



**FAMILIAS DE PARALARVAS DE CEFALÓPODOS (MOLLUSCA: CEPHALOPODA)  
DISTRIBUIDAS EN EL OCÉANO PACÍFICO COLOMBIANO: CRUCEROS 2001-  
2004 DEL ESTUDIO REGIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO (ERFEN)**

**EILEÉN PAOLA VARGAS MARTÍNEZ**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y APLICADAS  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA APLICADA  
Campus Nueva Granada, Cajicá**

**Mayo de 2014**

**FAMILIAS DE PARALARVAS DE CEFALÓPODOS (MOLLUSCA: CEPHALOPODA)  
DISTRIBUIDAS EN EL OCÉANO PACÍFICO COLOMBIANO: CRUCEROS 2001-2004 DEL  
ESTUDIO REGIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO (ERFEN)**

**EILEÉN PAOLA VARGAS MARTÍNEZ**

**Trabajo de grado para optar al título de**

**Biólogo**

**Director**

**Raúl Hernando López Peralta, Dr. rer. nat.**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y APLICADAS  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA APLICADA  
Campus Nueva Granada, Cajicá**

**Mayo 2014**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Pedro y Consuelo por su confianza, apoyo y paciencia, muestra de su amor incondicional.

A mi abuelita Alba por cuidarme y tenerme presente en sus oraciones.

A mi tía Nelly por haber sido mi segundo hogar en esta ciudad.

A mis hermanos de corazón: Albeiro y Edna, por ser parte de esta etapa y de mi vida.

A Julian, por llenar con dulces melodías el final de este proceso.

A mis amigos y a todos aquellos que me brindaron parte de su buena energía en este camino.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi director de trabajo de grado, Profesor Dr. Raúl Hernando López Peralta, por sus enseñanzas y buena disposición durante este tiempo.

Al grupo de Investigación en Hidrobiología Aplicada (HIDROBIA), liderado por el Profesor López.

A la Dirección General Marítima (DIMAR) y Centro Control de Contaminación del Pacífico (CCCP), por el suministro a la UMNG, del listado básico de los datos abióticos y las muestras biológicas.

## CONTENIDO

RESUMEN	
ABSTRACT	
LISTA DE FIGURAS.....	
LISTA DE TABLAS.....	
LISTA DE ANEXOS.....	
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>6</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos referidos a los cinco periodos de estudio.....	7
<b>ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>7</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
Obtención de las muestras.....	9
Separación e identificación de las paralarvas de cefalópodos.....	10
Ubicación taxonómica.....	11
Diagnosis.....	12
Familia Ancistrocheiridae.....	12
Familia Cranchiidae.....	12
Familia Enoploteuthidae.....	12
Familia Gonatidae.....	12
Familia Ommastrephidae.....	13
Familia Onycoteuthidae.....	13
Familia Pyroteuthidae.....	13
Suborden Incirrina Familia Octopodidae.....	13
Obtención de los datos abióticos.....	15
Análisis de la información.....	16
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>17</b>

<b>Identificación de las paralarvas de cefalópodos capturadas en el OPC.....</b>	<b>17</b>
Descripción morfométrica.....	17
Longitud del Manto (LM).....	17
Índice de Longitud de la Probóscide (ILP).....	20
Abundancia y distribución de las familias de paralarvas capturadas en el OPC. ....	25
Abundancia de las paralarvas en el OPC en relación con la hora del día y las fases lunares.	35
<b>CONCLUSIONES. ....</b>	<b>38</b>
<b>RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>39</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA. ....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Red general de estaciones del ERFEN en el OPC. Estaciones de estudio de la comunidad de paralarvas de cefalópodos. Suministrada por el Prof. Dr. R. López, director de proyectos ERFEN-UMNG.....	9
Figura 2. Características morfológicas básicas de paralarvas de calamar (Orden Teuthida) (tomada y modificada de Granados, 2008). .....	10
Figura 3. Vista dorsal, y nomenclatura de estructuras para el análisis morfométrico de paralarvas de cefalópodos (modificado de Ramos, 2007). Imágenes tomadas de Rosales y López (2007). 1. Enoploteuthidae, 2. Onychoteuthidae, 3. Ommastrephidae. LM= Longitud del Manto, LP= Longitud de la Probóscide, AA= Ancho de la Aleta, LC= Longitud de la Cabeza, AC= Ancho de la Cabeza, ABC= Ancho de la Base de la Cabeza, CR= Cromatóforos. ....	14
Figura 4. Frecuencia de tallas de las paralarvas (LM mm) en los cinco periodos de estudio en el OPC. .	19
Figura 5. Relación ILP vs. LM en las paralarvas durante los cinco periodos de estudio en el OPC. ....	22
Figura 6. Distribución y abundancia general de paralarvas ( $n/1000\text{ m}^3$ ) en los cinco periodos de estudio en el OPC. ....	24
Figura 7. Abundancia relativa de las familias de paralarvas en general y por periodo capturadas en el OPC. ....	26
Figura 8. Salinidad superficial (UPS) en los cinco periodos de estudio en el OPC. Figuras suministradas por el Prof. Raúl López, director de proyectos ERFEN-UMNG. ....	31
Figura 9. Temperatura superficial ( $^{\circ}\text{C}$ ) en los cinco periodos de estudio en el OPC. Figuras suministradas por el Prof. Raúl López, director de proyectos ERFEN-UMNG. ....	32
Figura 10. Comparación entre las abundancias de las paralarvas y las correlaciones significativas para la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y la salinidad (UPS), obtenidas con el análisis de factores (extracción por componentes principales).....	33
Figura 11. . Variación nictimeral y lunar de la abundancia de las paralarvas ( $PL/1000/\text{m}^3$ ) durante los cinco periodos de estudio y en general en el OPC. ....	36
Figura 12. . Relación entre la abundancia de paralarvas y los factores abióticos en el OPC. Análisis de factores por el método de extracción por componentes principales. En todos los periodos los dos primeros componentes explicaron más del 60.0% de la varianza de los datos; en el análisis general el 58.0%.....	37

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. ILP de las paralarvas de Ommastrephidae capturadas en los cinco periodos de estudio en el OPC. ....	20
Tabla 2. Abundancia de las paralarvas (PI/1000 m <sup>3</sup> ) capturadas por estación y periodo en el OPC. ....	27

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Importancia comercial de las familias de calamar. ....	49
Anexo 2. Ubicación de las estaciones en el OPC durante los cinco periodos de muestreo. En gris horas nocturnas. Suministrado por el Prof. Dr. R. López, director de proyectos ERFEN-UMNG. ....	50
Anexo 3. Correlaciones significativas en los componentes 1 y 2 del análisis de factores por componentes principales, para el estudio de las paralarvas en el OPC. ....	51

## RESUMEN

Los cefalópodos constituyen un grupo de importancia ecológica y económica, pero el conocimiento sobre los adultos y sus paralarvas en el Océano Pacífico Colombiano (OPC) es muy limitado. Por lo tanto, se identificaron las paralarvas hasta el nivel de familia y se describió su distribución y relación con algunas variables abióticas, durante Jun-Jul.01, Ago-Sep.01, Sep.02, Sep.03 y Sep-Oct.04. Dentro de las ocho familias identificadas predominaron los calamares de Ommastrephidae (66.3%) (acaso una alta proporción de *Sthenoteuthis oualaniensis* y *Dosidiscus gigas*). Se evidenció la influencia termohalina y desoves en todos los periodos, pues las abundancias paralarvales fueron considerables (78-1655 PI/1000 m<sup>3</sup>). La longitud del manto indicó eclosión más temprana que en otras regiones del Pacífico americano, posiblemente debido a las temperaturas más altas en el OPC. La distribución fue siempre heterogénea, usual en el plancton, pero con abundancia más baja en Sep.03 en el extremo suroccidental, quizá por la influencia del evento El Niño moderado-débil detectado sólo en ese sector. La tendencia a abundar en la noche (1674 PI/1000 m<sup>3</sup> vs. 338 PI/1000 m<sup>3</sup> en el día) y cuarto creciente (51.79%) se atribuyó a las migraciones verticales de las paralarvas, como respuesta a la luz. La variabilidad de estos hallazgos pudo estar relacionada con el comportamiento reproductivo de los cefalópodos, los cambios ambientales inter-periodos enmarcados en la gran complejidad ambiental del OPC y otros factores no sopesados, que afectan las comunidades del zooplancton, e. g., circulación de las masas de agua, disponibilidad de alimento y depredación.

**Palabras clave:** Paralarvas, Pacífico colombiano, morfometría, variables abióticas.

## ABSTRACT

Cephalopods are an ecological and economic important group, but knowledge about adults and paralarvae in the Colombian Pacific Ocean (CPO) is very limited. Therefore, paralarvae were identified to the family level and their distribution and relation to some abiotic variables described during Jun-Jul.01 , Aug-Sep.01, Sep.02, Sep.03, and Sep-Oct.04. Ommastrephidae squids (perhaps a high proportion of *Sthenoteuthis oualaniensis* and *Dosidiscus gigas*) predominated (66.3%) within the eight families identified. Thermohaline influence and spawning in all periods were evident, since paralarval abundances were significant (78-1655 PI/1000 m<sup>3</sup>). Mantle length indicated earlier hatching than in other regions of the American Pacific, possibly due to the higher temperatures in the CPO. The distribution was always heterogeneous, as usual in plankton, but with lower abundance in Sep.03 in the southwestern corner of the study area, perhaps due to the influence of the moderate-weak El Niño event detected only in that sector. The tendency to increase by night (1674 PI/1000 m<sup>3</sup> vs. 338 PI/1000 m<sup>3</sup> by day) and first quarter (51.79 %) was attributed to the vertical migration of paralarvae in response to light. The variability of these findings could be related with the reproductive behavior of cephalopods, the environmental changes among periods framed in the high environmental complexity of the OPC, and other factors not weighed, affecting zooplankton communities, e. g., movement of water bodies, food availability and predation.

**Key words:** Paralarvae, Colombian Pacific, morphometry, abiotic variables

## INTRODUCCIÓN

La clase Cephalopoda Cuvier, 1797 (Mollusca Linnaeus, 1758) está conformada por las subclases Nautiloidea Agassiz, 1847, representada sólo por el género *Nautilus* Linnaeus, 1758, y Coleoidea Bather, 1888, la cual consta de siete órdenes, cuatro de ellos con representantes vivientes: Sepioidea Zittel, 1895 (sepias), Teuthida Naef, 1916 (calamares), Octopoda Leach, 1818 (pulpos) y Vampiromorpha Pickford, 1939. Los cefalópodos cuentan con 700 especies, contenidas en 45 familias y 150 géneros distribuidos mundialmente (Guerra, 1992; Hanlon y Messenger, 1996; Díaz *et al.*, 2000; Brusca y Brusca, 2003). Alrededor de 175 de las especies conocidas son consideradas de interés comercial (Roper *et al.*, 1984) y corresponden, en especial a familias de calamares (Anexo 1), mientras que otras son consideradas recursos pesqueros potenciales no explotados y suelen capturarse como pesca incidental (Villarroel *et al.*, 2001).

En los cefalópodos adultos las características morfológicas comunes más sobresalientes son el gran desarrollo de la región cefálica, porción oral rodeada de brazos provistos de ventosas y ganchos (excepto en la subclase Nautiloidea); una rádula simplificada, complementada con una mandíbula quitinosa, y una concha modificada, reducida o ausente (Brusca y Brusca, 2003).

Estos moluscos habitan exclusivamente ambientes marinos, desde aguas someras hasta 7000 m de profundidad (Guerra, 1992; Hanlon y Messenger, 1996; Díaz *et al.*, 2000; Brusca y Brusca, 2003). La mayoría son nectónicos de la zona nerítica u oceánica, aunque algunas especies pueden ser demersales (Granados, 2008). Los adultos de muchas especies efectúan migraciones verticales circadianas, encontrándose entre 400 y 800 m de profundidad en el día (algunas alcanzan los 3000 m), y hasta 200 m e incluso la superficie en la noche (Roper y Young, 1975). Son de gran importancia en la transferencia de energía dentro de la trama trófica, al ser depredadores oportunistas y presas de peces, aves y mamíferos marinos (Díaz *et al.*, 2000; Diekmann, 2004).

Alrededor de tres días después de la fecundación ocurren los desoves en una masa gelatinosa; este proceso es prolongado e intermitente, para asegurar que por lo menos una puesta se realice en condiciones favorables para el desarrollo embrionario (sin metamorfosis), cuya duración es desde pocos días a varios meses, dependiendo de la especie y las condiciones ambientales (Roper *et al.*, 1984; Bower, 1996; Boletzky, 2003). Luego eclosionan paralarvas

plactónicas (O'Dor *et al.*, 1985). El término paralarva se basa en criterios ecológicos y morfológicos, definiéndose como el primer estadio de crecimiento post-eclosión de los cefalópodos; las paralarvas son muy parecidas a los adultos, aunque poseen diferentes proporciones corporales (Roper *et al.*, 1984; Young y Harman, 1989; Sweeney *et al.*, 1992). Las paralarvas de la Familia Ommastrephidae son las únicas con un estadio de desarrollo característico, conocido como rhynchoteuthion, diferenciado de las demás por la presencia de dos tentáculos fusionados en forma de una probóscide (Nesis y Nigmatullin, 1979) (Fig. 3).

Las paralarvas son depredadoras activas, *e. g.*, de crustáceos del zooplancton (Iglesias *et al.*, 2006). No obstante, pueden sobrevivir sin alimento algunos días, al poseer reservas vitelinas y absorber determinados nutrientes por la piel (Boletzky, 1975; Lee, 1994). Al igual que los adultos, pueden efectuar desplazamientos nictimerales en la columna de agua, aunque han sido menos estudiados; se sabe de su distribución en los primeros 200 m y que su abundancia es poca (Granados *et al.*, 2010). En su distribución y abundancia intervienen otros factores, como el transporte por las corrientes desde las zonas de postura hasta las de alimentación (Díaz *et al.*, 2000; Iglesias *et al.*, 2006), la temperatura, la salinidad, la termo- y haloclina, disponibilidad de alimento y las surgencias, que también juegan un papel preponderante en la maduración y desove de muchas especies (Rocha *et al.*, 1999; Vega *et al.*, 2000).

## ANTECEDENTES.

En América, desde mediados del siglo XVIII y XIX se han realizado investigaciones sobre cefalópodos, especialmente en aguas de México y el Caribe, en cuyas aguas de Colombia se han inventariado 20 especies; un número muy bajo comparado con otras áreas (Gracia *et al.*, 2002).

Para el Pacífico suramericano Cervigón *et al.* (1993) publicaron una guía con la descripción de 40 especies e información sobre su distribución geográfica, habitat y biología.

En el Océano Pacífico Colombiano (OPC) los cefalópodos están representados por ca. 40 especies de 17 familias de los ordenes Sepioidea, Teuthida y Octopoda. Las flotas pesqueras industriales y pescadores artesanales extraen aproximadamente 70% de calamares (particularmente *Loligo* Lamarck, 1798, *Illex* Steenstrup, 1880 y *Todarodes* Steenstrup, 1880) (en especial como captura incidental en la pesca de camarón o de pesca blanca), 14% de sepias (*Sepia* Linnaeus, 1758 y *Sepiella* Gray, 1849) y 15% de pulpos (*Octopus* Cuvier, 1797 y *Eledone* Leach, 1817 autor y año) (Roper *et al.*, 1984). También se ha reportado la captura de *Lolliguncula diomedae*, *Lolliguncula panamensis* Berry, 1911 y *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835 in 1834-1847) (MADR y CCI, 2011). Un alto porcentaje de las capturas de calamar es usado en la pesca del pez dorado (*Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758) (Fernández *et al.*, 2003), recurso importante para el desarrollo pesquero del OPC (Caetano *et al.*, 2012). En cuanto a aspectos biológicos, sólo se encontraron datos sobre *L. panamensis* capturada en aguas costeras: ♀ > ♂, ovocitos de diferente tamaño, posible liberación de más de una de las cápsulas que los envuelven, más de un desove en el periodo reproductivo; longitud del manto en la maduración: ♀ 76-79 mm, ♂ 40 mm (Barragán, 1977a,b; Squires y Barragán, 1979). Estas tallas son similares a las registradas por Arizmendi *et al.* (2012) en el golfo de California.

Las paralarvas de cefalópodos han sido consideradas en estudios generales de zooplancton en prácticamente todo el mundo, aunque la información acerca de su distribución y abundancia, al igual que la de los juveniles, sigue siendo insuficiente debido a su distribución irregular y su habilidad para esquivar las redes de captura, como se ha observado desde hace casi tres décadas (e. g., Vecchione, 1987).

En el Pacífico Oriental Tropical, Yatsu (1999) estudió la morfología y distribución de los estadios rhynchoteuthion de *Dosidicus gigas* y *Sthenoteuthis oualaniensis* Verrill, 1880 (Ommastrephidae) durante 1977. Staaf (2010) observó mayores abundancias de los mismos estadios en la superficie entre 1998 y 2006, y Staaf (2013) reportó su distribución convergente en gran parte del Pacífico americano.

Varios trabajos se han efectuado en el Pacífico Mexicano, en particular en aguas de Baja California; e. g., Camarillo (2006) encontró mayor proporción de paralarvas de la familia Ommastrephidae (59%), cuyas especies *D. gigas* y *S. oualaniensis* fueron las más numerosas. Ramos (2007) realizó análisis morfológicos, morfométricos y genéticos para diferenciar estas dos especies y Granados (2008) reportó como familias más numerosas a Onychoteuthidae (32%) Cranchiidae (28%) y Gonatidae (23%). La presencia de paralarvas de *Eucleoteuthis luminosa* Sasaki, 1975 (Ommastrephidae) en aguas de la costa occidental de la península de Baja California sugirió desoves en esa área (Granados *et al.*, 2013). También deben mencionarse las investigaciones de Markaida y Sosa (2001) y Markaida (2001, 2006) que incluyen información sobre la ontogenia de *D. gigas* en el Golfo de California.

También en el Pacífico sur de México se evaluó la distribución y abundancia de las fases tempranas y juveniles de cefalópodos. Los resultados mostraron un ensamble típico de aguas tropicales y oceánicas de las familias: Octopodidae (48.5%), Enoploteuthida (9%), Argonautidae (13.3%), Ommastrephidae (11.5%), Onychoteuthidae (6.7%) y Cranchiidae (4.1%) (Alejo *et al.*, 2012, 2013). En la bahía de Los Ángeles (Baja California) los picos de desove y posterior abundancia de paralarvas de *Octopus bimaculatus* Verrill, 1883, se dan julio, con el aumento de la temperatura, y en septiembre, con las surgencias de la época (Castellanos, 2008).

En el domo de Costa Rica Vecchione (1999) reportó un número sorprendente e inusual de paralarvas, en agosto-noviembre de 1987 y la atribuyó al calentamiento del agua por El Niño. Ichii *et al.* (2002) observaron efectos similares durante El Niño 1997 y La Niña 1999, además de desoves de *D. gigas* hacia el sur. En el domo también se ha explorado el impacto de La Niña 2007 sobre las paralarvas de esta especie (Sakai *et al.*, 2008) y se ha advertido que *S. oualaniensis* está confinada al área más occidental (Markaida y Sosa, 2001).

En aguas del Pacífico sudeste se han realizado pocas investigaciones sobre los estadios tempranos de cefalópodos, dentro de los que pueden nombrarse los siguientes:

A partir de la fertilización artificial de ejemplares de *D. gigas* obtenidos en aguas del Perú, Yatsu *et al.* (1999) evaluaron la tasa de eclosión y algunas características de los estadios rhynchoteuthion. En ese país se ha contemplado la distribución y abundancia de dicha especie en la corriente de Humboldt (Sakai *et al.*, 2008), y se han emprendido análisis moleculares para diferenciar sus paralarvas de las de *S. oualaniensis* (Wakayabashi *et al.*, 2008). En el Perú también se ha estudiado el desarrollo temprano de *Loligo gahi* D'Orbigny, 1835, en el campo y en el laboratorio, a partir de puestas colectadas en la Isla San Lorenzo (Cardoso *et al.*, 2005).

Vega *et al.* (2000) se enfocaron en la identificación, distribución y abundancia de paralarvas de cefalópodos en aguas litorales del sur de Chile, reportando la presencia de los géneros *Octopus* Cuvier, 1797 y *Gonatus* Gray, 1849. En los canales de Chiloé, en la misma región, Carrasco *et al.* (2012) hallaron estadios tempranos de Octopodidae (*Enteroctopus megalocyathus* (Gould, 1852), *Robsonella fontaniana* (D'Orbigny, 1834 in 1834-1847) Sepiolidae (*Semirossia patagonica* (Smith, 1881) y una especie indeterminada de Onychoteuthidae.

Dentro de los estudios de zooplancton de la UMNG en el marco del Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN), en septiembre de 2005 Rosales y López (2007) aportaron datos preliminares sobre cuatro familias de calamares, dominadas por Ommastrephidae (61.0%), con el mayor número en aguas oceánicas, a diferencia de las paralarvas de pulpos más cercanas a la costa: los dos grupos abundaron más en la noche. Algo similar, refirieron López y Castañeda (2009) para septiembre de 2005 e identificaron 10 taxa de calamares, dentro de las que también sobresalió Ommastrephidae (48,5%). Considerando los mismos cinco periodos del presente trabajo, López y Ramírez (2011) informaron con respecto a indicios de la influencia termohalina y aguas de surgencia sobre la distribución de las paralarvas, y del aumento en la probabilidad de captura nocturna, en razón de su migración vertical.

Cabe mencionar el trabajo de Riaño y Giraldo (2004) (no realizado por la UMNG), quienes identificaron 25 grupos zooplanctónicos, dentro de ellos cefalópodos (<4% del total) en septiembre de 2004; también detectaron una correlación entre la abundancia y biomasa zooplanctónica con la concentración de clorofila-a.

Esta investigación se orientó esencialmente a identificar hasta el nivel de familia las paralarvas de cefalópodos halladas en cinco cruceros oceanográficos del ERFEN; además, se proporciona

información sobre su distribución y abundancia en relación con la temperatura y la salinidad, lo cual puede ser útil para determinar dónde y cuándo ocurren los desoves, lo cual constituye una información valiosa en las especies de importancia comercial (Vecchione, 1987). También se aporta información sobre la abundancia paralarval en relación con los desplazamientos circadianos y el ritmo lunar.

## **JUSTIFICACIÓN.**

El conocimiento sobre paralarvas de cefalópodos en el OPC es muy limitado, viéndose reflejado en la falta de información ecológica y taxonómica, quizás por la escasa disponibilidad de expertos en el tema en Colombia, aunque existen varias especies de interés económico o de potencial interés en las pesquerías.

## **HIPÓTESIS.**

1. La familia Ommastrephidae hace parte de la comunidad paralarval de cefalópodos en el OPC, con una abundancia sobresaliente con respecto a otras familias, incluyendo individuos de *D. gigas* y *S. oualaniensis*, como ha ocurrido en algunas prospecciones de zooplancton en el Pacífico americano. Presencia de pulpos con baja abundancia en aguas más cercanas a la costa.
2. Similar a otras regiones, en el OPC la distribución y abundancia de las paralarvas de cefalópodos están influenciadas en mayor o menor medida por la hora del día y el ciclo lunar, aunque otros factores, e. g., la dinámica de la circulación, también pueden desempeñar un papel importante.

## **OBJETIVOS.**

### **Objetivo general.**

Identificar las paralarvas de cefalópodos capturadas en el OPC durante cinco periodos, correspondientes a cruceros oceanográficos del ERFEN Hasta que nivel?.

Identificar a nivel de familia las paralarvas de cefalópodos capturadas en el OPC durante cinco periodos, correspondientes a cruceros oceanográficos del ERFEN.

### **Objetivos específicos referidos a los cinco periodos de estudio.**

- Identificar a nivel de familia las paralarvas de cefalópodos. Incluya esto en el objetivo principal
- Cuantificar las paralarvas/familia y definir su distribución.
- Establecer la posible influencia de la temperatura, salinidad, hora del día y fase lunar sobre la distribución y abundancia de la comunidad de paralarvas.

### **ÁREA DE ESTUDIO.**

El OPC está situado entre los 01°30' y 06°30' de latitud norte y los 77°45' y 84°00' de longitud oeste y su área aproximada es de 330000 Km<sup>2</sup> (IDEAM, 1998). Sus límites geográficos son: Al norte las aguas territoriales de la República de Panamá; al este el litoral occidental de Colombia; al sur las aguas costeras del Ecuador y la cordillera submarina de Carnegie (1350 Km de longitud y 300 Km de ancho) y al oeste la cordillera de Cocos (200 Km de ancho y 1000 Km de largo) (CCCP, 2002) (Fig. 1).

Según López y Baldrich (2010), el OPC se caracteriza por:

- Fuerte influencia de la Zona de Convergencia Intertropical y los vientos Alisios del norte y del sur.
- Es una de las regiones más lluviosas del mundo, con las mayores precipitaciones en abril-julio y octubre-diciembre, y las menores en febrero-marzo y agosto.
- Presencia de la isla Gorgona, cerca de la costa, y la isla oceánica Malpelo.
- Dinámica hidrológica compleja con varios flujos superficiales: Contracorriente Ecuatorial, Corriente de Panamá, Corriente Costera del Chocó, Corriente de Colombia, circulación ciclónica central, remolinos costeros de aparente alta productividad biológica; además, surgencias costeras y oceánicas en gran parte de su extensión y una descarga dulceacuícola alta entre Cabo Corrientes y Ecuador, y un amplio régimen mareal (máximo 6 m). Cabe agregar la influencia de la Contracorriente Ecuatorial, la cual es más fuerte en el segundo semestre del año, en particular septiembre (Wyrski, 1965).
- Cerca de 2900 Km<sup>2</sup> de bosques de manglar.

- Influencia del los eventos El Niño y La Niña.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

### Obtención de las muestras.

El ERFEN contempla una red de 113 estaciones oceanográficas para el estudio del OPC. Dentro de éstas, sólo 23-30 se han destinado al estudio del zooplancton (Fig. 1, Anexo 2), dependiendo de las condiciones climáticas durante cada campaña oceanográfica. La captura del zooplancton se realizó con el apoyo del B/O ARC Malpelo (Buque Oceanográfico de la Armada de la República de Colombia) durante cinco periodos (estaciones en paréntesis): 23.Jun-12.Jul.01 (30), 27.Ago-15.Sep.01 (23), 03-22.Sep.02 (25), 1-21.Sep.03 (25) y 18.Sep-08.Oct.04 (25). Las estaciones fueron designadas como diurnas (06:00-18:00 h) y nocturnas (18:01-05:59 h). Por razones prácticas, en el manuscrito los periodos de muestreo se denominan por los meses de realización, *i. e.*, sin incluir las fechas exactas.

Para la captura de zooplancton se realizaron arrastres horizontales en el primer metro superficial usando una red cónica estándar ( $\varnothing = 50$  cm, longitud 1.85 m y poro  $363 \mu\text{m}$ ), provista de un flujómetro General Oceanics para determinar el volumen de agua filtrada (Suthers y Rissik, 2009). El zooplancton se depositó en recipientes plásticos de 500 ml y se fijó con formaldehído al 10% y agua de mar en proporciones iguales.

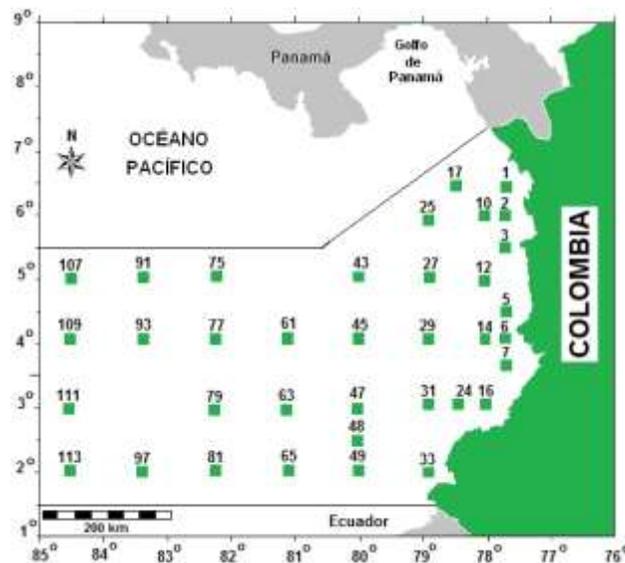


Figura 1. Red general de estaciones del ERFEN en el OPC. Estaciones de estudio de la comunidad de paralarvas de cefalópodos. Suministrada por el Prof. Dr. R. López, director de proyectos ERFEN-UMNG.

## Separación e identificación de las paralarvas de cefalópodos.

Las muestras de zooplancton se analizaron por completo para extraer la totalidad de paralarvas de cefalópodos en el Laboratorio de Hidrobiología del Campus Nueva Granada. Se empleó un estereoscópico Leica EZ4D equipado con cámara fotográfica. Los especímenes se preservaron en formaldehído al 4%.

La identificación de los organismos se realizó con ayuda de las características externas más sobresalientes de los especímenes en buen estado: apariencia externa (globosa, alargada, campana, barril, etc.), tamaño, presencia o ausencia de probóscide, número y longitud de brazos y tentáculos, disposición de las ventosas, ojos (laterales, pedunculados, presencia de fotóforos), y patrón de cromatóforos (presencia, número y posición), reportadas por diferentes autores (Okutani y McGowan, 1969; Nesis, 1970, 1983, 1999; Roper *et al.*, 1984; Harman y Young, 1985; Young e Hirota, 1990; Sweeney *et al.*, 1992; Sakurai *et al.*, 1996; Yatsu, 1999; Yatsu *et al.*, 1999; Vecchione *et al.*, 2001; Alejo, 2002; Wakabayashi *et al.*, 2008; Diekmann, 2004; Ramos, 2007; Granados, 2008) (Fig. 2).

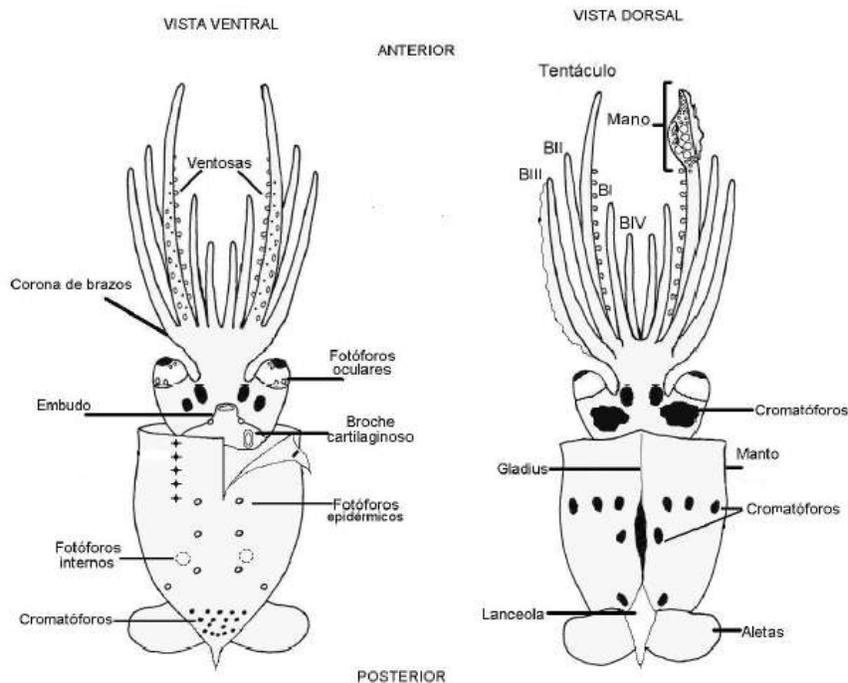


Figura 2. Características morfológicas básicas de paralarvas de calamar (Orden Teuthida) (tomada y modificada de Granados, 2008).

## Ubicación taxonómica.

La ubicación taxonómica de las familias identificadas es la siguiente, según el Sistema Integrado de Información Taxonómica (Integrated Taxonomic Information System= ITIS) (<http://www.itis.gov/>):

Reino Animalia

Subreino Bilateria

Infrareino Protostomia

Superfilum Lophozoa

Phylum Mollusca Linnaeus, 1758

Clase Cephalopoda Cuvier, 1797

Subclase Coleoidea Bather, 1888

Superorden Decabrachia Boettger, 1952

Orden Teuthida Naef, 1916

Suborden Oegopsida D'Orbigny, 1845

Familia Ancistrocheiridae Pfeffer, 1912

Familia Cranchiidae Prosch, 1847

Familia Enoploteuthidae Pfeffer, 1900

Familia Gonatidae Hoyle, 1886

Familia Ommastrephidae Steenstrup, 1857

Familia Onycoteuthidae Gray, 1847

Familia Pyroteuthidae Pfeffer, 1912

Subclase Coleoidea Bather, 1888

Orden Octopoda Leach, 1818

Suborden Incirrina Grimpe, 1916

Familia Octopodidae D'Orbigny, 1839

Las familias Enoploteuthidae, Pyroteuthidae, Ancistrocheiridae fueron consideradas durante mucho tiempo como subfamilias de Enoploteuthidae, pero se propuso subirlas a la categoría de familia, debido a las diferencias en el desarrollo de los estadios paralarvas (Roper y Jereb, 2010). No obstante, Young y Harman (1988) reseñaron la misma clasificación e incluyeron la familia Lycoteuthidae dentro del grupo, siendo éste de los más abundantes entre las paralarvas de cefalópodos (Vecchione *et al.*, 2001).

## **Diagnosis.**

A continuación se anotan las principales características empleadas para diferenciar las ocho familias encontradas en los cinco periodos de estudio en el OPC.

### **Familia Ancistrocheiridae.**

Tejido gelatinoso en la cabeza, ojos pedunculados, separados de la base de los brazos, fotóforos en los tentáculos (desde los 7 mm LM), cabeza y manto. Glandula digestiva con forma de riñón localizada en la cavidad posterior del manto; sutura dorsal marcada. Longitud del Manto (LM) 1.1-1.5 mm (Vecchione *et al.*, 2001).

### **Familia Cranchiidae.**

Manto transparente, alargado o en forma globosa, fusionado con la cabeza en la región nuchal y en las proporciones laterales del embudo o completamente dentro de la cavidad otros géneros presentan la cabeza totalmente fuera del manto, brazos cortos, tentáculos diferenciados, mano ausente, ojos no pedunculados. LM 1.6-2.5 mm (Sweeney *et al.*, 1992; Granados, 2008).

### **Familia Enoploteuthidae.**

Paralarvas con numerosos cromatóforos en la cabeza y manto, y fotóforos internos en el ojo y en el extremo del cuarto par de brazos, los cuales son largos y bien desarrollados. Tentáculos por lo menos tres veces mayores que el IV par de brazos; manto triangular, corto (Roper *et al.*, 1984).

### **Familia Gonatidae.**

En condiciones de preservación, cabeza recogida en el manto hasta el nivel de los ojos. IV par de brazos usualmente más pequeño que el II y III. Tentáculos con una longitud ligeramente mayor o el doble del II par de brazos; mano ausente. Manto delgado relativamente muscular,

con forma de barril, cuatro hileras de ventosas en todos los brazos.; sutura dorsal ligeramente marcada, cabeza parcialmente dentro de esta estructura. LM 1.0-1.5 mm (Sweeney *et al.*,1992; Granados, 2008).

#### **Familia Ommastrephidae.**

Las paralarvas rhynchoteuthion, exclusivas de esta familia, fueron diferenciadas por su probóscide (fusión de dos tentáculos) con un disco terminal con ocho ventosas pequeñas; a medida que incrementa la LM las aurículas del extremo distal de la probóscide se van extendiendo lateralmente, al mismo tiempo que desarrollan ventosas más pequeñas (Ramos, 2007). También se tuvo en cuenta el patrón de cromatóforos y fotóforos (Nesis, 1970, 1979, 1983; Yatsu, 1999) y el Índice de Longitud de la Probóscide (ILP) (Ramos, 2007).

#### **Familia Onycoteuthidae.**

Típico de esta familia es el IV par de brazos de menor longitud, ya que no está completamente desarrollado. Cuatro hileras de ventosas en los tentáculos. Manto delgado, cilíndrico; es muy usual que el manto cubra una parte importante o toda la cabeza; gladius puntiagudo proyectado ligeramente fuera del manto. LM 1.5-2.0 mm (Sweeney *et al.*,1992; Granados, 2008).

#### **Familia Pyroteuthidae.**

Fotóforos anales y branquiales (generalmente dos), así como oculares y sobre la superficie ventral. Brazos muy cortos, II y III par de brazos con seis ventosas, IV con cinco ventosas diminutas; tentáculos cortos y del doble del tamaño del IV brazo. Poseen una curva única en su base; manto muscular en forma de campana; sutura dorsal un poco marcada (Granados, 2008).

#### **Suborden Incirrina Familia Octopodidae.**

El suborden Incirrina está integrado por aquellos pulpos que no poseen aletas, ni cirros (papilas alargadas y carnosas en forma de dedo): Son los más comunes en los océanos (Norman, 2000). Los especímenes de esta familia se caracterizan por su cuerpo gelatinoso o muscular,

ocho brazos circumorales cortos y de igual longitud, ventosas sésiles, tentáculos ausentes, cromatóforos móviles, ausencia de fotóforos (Sweeney *et al.*, 1992).

### Análisis morfométrico.

Se empleó un microscopio E4-Z10 con escala milimetrada de 0,01 mm de precisión, para efectuar las siguientes mediciones (mm): largo del manto, largo y ancho de la cabeza, largo de la probóscide y ancho de la aleta (Fig. 3). No se consideró el ancho del manto, debido a que las paralarvas son capaces de retraer la cabeza hacia el interior del manto, de tal forma que las proporciones pueden variar (Ramos, 2007), y porque muchos de los especímenes presentaron esta estructura aplanada, deformada o incompleta.

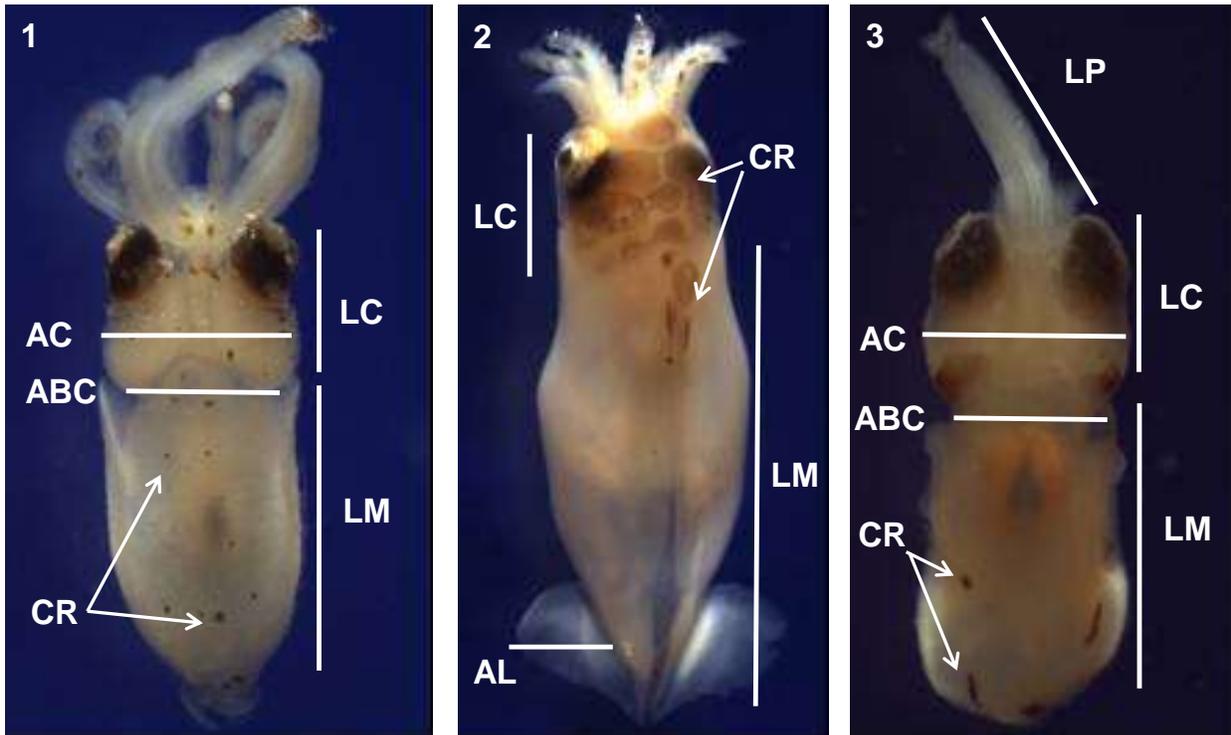


Figura 3. Vista dorsal, y nomenclatura de estructuras para el análisis morfométrico de paralarvas de cefalópodos (modificado de Ramos, 2007). Imágenes tomadas de Rosales y López (2007). 1. Enoploteuthidae, 2. Onychoteuthidae, 3. Ommastrephidae. LM= Longitud del Manto, LP= Longitud de la Probóscide, AA= Ancho de la Aleta, LC= Longitud de la Cabeza, AC= Ancho de la Cabeza, ABC= Ancho de la Base de la Cabeza, CR= Cromatóforos.

## **Índice de Longitud de la Probóscide (ILP).**

En razón de las dificultades para establecer la identidad de la paralarvas, en los objetivos no se planteó la identificación específica; no obstante, se quiso aprovechar la morfometría para tratar de profundizar en la taxonomía de la familia Ommastrephidae, pues la probóscide, cuyo tamaño relativo disminuye conforme el individuo crece (Markaida, 2001), es un carácter exclusivo de sus paralarvas (Ramos, 2007). El  $ILP = LP/LM \cdot 100$  es uno de los índices morfométricos para tratar de diferenciar *D. gigas* de *S. oualaniensis*, pues su valor difiere según la especie; cuando la diferenciación no es factible, se hace referencia al complejo S-D, que integra las dos especies (Yatsu 1999, Yatsu *et al.*, 1999, 2006; Ramos, 2007; Ruvalcaba *et al.*, 2013).

Los especímenes en mal estado de preservación, falta de uno o ambos ojos o incompletos (solo cabeza o manto), manto mal dispuesto y desprendido, y/o probóscide fracturada, se catalogaron como No Identificados (NI).

## **Obtención de los datos abióticos.**

Los datos de temperatura (°C) y salinidad (Unidades Prácticas de Salinidad= UPS) fueron establecidos mediante una sonda CTD (Conductividad, Temperatura, Depth= profundidad), Seabirds Electronics, por el Centro de Control de Contaminación del Pacífico (CCCP).

## **Análisis de la información.**

La estandarización de las abundancias totales y por familia se realizó de acuerdo con (Suthers y Rissik, 2009):  $N = 1000 \text{ m}^3 \cdot n / \pi \cdot r^2 \cdot d$ , donde N = número de individuos en cada arrastre, r = radio de la red, d = distancia recorrida por la red en cada arrastre,  $\pi \cdot r^2 \cdot d$  = volumen de agua filtrada en cada arrastre.

Para definir los niveles de abundancia (baja, media, alta) se usó el método de cuartiles. La distribución de la abundancia por periodo de estudio se ilustró en mapas elaborados con el programa Surfer 8®

Se empleó el programa SPSS statistics 20® para aplicar la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (tamaño muestral < 50) a cada uno de los periodos (Meulman *et al.*, 2010). Los valores de abundancia fueron transformados con  $\log(x+1)$  antes de los análisis, para reducir el sesgo debido a los valores bajos y altos (Clarke y Gorley, 2001).

Se aplicó un Análisis de Factores por extracción de componentes principales, pues permite reducir la información a pocas dimensiones, conservando gran parte de la variación de la información inicial. Se analizaron las correlaciones entre la temperatura, salinidad, hora de captura (día: noche), fase lunar y abundancia de paralarvas; para homogenizar la varianza explicada de cada componente y la distribución de los mismos se realizó una rotación ortogonal varimax. Se escogió el análisis por componentes principales, porque el de correspondencia requiere como mínimo seis variables para formar conjuntos y el de correlación canónica necesita que las variables sean de tipo nominal u ordinal (Meulman *et al.*, 2010).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### Identificación de las paralarvas de cefalópodos capturadas en el OPC.

De las 213 paralarvas halladas en el OPC, 178 (83.6%) se identificaron a nivel de familia. El 16,4% restante no se identificó, por su mal estado y porque los patrones de pigmentación no se conservaron.

El 99% correspondió al orden Teuthida (calamares), cuyos representantes adultos son reconocibles básicamente por sus 10 apéndices circumorales (ocho brazos y dos tentáculos), a diferencia del orden Octopoda (pulpos) con ocho brazos circumorales y sin tentáculos (Cervigón *et al.*, 1993). De este orden sólo se obtuvo 1%. Estos resultados corresponden a lo expresado por Mangold y Portmann (1989), quienes anotan que el orden Teuthida posee el mayor número de familias de cefalópodos a nivel mundial. Nesis (1987) referenció 26 familias con 298 especies y su distribución en aguas oceánicas de todo el mundo.

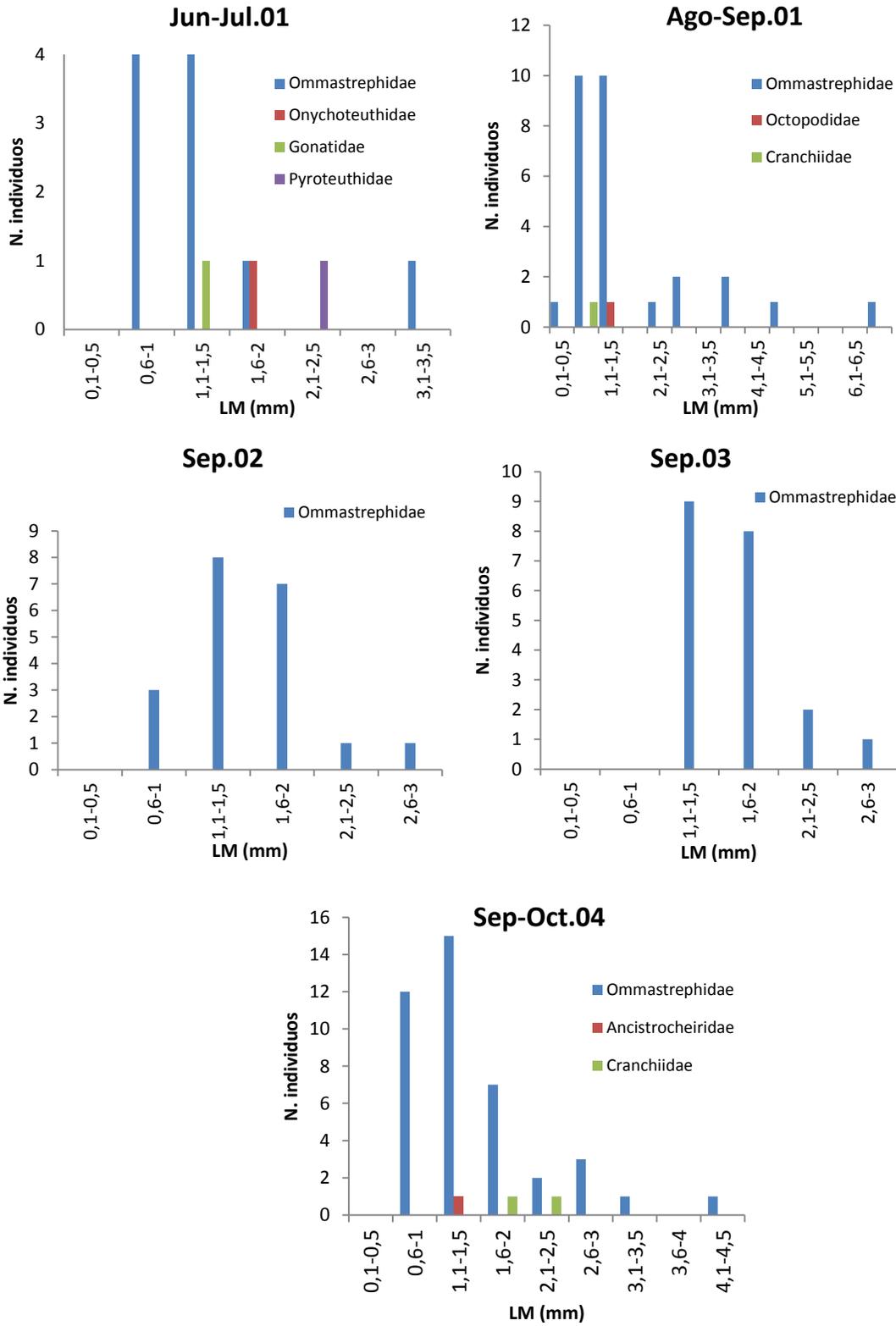
### Descripción morfométrica.

#### Longitud del Manto (LM).

A los 178 ejemplares identificados se les midió la LM. En la mayoría varió entre 0.60 y 2.50 mm, cercana a la de los ejemplares recién eclosionados (Sweeney *et al.*, 1992), lo cual indica reproducción y puesta de las familias identificadas, entre junio y octubre en el OPC. Ago-Sep.01 se destacó porque los especímenes de la familia Ommastrephidae tuvieron el rango más amplio de LM (0.24-6.60 mm), aunque la mayoría no sobrepasó 2.50 mm (Fig. 4).

La LM de las paralarvas es muy diversa, dependiendo de la región, de manera que es indudable que las variaciones de talla tienen que ver con la época de captura, latitud, y metodologías de muestreo, haciendo dificultosas las comparaciones. No obstante, cabe dar algunos ejemplos. Para el Pacífico sur de México, Camarillo (2006) refirió <3 mm para el complejo S-D. Alejo *et al.* (2013) 0.2-37.8 mm (90% LM<3.0 mm) para el grupo Octopodidae, Enoploteuthidae, Argonautidae, Ommastrephidae, Onychoteuthidae y Cranchiidae. En aguas cálidas del Atlántico argentino la LM alcanza 6.5 mm en Ommastrephidae (Sakai *et al.*, 1998),

mientras que en el Pacífico de Chile fluctúa entre 2.1 y 8.3 mm en esta familia, Gonatidae y Octopodidae (Vega *et al.*, 2000). En el OPC la LM en estas tres familias midió 0.24-6.60 (n= 159), 1.46 (n= 1) y 1.3 mm (n= 1), respectivamente; puesto que la mayoría estuvo dentro del rango 0.60-2.50 mm, puede decirse que en el OPC la eclosión de las paralarvas ocurre más temprano, posiblemente debido a las mayores temperaturas.



**Figura 4.** Frecuencia de tallas de las paralarvas (LM mm) en los cinco periodos de estudio en el OPC.

## Índice de Longitud de la Probóscide (ILP).

De los 178 ejemplares identificados, 165 fueron de Ommastrephidae, cuya probóscide se midió para poder hallar el ILP (Tabla 1).

Tabla 1. ILP de las paralarvas de Ommastrephidae capturadas en los cinco periodos de estudio en el OPC.

Periodo	n	LM (mm)	LP (mm)	ILP (%)	Promedio (%)	Diferencia(%)
Jun-Jul.01	7	0.90-3.26	0.24-6.80	25.0-441.0	74.9±39.5	416.0
Ago-Sep.01	28	0.24-6.60	0.46-2.80	29.0-292.0	81.3±51.8	263.0
Sep.02	27	0.92-4.90	0.80-3.50	36.7-127.3	71.6±19.0	90.6
Sep.03	20	1.10-2.72	0.40-2.50	36.0-136.0	78.4±22.9	100.0
Sep-Oct.04	41	0.80-4.40	0.34-3.40	33.3-154.8	78.7± 30.1	121.5

En general, el ILP sugirió la predominancia de *S. oualaniensis*, pues es mayor (75-100%) que en *D.gigas* (25-50%) (Nesis, 1970, 1979, 1983; Yatsu, 1999; Markaida y Sosa, 2001). Aunque los R<sup>2</sup> fueron bajos, las correlaciones negativas LM vs. ILP confirmaron lo anterior, (excepto en Sep.03) (Fig. 5). Este resultado concordó parcialmente con el de Ramos (2007) para *S. oualaniensis* de aguas de California, pues el rango fue 22.3-107.3%, y con el de Harman y Young (1985) para Hawaii (49.0-134.0%).

La correlación positiva obtenida para Sep.03 puede atribuirse a las menores LM en ese periodo. Algo semejante observaron Yatsu *et al.* (1999) en aguas del Perú, pero en paralarvas de *D.gigas*, en las que el ILP aumentó gradualmente de 20% en el día de la eclosión, a 40-60% siete días después.

Las paralarvas de Ommastrephidae capturadas en el OPC debieron agruparse en el complejo S-D, debido a:

- Las disimilitudes anteriores, que señalan que las proporciones del ILP cambian con el área geográfica.
- La baja correlación estadística LM vs. ILP en los especímenes del OPC.
- La coexistencia espacial de *D. gigas* y *S. oualaniensis* (Nesis, 1972; Staaf *et al.*, 2010).
- El parecido morfológico extremo entre los estadios rhynchoteuthion de las dos especies (Gilly *et al.*, 2006).

- El vacío de 51-74% que dejan los rangos del ILP conocidos hasta ahora para estas especies (Nesis, 1970, 1979, 1983; Yatsu, 1999; Markaida y Sosa, 2001).
- Las características biológicas y ecológicas de estas especies.
- Las variadas metodologías y condiciones ambientales en diferentes momentos de la captura, tanto en el OPC, como en otras regiones.

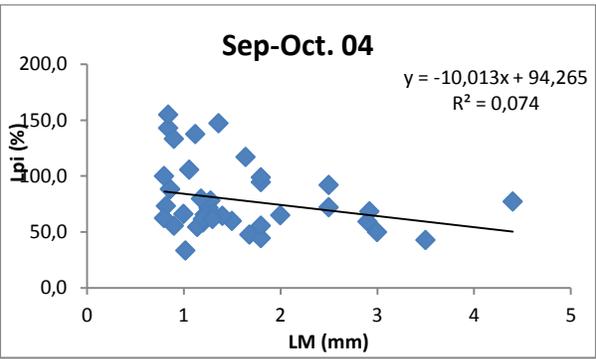
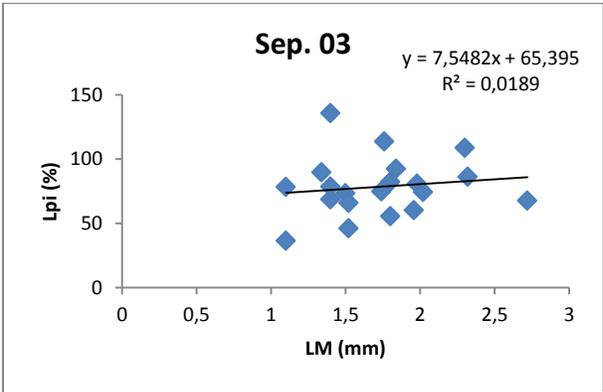
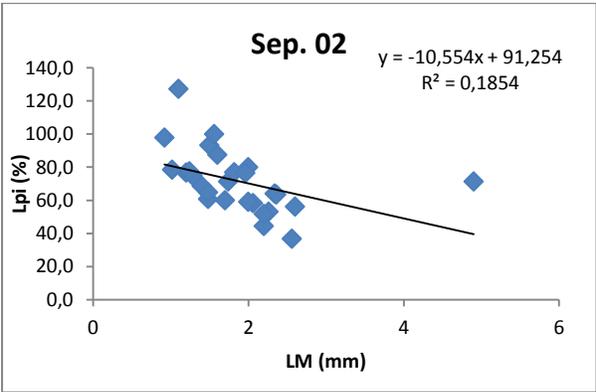
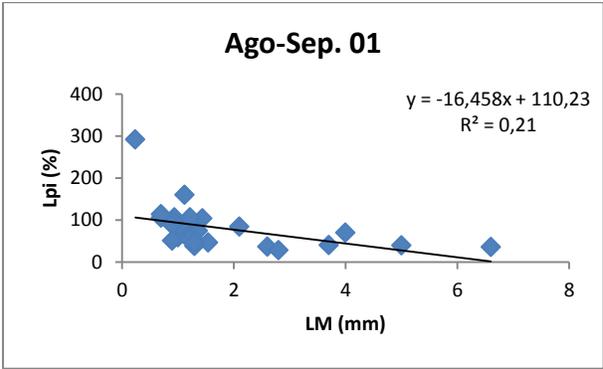
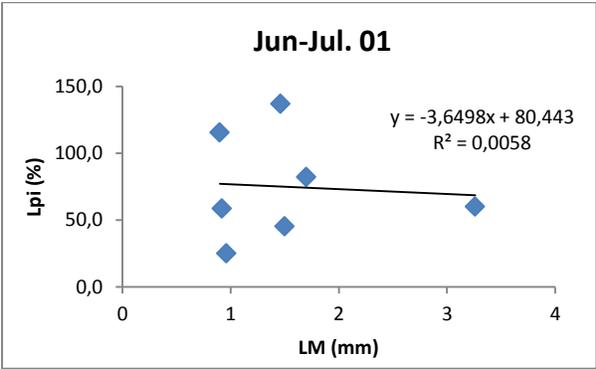


Figura 5. Relación ILP vs. LM en las paralarvas durante los cinco periodos de estudio en el OPC.

## **Abundancia y distribución general de las paralarvas capturadas en el OPC.**

En total se realizaron 128 arrastres, de los cuales 64 fueron positivos para la captura de paralarvas (PI) (Tabla 2). Las abundancias no estandarizadas tuvieron un promedio de 2 PI/muestra de zooplancton, igual al reporte de Vecchione (1987) para el Atlántico norte y Camarillo (2006) para aguas occidentales de la Península de Baja California. En la bahía de Santa Rosalía de la misma región californiana, entre 2003 y 2004 Ramos (2007) registró 1-9 PI/muestra de Ommastrephidae (excepto en Ago.03= 83 PI/muestra). Las diferencias numéricas geográficas, incluido el OPC, en principio pueden imputarse a las diferentes épocas y métodos de muestreo.

En cuanto a las abundancias estandarizadas generales, el valor total más bajo se obtuvo en Jun-Jul.01 (78/1000 m<sup>3</sup>) y el mayor en Sep-Oct.04 (1655/1000 m<sup>3</sup>) (Tabla 2). Estos valores indican que por lo menos la porción de un desove logró ser capturada en cada periodo y denota la importancia del OPC como zona de desove de cefalópodos.

La distribución horizontal fue heterogénea, como suele suceder con el plancton, en general, debido a su gran variabilidad natural, causada por diversos factores, en particular los procesos hidrodinámicos que implican su transporte, retención y dispersión (e. g., surgencias, remolinos y frentes), así como la migración vertical nictimeral, espectro trófico disponible y depredación (Rocha *et al.*, 1999; Díaz *et al.*, 2000; Harris *et al.*, 2000; Vega *et al.*, 2000; Sutor, 2005; Iglesias *et al.*, 2006; Prairie *et al.* 2012). Por supuesto, también cuenta el comportamiento reproductivo de los cefalópodos (Barragán, 1977a,b; Squires y Barragán, 1979, Markaida y Sousa, 2001; Markaida, 2006; Staaf *et a*, 2010; Staaf, 2013).

Dentro de los cruceros oceanográficos ERFEN no se contempla la toma de datos para el estudio de la circulación en el OPC, factor que muy posiblemente contribuyó en la distribución de las paralarvas, según lo anotado.

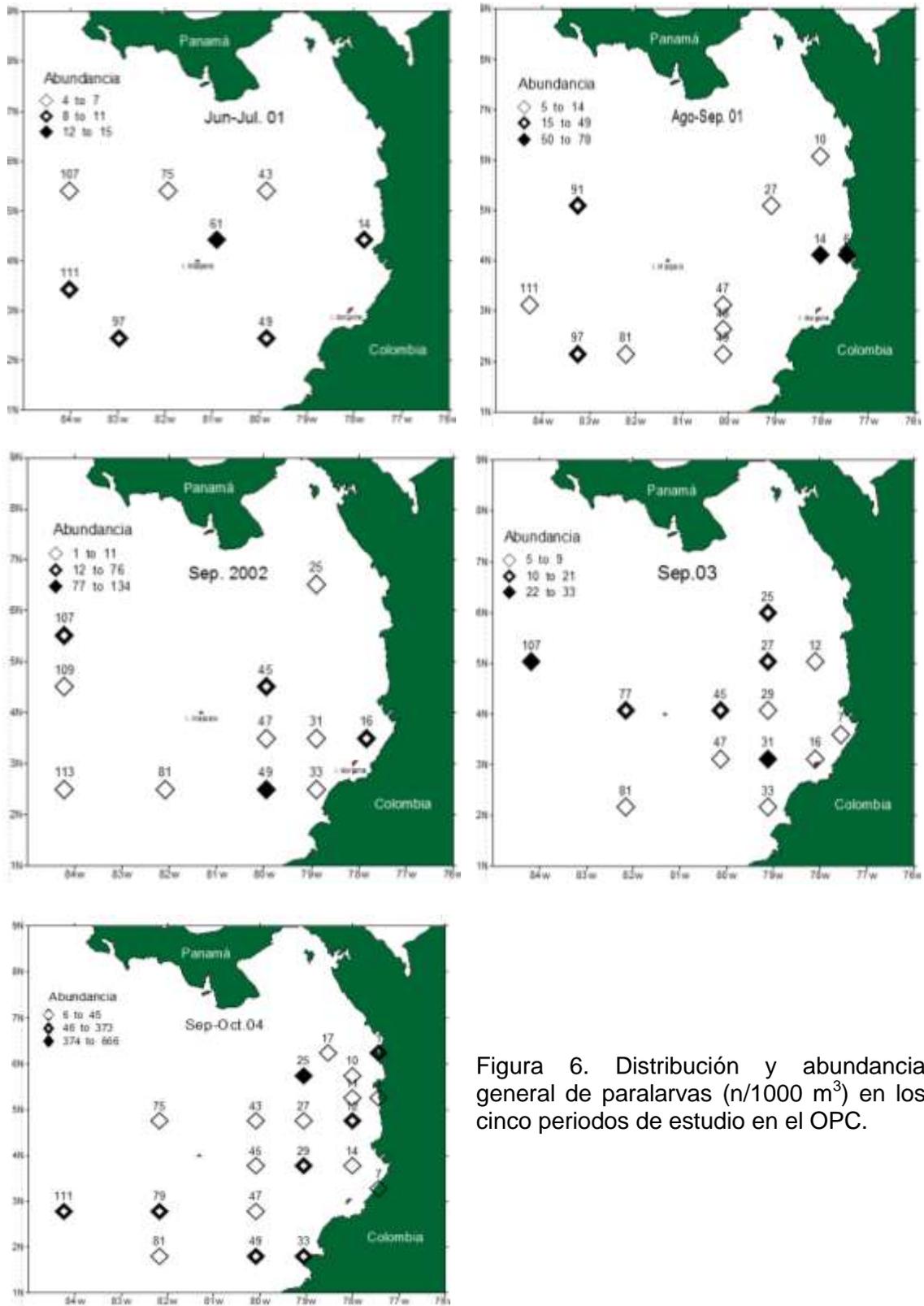


Figura 6. Distribución y abundancia general de paralarvas (n/1000 m<sup>3</sup>) en los cinco periodos de estudio en el OPC.

## **Abundancia y distribución de las familias de paralarvas capturadas en el OPC.**

En general, de las ocho familias identificadas, 66.3% estuvo integrado por calamares de la familia Ommastrephidae, seguida de Ancistrocheiridae (14.2%) y Cranchiidae (1.5%); las demás familias no sobrepasaron 0.5% (Fig. 7, Tabla 2). Sin embargo, hubo variaciones porcentuales por periodo.

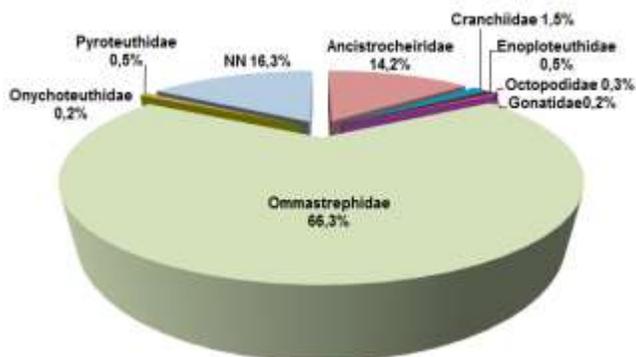
Jun-Jul.01. Aunque con bajas abundancias (5-11 PI/1000 m<sup>3</sup>) la familia Ommastrephidae fue la más abundante (67%) y estuvo presente en todo el OPC, excepto en la estación oceánica 97, única positiva en la captura de Pyroteuthidae, que siguió en orden de abundancia (14%, 11 PI/1000 m<sup>3</sup>); luego Gonatidae (7%) y Onychoteuthidae (6%), sólo en la estación nerítica 6, ambas con 5 PI/1000 m<sup>3</sup>. 6% no pudo identificarse.

Ago-Sep.01. La familia Ommastrephidae continuó siendo la más abundante (75%, 6-72 PI/1000 m<sup>3</sup>), pero en este periodo con énfasis en la zona costera. En aguas oceánicas surgieron tres familias más de calamar, no registradas en el periodo anterior, cada una con 6 PI/1000 m<sup>3</sup>: Enoploteuthidae (5%, estaciones oceánicas 91 y 97) y Cranchiidae (2%, estación 97), así como paralarvas de pulpo (Octopodidae, 3%) en la estación nerítica 6. La estación costera 14 se destacó por la abundancia más alta (55 PI/1000 m<sup>3</sup>).

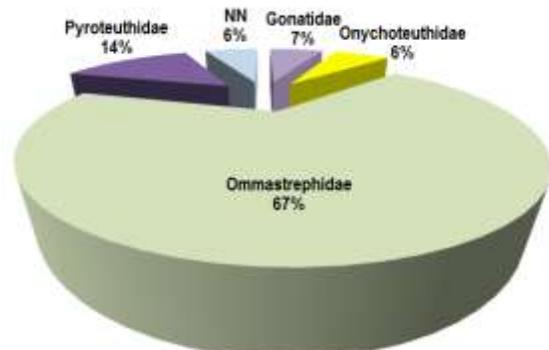
Sep.02. Solo se registró la familia Ommastrephidae (72%, 1-89 PI/1000 m<sup>3</sup>), presente en la mayoría de las estaciones, salvo en las oceánicas 25 y 109. 28% correspondió a ejemplares sin identificar.

Sep.03. Al igual que en Sep.02, solo se identificaron especímenes de la familia Ommastrephidae (92%, 6-33 PI/1000 m<sup>3</sup>). De las 13 estaciones con presencia de paralarvas, solo en la oceánica 47 no se registró este taxa. El 8% restante no pudo ser identificado.

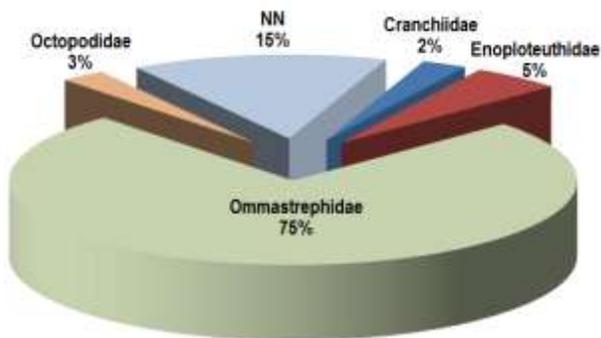
Sep-Oct.04. También prevaleció Ommastrephidae (62%, 8-333 PI/1000 m<sup>3</sup>), sobre todo en aguas neríticas y nerítico-oceánicas, pero sin capturas en las estaciones costeras 10 y 17, y oceánicas 81 y 111. Sin registros en los periodos anteriores, apareció la familia Ancistrocheiridae (20%, 333 PI/1000 m<sup>3</sup>) sólo en la estación oceánica 25. Cranchiidae (2%, 6-8 PI/1000 m<sup>3</sup>) se distribuyó en aguas oceánicas (estaciones 17, 27, 75 y 79). Este periodo tuvo la mayor frecuencia de registros de paralarvas (20 estaciones).



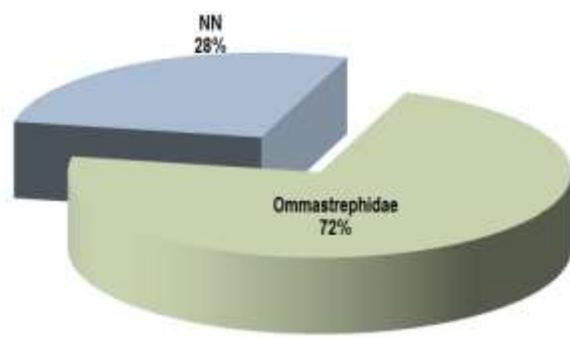
General



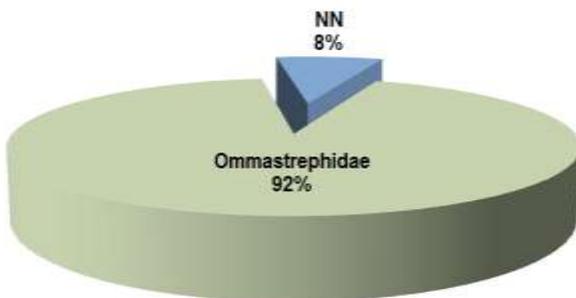
Jun-Jul.01



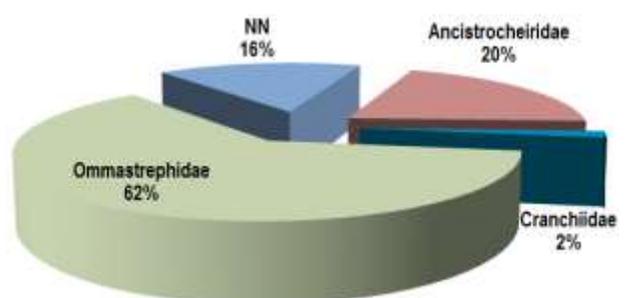
Ago-Sep.01



Sep.02



Sep.03



Sep-Oct.04

Figura 7. Abundancia relativa de las familias de paralarvas en general y por periodo capturadas en el OPC.

Tabla 2. Abundancia de las paralarvas (PI/1000 m<sup>3</sup>) capturadas por estación y periodo en el OPC.

Jun-Jul.01											Ago-Sep.01													
Familia	Estación										Total	Familia	Estación										Total	
	14	43	49	61	65	77	97	107	111			6	10	14	27	47	48	49	81	91	97	111		
Gonatidae				5						5	Cranchiidae												6	6
Onychoteuthidae				5						5	Enoploteuthidae										6	6		12
Ommastrephidae	5	5	11	5	5	5		5	11	52	Ommastrephidae	72	6	44	6	6	6	6		17	6	6	6	175
Pyroteuthidae							11			11	Octopodidae	6												6
NN	5									5	NN		11	6					6	11			34	
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>78</b>	<b>Total</b>	<b>78</b>	<b>6</b>	<b>55</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>23</b>	<b>29</b>	<b>6</b>	<b>233</b>

Sep.02													Sep.03														
Familia	Estación												Total	Familia	Estación										Total		
	16	25	31	33	45	47	49	81	107	109	113			7	12	16	25	27	29	31	33	45	47	77	81	107	
Ommastrephidae	12		2	10	30	1	89	1	13		2	160	Ommastrephidae	6	6	6	17	11	6	33	6	6		11	6	28	142
NN		8					45			7	1	61	NN									6	6			12	
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>134</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>221</b>	<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>33</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>28</b>	<b>154</b>

Sep-Oct.04																					
Familia	Estación																			Total	
	1	3	7	10	11	12	14	17	25	27	29	33	43	45	47	49	75	79	81	111	
Ancistrocheiridae									333												333
Cranchiidae								7	6								7	8			28
Ommastrephidae	124	17	8		17	41	34		333	12	140	160	30	8	8	52	7	33			1024
NN		11			9	12				17	107					13		8	22	71	270
<b>Total</b>	<b>135</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>53</b>	<b>34</b>	<b>7</b>	<b>666</b>	<b>18</b>	<b>157</b>	<b>267</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>65</b>	<b>14</b>	<b>49</b>	<b>22</b>	<b>71</b>	<b>1655</b>

Rosales y López (2007) y López y Castañeda (2009) también reportaron mayor número de paralarvas de Ommastrephidae en el OPC. Además, los primeros autores hallaron las familias de calamar Cranchiidae, Enoploteuthidae, Onychoteuthidae, y las de pulpo Bolitaenidae Chun, 1911 y Octopodidae. López y Castañeda (2009) profundizaron en esta identificación, reseñando *Helicocranchia pfefferi* Massy, 1907 y *Leachia pacifica* Issel, 1908 (Cranchiidae), *Abraliopsis* Joubin, 1896 y *Enoploteuthis* D'Orbigny in Rüppell, 1844 (Enoploteuthidae), *Onychoteuthis banksii* Leach, 1817 (Onychoteuthidae), *Eledonella pygmaea* Verrill, 1884 (Bolitaenidae, y los calamares *Chiroteuthis* D'Orbigny, 1841 (Chiroteuthidae Gray, 1849), *Chtenopteryx sícula* Verany, 1851 (Chtenopterygidae Allan, 1945) y Mastigoteuthidae Verrill, 1881.

La información atinente a los estadios tempranos de cefalópodos es escasa, sobre todo en el Pacífico americano, y se ha centrado en calamares, en especial del complejo S-D, por sus

pesquerías de interés económico. No obstante, cabe mencionar algunos datos generales, como sigue:

Hubo alguna similitud en la composición taxonómica, aunque en diferente orden de abundancia, en comparación con otras áreas. Por ejemplo, en el Pacífico sur de México, durante junio-septiembre y noviembre de 2001 se capturaron fases tempranas y juveniles de Octopodidae (48.5%), Enoploteuthidae (15.9%), Argonautidae (13.3%), Ommastrephidae (11.5%), Onychoteuthidae (6.7%) y Cranchiidae (4.1%) (Alejo *et al.*, 2012, 2013). En esa región, en particular en aguas de Baja California, Camarillo (2006) encontró mayor proporción de Ommastrephidae (59%), cuyas especies *D. gigas* y *S. oualaniensis* fueron las más numerosas. Granados (2008) halló Ancistrocheiridae y Cranchiidae.

Dentro de la familia Gonatidae, Vega *et al.* (2000) encontraron fases tempranas de *Gonatus* sp., en el canal Moraleda (entre el golfo Corcovado y el estero Elefante), sur de Chile, mientras que Ramírez *et al.* (2003) reportaron *Gonatus antarcticus* autor y año para aguas peruanas.

Carrasco *et al.* (2012) hallaron estadios tempranos una especie indeterminada de Onychoteuthidae en canales de Chiloé, sur de Chile.

Con respecto a Enoploteuthidae, Haimovici *et al.* (2002) reportaron que sobresalió (27.6%) entre 15 familias de cefalópodos de Sudamérica.

En el OPC la mayor abundancia de Ommastrephidae acaeció en algunas estaciones costeras durante Jun-Jul.01, Sep.03 y Ago-Sep.04 (ca. 48-172 mn del litoral, particularmente en las primeras millas), semejante al reporte de Camarillo (2006) para *D. gigas* y *S. oualaniensis*, en aguas occidentales de la península de Baja California (0-155 mn, en especial sobre las 31 mn).

También se han encontrado paralarvas de *D. gigas*, en aguas oceánicas y costeras, hasta 200-300 mn del litoral de Perú y Chile; las más pequeñas (LM 1.2-1.6 mm) cerca de la plataforma continental (Nesis, 1970, 1983). Igualmente en aguas de Costa Rica, donde las paralarvas de esta especie prevalecieron dentro de las primeras 100 mn, mientras que las de *S. oualaniensis* aparecieron más alejadas de la costa (Yatsu, 1999).

En cuanto a los pulpos, en el OPC, en septiembre de 2005 Rosales y López (2007) encontraron 9 PI/1000 m<sup>3</sup> no identificadas, en la estación oceánica 107; 4 PI/1000 m<sup>3</sup>, tanto de Octopodidae como de Bolitaenidae en la estación costera 12, y 3 PI/1000 m<sup>3</sup> de la segunda familia en la estación oceánica 75. En el mismo periodo, López y Castañeda (2009) hallaron entre 4 y 10 PI/1000 m<sup>3</sup>, no identificadas, salvo que en estaciones intermedias y oceánicas, así como 4 PI/1000 m<sup>3</sup> de *Eledonella pygmaea* en la estación oceánica 29. Puede ser que las diferencias numéricas con los cinco periodos de estudio se relacionen con la metodología de captura, porque en 2005 se realizaron muestreos oblicuos ( $\bar{Z}$ = 160 m), y con las condiciones ambientales de ese año.

En ambientes costeros del sur de Chile los hábitats ideales para pulpos y paralarvas son aguas muy cercanas al litoral, donde se han reportado paralarvas de *Octopus* (Vega *et al.*, 2000), *Enteroctopus megalocyathus* y *Robsonella fontaniana* (Carrasco *et al.*, 2012). En la bahía de Los Ángeles (Baja California) las paralarvas de *Octopus bimaculatus*, también son más recurrentes hacia el litoral, en zonas de mayor disponibilidad de alimento, en particular durante los episodios de surgencia (Castellanos, 2008), lo cual puede aplicarse a los demás cefalópodos (Rocha *et al.*, 1999).

De la información compilada, se desprende que, aunque la familia Ommastrephidae fue la más abundante en el OPC, similar a otras regiones, sus porcentajes varían según la época, seguramente por las condiciones generales en cada una; lo mismo aplica para las demás familias, pues no siempre ocurre que sobresalga esa familia, junto con Onychoteuthidae, Cranchiidae y Enoploteuthidae, como exponen Diekmann y Piatkowski (2002).

### **Salinidad y temperatura superficiales en los cinco periodos de estudio en el OPC.**

En general, la salinidad exhibió su distribución usual, con valores más bajos en aguas cercanas costeras, como consecuencia de la alta pluviosidad propia del OPC y el gran número de ríos, en contraste con las temperaturas más altas hacia la costa, con tendencia a incrementarse hacia el centro-norte. (CCCP, 2002) (Figs. 8 y 9). Este esquema, junto con los rangos (24.4-28.6°C, (24.8-35.0 UPS) correspondió a condiciones neutras (normales) en el OPC (CCCP, 2002), *i. e.*, sin influencia de eventos El Niño o La Niña (López, 2012). No obstante Devis (2003) y Pabón y Torres (2006) reportaron un episodio anómalo cálido moderado a débil, entre mediados de 2002 y mediados de 2003, pero con influencia sólo en el extremo suroccidental del OPC. Tal vez ese

suceso no fue favorable para los estadios tempranos de cefalópodos en Sep.03, pues en ese sector del OPC su abundancia fue baja.

El impacto de El Niño y La Niña sobre las paralarvas se ha visto en otras regiones, como en el domo de Costa Rica, donde una captura inusitada de 12354 larvas de Ommastrephidae se atribuyó a El Niño 1987 (Vecchione 1999). Efectos parecidos se comprobaron durante El Niño 1997, La Niña 1999 (Ichii *et al.*, 2002), y La Niña 2007 (Sakai *et al.*, 2008). En aguas de California la influencia de estos eventos puede ser positiva o negativa, según la especie (Durazo y Baumgartner, 2002; Lavaniegos *et al.*, 2002; Camarillo, 2006; Granados, 2008).

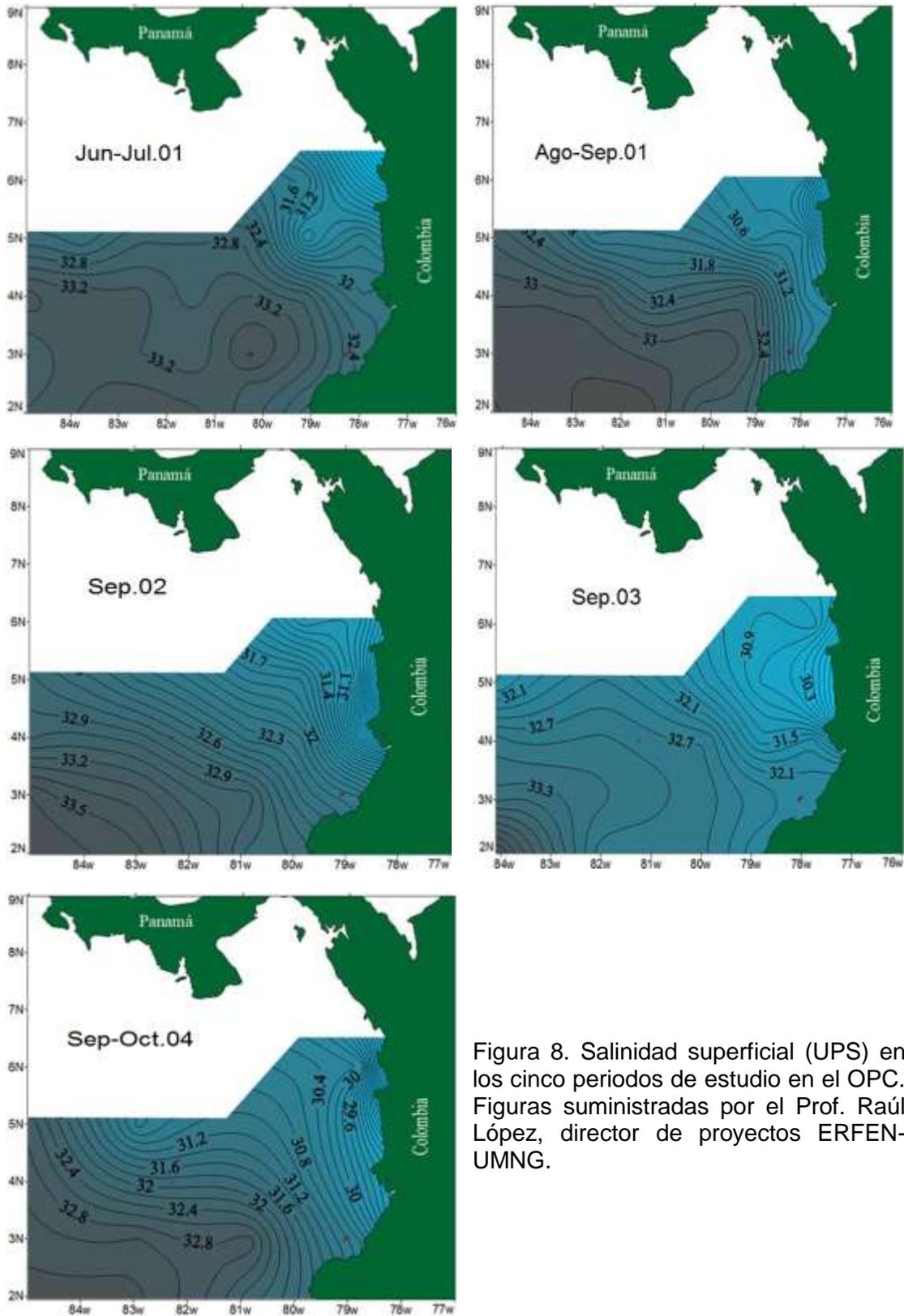


Figura 8. Salinidad superficial (UPS) en los cinco periodos de estudio en el OPC. Figuras suministradas por el Prof. Raúl López, director de proyectos ERFEN-UMNG.

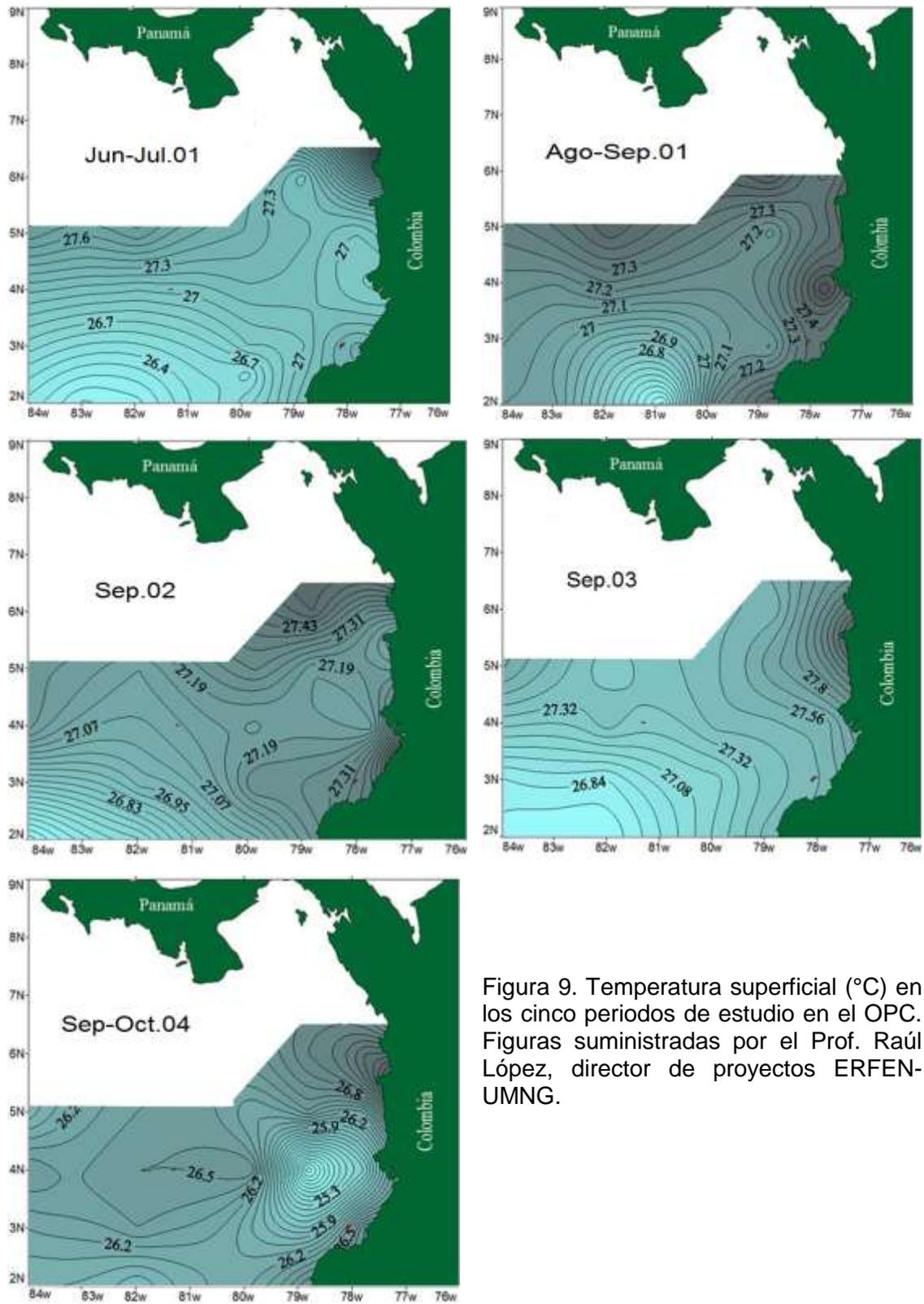


Figura 9. Temperatura superficial (°C) en los cinco periodos de estudio en el OPC. Figuras suministradas por el Prof. Raúl López, director de proyectos ERFEN-UMNG.

En los componentes 1 y 2 el análisis factorial manifestó la consabida relación inversa temperatura vs. salinidad y correlaciones -positiva y negativas- mayores de -0.6 entre estas variables y la abundancia paralarval. Además, que en Jun-Jul.01 y Sep-Oct.04 hubo mayor influencia salina sobre los organismos, mientras que en los demás periodos la influencia termohalina fue combinada. Al agrupar los cinco periodos evaluados, primó la temperatura, con -0,73 en el componente 1, pues en el 2 no hubo correlaciones significativas (Fig. 10, Anexo 3).

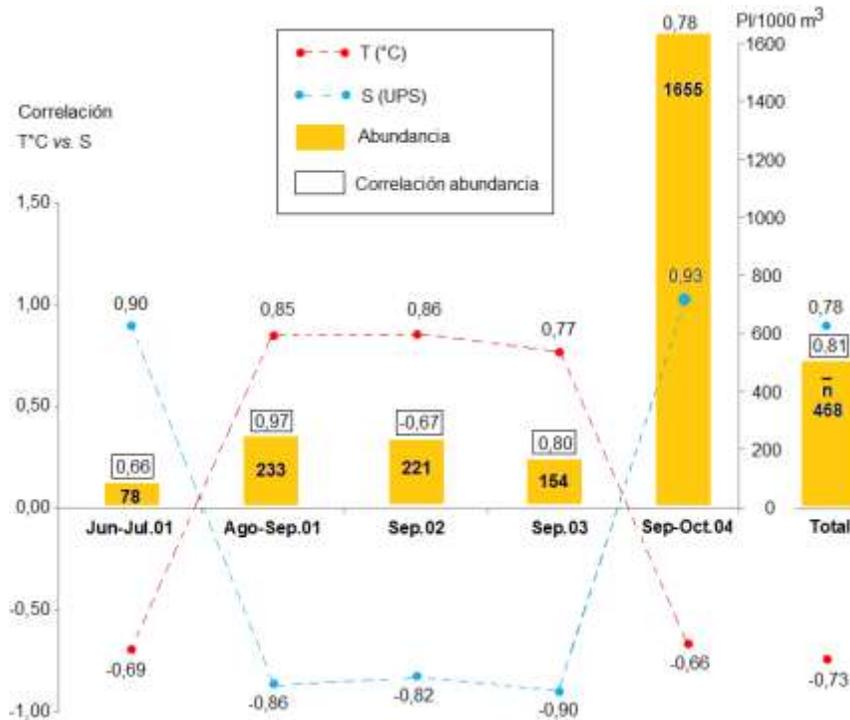


Figura 10. Comparación entre las abundancias de las paralarvas y las correlaciones significativas para la temperatura (°C) y la salinidad (UPS), obtenidas con el análisis de factores (extracción por componentes principales).

Estos datos diversos se relacionarían, por lo menos en parte, con la predominancia de Ommastrephidae, la presencia de las otras familias identificadas e incluso con la mezcla de las especies no identificadas. En el caso de Ommastrephidae, la temperatura es un factor primordial para su sobrevivencia, y crecimiento; su desarrollo óptimo está entre 15.0 y 29.0°C (Sakurai *et al.*, 1996; Vecchione, 1999), dentro del rango térmico registrado en el OPC (25.3-27.8°C) durante este estudio.

En aguas costeras de Baja California, donde las mayores capturas de paralarvas de Ommastrephidae, según la especie, ocurren entre 20.5 y 24°C, (Sakurai *et al.*, 1996; Bower *et al.*, 1999; Yatsu, 1999; Vecchione, 1999; Camarillo, 2006). En la bahía de Los Ángeles, ubicada en esa región, las puestas y consecuente aumento de paralarvas del pulpo *Octopus bimaculatus* también son favorecidos por el calentamiento del agua (hasta 30.3°C en julio), aunque en épocas de surgencia también hay picos de desove, favorecidos por la proliferación de alimento en las aguas frías, ricas en nutrientes (Castellanos, 2008).

Trabajos de otras regiones, e. g. Baja California (Granados, 2008) y Chile sur (Carrasco *et al.*, 2012), no mencionan la posible influencia de la salinidad sobre las paralarvas; tampoco Staaf *et al.* (2013), quienes contemplaron todo el Pacífico Oriental Tropical. Camarillo (2006) refirió una asociación de -0.69 (análisis de correspondencia canónica) con la familia Ommastrephidae, pero que cambia según la especie.

En los mismos periodos, López y Ramírez (2011) también determinaron mayor impacto térmico; al igual que López y Castañeda (2009) sobre Enoploteuthidae y Cranchiidae, y en menor grado con Ommastrephidae. Además, López y Ramírez (2011) insinuaron alguna influencia salina y de las surgencias sobre la distribución paralarval, lo cual alude a la oferta de alimento. Roberts y van den Berg (2002, 2005) aseveran que las surgencias (al igual que las corrientes) pueden tener una influencia en la abundancia y distribución de los primeros estadios de pulpos y calamares, en ocasiones en gran medida. Tales eventos productivos ocurren en algunos sectores del OPC (CCCP, 2002; Devis, 2003).

Además de la composición taxonómica específica no establecida, las diferencias observadas podrían atribuirse al cuadro ambiental particular al momento de las capturas, a la gran dinámica y complejidad oceanográfica del OPC, y a variables no consideradas aquí, e. g., la disponibilidad de alimento y la presencia de depredadores.

## **Abundancia de las paralarvas en el OPC en relación con la hora del día y las fases lunares.**

La abundancia general nocturna superó la diurna (1674 vs. 338 Pl/1000 m<sup>3</sup>) y tuvo una correlación media con la luz (0.58); por periodo, sólo se detectaron asociaciones significativas en Sep.02 (0.85) y Sep-Oct.04 (0.52) (Fig. 12, anexo 3), pero es admisible ratificar la variación nictimeral por efecto de sus migraciones batimétricas (Vecchione, 1987; Sweeney *et al.*, 1992; Piatkowski *et al.*, 1993). En septiembre de 2005 Rosales y López (2007) y López y Castañeda (2009) también describieron mayor número de paralarvas en la noche en el OPC, al igual que López y Ramírez (2011), considerando los cinco periodos del presente trabajo. Lo anterior es consecuente con los desplazamientos verticales nocturnos de la mayoría de zoopláncteres a la superficie, por lo general en busca de alimento (Harris *et al.*, 2000; Sutor, 2005; Prairie *et al.* 2012).

No se encontró información concerniente a la posible influencia de la iluminación sobre las paralarvas en otras regiones del Pacífico, pero es de esperarse un comportamiento similar, pues desde el primer día de vida son depredadoras activas, en especial de copépodos (Passarella y Hopkins, 1991; Vecchione, 1991; Vidal y Haimovici, 1998; Vente *et al.*, 1999; Iglesias *et al.*, 2006; Roura, 2013). En los mismos cinco periodos evaluados, López (2012) halló más copépodos durante las horas de oscuridad, cuarto menguante y luna llena, aunque con diferencias considerables inter-periodos, análogo a las paralarvas de cefalópodos, tal vez por las diferencias ambientales, según ese autor.

Las migraciones circadianas también varían de acuerdo con las fases lunares (Benoit *et al.*, 2009; Hernández *et al.*, 2001, 2002, 2010). En este sentido, la abundancia general en el OPC aumentó en cuarto creciente (51.79%), quizá favoreciendo la migración vertical, a diferencia de luna nueva, luna llena y cuarto menguante (17.79, 15.21 y 15.21%, respectivamente) (Fig. 11). En todo caso, hubo correlaciones altas en Sep.02 (0.82) y Sep.03 (0.71), así como en general (0.77) (Anexo 3), señalando la influencia lunar en la comunidad paralarval.

Puede agregarse, que hay particularidades por especie/área; e. g., se reseñó una mayor presencia superficial diurna de *S. oualaniensis* en Hawaii (Hirota, 1990), contrario a la mayor abundancia nocturna de *Eucleoteuthis luminosa* (0-150 m) en Baja California (Granados *et al.*,

2013). En suma, es evidente la falta de investigación sobre la influencia de la luz en la dinámica de la comunidad de estadios tempranos de cefalópodos.

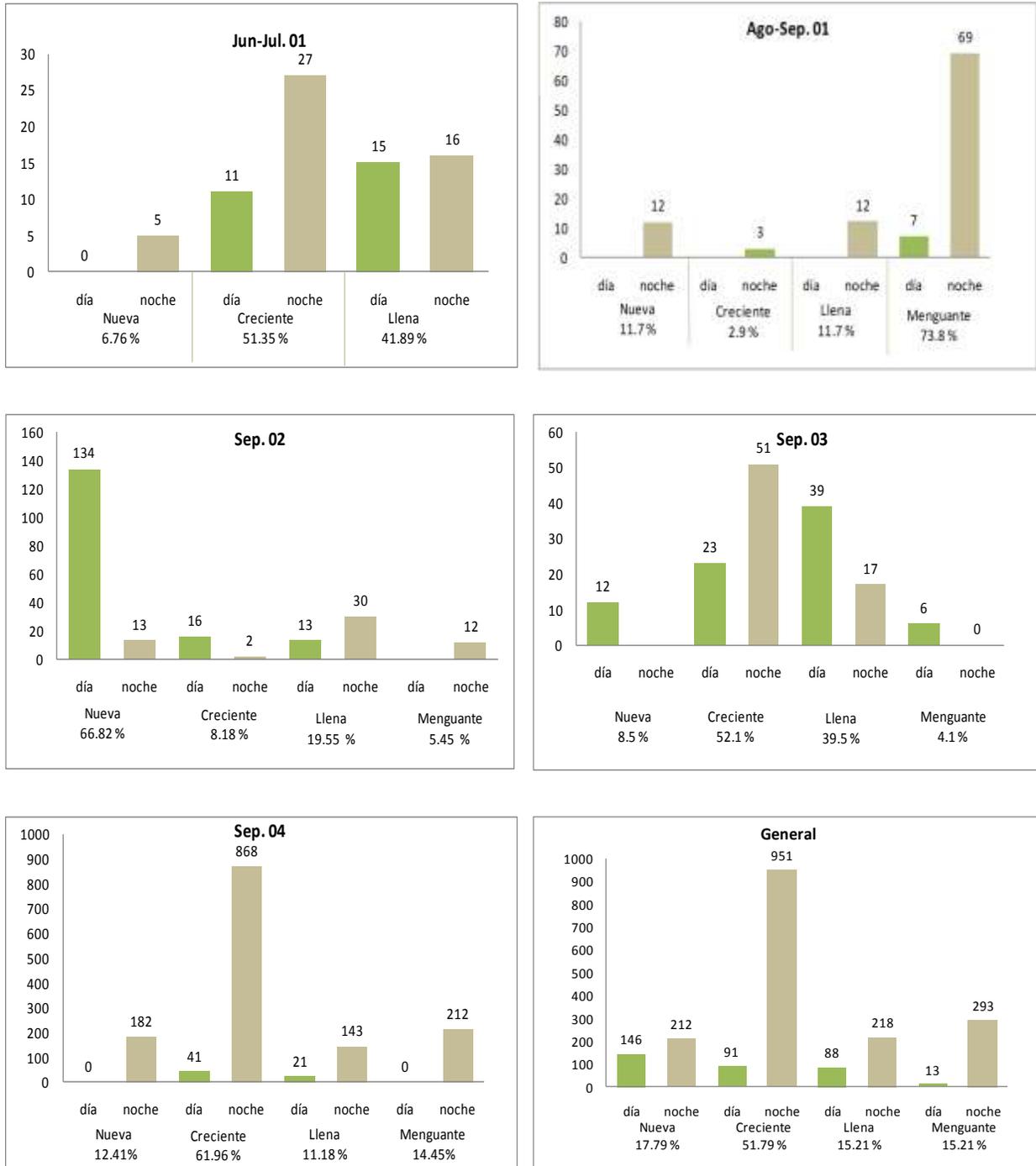


Figura 11. . Variación nictimera y lunar de la abundancia de las paralarvas (PL/1000/m³) durante los cinco periodos de estudio y en general en el OPC.

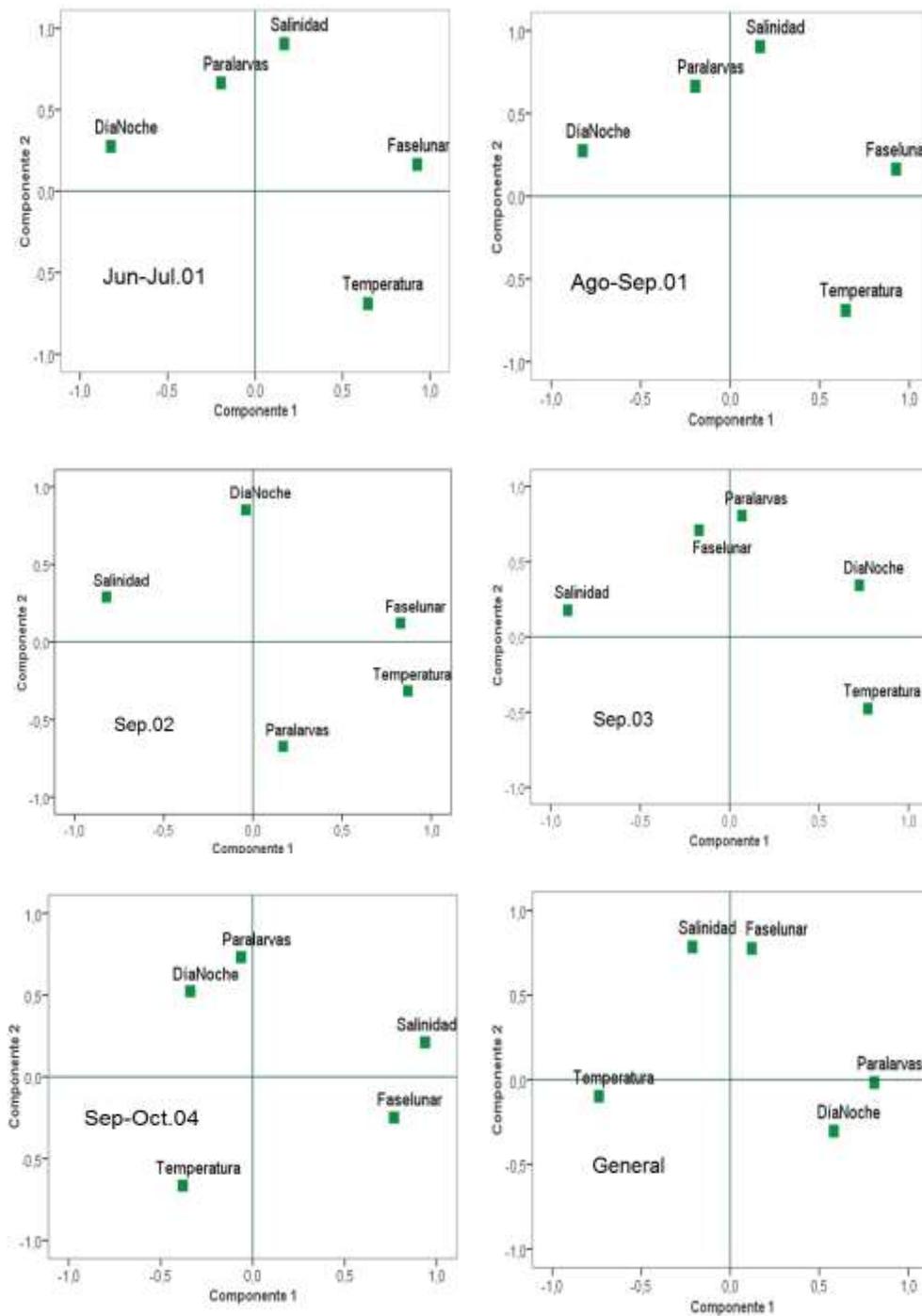


Figura 12. . Relación entre la abundancia de paralarvas y los factores abióticos en el OPC. Análisis de factores por el método de extracción por componentes principales. En todos los periodos los dos primeros componentes explicaron más del 60.0% de la varianza de los datos; en el análisis general el 58.0%.

## CONCLUSIONES.

1. El análisis morfométrico mostró que la LM (mm) de la mayoría de los especímenes fue cercana a la de paralarvas recién eclosionadas, *i. e.*, producto de desoves recientes de adultos de las familias involucradas. De esto se desprende que las aguas del OPC son importantes como zona de puesta para los cefalópodos y que posiblemente debido a las temperaturas más altas sus abundancias fueron más altas que en otras regiones del Pacífico americano.

2. La mayor abundancia de la familia Ommastrephidae fue similar a lo encontrado en otras regiones. El cálculo del ILP permitió inferir que posiblemente *S. oualaniensis* fue la especie más abundante de esta familia y que también pudieron capturarse ejemplares de *D. gigas*. La variación entre periodos se atribuyó a las condiciones abióticas de cada época.

3. Los valores de temperatura y salinidad estuvieron dentro de los rangos usuales para el OPC; se observó su reconocida relación inversa y su influencia sobre la comunidad de paralarvas, con posible mayor impacto global de la temperatura. La variación entre periodos se atribuyó a las condiciones abióticas de cada época.

4. La distribución fue heterogénea, lo cual es común en el plancton, pero con abundancia más baja en el suroccidente en Sep.03, tal vez por la influencia de El Niño moderado-débil manifestado sólo en esa parte del OPC.

6. Las mayores abundancias nocturnas fueron explicadas por las migraciones verticales de las paralarvas, tal vez en mayor grado en cuarto creciente, pues durante esa fase lunar tendieron a aumentar.

## **RECOMENDACIONES.**

Antes del proceso de fijación es recomendable relajar las paralarvas con formol al 4%, para evitar la inversión de mantos y de esta manera evitar problemas en los análisis morfométricos; además, se logran preservar las muestras en buen estado durante mas tiempo (Camarillo, 2006; Ramos, 2007).

## BIBLIOGRAFÍA.

1. Alejo C, García R y Herrera J. 2012. Paralarvas y juveniles de *Octopus bimaculatus* (Cephalopoda: Octopodidae) en el Pacífico sur de México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* (47)2: 359-365.
2. Alejo MC, García R y Herrera J. 2013. Paralarvas y juveniles de cefalópodos en el Pacífico sur de México *Hidrobiológica*, 23 (2): 250-264.
3. Alvaríño A. 1978. El zooplancton del Pacífico colombiano y las Pesquerías, p. 206-271. En: Vegas M y Rojas R. (Eds). *Memorias I Seminario de Oceanografía del Pacífico Sudamericano*, Cali (septiembre 1-5/76).
4. Arizmendi DI, Salinas CA, Quiñónez C y Mejía A. 2012. Abundance and distribution of the Panama brief squid, *Lolliguncula panamensis* (Teuthida: Loliginidae), in the Gulf of California. *Ciencias Marinas*, 38(1A): 31-45.
5. Barragán VJ. 1977a. Estudio de la nutrición del calamar del Pacífico colombiano, *Lolliguncula panamensis*, Berry (Cephalopoda: Myopsida). *Divulgación Pesquera*, 10:1-7.
6. Barragán VJ. 1977b. Estudio de la maduración sexual del calamar del Pacífico colombiano, *Lolliguncula panamensis*, Berry (Cephalopoda: Myopsida). *Divulgación Pesquera*, 10: 8-14.
7. Benoit KJ, Au WWL y Wisdom DW. 2009 Nocturnal light and lunar cycle effects on diel migration of micronekton *Limnology and Oceanography*, 54(5): 1789-1800.
8. Bolaño N. 2009. Ecología trófica de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en aguas ecuatorianas. Tesis M. Sc. Manejo de Recursos Marinos. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, BCS, México, 126 p.
9. Boletzky SV. 1975. A contribution to the study of the yolk absorption in the Cephalopoda. *Zeitschrift für Morphologie der Tiere*, 80, 229-246.
10. Boletzky SV. 2003. Biology of early life stages in cephalopod molluscs. *Advances in Marine Biology*, 44: 143-204.
11. Bower J. 1996. Estimated paralarval drift and inferred hatching sites for *Ommastrephes bartramii* (Cephalopoda: Ommastrephidae) near the Hawaiian Archipelago. *Fishery Bulletin*, 94: 398-411.
12. Bower JR, Seki MP, Young RE, Bigelow KA, Hirota J y Flament P. 1999. Cephalopod paralarvae assemblages in Hawaiian Islands waters. *Marine Ecology Progress Series*, 185:203-212.
13. Brusca R y Brusca J. 2003. *Invertebrates*. Segunda Ed., Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, MA, 936 p.

14. Caetano BR, Guzmán AI, Selvaraj JJ, Posso AM, Muñoz JE y Ordoñez ME. 2012. Caracterización molecular del pez dorado (*Coryphaena hippurus*) en el Pacífico colombiano utilizando marcadores moleculares RAMs. Acta Agronómica, No. Esp.: 30-31.
15. Camarillo S. 2006. Variación espacio-temporal de paralarvas de calamares (Cephalopoda: Ommastrephidae) de importancia comercial en la costa occidental de la Península de Baja California. Tesis Maestría en Manejo de Recursos Marinos, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B.C.S., México, 78 p.
16. Camarillo S, De Silva R, Hernández ME y Durazo R. 2007. Distribution of *Dosidicus gigas* paralarvae off the west coast of the Baja California peninsula, Mexico, p. 7-8. En: Olson RJ y Young JW. The role of squid in open ocean ecosystems. Report of a GLOBEC-CLIoTOP/PRFP workshop. 16-17.Nov.06, Honolulu, Hawaii.
17. Cardoso F, Baltazar P y Bautista J. 2005. The early development of the patagonian squid *Loligo gahi* D'Orbigny, 1835 in peruvian waters (Cephalopoda: Loliginidae). Revista Peruana de Biología, 12(3): 369-376.
18. Carrasco S, Maltrain R, Villenas F y Vega M. 2012. New records of early life-stages of cephalopods in the Chiloé Interior Sea. Latin American Journal of Aquatic Research, 40(1): 229-235.
19. Castellanos S. 2008. Reproducción del pulpo *Octopus bimaculatus* Verrill, 1883 en bahía de Los Ángeles, Baja California, México. Tesis M. Sc. Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B.C.S., 82 p.
20. Clarke MR y Macleod N. 1976. Cephalopod remains from sperm whales caught off Iceland. Journal of the Marine Biological Association of the UK, 56: 733-749.
21. Cervigón F, Cipriani R, Fischer W, Garibaldi L, Hendrickx M, Lemus AJ, Márquez R, Poutiers JM, Robaina G y Rodríguez B. 1993. FAO species identification sheets for fishery purposes. Field guide to the commercial marine and brackish-water resources of the northern coast of South America, Roma, 513 p.
22. Clarke MR. 1988. Evolution of recent cephalopods, p. 331–340. En: Clarke MR y Trueman ER (Eds). Vol. 12. The Mollusca. Palaeontology and Neontology of Cephalopods. Academic Press, Londres.
23. Clarke K y Gorley RN. 2001. User Manual/Tutorial PRIMER, Vol. 5. Plymouth Marine Laboratory, U. K., 91 p.
24. Devis A. 2003. Evolución del evento El Niño 2002-2003 y efectos sobre la cuenca del Pacífico colombiano y la bahía de Tumaco. Boletín Científico CCCP, 10: 12-32.
25. Díaz J, Ardila N y Gracia A. 2000. Calamares y pulpos (Mollusca: Cephalopoda) del mar Caribe colombiano. Biotá Colombiana, 2: 195-201.
26. Diekmann R y Piatkowski U. 2002. Early life stages of cephalopods in the Sargasso Sea: distribution and diversity relative to hydrographic conditions. Marine Biology, 141: 123-130.

27. Diekmann R, Piatkowski U y Scheneider M. 2002. Early life and juvenile cephalopods around seamounts of the subtropical eastern North Atlantic: Illustrations and key for their identification. *Berichte aus dem Institut fur Meereskunde an der Christian-Albrechts-Universitat Kiel*, 326: 1-142.
28. Diekmann R. 2004. Distribution patterns of oceanic micronekton at seamounts and hydrographic fronts of the subtropical Atlantic Ocean. Tesis PhD, Fac. Matemáticas-Ciencias Naturales, U. Christian-Albrechts, Kiel, 182 p.
29. Durazo R y Baumgartner T. 2002. Evolution of oceanographic conditions off Baja California: 1997-1999. *Progress in Oceanography*, 54:7-31.
30. Fernández CE, Angulo JA, Newmark F y Mosquera C. 2003. Una visión de pesca multiespecífica en el Pacífico colombiano. *Adaptaciones tecnológicas. Serie de documentos generales INVEMAR*, 14: 1-75.
31. Gracia A, Ardila N y Díaz JM. 2002. Cefalópodos (Mollusca: Cephalopoda) del talud superior del Caribe colombiano. *Bol. Inv. Mar. Cost.*, 31(1): 219-238.
32. Granados J. 2008. Calamares epiplanctónicos de la costa occidental de la península de Baja California, México. Tesis M.Sc. Manejo Recursos Marinos, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, BCS, 129 p.
33. Granados J, Silva R, Camarillo S, Hochberg F, Durazo R, Avendaño R y Hernández M. 2010. Composición de especies y patrones de distribución de paralarvas de calamar 1996-1999, p. 453-467. En: G. Gaxiola G y Durazo R. (Ed.). *Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California, 1997-2007. Diez años de investigaciones mexicanas de la Corriente de California*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) Instituto Nacional de Ecología (INE), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Universidad Autónoma de Baja California (UABC), México D. F.
34. Granados J, Ramos JE, Salinas CA y Camarillo S. 2013. *Eucleoteuthis luminosa* (Cephalopoda: Ommastrephidae) off the West Coast of the Baja California Peninsula, Mexico. *Journal of Shellfish Research*, 32(2): 341-346.
35. Guerra, A. 1992. Mollusca, Cephalopoda. Fauna Ibérica, Vol. I. En: Ramos MA, Tercedor JA, Bellés X, Gonsálbez JG, Guerra A, Macpherson E, Martín F, Serrano J y Templado J (Eds.). Museo Natural de Ciencias Naturales. CSIC, Madrid, 327 p.
36. Guerrero JG. 2001. Catalogue of the cephalopod type specimens in the Zoological Museum Hamburg. *Mitteilungen. Hamburgisches Zoologische Museum and Institut*, 98:171-174.
37. Haimovici M, Piatkowski U y Aguiar dos Santos R. 2002. Cephalopod paralarvae around tropical seamount and oceanic islands of the northeastern coast of Brazil. *Bulletin of Marine Sciences*, 71: 313-330.
38. Harman RF y Young RE. 1985. The larvae of Ommastrephid squids (Cephalopoda, Teuthoidea) from Hawaiian waters. *Vie et Mille*, 35(3/4): 211-222.

39. Hanlon R y Messenger J. 1996. Cephalopod Behaviour. Cambridge University Press. 232.
40. Harris RP, Wiebe P, Lenz J, Skjoldal H y Huntley M. 2000. ICES Zooplankton methodology manual. Academic Press, Salt Lake City, 538 p.
41. Hernández S, Almida L, Arístegui J, Fernández ML y García J. 2001. Zooplankton abundance in subtropical waters: Is there a lunar cycle? *Scientia Marina*, 65(Suppl. 1): 59-63.
42. Hernández S, Almida L, Yebra L y Arístegui J. 2002. Lunar cycle of zooplankton biomass in subtropical waters: biogeochemical implications. *Journal of Plankton Research*, 24(9): 935-939.
43. Hernández S, Franchy G, Moyano M, Menéndez I, Schmoker C y Putzeys S. 2010. Carbon sequestration and zooplankton lunar cycles: Could we be missing a major component of the biological pump? *Limnology and Oceanography*, 55(6): 2503-2512.
44. Ichii T, Mahapatra K, Watanabe T, Yatsu A, Inagake D y Okada Y. 2002. Occurrence of jumbo flying squid *Dosidicus gigas* aggregations associated with the countercurrent ridge off the Costa Rica Dome during 1997 El Niño and 1999 La Niña. *Marine Ecology Progress Series*, 231: 151-166.
45. Iglesias J, Fuentes L, Sánchez J, Otero JJ, Moxica C y Lago MJ. 2006. First feeding of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 paralarvae using *Artemia*: Effect of prey size, prey density and feeding frequency. *Aquaculture*, 261: 817-822.
46. Markaida U. 2001. Biología del calamar gigante *Dosidicus gigas* Orbigny, 1835 (Cephalopoda: Ommastrephidae) en el Golfo de California, México. Tesis Doctor en Ciencias, Departamento de Ecología, División de Oceanología, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México, 36 p.
47. Lavaniegos BE, Jiménez LC y Gaxiola G. 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.
48. López RH y Castañeda JD. 2009. Probable influencia de algunas variables abióticas y bióticas sobre la distribución de paralarvas de cefalópodos en la capa de mezcla en el Océano Pacífico Colombiano. 03-27.Sep.05. Memorias Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar (COLACMAR), Octubre 26-30, 2009. La Habana, Cuba.
49. López RH y Ramírez D. 2011. Influencia de algunas variables sobre las paralarvas de cefalópodos en el Pacífico colombiano. Memorias XIV Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar (COLACMAR), Octubre 30-Noviembre 04, 2009. Camboriú, Brasil.
50. López RH. 2012. Distribución y abundancia de copépodos pelágicos en el Pacífico Colombiano. Universidad Militar Nueva Granada, Revista Facultad de Ciencias Básicas, 8(1): 108-131.

51. Mangold K y Portmann. 1989. Systématique, 643-713. En: Grassé, P.P. (Ed.). *Traité de Zoologie des Céphalopodes*. Tome V (4) Mangold K. (Ed.) Manson, Paris. 804.
52. MADR y CCI. 2011. La pesquería de calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Pacífico colombiano. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural & Corporación Colombia Internacional. Sistema de Información de Pesca y Acuicultura. Boletín mensual abril-junio, 36: 1-4.
53. Markaida U. 2001. Biología del calamar gigante *Dosidicus gigas* Orbigny, 1835 (Cephalopoda: Ommastrephidae) en el golfo de California, México. Tesis Ph. D. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. División de Oceanología. Departamento de Ecología, Ensenada, Baja California, México, 387 p.
54. Markaida U. y Sosa O. 2001. Reproductive biology of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, 1995-1997. *Fisheries Research*, 54: 63-82.
55. Markaida U. 2006. Population structure and reproductive biology of jumbo squid *Dosidicus gigas* from the Gulf of California after the 1997-1998 El Niño event. *Fisheries Research* 79: 28-37.
56. Meulman JJ, Heiser WJ y SPSS. 2010. *Categories 19.0*, Chicago, IL: SPSS.
57. Nesis KN. 1970. The biology of the giant squid of Peru and Chile, *Dosidicus gigas*. *Oceanology*, 10(1): 108-118.
58. Nesis KN y Nigmatullin C. 1979. Distribution and biology of *Ornithoteuthis* and *Hyaloteuthis*. *Byulleten Moskovskogo Obshchestva Ispytatelei Prirody. Otdel Biologicheskii*, 84(1): 50-63.
59. Nesis KN. 1983. *Dosidicus gigas*, p. 215-231. En: Boyle PR (Ed.). *Cephalopod life cycles. Vol 1. Species accounts*. Academic Press, Londres.
60. Nesis KN. 1987. *Cephalopods of the World; squids, cuttlefishes, octopuses, and allies*. T.F.H. Publications, Neptune City, 351 p.
61. Nesis KN. 1999. Cephalopoda, p. 707-795. En: Boltovskoy D. (Ed.). *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers. Leiden.
62. Norman M. 2000. *Cephalopods, a World Guide*. *ConchBooks, Hackenheim, Germany*, 320 pp..
63. O'Dor RK, Helm P y Balch N. 1985. Can Rhynchoteuthion suspension feed? (Mollusca: Cephalopoda). *Vie Milieu*, 35(3/4): 267-271.
64. Okutani T y McGowan J. 1969. Systematics, distribution, and abundance of the epiplanktonic squid (Cephalopoda, Decapoda) larvae of the California Current, April,

- 1954-March, 1957. U. of California, Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography, 14: 1-90.
65. Pabón JD y Torres GA. 2006. Efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en la sabana de Bogotá. *Meteorología Colombiana*, 10: 86-99.
66. Passarella, KC y Hopkins TL. 1991. Species composition and food habits of the micronektonic cephalopod assemblage in the eastern Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 49: 638-659.
67. Prah1 HJ, Cantera R y Contreras R. 1990. Manglares y hombres del Pacífico colombiano. Editorial Presencia. Cali, 184 p.
68. Prairie JC, Sutherland KR, Nickols KJ y Kaltenberg AM. 2012. Biophysical interactions in the plankton: A cross-scale review, 2: 121-145.
69. Piatkowski U, Welsch W y Röpke A. 1993. Distribution patterns of the early life stages of pelagic cephalopods in three geographically different regions of the Arabian Sea, p. 417-431. En: Okutani T, O'Dor RK y Kubodera T. Recent advances in fisheries biology. Okutani T, O'Dor RK y Kubodera T (Eds.). Tokai University Press, Tokyo.
70. Ramírez R, Paredes C y Arenas J. 2003. Moluscos del Perú. *Revista de Biología Tropical*, 51 (Suppl. 3): 225-284.
71. Ramos J. 2007. Análisis morfológico y genético de las paralarvas rhynchoteuthion del calamar gigante *Dosidicus gigas* (d' Orbigny, 1835) y del calamar púrpura *Sthenoteuthis oualaniensis* (Lesson, 1830). Tesis M. Sc. Uso, manejo y preservación de los recursos naturales, Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, S.C., La paz, Baja California Sur, 79 p.
72. Roberts MJ y van den Berg M. 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.
73. Roberts MJ y van den Berg M. 2005. Currents along the Tsitsikamma coast, South Africa, and potential transport of squid paralarvae and ichthyoplankton. *African Journal of Marine Science*, 27(2): 375-388.
74. Rocha F, Guerra A. y Piatkowski U. 1999. Cephalopod paralarvae and upwelling conditions off Galician waters (NW Spain). *Journal of Plankton Research*, 21(1): 21-33.
75. Roper CFE y Young R. 1975. Vertical Distribution of Pelagic Cephalopods. Smithsonian Contributions to Zoology. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., 51 p.

76. Roper CFE y Lu CC. 1978. Rhynchoteuthion larvae of Ommastrephid squids of the Western North Atlantic, with the first description of larvae and juveniles of *Illexillecebrosus*. Proceedings of the Biological Society of Washington, 91(4): 1039-1059.
77. Roper CFE, Sweeney MJ y Nauen CE. 1984. FAO Species Catalogue. 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.
78. Roper CFE y Jereb P. 2010. Cephalopods of the world, FAO Species Catalogue for Fishery Purposes 4(2): 1-183.
79. Rosales N y López R. 2007. Paralarvas de calamares y pulpos capturadas en el océano pacífico colombiano. Estudio preliminar: periodo 02-25.Sep.05. Revista Facultad de Ciencias Básicas, 3(1): 145-161.
80. Roura A. 2013. Ecología de paralarvas planctónicas de cefalópodos en áreas de afloramiento costero. Tesis Ph. D. Departamento de Ecología y Biología Animal, Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo, Vigo, 216 p.
81. Ruvalcaba ED, Sánchez L y Pacheco MR. 2013. Distribución de paralarvas de calamar gigante *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) con relación a estructuras de mesoescala en el Golfo de California, p. 76. En: XIII Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortes y VII Simposium Internacional sobre el Mar de Cortés. 8-2 de Abril de 2013, Ensenada, Baja California, México.
82. Sakai M, Brunetti NE, Elena B y Sakurai Y. 1998. Embryonic development and hatchlings of *Illex argentinus* derived from artificial fertilization. En: Payne AIL, Lipinski MR, Clarke MR y Roeleveld MAC (Eds.). Cephalopod biodiversity, ecology and evolution. South African Journal of Marine Science, 20: 255-265.
83. Sakai M, Mariategui L, Wakabayashi T, Yamashiro C y Tuchiya K. 2008. Distribution and abundance of jumbo flying squid paralarvae (*Dosidicus gigas*) off Peril and in waters west of the Costa Rica Dome during the 2007 La Niña, p. 95-97. En: Acuña E, Cubillos L e Ibañez C (Eds.) 4<sup>th</sup>. International Symposium on Pacific Squids. 28 noviembre-2 diciembre, 2008. Coquimbo, Chile.
84. Sakurai Y, Bower JR, Nakamura Y, Yamamoto S y Watanabe K. 1996. Effect of temperature on development and survival of *Todarodes pacificus* embryos and paralarvae. American Malacological Bulletin, 13 (1/2): 89-95.
85. Squires HJ y Barragán JH. 1979. *Lolliguncula panamensis* from the Pacific coast of Colombia. The Veliger, 22(1): 67-74.

86. Staaf DJ. 2010. Reproduction and early life of the Humboldt squid. Tesis Ph. D. Department of Biology, Stanford University, Stanford, 173 p.
87. Staaf DJ, Ruiz RI, Elliger C, Lebaric Z, Campos B, Markaida U y Gilly WF. 2010. Ommastrephid squids *Sthenoteuthis oualaniensis* and *Dosidicus gigas* in the eastern Pacific show convergent biogeographic breaks but contrasting population structures. Marine Ecology Progress Series, 418: 165-178.
88. Staaf DJ, Redfern JV, Gilly WF, Watson W y Balance LT. 2013. Distribution of ommastrephid paralarvae in the eastern tropical Pacific. Fishery Bulletin, 111:78–89.
89. Stevenson NM. 1970. Circulation in the Panama Bight. Journal of Geophysical Research, 75(3): 659-672.
90. Suthers IM y Rissik D. eds. 2009. Plankton: A guide to their ecology and monitoring for water quality. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Collingwood, 272 p.
91. Sutor M. 2005. Vertical distribution patterns of plankton and their relationship to physical factors over the continental shelf off Oregon. Oregon State University, Corvallis, 594 p.
92. Sweeney M, Roper C, Mangold, Clarke M y Boletzky S. (Eds.) 1992. "Larval" and Juvenile Cephalopods: A Manual for Their Identification. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., 282 p.
93. Vecchione M. 1987. Juvenile ecology, p. 61-84. En: Boyle, PR (Ed.). Cephalopod life cycles, Vol.II. Comparative. Reviews. Academic Press, Londres.
94. Vecchione M. 1991. A method for examining the structure and contents of the digestive tract in paralarvae squids. Bulletin of Marine Science, 49: 300-308.
95. Vecchione M. 1999. Extraordinary abundance of squid paralarvae in the tropical eastern Pacific Ocean during El Niño of 1987. Fishery Bulletin, 97: 1025-1030.
96. Vecchione M, Roper CFE, Sweeney M y Lu CC. 2001. Distribution, relative abundance and developmental morphology of paralarval cephalopods in the Western North Atlantic Ocean, NOAA Technical Report NMFS 152, Fishery Bulletin, 1-51.
97. Vega M, Rocha F y Osorio C. 2000. Variaciones espaciales y temporales de paralarvas de cefalópodos en el Canal Moraleda (43 S), sur de Chile. Ciencia y Tecnología Marina, 23: 69-82.
98. Vente, JD, Wyngaardt S y Verschoor JA. 1999. Detection of zooplankton prey in squid paralarvae with Immunoassay. Journal of Immunoassay, 20: 127-149.

99. Vidal EAG y Haimovici M. 1998. Feeding and the possible role of the proboscis and mucus cover in the ingestion of microorganisms by rhynchoteuthion paralarvae (Cephalopoda: Ommastrephida e). *Bulletin of Marine Science*, 63: 305-316.
100. Villarroel JC, Vega MA y Acuña E. 2001. Cefalópodos recolectados en la pesquería de crustáceos de la zona norte y centro-sur de Chile, *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 36 (1): 83-97.
101. Villegas NL y Málikov I. 2006. Modelación de la estructura dinámica de las aguas de la cuenca del Pacífico colombiano. *Boletín Científico CCCP*, 13: 97-114.
102. Wakabayashi T, Yanagimoto T, Sakai M, Ichii T y Kobayashi T. 2008. Identification of *Dosidicus gigas* and *Sthenoteuthis oualaniensis* paralarvae using SSPPCR analysis onboard a ship, p. 111-112. En: Acuña E, Cubillos L e Ibañez C (Eds.) 4<sup>th</sup>. *International Symposium on Pacific Squids*. 28 noviembre-2 diciembre, 2008. Coquimbo, Chile.
103. Wyrski K. 1965. Surface currents of the eastern tropical Pacific Ocean. *Bulletin Inter-American Tropical Tuna Commission*, 9: 271-304.
104. Yatsu A. 1999. Morphology and distribution of rhynchoteuthion paralarvae of two ommastrephid squids, *Dosidiscus gigas* and *Sthenoteuthis oualaniensis*, collected from eastern tropical Pacific Ocean during 1977, p. 193-206. En: Report of the Kaiyo Maru cruise for study on the resources of two ommastrephid squids, septiembre 11-diciembre 24, 1977. Fisheries Agency of Japan, Tokyo.
105. Yatsu A, Tafur R y Maravi C. 1999. Embryos and rhynchoteuthion paralarvae of the jumbo flying squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda) obtained through artificial fertilization from in situ waters. *Fisheries Science*, 65(6): 904-908.
106. Young RE y Harman RF. 1989. Octopodid paralarvae from Hawaiian waters. *Veliger*, 32(2): 152-165.
107. Young RE y Harman RF. 1988. "Larva," "Paralarva" and "Subadult" in Cephalopod Terminology *Malacologia*, 29 (1):201-207.
108. Young RE y Hirota J. 1998. Review of the ecology of *Sthenoteuthis oualaniensis* near the Hawaiian Archipelago, p. 131-143. En: Okutani T. (Ed.). *Contributed papers to international symposium on large pelagic squids*, July 18-19, 1996, Tokyo.

## ANEXOS

### Anexo 1. Importancia comercial de las familias de calamar.

<b>Familia</b>	<b>Importancia comercial</b>
Ommastrephidae	De alto interés comercial; cuenta con una pesquería establecida para varias de sus especies en varios países del mundo (Granados, 2008). Representa las mayores capturas a nivel mundial (Roper y Jereb, 2010).
Enoploteuthidae	Estos calamares de tamaño pequeño a mediano no tienen importancia comercial, a excepción de <i>Watasenia scintillans</i> que es pescada en Japón (Roper <i>et al.</i> , 1984).
Ancistrocheiridae	Solo se conoce la especie cosmopolita <i>Ancistrocheirus lesueri</i> , sin importancia comercial, con talla máxima de 39 cm de LM (Roper <i>et al.</i> , 1984).
Pyroteuthidae	Sin importancia comercial, dado que alcanza una talla de sólo 4 cm de LM (Roper <i>et al.</i> , 1984).
Gonatidae.	Los adultos de esta familia son de tamaño relativamente pequeño (LM =15 a 330 mm); <i>Berryteuthis magister</i> es la única especie con una pesquería establecida (Roper <i>et al.</i> , 1984).
Cranchiidae	No tienen importancia comercial al presentar tallas muy pequeñas (LM= 6.1 cm) (Guerra, 1992), aunque es de gran importancia en la trama trófica, por ser alimento de ballenas, tiburón azul y aves marinas (Clarke y Macleod, 1976).
Onycoteuthidae	Talla máxima reportada 37 cm de LM en hembras y 30 cm en machos; pesca incidental con buena aceptación en el mercado (Roper y Jereb, 2010).

Anexo 2. Ubicación de las estaciones en el OPC durante los cinco periodos de muestreo. En gris horas nocturnas. Suministrado por el Prof. Dr. R. López, director de proyectos ERFEN-UMNG.

Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste	Jun-Jul.01		Ago-Sep.01		Sep.02		Sep.03		Sep-Oct.04	
			Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora
1	06°05'00"	77°75'00"					16.Sep.	19:30	06.Sep.	13:10	23.Sep.	04:48
2	06°00'00"	77°75'00"	12.Jul.	18:12								
3	05°50'00"	77°75'00"	12.Jul.	20:00	14.Sep.	22:30	16.Sep.	10:20	05.Sep.	13:55	22.Sep.	20:20
5	04°50'00"	77°75'00"			15.Sep.	07:00	16.Sep.	00:30	12.Sep.	13:45	21.Sep.	07:45
6	04°00'00"	77°75'00"	08.Jul.	21:45								
7	03°50'00"	77°75'00"			06.Sep.	09:30	16.Sep.	17:15	02.Sep.	11:24	20.Sep.	02:40
10	06°00'00"	78°00'00"			14.Sep.	18:05	16.Sep.	16:00	05.Sep.	18:55	23.Sep.	00:13
12	05°00'00"	78°00'00"	10.Jul.	02:56	15.Sep.	02:30	16.Sep.	04:40	05.Sep.	00:45	22.Sep.	08:15
14	04°00'00"	78°00'00"	09.Jul.	00:10	08.Sep.	05:00	14.Sep.	21:30	03.Sep.	19:38	21.Sep.	04:15
16	03°00'00"	78°00'00"	05.Jul.	08:50	15.Sep.	23:00	22.Sep.	22:15	02.Sep.	07:05	19.Sep.	23:15
17	06°30'00"	78°30'00"									23.Sep.	23:10
24	03°00'00"	78°50'00"	05.Jul.	04:00								
25	06°00'00"	79°00'00"	10.Jul.	18:00	13.Sep.	08:00	17.Sep.	07:00	06.Sep.	02:12	25.Sep.	04:45
27	05°00'00"	79°00'00"	03.Jul.	16:30	12.Sep.	22:35	18.Sep.	17:30	04.Sep.	17:20	22.Sep.	01:27
29	04°00'00"	79°00'00"	04.Jul.	08:05	09.Sep.	12:30	22.Sep.	07:00	03.Sep.	12:20	20.Sep.	18:50
31	03°00'00"	79°00'00"	05.Jul.	00:05	05.Sep.	00:00	09.Sep.	23:00	01.Sep.	23:45	19.Sep.	17:00
33	02°00'00"	79°00'00"	23.Jun.	18:40	27.Ago.	12:40	03.Sep.	18:15	21.Sep.	12:03	08.Oct.	05:20
43	05°00'00"	80°00'00"	03.Jul.	09:40			19.Sep.	01:30	09.Sep.	04:59	25.Sep.	20:15
45	04°00'00"	80°00'00"	03.Jul.	02:20			21.Sep.	18:30	02.Sep.	05:40	28.Sep.	20:30
47	03°00'00"	80°00'00"	02.Jul.	18:30	05.Sep.	14:50	09.Sep.	14:55	15.Sep.	06:18	04.Oct.	07:55
48	02°50'00"	80°00'00"	24.Jun.	07:20								
49	02°00'00"	80°00'00"	24.Jun.	14:30	28.Ago.	01:00	04.Sep.	06:00	21.Sep.	18:45	07.Oct.	18:30
61	04°00'00"	81°00'00"	02.Jul.	04:05	05.Sep.	00:20						
63	03°00'00"	81°00'00"	02.Jul.	11:30								
65	02°00'00"	81°00'00"	26.Jun.	01:30	29.Ago.	10:30						
75	05°00'00"	82°00'00"	30.Jun.	00:00	04.Sep.	11:20	19.Sep.	17:15	09.Sep.	23:55	28.Sep.	06:45
77	04°00'00"	82°00'00"	29.Jun.	06:25	03.Sep.	00:40	21.Sep.	06:00	11.Sep.	12:18	26.Sep.	22:30
79	03°00'00"	82°00'00"	28.Jun.	23:00	01.Sep.	09:30	09.Sep.	00:38	15.Sep.	20:34	04.Oct.	23:30
81	02°00'00"	82°00'00"	26.Jun.	09:30			06.Sep.	01:30	21.Sep.	15:18	07.Oct.	02:33
91	05°00'00"	83°00'00"	30.Jun.	17:30								
93	04°00'00"	83°00'00"	29.Jun.	16:45	03.Sep.	09:00						
97	02°00'00"	83°00'00"	27.Jun.	01:30	03.Sep.	03:30						
107	05°00'00"	84°00'00"	30.Jun.	10:50	01.Sep.	22:20	20.Sep.	09:10	10.Sep.	16:10	27.Sep.	18:00
109	04°00'00"	84°00'00"	29.Jun.	16:45			20.Sep.	17:15	10.Sep.	23:35	27.Sep.	12:30
111	03°00'00"	84°00'00"	27.Jun.	21:30	30.Ago.	23:30	07.Sep.	12:05	16.Sep.	10:40	06.Oct.	02:00
113	02°00'00"	84°00'00"					07.Sep.	04:00	17.Sep.	18:20	06.Oct.	09:15

**Anexo 3.** Correlaciones significativas en los componentes 1 y 2 del análisis de factores por componentes principales, para el estudio de las paralarvas en el OPC.

Periodo	n	Variabilidad explicada (%)			Componente 1		Componente 2	
		Componente 1	Componente 2	Total	Variable	Correlación	Variable	Correlación
Jun-Jul.01	9	40,0	37,0	77,0	Fase lunar	0,92	Salinidad	0,9
					Día:Noche	-0,82	Temperatura	-0,69
							Paralarvas	0,66
Ago-Sep.01	11	42,0	41,0	83,0	Fase lunar	0,88	Paralarvas	0,97
					Salinidad	-0,86	Temperatura	0,85
					Día:Noche	-0,63		
Sep.02	11	43,0	27,5	70,5	Temperatura	0,86	Paralarvas	-0,67
					Salinidad	-0,82	Día:Noche	0,85
					Fase lunar	0,82		
Sep.03	13	39,0	30,5	69,5	Salinidad	-0,9	Paralarvas	0,8
					Temperatura	0,77	Fase lunar	0,71
					Día:Noche	0,72		
Sep-Oct.04	20	34,0	27,0	61,0	Salinidad	0,93	Paralarvas	0,73
					Fase lunar	0,76	Temperatura	-0,66
							Día:Noche	0,52
General	64	32,0	26,0	58,0	Paralarvas	0,81	Salinidad	0,78
					Temperatura	-0,73	Fase lunar	0,77
					Día:Noche	0,58		