subártica y mayormente inmersos en agua transicional-subtropical superficial. El Morfotipo A, compartió el patrón de distribución con *D. gigas* y el complejo S-D pero a diferencia de estas, su distribución fue latitudinalmente más amplia.

El mes de Julio de 1998, se consideró de transición entre condiciones El Niño y La Niña (Durazo y Baumgartner, 2002). En este mes, se observó una intrusión de agua de baja salinidad (subártica) a lo largo de la línea 110 de la red de estaciones de muestreo pero solamente en las estaciones más oceánicas sobre la línea 120. El agua cálida presente desde septiembre de 1997 se redujo a la región frente a Punta Eugenia. Esta condición (agua subártica-transicional-subtropical superficial) promovió un ambiente ideal para las especies ya mencionadas y además para la presencia de otras especies de ommatréfidos que en los meses anteriores no se encontraron, tal es el caso de *E. luminosa* y *H. pelagica*. La primera de ellas se considera una especie de afinidad templado-subtropical y se encontró en el área de estudio en estaciones con  $0.8 < \pi < 0.9$  en el límite entre las masas de agua subártica y transicional-subtropical. *H. pelagica* que se creía estaba ausente de la

región de la Corriente de California y con afinidad subtropical, se encontró frente a Ensenada y Punta Banda, en donde el agua presentó características de agua subártica. La presencia de estas paralarvas en zonas con agua subártica y transicional es explicable. Los adultos de esta especie se distribuyen en aguas de Japón, en donde la temperatura es baja por lo que es posible que la afinidad que muestran las paralarvas encontradas en este trabajo, para esa zona en especial, sea un reflejo del amplio intervalo de temperatura en las que se les puede encontrar. La distribución del Morfotipo B en estaciones oceánicas con influencia de agua subártica, puede ser un indicador más de que podría corresponder a las especies *O. bartramii* o *E. luminosa*.

Finalmente, en octubre de 1998, la condición fría de la zona de estudio solo permitió la presencia de paralarvas de *E. luminosa* y el complejo S-D, y una completa ausencia de las paralarvas de *D. gigas*, *S. oualaniensis* y el Morfotipo A, dada la ausencia de la masa de agua subtropical superficial a la que se asociaron durante el evento de El Niño y su transición al evento de La Niña.

Este trabajo de investigación se realizó durante el evento El Niño 1997-1998 y en una fase de transición hacia el evento La Niña 1998-1999 y muestra los cambios en la presencia y distribución de las paralarvas de 4 especies y 2 Morfotipos de la Familia Ommastrephidae en la porción más sureña del Sistema de la Corriente de California. Durante el evento El Niño 1997-98, los registros de capturas de calamar gigante (*D. gigas*), indicaron la ausencia de adultos de esta especie dentro del Golfo de California y su aparición en la costa occidental de la península de Baja California (Dimaté-Velásquez y Salinas-Zavala, 2005). Con base en lo anterior, existe la posibilidad de que las altas abundancias de paralarvas de esta especie registradas frente a la costa occidental de la península de Baja California, estén relacionadas con este evento. Los resultados obtenidos en este trabajo, indican que la región al sur de Punta Eugenia representa un área de concentración importante de paralarvas de ommastréfidos en la costa occidental de la península, que de acuerdo a la presencia del complejo S-D (paralarvas <3 mm de LM) a lo largo del año, ocurren desoves de los adultos en el área, y que esta zona registró condiciones de

producción biológica alta a pesar del efecto del evento El Niño. Con base en el análisis de correspondencia canónica, las especies identificadas se asociaron a un gradiente de temperatura y salinidad principalmente, corroborado por su presencia en intervalos de spiciness establecidos.

## CONCLUSIONES

- 1.- En este trabajo se identificaron por primera vez las paralarvas de 4 especies de calamares de la Familia Ommastrephidae: *Dosidicus gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis*, *Eucleoteuthis luminosa* y *Hyaloteuthis pelagica* además de dos Morfotipos A y B, en la costa occidental de la península de Baja California, México.
- 2.- Los criterios morfológicos externos, basados en el patrón de cromatóforos, son útiles para la identificación taxonómica específica de las paralarvas de la Familia Ommastrephidae. Sin embargo, cuando estos se pierden, la disección individual y revisión de los fotóforos viscerales de las paralarvas son necesarias para la identificación de las especies.
- 3.- El complejo S-D formado por las paralarvas de *S. oualaniensis* y *D. gigas* comparten características morfológicas externas e internas que a tallas <3 mm LM aún no se desarrollan completamente, por lo cual es difícil separar una especie de la otra. Su presencia en el área representa el producto de desoves recientes de los adultos de las especies involucradas.
- 4.- La porción oceánica adyacente a Punta Eugenia representa un área de concentración de paralarvas con base en la presencia y abundancia de los taxa identificados. A lo largo del periodo de estudio, mantuvo una producción biológica importante en términos de concentración de clorofila *a* y una biomasa zooplanctónica constantemente alta.
- 5.- Las mayores abundancias de paralarvas de ommastréfididos se colectaron en lances nocturnos y en los primeros 50 km de distancia de la costa.
- 6.- La baja abundancia de *Eucleoteuthis luminosa* coincide con el límite de distribución geográfica de los adultos y su afinidad por aguas templadas.
- 7.- La identificación de paralarvas de *Hyaloteuthis pelagica* representa el primer registro de la especie en estadio temprano en la región de la Corriente de California, considerada previamente, como ausente de la costa oeste de América.
- 8.- Se detectaron dos grupos de paralarvas distribuidos a diferentes intervalos de spiciness: *D. gigas*, *S. oualaniensis*, el complejo S-D y el Morfotipo A

distribuidas en el límite entre la masa subártica y la transicional-subtropical superficial y *H. pelagica*, *E. luminosa* y el Morfotipo B, distribuidas únicamente en la masa de agua subártica.

9. El análisis de correspondencia canónica (ACC) mostró que la salinidad, la temperatura y en menor grado la clorofila *a* fueron las variables que influenciaron la distribución de las especies en el área de estudio y mostró su ordenación de acuerdo a los gradientes exhibidos por dichas variables.

## RECOMENDACIONES

La ubicación precisa de los fotóforos viscerales en los estadios tempranos de algunas especies de la Familia Ommastrephidae sigue siendo confusa. Toda la literatura que existe sobre ellos menciona que se encuentran entre la glándula digestiva y el intestino. A pesar de estas aseveraciones, en muchas ocasiones es difícil observarlos, principalmente aquellos que se encuentran en la curva posterior del intestino. Con base en lo anterior, se considera de suma importancia realizar trabajos enfocados en la descripción detallada de los fotóforos de las especies de esta familia ya que existe una diferencia notable entre éstos y los de cualquier otra familia de cefalópodos (e. g. Lychoteuthidae y Pyroteuthidae), que llegan a ser muy fáciles de localizar por su aspecto que sobresale en las paralarvas y les confiere una apariencia llamativa.

Para futuros cruceros de investigación, especialmente dirigidos a la recolecta de las paralarvas, se recomienda el uso de redes Bongo y/o de apertura y cierre por ser las más adecuadas redes de recolecta para estos organismos. Además, con éstas, se tiene la certeza de muestrear la capa de la columna de agua en la cual se encuentran las paralarvas de ommastréfid. Asimismo, se sugiere que los datos obtenidos de abundancia de paralarvas, se presenten estandarizados, con lo cual será posible hacer comparaciones entre distintas zonas de estudio.

Para estudios morfológicos se recomienda hacer la fijación de las paralarvas de preferencia con formol al 4% y posteriormente con formol diluido al 2%, con lo cual se preservan en buen estado. Asimismo, sellar los frascos o viales utilizados con papel milipore para evitar la evaporación del preservador y revisarlos periódicamente.

Por el contrario, si se desean hacer estudios de análisis genético, es recomendable usar etanol al 80%.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alejo-Plata, M.C. 2002. *Sistemática de los calamares de importancia comercial del Golfo de California y Pacífico Central Oriental*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 146 p.
- Anderson, C.I.H. & P.G. Rodhouse. 2001. Life cycles, oceanography and variability: ommastrephid squid in variable oceanographic environments. *Fisheries Research*, 54: 133-143.
- Anuario Estadístico de Pesca. 2003. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. México. 265 p.
- Araya, H. 1983. Fishery, biology and stock assessment of *Ommastrephes bartramii* in the North Pacific Ocean. *Mem. Natural Museum of Victoria*, 44:269-283.
- Beers, J.R. 1976. Volumetric methods, 56-60. En: Steedman, H.F. (Ed.) *Zooplankton Fixation and Preservation*. Monographs on Oceanographic Methodology. No. 4. UNESCO Press, París. 84 p.
- Boletzky, S.V. 2003. Biology of early life stages in cephalopod molluscs. *Advances in Marine Biology*, 44:143-204.
- Bower, J.R. 1996. Estimated paralarval drift and inferred hatching sites for *Ommastrephes bartramii* (Cephalopoda: Ommastrephidae) near the Hawaiian Archipelago. *Fishery Bulletin*, 94:398-411.
- Bower, J.R. & Y. Sakurai. 1996. Laboratory observations on *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) egg masses. *American Malacological Bulletin*, 13:65-71.
- Bower, J.R., Y. Nakamura, K. Mori, J. Yamamoto, Y. Isoda & Y. Sakurai. 1999. Distribution of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) paralarvae near the Kuroshio off southern Kyushu, Japan. *Marine Biology*, 135:99-106.
- Brodziak, J. & L. Hendrickson. 1999. An analysis of environmental effects on survey catches of squids *Loligo pealei* and *Illex illecebrosus* in the northwest Atlantic. *Fishery Bulletin*, 97(1): 9-24.
- Clarke, M.R. 1962. The identification of cephalopod beaks and the relationship between beak size and total body weight. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology*, 8:449-480.
- Chelton, D.B., P.A. Bernal & J.A. McGowan. 1982. Large-scale interannual physical and biological interactions in the California Current. *Journal of Marine Research*, 40:1095-1125.
- Chen, D.S., G. Van Dykhuizen, J. Hodge & W.F. Gilly. 1996. Ontogeny of copepod predation in juvenile squid (*Loligo opalescens*). *Biology Bulletin*, 190:69-81.



- Cheslin, M.V. & V.Y.E. Giragosov. 1993. The egg mass and embryonic development of the purple squid *Sthenoteuthis oualaniensis* (The Gigantic Arabian Form) under experimental conditions. *Oceanology*, 33(1):98-101.
- Davis, R.E. 1985. Drifter observations of coastal surface currents during CODE: The method and descriptive view. *Journal of Geophysical Research*, 90:4741-4755.
- de la Lanza-Espino, G., C. Cáceres-Martínez, S. Adame-Martínez & S. Hernández-Pulido. 1999. *Diccionario de hidrología y ciencias afines*. Plaza y Valdes. México. 286 pp.
- Diekmann, R. & U. Piatkowski. 2002. Early life stages of cephalopods in the Sargasso Sea: distribution and diversity relative to hydrographic conditions. *Marine Biology*, 141:123-130.
- Dimaté-Velásquez, N. & C.A. Salinas-Zavala. 2005. Análisis de las capturas comerciales del calamar gigante *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) entre 1996 y 2003 en el Golfo de California (México) y su relación con la temperatura superficial del mar durante el evento ENSO 1997-1998. *III Simposio Internacional sobre calamares del Pacífico*. Lima, Perú. 28-30 Noviembre 2005.
- Durazo, R. & T. Baumgartner. 2002. Evolution of oceanographic conditions off Baja California: 1997-1999. *Progress in Oceanography*, 54:7-31.
- Ehrhardt, N.M., P.S. Jacquemin, B.F. García, D.G. González, B.J.M. López, C.J. Ortiz & N.A. Solís. 1983. Summary of the fishery and biology of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the Gulf of California, Mexico. *Mem. Natural Museum of Victoria*, 44:305-311.
- Ehrhardt, N.M., N.A. Solís, P.S. Jacquemin, C.J. Ortiz, R.P. Ulloa, D.G. González & B.F. García. 1986. Análisis de la biología y condiciones del stock del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, México, durante 1980. *Ciencia Pesquera*, 5:63-76.
- Flament, P. 2002. A state variable for characterizing water masses and their diffusive stability: spiciness. *Progress in Oceanography*, 54:493-501.
- Filippova, Y.A. 1974. Feeding habits of oceanic squids of the Family Ommastrephidae. *Transactions VNIRO*, 99:123-132.
- Gilly, W.F., C.A. Elliger, C.A. Salinas, S. Camarillo-Coop, G. Bazzino & M. Beman. 2006. Spawning by jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the San Pedro Mártir Basin, Gulf of California, Mexico. *Marine Ecology Progress Series*, 313:125-133.
- González, A.F., P.N. Trathan, C. Yau & P.G. Rodhouse. 1997. Interaction between oceanography, ecology and fishery biology of the ommastrephid squid *Martialia hyadesi* in the South Atlantic. *Marine Ecology Progress Series*, 152:205-215.

- Harman, R.F. & R.E. Young. 1985. The larvae of ommastrephid squids (Cephalopoda Teuthoidea) from Hawaiian waters. *Vie Milieu*, 35(3/4):211-222.
- Hayward, T.L., R. Durazo, T. Murphree, T.R. Baumgartner, G. Gaxiola-Castro, F.B. Schwing, M.J. Tegner, D.M. Checkley, K.D. Hyrenbach, A.W. Mantyla, M.M. Mullin & P.E. Smith. 1999. The state of the California Current in 1998-1999: transition to cool-water conditions. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, 40:29-62.
- Hemingway, G.T. 1979. A description of the California Current ecosystem by factor analysis. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, 20:164-183.
- Hernández-Herrera, A., E. Morales-Bojórquez, M.A. Cisneros-Mata, M.O. Nevárez-Martínez & G.I. Rivera-Parra. 1998. Management strategy for the giant squid (*Dosidicus gigas*) fishery in the Gulf of California, Mexico. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, 39:212-218.
- Hickey, B.M. 1979. The California Current System -hypothesis and facts-. *Progress in Oceanography*, 8:279.
- <http://swfsc.nmfs.noaa.gov/frd/CalCOFI/On-LineDataSystem/META/LarvSpecIDd.asp#Post2000>
- Ichii, T., K. Mahapatra, M. Sakai, D. Inagake & Y. Okada. 2004. Differing body size between the autumn and the winter-spring cohorts of neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) related to the oceanographic regime in the North Pacific: a hypothesis. *Fisheries Oceanography*, 13:295-309.
- Jiménez-Pérez, L.C. & B.E. Lavaniegos. 2004. Changes in dominance of copepods off Baja California during the 1997-1999 El Niño and La Niña. *Marine Ecology Progress Series*, 277:147-165.
- Kramer, D., M. Kalin, E. Stevens, J. Thraillkill & J. Zweifel. 1972. Collecting and processing data on fish eggs and larvae in the California Current region. National Oceanic and Atmospheric Administration. *Technical Report NMFS circ.-370*. USA. 38 pp.
- Lalli, C.M. & T.R. Parsons. 1993. *Biological Oceanography: An Introduction*. Pergamon Press. U. S. A. 301 pp.
- Lavaniegos, B.E., L.C. Jiménez-Pérez & G. Gaxiola-Castro. 2002. Plankton response to El Niño 1997-1998 and La Niña 1999 in the southern region of the California Current. *Progress in Oceanography*, 54:33-58.
- Lincoln, R.J., G.A. Boxshall & P.F. Clark. 1996. *Diccionario de ecología, evolución y taxonomía*. Fondo de cultura económica. México. 488 pp.
- Lynn, R.J. & J.J. Simpson. 1987. The California Current System: The seasonal variability of its physical characteristics. *Journal of Geophysical Research*, 92(C12):12,947-12,966.

- Lynn, R.J., C.A. Collins, A.W. Mantyla, F.B. Schwing, T. Baumgartner, T.L. Hayward, T. Murphree, K.M. Sakuma, J. García, K.D. Hyrenbach, A. Shankle & M.J. Tegner. 1998. The state of the California Current, 1997-1998: transition to El Niño conditions. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports* 39:25-49.
- Macías-Carranza, V., R. Morales-Chávez, G. Gaxiola-Castro, T. Baumgartner-McBride, B. Lavaniegos-Espejo & R. Durazo Arvizu. 1999. Clorofila a, nutrientes y oxígeno disuelto, frente a la Península de Baja California, México, durante septiembre de 1997 (IMECOCAL I) y enero de 1998 (IMECOCAL II). *Informe Técnico, Comunicaciones Académicas, Serie Ecología, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*, 73 p., CTECT9905.
- Markaida, U. & O. Sosa-Nishizaki. 2001. Reproductive biology of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, 1995-1997. *Fisheries Research*, 54:63-82.
- McCune, B. & M.J. Mefford. 1999. *Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 4.25. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Munk, W. 1981. Internal waves and small-scale processes, 264–291. En: *Evolution of physical oceanography*. Cambridge, MA: MIT Press. 300 p.
- Murata, M. & Y. Nakamura. 1998. Seasonal migration and diel vertical migration of the neon flying squid, *Ommastrephes bartramii* in the North Pacific, 13-30. En: Okutani, T. (Ed.) *Large Pelagic Squids*. Tokyo. 155 p.
- Nájera-Martínez, S., E. Aguirre-Hernández, V. Macías-Carranza, J. García-Córdova & G. Gaxiola-Castro. 2000. Oxígeno, clorofila y producción primaria en la Corriente de California. IMECOCAL 9809/10. *Informe Técnico, Comunicaciones Académicas, Serie Ecología, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*, 74 p., CTECT200013.
- Nájera-Martínez, S., E. Aguirre-Hernández, J. García-Córdova, G. Gaxiola-Castro, R. Durazo-Arvizu & T. Baumgartner. 2001. Clorofila, oxígeno disuelto y producción primaria durante el Crucero IMECOCAL 9807. Corriente de California. *Informe Técnico, Comunicaciones Académicas, Serie Ecología, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*, 75 pp. CTECT20015.
- Nesis, K.N. 1970. Biology of the Peru-Chilean giant squid, *Dosidicus gigas*. *Okeanology*, 10:140-152.
- Nesis, K.N. 1979. Squid larvae of the family ommastrephidae cephalopoda. *Zoologicheskii Zhurnal*, 58(1):17-30.

- Nesis, K.N. 1983. *Dosidicus gigas*, 215-231. En: Boyle, P.R. (Ed.) *Cephalopod Life Cycles*. Vol. 1 Academic Press, London. 383 p.
- Nesis, K.N. 1993. Population structure of oceanic ommastrephids, with particular reference to *Sthenoteuthis oualaniensis*: A review, 375-383. En: Okutani, T., O'Dor, R.K. & Kubodera, T. (Eds.) *Recent Advances in Fisheries Biology*. Tokai University Press. Tokyo. 250 p.
- Nesis, K.N. & Ch. M. Nigmatullin. 1979. Distribution and biology of *Ornithoteuthis* and *Hyaloteuthis*. Byull. Mosk. O. Ispyt. Prir. Otd. Biol., 84(1): 50-63.
- Nigmatullin, Ch.M., K.N. Nesis & A.I. Arkhipkin. 2001. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fishery Research*, 54:9-19.
- O'Dor, R.K. & N. Balch. 1985. Properties of *Illex illecebrosus* egg masses potentially influencing larval oceanographic distribution. *Northwest Atlantic Fisheries Organization Scientific Council Studies*, 9: 69-76.
- Okutani, T. & J. McGowan. 1969. Systematics, distribution, and abundance of the epipelagic squid (Cephalopoda, Decapoda) larvae of the California Current, april, 1954-march, 1957. *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography*, 15:1-90.
- Okutani, T. 1980. Calamares de las aguas mexicanas. México. Pesca. 63 p.
- Parry, M., R. Young & J. Hirota. 2000. The trophic ecology of two Hawaiian ommastrephid squids. *Pelagic Fisheries Research Program Newsletter*, 2:6-8.
- Ramírez, R.M. & T.A. Klett. 1985. Composición de la captura del calamar gigante en el Golfo de California durante 1981. *Transactions CIBCASIO X*, 123-137.
- Reid, J.L. Jr. & R.A. Schwartzlose. 1962. Direct measurements of the Davidson Current off Central California. *Journal of Geophysical Research*, 67:2491-2497.
- Roberts, M.J. & M. van den Berg. 2002. Recruitment variability of chokka squid (*Loligo vulgaris reynaudii*) – role of currents on the Agulhas Bank (South Africa) in paralarvae distribution and food abundance. *Bulletin of Marine Science*, 71(2):691-710.
- Rocha, F., A. Guerra, R. Prego & U. Piatkowski. 1999. Cephalopod paralarvae and upwelling conditions off Galician waters (NW Spain). *Journal of Plankton Research*, 21(1):21-33.
- Rocha, F., A. Guerra & A.F. González. 2001. A review of reproductive strategies in cephalopods. *Biological Review*, 76:291-304.
- Rodhouse, P.G. 2001. Managing and forecasting squid fisheries in variable environments. *Fishery Research*, 54:3-8.

- Roeleveld, M.A. 1988. Generic interrelationships within the Ommastrephidae (Cephalopoda), 277-291. En: Clark, M.R. & Truemen, E.R. (Eds.) *The Mollusca, 12, Paleontology and Neontology of Cephalopods*. Academic Press, New York. 300 p.
- Roper, C.F.E. & R.E. Young. 1975. *Vertical distribution of pelagic cephalopods*. Smithsonian Contributions to Zoology. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. 51 p.
- Roper, C.F.E., M.J. Sweeney & C.E. Nauen. 1984. *FAO Species Catalogue. Vol. 3 Cephalopods of the World. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries*. Food And Agriculture Organization of the United Nations Fisheries Synopsis 125 Vol. 3, 277 p.
- Saito, K. 1994. A sampling method for rhynchoteuthion paralarvae of neon flying squid *Ommastrephes bartramii*. *Bulletin of the Hokkaido National Fisheries Research Institute*, 58:25-34.
- Sakurai, Y., R.E. Young, J. Hirota, K. Mangold, M. Vecchione, M.R. Clarke & J. Bower. 1995. Artificial fertilization and development through hatching in the oceanic squids *Ommastrephes bartramii* and *Stenoteuthis oualaniensis* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *The Veliger*, 38(3):185-191.
- Sakurai, Y., J.R. Bower, Y. Nakamura, S. Yamamoto & K. Watanabe. 1996. Effect of temperature on development and survival of *Todarodes pacificus* embryos and paralarvae. *American Malacological Bulletin*, 13 (1/2):89-95.
- Sakurai, Y., H. Kiyofui, S. Saito, T. Goto & Y. Hiyama. 2000. Changes in inferred spawning areas of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) due to changing environmental conditions. *ICES Journal of Marine Science*, 57:24-30.
- Sato, K. 1976. Results of exploratory fishing for *Dosidicus gigas* (d'Orbigny) off California and Mexico. *Food And Agriculture Organization of the United Nations Fisheries Report*, 170(1):61-67.
- Shea, E.K. 2005. Ontogeny of the fused tentacles in three species of ommastrephid squids (Cephalopoda, Ommastrephidae). *Invertebrate Biology*, 124(1):25-38.
- Smith, P. 1971. Distributional atlas of zooplankton volume in the California Current Region, 1951-1966. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigation. Atlas 13 5101-6612.
- Smith, P.E. & S. Richardson. 1979. *Técnicas modelo para la prospección de huevos y larvas de peces pelágicos*. Food And Agriculture Organization of the United Nations. Documento Técnico de Pesca No. 175, 107 p.

- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1981. *Biometry*. Second edition. Freeman Press, San Francisco, CA., USA. 859 p.
- Sverdrup, H.U., M.W. Johnson & R.H. Fleming. 1942. *The Oceans, their physics, chemistry and general biology*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, N.J. 1087 p.
- Tafur, R., P. Villegas, M. Rabí & C. Yamashiro. 2001. Dynamics of maturation, seasonality of reproduction and spawning grounds of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Peruvian waters. *Fisheries Research*, 54:33-50.
- Ter Braak, C.J.F. 1986. *Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis*. *Ecology*, 67(5):1167-1179.
- Tver, D.F. 1979. *Ocean and Marine Dictionary*. Cornell Maritime Press, Inc. U. S. A. 358 pp.
- Vecchione, M. 1999. Extraordinary abundance of squid paralarvae in the tropical eastern Pacific Ocean during El Niño of 1987. *Fishery Bulletin*, 97:1025-1030.
- Vecchione, M., C.F.E. Roper, M.J. Sweeney & C.C.Lu. 2001. *Distribution, relative abundance, and developmental morphology of paralarval cephalopods in the Western North Atlantic Ocean*. National Oceanic and Atmospheric Administration. Technical Report NMFS 152, 54pp.
- Wakabayashi, T., K. Saito, K. Tsuchiya & S. Segawa. 2002. Descriptions of *Eucleoteuthis luminosa* (Sasaki, 1915) and *Ornithoteuthis volatilis* (Sasaki, 1915) paralarvae in the Northwestern Pacific. *Venus*, 60(4):237-260.
- Waluda, C.M., P.N. Tratan & P.G. Rodhouse. 1999. Influence of oceanographic variability on recruitment in the *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) fishery in the South Atlantic. *Marine Ecology Progress Series*, 183:159-167.
- Waluda, C.M., P.G. Rodhouse, P.N. Trathan & G.J. Pierce. 2001a. Remotely sensed mesoscale oceanography and the distribution of *Illex argentinus* in the South Atlantic. *Fishery and Oceanography*, 10(2):207-216.
- Waluda, C.M., P.G. Rodhouse, G.P. Podestá, P.N. Trathan & G.J. Pierce. 2001b. Surface oceanography of the inferred hatching grounds of *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) and influences on recruitment variability. *Marine Biology*, 139:671-679.
- Wolff, C.A. 1984. *Identification and estimation of size from the beaks of 18 species of cephalopods from the Pacific Ocean*. National Oceanic and Atmospheric Administration. Technical Reports NMFS, 17 USA. 50 p.

- Wormuth, J.H. 1976. The biogeography and numerical taxonomy of the oegopsid squid Family Ommastrephidae in the Pacific Ocean. *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography*, 23:1-90.
- Wormuth, J.H., O'Dor, R.K., Balch, N., Dunning, M.C., Forch, E.C., Harman, R.F. & Rowell, T.W. 1992. "Larval" and juvenile cephalopods: A manual for their identification. Family Ommastrephidae Steenstrup, 1857. 105-119. En: Sweeney, M.J., C.F.E. Roper, K.M. Mangold, M.R. Clarke & S. V. Boletzky (Eds.) Smithsonian Contributions to Zoology # 153. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. 282 p.
- Wormuth, J.H. 1998. *Workshop deliberations on the Ommastrephidae: A brief history of their systematics and a review of the systematics, distribution, and biology of the genera Martialia Rochebrune and Mabile, 1889, Todaropsis Girard, 1890, Dosidicus Steenstrup, 1857, Hyaloteuthis Gray, 1849, and Eucleoteuthis Berry, 1916*, 373-383. En: Voss, N.A., M. Vecchione, R.B. Toll & M.J. Sweeney (Eds.) *Systematics and biogeography of cephalopods*. Vol. I. Smithsonian Contributions on Zoology. USA. 586 p.
- Yatsu, A., S. Midorikawa, T. Shimada & Y. Uozumi. 1997. Age and growth of the neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, in the North Pacific Ocean. *Fisheries Research*, 29:257-270.
- Yatsu, A. 1999. Morphology and distribution of rynchoteuthion paralarvae of two ommastrephid squids, *Dosidicus gigas* and *Sthenoteuthis oualaniensis* collected from eastern tropical Pacific Ocean during 1997. Report of the Kaiyo Maru cruise for study on the resources of two ommastrephid squids, September 11-December 24. Fisheries Agency of Japan.193-206 p.
- Yatsu, A., R. Tafur & C. Maravi. 1999. Embryos and rynchoteuthion paralarvae of the jumbo flying squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda) obtained through artificial fertilization from Peruvian waters. *Fisheries Science*, 65(6):904-908.
- Yatsu, A., T. Watanabe, J. Mori, K. Nagasawa, Y. Ishida, T. Meguro, Y. Kamei & Y. Sakurai. 2000. Interannual variability in stock abundance of the neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, in the North Pacific Ocean during 1979-1998: impact of driftnet fishing and oceanographic conditions. *Fisheries Oceanography*, 9(2):163-170.
- Young, R.E. & J. Hirota. 1990. Description of *Ommastrephes bartramii* (Cephalopoda: Ommastrephidae) paralarvae with evidence for spawning in Hawaiian waters. *Pacific Science*, 44(1):71-80.

Young, R.E. & J. Hirota. 1998. Review of the ecology of *Sthenoteuthis oualaniensis* near the Hawaiian Archipelago, 131-143. En: Okutani, T. (Ed.) *Large Pelagic Squids*. Tokyo. 155 p.



## ANEXO 1

### Abreviaturas utilizadas en el texto

ACC	Análisis de correspondencia canónica
BZN	Biomasa zooplanctónica normalizada
CalCOFI	California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations
Cba	Cromatóforo base de la aleta
CCI	Cromatóforos Cabeza laterales
CCma	Cromatóforo Cabeza medio anterior
CCmp	Cromatóforo Cabeza medio posterior
CICESE	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
CICIMAR	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas
CMm	Cromatóforo Manto medio
CMp	Cromatóforo Manto posterior
Co	Cromatóforo ocular
CTD	Conductividad–Temperatura–Profundidad
Fo	Fotóforo ocular
Grupo S–D	Grupo <i>Sthenoteuthis-Dosidicus</i>
IMECOCAL	Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California
LM	Longitud de manto
MOCNESS	Redes múltiples de apertura y cierre
PC–ORD	Programa de computadora para realizar el ACC
PI / 1000m <sup>3</sup>	Paralarvas en 1000 m <sup>3</sup>
SCC	Sistema de la Corriente de California
UABC	Universidad Autónoma de Baja California

## Material examinado

Todos los especímenes fueron identificados a partir de muestras colectadas en los cruceros IMECOCAL realizados durante 1997 y 1998 a bordo del B/O Francisco de Ulloa en aguas del Pacífico Mexicano, frente a la costa occidental de la península de Baja California. Los especímenes se encuentran depositados en las siguientes instituciones: CICIMAR-IPN: Departamento de Plancton y Ecología Marina, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, B.C.S., México, y SBMNH: Departamento de Zoología de Invertebrados, Museo de Historia Natural de Santa Barbara, Santa Barbara, California, Estados Unidos.

Especie	No de ejemp.	Lat	Long	Prof (m)	Crucero	Estación	Mes	No. Cat.
<i>Dosidicus gigas</i>	7	26.1993	-115.4897	2500	IMECOCAL 9801/02	127.55	Ene/feb98	CICIMAR-IPN
	1	26.3413	-113.8267	490		130.35		
	1	27.382	-116.1847	3596	IMECOCAL 9807	120.55	Julio98	CICIMAR-IPN
	287	27.231	-114.9817	1600		123.42		
	4	27.129	-115.1648	4090		123.45		
	1	26.951	-115.5063	3294		123.50		
	1	26.7811	-115.8633	3596		123.55		
	1	26.3681	-115.1312	3000		127.50		
	5	27.231	-114.9817	1600	IMECOCAL 9807	123.42	Julio98	SBMNH-000001
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	2	29.427	-116.601	1030	IMECOCAL 9709/10	110.45	Sep/oct97	CICIMAR-IPN
	58	27.2316	-114.9817	1600	IMECOCAL 9807	123.42	Julio98	CICIMAR-IPN
	6	27.1298	-115.1648	4090		123.45		
	1	25.6388	-115.0813	3987		130.55		
	5	27.2316	-114.9817	1600	IMECOCAL 9807	123.42	Julio98	SBMNH-000002

Continuación...

Especie	No de ejemp.	Lat	Long	Prof (m)	Crucero	Estación	Mes	No. Cat.
<i>Complejo S-D</i>	2	29.427	-116.601	1030	IMECOCAL 9709/10	110.45	Sep/oct97	CICIMAR-IPN
	5	26.1993	-115.4897	2500	IMECOCAL 9801/02	127.55	Ene/feb98	
	10	26.3413	-113.8267	490		130.35		
	1	26.8736	-117.157	3000	IMECOCAL 9807	120.70	Julio98	CICIMAR-IPN
	124	27.2316	-114.9817	1600		123.42		
	1	27.1298	-115.1648	4090		123.45		
	1	26.3681	-115.1312	3000		127.50		
	1	26.1993	-115.4897	3539		127.55		
	1	26.1425	-114.1138	2298		130.40		
	5	27.2316	-114.9817	1600	IMECOCAL 9807	123.42	Julio98	SBMNH-000003
	1	27.5408	-115.8743	3000	IMECOCAL 9809/10	120.50	Sep/oct98	CICIMAR-IPN
<i>Eucleoteuthis luminosa</i>	1	28.6366	-115.293	207	IMECOCAL 9807	117.35	Julio98	CICIMAR-IPN
	1	27.6393	-117.1973	3017		117.65		
	1	26.1993	-115.4897	3539		127.55		
	1	28.2836	-115.9295	3422	IMECOCAL 9807	117.45	Julio98	SBMNH-000004
	1	28.6778	-116.6143	3400	IMECOCAL 9809/10	113.50	Sep/oct98	CICIMAR-IPN
<i>Hyaloteuthis pelagica</i>	1	31.1871	-117.773	1647	IMECOCAL 9807	100.45	Julio98	CICIMAR-IPN
	1	28.88	-116.305	2083		113.45		

Continuación...

<b>Especie</b>	<b>No de ejemp.</b>	<b>Lat</b>	<b>Long</b>	<b>Prof (m)</b>	<b>Crucero</b>	<b>Estación</b>	<b>Mes</b>	<b>No. Cat.</b>
<i>Morfotipo A</i>	2	29.050	-115.968	1800	IMECOCAL 9801/02	113.40	Ene/feb98	CICIMAR-IPN
	3	28.88	-116.305	3106		113.45		
	1	27.941	-115.2325	40		120.40		
	3	26.9141	-114.1065	85		127.35		
	12	25.638	-115.081	3627		130.55		
	1	27.2316	-114.9817	1600	IMECOCAL 9807	123.42	Julio98	CICIMAR-IPN
	29	27.1298	-115.1648	4090		123.45		
	5	27.1298	-115.1648	4090	IMECOCAL 9807	123.45	Julio98	SBMNH-000005
<i>Morfotipo B</i>	1	28.367	-117.2455	3000	IMECOCAL 9807	113.60	Julio98	CICIMAR-IPN
	1	27.45	-117.5438	3797		117.70		