CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA MARINA

PESCA DE CALAMAR GIGANTE *Dosidicus gigas*, EN ENSENADA, MÉXICO: UNA PESQUERÍA INCIPIENTE

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta:

ANDREA CAROLINA JARA BAQUERO

Ensenada, Baja California, México, febrero del 2010

RESUMEN de la tesis de **Andrea Carolina Jara Baquero,** presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en Ecología Marina. Ensenada, Baja California. **Febrero del 2010.**

PESCA DE CALAMAR GIGANTE *Dosidicus gigas*, EN ENSENADA, MÉXICO: UNA PESQUERÍA INCIPIENTE

Resumen aprobado por:

Dr. Oscar Sosa Nishizaki	Dr. Unai Markaida Aburto
Codirector de tesis	Codirector de tesis

Entre las pesquerías de cefalópodos, la del calamar gigante *Dosidicus gigas* presenta los más altos desembarcos comerciales y es la de mayor crecimiento a nivel mundial. Históricamente la especie se distribuía en el Pacífico Oriental desde Chile hasta California, sin embargo, recientemente ha estado ampliando su distribución, invadiendo nuevas áreas. En los últimos años la especie ha incursionado en la Corriente de California, ampliando su rango de distribución hacia el norte. Como consecuencia de esto, a partir del 2006 se estableció una pesquería de este recurso frente a Ensenada, Baja California. El objetivo de este trabajo fue conocer las características biológicas y la estructura de tallas de *Dosidicus gigas*, además de caracterizar esta nueva pesquería, determinando el esfuerzo pesquero y las variaciones históricas del recurso en la zona. Se muestrearon calamares gigantes provenientes de los desembarcos del puerto de El Sauzal en Ensenada, entre los meses de febrero y julio del 2009, registrando la longitud del manto (LM), sexo y grado de madurez. Con la ayuda de entrevistas a diferentes actores de la cadena productiva del calamar gigante y con los datos de anuarios estadísticos se analizó el desarrollo histórico y el comportamiento de la pesquería industrial. Se muestrearon 505 organismos de los cuales 353 fueron hembras entre los 45 y 85 cm LM y 152 machos entre los 50 y 75 cm LM, con una proporción hembra:macho de 2.3 : 1. La mayoría de las hembras se encontraron inmaduras o madurando, mientras en los machos predominaron los organismos maduros. Se determinó que los calamares se encuentran en un intervalo de tallas de madurez de organismos grandes, con una talla promedio de primera madurez para las hembras de 72 cm LM y de 62 cm LM para los machos. Se sugiere que Ensenada es un área de alimentación y no de reproducción y se determinó que la pesquería del calamar en la zona es incipiente y aún se presenta una alta variabilidad en la abundancia y disponibilidad del recurso y no se existen patrones claros como ocurre con las poblaciones del Golfo de California. Esta variabilidad

no sólo está dada por el comportamiento impredecible de la especie, sino que contribuyen las fluctuaciones ambientales que fenómenos como El Niño y La Niña pueden generar. No obstante, la inexperiencia que pueden tener los pescadores de la zona al momento de localizar las áreas de pesca puede ser muy importante. Se deben ampliar los estudios sobre las características biológicas-pesqueras, oceanográficas y económicas que influyen sobre esta pesquería; esto permitirá crear mecanismos de manejo y regulación con el enfoque sustentable y generar las herramientas para que la pesquería sea capaz de adaptarse a la variabilidad del recurso.

Palabras Clave: *Dosidicus gigas*, calamar gigante, Ensenada – Baja California, estructura poblacional, pesquería.

ABSTRACT of the thesis presented by **Andrea Carolina Jara Baquero** as a partial requirement to obtain the MASTER OF SCIENCE degree in Marine Ecology. Ensenada, Baja California, Mexico. February 2010.

JUMBO SQUID (*Dosidicus gigas)* FISHING IN ENSENADA, MÉXICO: AN INCIPIENT FISHERY

The jumbo squid (*Dosidicus gigas*) supports the largest and fastest-growing worldwide commercial landings in terms of biomass. Historically, the species was distributed in the tropical waters of the Eastern Pacific, with sporadic incursions to the waters off southern Chile and northern California. Recently, the species has expanded its distribution, invading new areas for prolonged periods. In recent years, this resource has been consistently present in much of the California Current System, and since 2006 there has been a fishery off Ensenada, Baja California. The present study aimed to describe the biological characteristics and population structure of *Dosidicus gigas* sampled from landings at the Port of El Sauzal in Ensenada between February and July 2009. In addition, my goal was to characterize the fishery by estimating fishing effort and historical variations in the availability of the resource in the area. Jumbo squid were weekly collected, and mantle length (ML), sex and maturity stage recorded. The historical development of this fishery was reconstructed based on interviews with people representing different components of the productive chain and through analysis of annual statistical data. A total of 505 squid were sampled, of which 353 were females between 45 and 85 cm ML and 152 males were between 50 and 75 cm ML; There was a 2.3:1 female to male ratio. During the 2009 fishing season, most females were immature or maturing and most males were mature. This suggests that the waters off Ensenada serve as feeding grounds rather than a reproductive area. Squid belonged to the “large size” maturation group previously described for the region; females matured at 72 cm ML and males at 62 cm ML. The squid fishery in the area is still developing and shows high variability in abundance and availability. There was no evidence of migration patterns such as those described for the central Gulf of California. The high monthly variability in the catches are probably not only due to the typical unexpected behavior of this species. Environmental fluctuations due to El Niño and La Niña events and the inexperience of fishermen in locate fishing areas may contribute to variability in the catches. Hence, there is need for carrying out further studies to reveal the fishery, biological, oceanographic and economic characteristics that influence this developing fishery to formulate management and regulation mechanisms leading to a sustainable fishery.

Keywords: *Dosidicus gigas*, jumbo squid, Ensenada - Baja California, population structure, fishery.

A mis papás, mis hermanos,
a los chiquitines de la casa
y a Diego

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y a Dios, quienes son el apoyo y fuerza constantes en cada momento de la vida, a quienes debo todo y por quienes he podido cumplir todos mis sueños.

A Diego por su cariño incondicional, por su apoyo, por las correcciones, el aguante y por soportar las consecuencias de la tesis.

A Oscar Sosa que se sigue creyendo el cuento de los calamares, su apoyo fue fundamental e incondicional. Por su orientación, por todo lo que me enseñó, por abrirme las puertas de su laboratorio, pero sobre todo por su amistad. A Unai por sus enormes conocimientos de calamares y por querer compartirlos conmigo. Fue un honor trabajar con ustedes.

Al Dr. Gilberto Gaxiola y al Dr. Modesto Ortíz por aceptar estar en mi comité, por sus correcciones y confianza en mi trabajo.

Este trabajo no hubiese sido posible sin los calamares y los datos proporcionados por Jorge Ballesteros de Pesca Azul. Gracias a Ricardo García y a todos los pescadores que siempre se acordaron de traerme mis calamares completos. A la Pesquera Thor que proporcionó datos de desembarques y a las plantas procesadoras Productos Marinos ABC y Pesquera México por permitirme usar sus instalaciones para el procesamiento de los calamares.

Mil gracias a todos mis compañeros del laboratorio Ericksito, Omar, Karina, Neni, Jonk, Sharon, Bertha, Luis, César, Micks, hicieron que cada día fuera muy divertido, muchas gracias por su ayuda, por su compañía y por aceptar a la de los calamares. Carmencita gracias por tu ayuda y por permitir que todo en el laboratorio marche como debiese. Berthita los muestreos, no los hubiese logrado sin tu colaboración.

A todos los colombianos; México no hubiera sido lo mismo sin ustedes, gracias por ser mi pedacito de hogar tan lejos de casa. Neni, Dianita, Vladi, Pili, Erica…los adoro.

Al CICESE, a todos sus profesores, personal administrativo y técnico. Al CONACYT por la beca proporcionada durante estos dos años.

A todos los compañeros de generación y a todas las personas que hicieron mucho más amenos estos dos años, en especial Jorge Montano, Jonksito, Tiago, el Gordito, Emilio, Fer, Jushiro. Espero encontrarlos de nuevo en el camino y la vida nos permita compartir de nuevo una chela o un cafecito.

A todos los calamares que se sacrificaron por la causa.

A México por abrirme las puertas. ¡Un millón de gracias!

CONTENIDO

ABSTRACT ..... **iii**

I. INTRODUCCIÓN **1**

I.1 Biología de la especie 5

I.2 Antecedentes 7

I.3 *Dosidicus gigas* y el Fenómeno del Niño 12

I.4 Historia de la pesquería en México 13

I.5 Historia de la pesquería en Ensenada 16

I.6 Hipótesis 18

I.7 Objetivos 18

II. ÁREA DE ESTUDIO **19**

III. METODOLOGÍA **22**

III.1 Fase de campo 22

III.2 Fase de gabinete 24
III.2.1 Proporción sexual 24
III.2.2 Composición de tallas 24
III.2.3 Estadios de madurez 24
III.2.4 Talla media de madurez 25
III.2.5 Pesquería en Ensenada 25
III.2.6 Análisis histórico de las capturas de calamar 25
III.2.7 Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) 26

IV. RESULTADOS **27**

IV.1 Proporción sexual 27

IV.2 Composición de tallas 28

IV.3 Estadios de madurez 30

IV.4 Talla media de madurez 33

IV.5 Pesquería en Ensenada 35
IV.5.1 Características de las embarcaciones 35
IV.5.2 Arte de pesca 36
IV.5.3 Procedimientos de pesca 38
IV.5.4 Proceso y almacenaje de la captura 38

CONTENIDO (Continuación)

IV.5.5 Procesamiento del producto.....40

IV.6 Análisis de las capturas de calamar en Ensenada.....43

IV.7 Captura por unidad de esfuerzo (CPUE).....45

V. DISCUSIÓN.....47

V.1 Biología.....47

V.2 Pesquería.....50

VI. CONCLUSIONES.....56

REFERENCIAS.....58

APÉNDICE I. Entrevista para recabar la información de la industria pesquera del calamar gigante**.....66**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Desembarcos mundiales de cefalópodos del año 1950 al 2007. Fuente: FISHSTAT Plus (FAO, 2008). **1**

Figura 2. Distribución del calamar gigante *Dosidicus gigas*. Diferentes autores señalan cómo se ha ampliado el rango de distribución. Las elipses indican las áreas de mayor explotación pesquera del recurso (Tomado de Keyl et al. 2008). **3**

Figura 3. Calamar gigante *Dosidicus gigas*. A, vista dorsal de un ejemplar grande (50-80 cm LM); B, vista ventral de un ejemplar de 25 cm LM (Modificado de Markaida, 2001). **6**

Figura 4. Desembarcos históricos de *Dosidicus gigas* en México. Fuente: FISHSTAT Plus (FAO, 2008). **16**

Figura 5. Desembarcos históricos de calamar gigante en Ensenada, Baja California. Fuente: Anuarios estadísticos CONAPESCA. **17**

Figura 6. Bahía de Todos Santos, Ensenada, Baja California, México. La líneas representan las isóbatas con su profundidad correspondiente. **20**

Figura 7. Razón sexual por muestreo del total de los organismos y de sólo los que se encontraban maduros (estadio IV y V) durante el 2009. La línea punteada representa la proporción esperada de 1:1. ..... **27**

Figura 8. Distribución de frecuencias de tallas de las hembras y machos muestreados a lo largo de la temporada de pesca. **29**

Figura 9. Distribución de tallas promedio mensuales de machos y hembras. Barras: Desviación estándar. **30**

Figura 10. Distribución de la frecuencia de tallas y madurez en hembras (a) y machos (b) de *D. gigas.* **31**

Figura 11. Distribución del porcentaje de hembras (a) y machos (b) por estadio de madurez en cada uno de los muestreos de la temporada de pesca del 2009. ..... **32**

Figura 12. Talla de madurez para machos y hembras. Se presenta el ajuste logístico de las curvas sigmoidales a la frecuencia relativa de tallas, para determinar la talla media de madurez (L_{50}). En el eje X se representa la marca de clase de cada intervalo de tallas. **34**

Figura 13. Embarcación de pesca de tiburón adaptada para la pesquería de calamar. **36**

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

Figura 14. Reflectores de 500 watts utilizados en la pesca de calamar. **36**

Figura 15. Potera de cinco coronas utilizada en la pesca de calamar gigante y detalle de las coronas. Se incluye un ejemplo de luz artificial, la cual es utilizada para atraer a los calamares. **37**

Figura 16. Presentación en la que se desembarca el calamar, después de tener un pre-proceso en la embarcación. Se separan la cabeza en el corte bailarina (A) y la aleta (B) es retirada del manto (C). **39**

Figura 17. Corte bailarina. Presentación de la cabeza de calamar, en la cual se retiran los ojos y el cuello y sólo se dejan los tentáculos. Foto cortesía de Productos Marinos ABC. **39**

Figura 18. Sábana de calamar. Presentación del manto de calamar después de limpiarlo y cortarlo rectangularmente. Foto cortesía de Productos Marinos ABC. **40**

Figura 19. Sábana de calamar. Presentación del manto de calamar en bloques congelados de 12.5 kg (A) y tarima de 1 t (B). Fotos cortesía de Productos Marinos ABC. **41**

Figura 20. Presentación de los tentáculos de calamar en bloques congelados. Foto cortesía de Productos Marinos ABC. **42**

Figura 21. Presentación de la aleta de calamar en bloques congelados. Foto cortesía de Productos Marinos ABC. **42**

Figura 23. Calamar desembarcado durante el 2008 por las empresas Pesca Azul y Pesquera Thor en El Sauzal, Ensenada, Baja California. **43**

Figura 24. Calamar desembarcado durante el 2009 por las empresas Pesca Azul y Pesquera Thor en Ensenada, Baja California. **44**

Figura 25. Promedio mensual de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la pesca de calamar gigante de las empresas Pesca Azul y Pesquera Thor durante el 2008. Las barras representan el error estándar. **45**

Figura 26. Promedio mensual de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la pesca de calamar gigante de las empresas Pesca Azul y Pesquera Thor durante el 2009. Las barras representan el error estándar. **46**

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Estadios de madurez sexual de calamares, según la escala de Lipiński & Underhill. Modificado de Markaida (2001). 23

Tabla II. Muestreos de calamar gigante *Dosidicus gigas* realizados durante el 2009, con el número de hembras y machos muestreados en cada fecha. 28

I. INTRODUCCIÓN

Los cefalópodos tienen una gran importancia ecológica en las cadenas alimenticias, ya que conducen eficientemente la energía de los niveles mesopelágicos a niveles tróficos altos como peces, tiburones, aves y mamíferos marinos (Field et al. 2007). Igualmente constituyen un recurso pesquero que está teniendo una creciente importancia económica a nivel mundial, la cual se evidencia en el alto número de desembarcos en las últimas décadas (Markaida, 2001; Hunsicker et al. 2006) (Figura1).

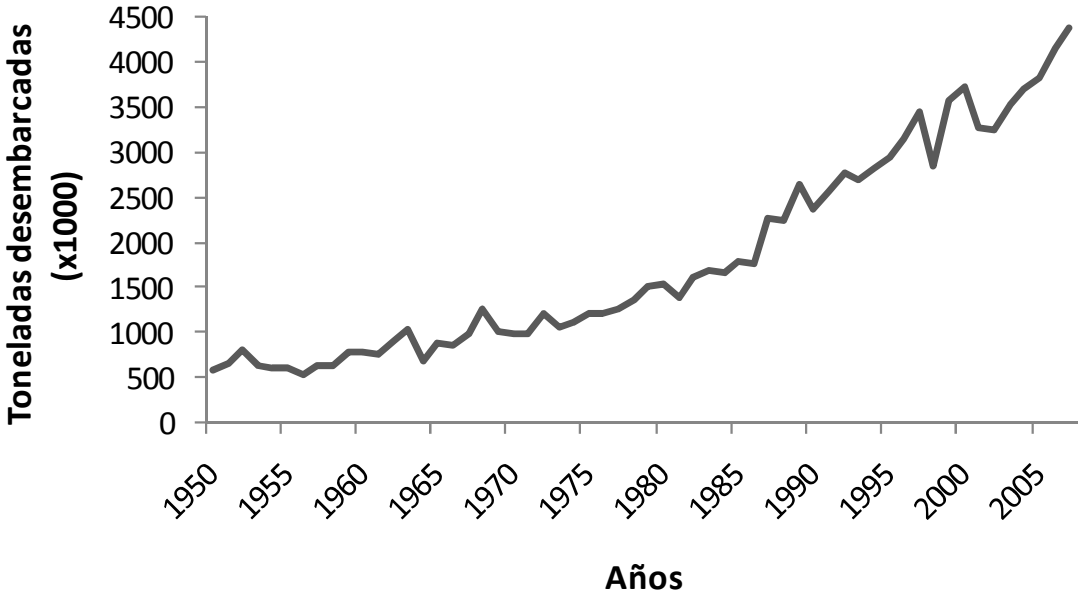

Figura 1. Desembarcos mundiales de cefalópodos del año 1950 al 2007. Fuente: FISHSTAT Plus (FAO, 2008).

Las pesquerías de cefalópodos además de ser un recurso pesquero en crecimiento, están aportando una valiosa fuente de proteína para el consumo humano y se están convirtiendo en posibles indicadores de los cambios ecológicos que están ocurriendo a nivel mundial a causa de la sobrexplotación pesquera de los océanos (Rodhouse, 2001).

Las estadísticas de la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) de las últimas tres décadas demuestran que mientras los desembarques a nivel mundial de peces demersales se estabilizaron o disminuyeron, los desembarcos de cefalópodos se incrementaron (Caddy y Rodhouse, 1998). Ésto puede estar reflejando los cambios que ha estado teniendo el esfuerzo pesquero, en los últimos años, el cual no se ha enfocado en las especies explotadas tradicionalmente sino en especies menos habituales (Boyle y Rodhouse, 2005). También ha sido propuesto que, bajo una intensa presión pesquera, las poblaciones de peces no son capaces de competir con el rápido crecimiento, la alta tasa de reproducción, los ciclos de vida cortos y los hábitos de alimentación de las poblaciones de cefalópodos (Rodhouse, 2008). No obstante, a pesar de la capacidad de recuperación de estas poblaciones, existe evidencia de que la sobrepesca también ha llevado a algunas pesquerías de cefalópodos a alcanzar su nivel máximo de explotación, haciendo que los volúmenes de los desembarques ahora dependan del esfuerzo pesquero y de las variaciones ambientales (Caddy y Rodhouse, 1998).

En las pesquerías de cefalópodos a nivel mundial, los calamares de la familia Ommastrephidae aportan el mayor porcentaje a las capturas totales (Markaida, 2001). Dentro de esta familia, los desembarcos comerciales del calamar gigante *Dosidicus gigas* son los más altos y de mayor crecimiento que los de cualquier otro cefalópodo en el mundo, registrando en el 2006 desembarcos de 850,000 t aproximadamente (FAO, 2008), mientras que antes del año 2000, no superaban las 200,000 t a nivel mundial (Field, 2008).

D. gigas, es un calamar oceánico, altamente migratorio y endémico del Pacífico oriental. Históricamente su distribución ha tenido un amplio rango, desde los 37°-40°N en el centro de California hasta los 45°- 47°S en el norte de Chile, extendiéndose fuera de la costa hasta los 125°- 140°W en el Ecuador (Gilly y Markaida, 2006; Waluda et al. 2006) (Figura 2). A partir de El Niño 97/98, se han

encontrado un gran número de calamares gigantes a través de la Corriente de California, registrándose observaciones de la especie en Alaska. En ambos hemisferios, este tipo de ampliaciones del rango de distribución o invasiones, han sido reportadas desde los años 1800, sin embargo, la extensión espacial y temporal de la actual invasión parece no tener antecedentes en el récord histórico (Field y Baltz, 2006; Field, 2008; Rodhouse, 2008).

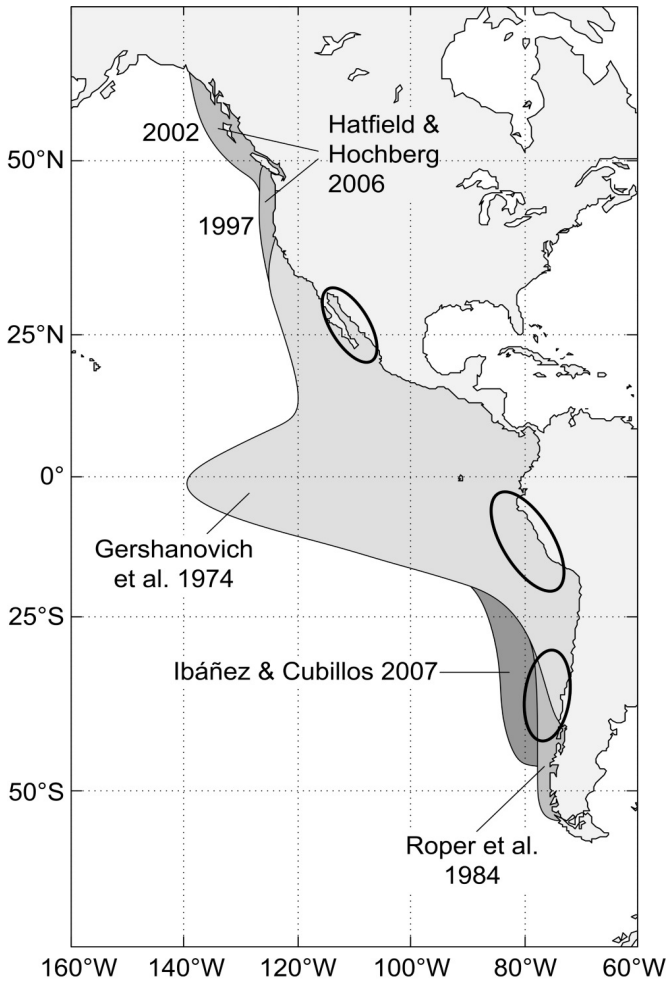

Figura 2. Distribución del calamar gigante *Dosidicus gigas*. Diferentes autores señalan cómo se ha ampliado el rango de distribución. Las elipses indican las áreas de mayor explotación pesquera del recurso (Tomado de Keyl et al. 2008).

Estas expansiones de la distribución o invasiones pueden ser temporales o permanentes, pero aún no se tiene claro el motivo por el cual las realizan (Gilly y Markaida, 2006). Esta especie se caracteriza por presentar abundancias y distribuciones irregulares, por realizar migraciones inesperadas y responder rápidamente a fluctuaciones ambientales, lo cual dificulta su evaluación (Dawe et al. 2007). Es por esto que a pesar de los esfuerzos que se han realizado en la investigación de la biología, ecología y pesquerías del calamar gigante, no se tiene claridad sobre las causas de estas recientes invasiones y las consecuencias potenciales que se puedan generar (Field, 2008).

Las invasiones de *D. gigas* en nuevas áreas pueden estar relacionadas con aspectos oceanográficos, que alteran la productividad (*e.g.* temperatura, surgencias y niveles de oxígeno), así como con la disminución de sus depredadores y competidores, los cuales pueden estar bajo una alta explotación pesquera y estar dejando nichos disponibles en los que una especie de corto periodo de vida y ecológicamente oportunista como el calamar gigante, puede expandirse (Rodhouse, 2008). Así mismo si *D. gigas* reacciona rápidamente y toma ventaja de las perturbaciones, la aparición de la especie en cierta zona puede estar indicando algún tipo de cambio en el régimen climático (Gilly y Markaida, 2006).

En los sistemas que la especie ha invadido, se hace evidente la fuerte influencia que está ejerciendo como depredador y como presa, reestructurando las cadenas alimenticias de los sistemas mesopelágicos y pelágicos en los que incursiona (Gilly y Markaida, 2006, Field, 2008). En la Corriente de California, una de las áreas que está invadiendo recientemente, *D. gigas* está ocupando un nivel trófico alto, depredando sobre peces mesopelágicos y especies pelágico-costeras que tienen importancia comercial; sin embargo el impacto real sobre el ecosistema es difícil de inferir debido a los rápidos cambios que realiza la especie y a la falta de información que se tiene (Field y Baltz, 2006).

La pesca de este recurso en México inició en la década de los 70's y se ha desarrollado principalmente en el Golfo de California, y en menor proporción en la costa occidental de la parte sur de la península de Baja California (Nevárez-Martínez et al. 2006). Sin embargo, la rápida dispersión y el incremento de la abundancia de las poblaciones de *D. gigas* en la Corriente de California se está convirtiendo en un hecho sin precedentes, haciendo que se generen carencias de información de la distribución espacial y temporal de la especie y de la explotación y manejo pesquero que se está llevando a cabo (Field et al. 2007).

Aprovechando la gran abundancia del recurso, en Ensenada, Baja California se inició informalmente la pesquería de *D. gigas* a partir del 2006. Teniendo en cuenta el reciente desarrollo de esta industria pesquera en la zona, en este trabajo se plantea el objetivo de determinar las características biológicas y la estructura por tallas de *Dosidicus gigas*, así como analizar el desarrollo que está teniendo la pesquería industrial del recurso en Ensenada, Pacífico mexicano.

I.1 Biología de la especie

Dosidicus gigas es un depredador pelágico de aguas altamente productivas del Pacífico oriental, como son la Corriente de Perú, la Corriente de California y el Domo de Costa Rica (Ichii et al. 2002, Waluda y Rodhouse, 2006). Dentro de la familia Ommastrephidae, es el calamar de mayor tamaño, llegando a alcanzar una longitud de manto (LM) de 100-120 cm y un peso de 30-50 kg. Posee aletas romboidales anchas y musculosas, las terminaciones de los brazos son prolongadas y atenuadas, con numerosas ventosas (100-200), carece de grandes fotóforos en el manto pero el estadio de juvenil y subadulto posee fotóforos intestinales y oculares temporales (Markaida, 2001; Nigmatullin et al. 2001) (Figura 3).

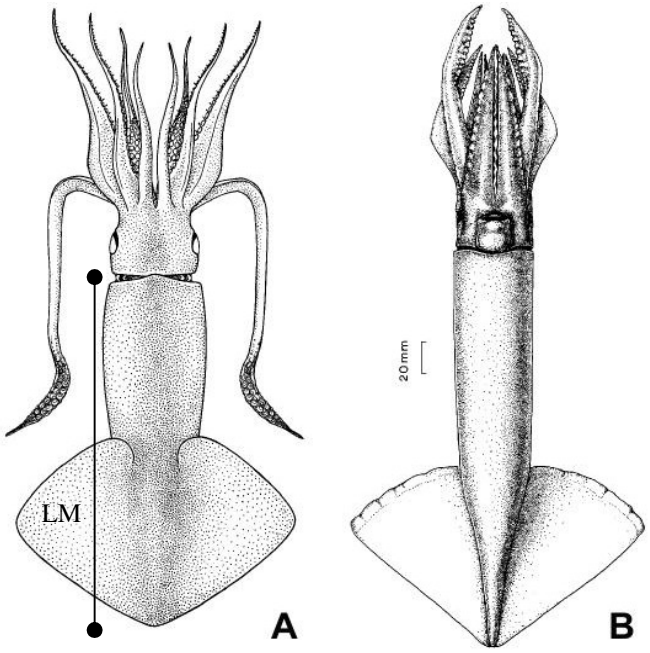

Figura 3. Calamar gigante *Dosidicus gigas*. A, vista dorsal de un ejemplar grande (50-80 cm LM); B, vista ventral de un ejemplar de 25 cm LM (Modificado de Markaida, 2001).

Todos los miembros de la subfamilia Ommastrephinae han perdido la conexión con el suelo oceánico y con la plataforma continental, teniendo un estilo de vida pelágico; *D. gigas* ha restringido meridionalmente su distribución, siendo una especie subtropical – tropical y nerito-oceánica (Nesis, 1970; Markaida, 2001; Nigmatullin et al. 2001). Se mueven horizontalmente por largas distancias en migraciones masivas estacionales, desde su área de alimentación a los lugares de desove; además realizan migraciones verticales diarias para alimentarse, estando a profundidades <100m en la noche y a profundidades >300m durante el día, en las cuáles traspasan regularmente la capa mínima de oxígeno (Nesis, 1970; Markaida et al. 2005, Gilly et al. 2006).

Dentro de la estructura de las poblaciones de *D. gigas* se tiene registrado que las hembras son más abundantes y de mayor tamaño que los machos y se diferencian geográficamente tres grupos de individuos dependiendo del tamaño que alcanzan en la madurez. Los organismos más pequeños (machos 13 –26 cm

LM, hembras 16 – 34 cm LM) suelen habitar aguas cercanas al Ecuador, la talla mediana (24 – 42 cm LM y 28 – 60 cm LM) es la más común, encontrándose a lo largo de toda la distribución a excepción de las altas latitudes y los organismos de talla grande (> 40 – 50 cm LM y desde 55 – 65 a 100 cm LM) habitan los extremos de la distribución. (Nigmatullin, et al. 2001).

Dosidicus gigas como organismo semélparo de vida corta, responde rápidamente a las condiciones ambientales, lo que lo puede convertir en muy buen indicador de los cambios ecológicos globales, que se presentan por la explotación pesquera de los océanos (Rodhouse, 2001). Es importante tener en cuenta que *D. gigas* es una especie asociada a corrientes oceánicas (Humboldt, California) y sometida a ciclos irregulares como El Niño, dependiendo fuertemente de fenómenos oceanográficos, por lo que es fundamental el papel que cumple la variabilidad oceanográfica en la biología de la especie y la forma como esto influye en la pesquería del recurso (Rodhouse et al. 2006).

I.2 Antecedentes

La primera y una de las más completas revisiones sobre la biología del calamar gigante fue la realizada por Nesis (1983). Quince años después Nigmatullin et al. (2001) realizan una colecta de la literatura disponible y de datos de expediciones soviéticas/rusas, logrando reunir información de la taxonomía, morfología funcional, biología evolutiva y ecología del calamar gigante.

En los estudios realizados en México, Markaida (2006a) caracterizó la estructura poblacional por tallas, determinó la talla de madurez y los aspectos reproductivos del calamar gigante en el Golfo de California en los años 1998-2000, evaluó los efectos del Fenómeno de El Niño 1997-1998, el cual impactó tanto la abundancia del recurso como la estructura poblacional del mismo. Nevárez-Martínez et al.

(2006) estudiaron la dinámica poblacional de *D. gigas* en el Golfo de California en los períodos 1995-1996 y 2001-2002, reportaron un crecimiento y mortalidad variable para la especie entre las distintas temporadas de pesca, al igual que una alta variabilidad interanual en el reclutamiento, la abundancia media de la población y la estructura de las cohortes. Bazzino et al. (2007) describieron la estructura poblacional del calamar gigante en Santa Rosalía, Baja California Sur en el Golfo de California, durante 2003 y 2004, registrando una clara dominancia de las hembras sobre los machos y una fuerte variabilidad interanual en la estructura de tallas. Concluyeron que algunos aspectos de la dinámica poblacional del calamar presentan una alta plasticidad fenotípica, en respuesta a cambios en los factores bióticos y abióticos.

A pesar de que se tienen claros los movimientos migratorios que tienen los calamares gigantes, en México es poco lo que se ha estudiado al respecto. Markaida et al. (2005) colocaron marcas convencionales en calamares gigantes del Golfo de California demostrando migraciones estacionales de la especie dentro de la cuenca de Guaymas, y dejando abierta la duda de los posibles movimientos migratorios que realicen los calamares hacia la costa occidental de la Península de Baja California, desde el Golfo de California. Gilly et al. (2006) instalaron marcas satelitales en individuos de esta misma zona, para monitorear sus migraciones horizontales y sus complejos movimientos verticales en la columna de agua, los cuales están altamente ligados a la migración de su presa principal, el mictófido *Benthosema panamense* (Markaida y Sosa-Nishizaki, 2003).

La mayoría de estudios llevados a cabo en México, se han realizado en el Golfo de California, donde la explotación de la especie está establecida y ha sido ampliamente estudiada. Sin embargo en la costa oeste de Baja California son pocos los estudios que se han llevado a cabo sobre la pesquería de *D. gigas* (Mejía-Rebollo et al. 2008).

En el Pacífico oriental mexicano Hamman *et al*. (1995) realizaron un análisis de los desembarcos de las pesquerías del estado de Baja California desde 1984 hasta 1993, para determinar el efecto que tuvo El Niño de 1992 sobre los recursos pesqueros de la zona. Al analizar los desembarcos de calamar gigante para estos años, encontraron que en 1992, las mayores capturas se trasladaron de octubre, como se había registrado en años anteriores, a la temporada de primavera, entre abril y junio y sugirieron que el calentamiento producido por las condiciones de El Niño incrementó la disponibilidad del recurso durante los primeros meses del año.

Uno de los primeros estudios sobre *D. gigas* en la zona, se realizó por medio de una prospección pesquera en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de la costa occidental de la península de Baja California y el Golfo de California, estudio con el cual buscaban evaluar la factibilidad del recurso para una explotación comercial. El programa se extendió de 1989 a 1992, con siete embarcaciones calamareras japonesas. En el estudio se registraron 11,196 t de captura total, logrando establecer que *D. gigas* se encontraba distribuido a lo largo de toda la ZEE. Sin embargo las áreas con mayor concentración de la especie fueron la boca del Golfo de California, el área de influencia de Bahía Magdalena en el Pacífico y las inmediaciones de Cabo San Lucas. Durante los meses de invierno y primavera, las tallas de captura generalmente fueron grandes, mayores a los 50 cm LM, mientras que en los meses de verano y otoño las tallas de captura fueron medianas y pequeñas entre los 36 y 46 cm LM (De la Rosa et al. 1996; Klett-Traulsen).

Con el fin de evaluar el potencial que *D. gigas* tiene en la cadena trófica de la Corriente de California, Field y Baltz (2006) analizaron el contenido de 400 estómagos de calamar gigante durante el 2005 y 2006. Encontrando que *D. gigas* depreda sobre animales demersales adultos, teniendo como presas principales la merluza del Pacífico (*Merluccius productus*), mictófidos (*Stenobrachius leucopsarus, Tarletonbeania crenularis*), anchoveta (*Engraulis mordax*), otros

calamares gigantes, sardina (*Sardinops sagax*), entre otros. Una vez determinados los hábitos alimentarios de la especie y utilizando un modelo existente de la Corriente de California, desarrollaron una modelación de la cadena alimenticia, encontrando un nivel trófico significativamente alto para *D. gigas.* Además plantearon que el calamar gigante está depredando sobre especies demersales y pelágico costeras de importancia comercial (Field y Baltz, 2006).

Salinas- Zavala et al. (2010) analizaron 240 estómagos provenientes de calamares capturados en la costa occidental de la península de Baja California durante los cruceros IMECOCAL (Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California) de 2004 y 2005. En los contenidos estomacales contabilizaron 5,195 presas, las cuales estuvieron dominadas por la langostilla *Pleurocondes planipes* y el pez mesopelágico *Vinciguerria lucetia*. Plantearon que en el Océano Pacífico existe una preferencia por presas neríticas a comparación de lo reportado para el Golfo de California, donde los peces mictófidos constituyen la presa principal de los calamares.

Field et al. (2007) analizaron varias series de tiempo de las abundancias de *D. gigas* en la Corriente de California, provenientes de estudios científicos, de pesquerías comerciales y deportivas. Los autores plantearon que *D. gigas* cumple un doble papel, tanto de consumidor de especies explotadas comercialmente en la Corriente de California, como de presa de especies de interés comercial en el Pacífico Oriental Tropical. Igualmente mencionan que durante el periodo 2002 a 2006, la pesquería del recurso refleja que la abundancia y distribución de *D. gigas* aumenta significativamente en la Corriente de California (Field et al. 2007), sin que aún se tenga claro el motivo de este aumento.

Sin embargo, durante ese periodo de tiempo el índice de la Oscilación Decadal del Pacífico (ODP) afectó a la Corriente de California, frente a la península de Baja California, produciendo un periodo cálido, iniciándose en el verano del 2002 y

finalizando en el verano del 2006; este proceso estuvo asociado con una disminución de la salinidad y del fitoplancton cercano a la superficie y un incremento en el volumen de zooplancton (Gaxiola-Castro et al 2008), lo cual probablemente influyó en la dinámica de toda la cadena trófica de la Corriente de California.

Rodhouse (2001) planteó que en las últimas dos décadas se ha dado una fuerte reducción en las capturas de las especies marinas tradicionalmente explotadas, dando paso a un incremento substancial de las pesquerías de calamares en el mundo. La evidencia sugiere que la sobrepesca de algunos stocks pesqueros está reduciendo la depredación y la competencia sobre las especies de calamares, y en el caso de algunas especies como *D. gigas*, favorece y genera un aumento en su población.

Mejía-Rebollo et al. (2008), determinaron la edad y describieron el crecimiento de *D. gigas* en la costa oeste de Baja California, usando el incremento diario de los estatolitos. Encontraron hembras inmaduras y madurando de tamaños medianos (24-34 cm LM), hembras maduras y algunas madurando de tallas grandes (62-82 cm LM); para los machos determinaron dos grupos de tamaños, uno de ellos mediano (22-32 cm LM) y un grupo de animales grandes (52-68 cm LM). Los autores plantearon que de *D. gigas* en la costa oeste de la Península de Baja California crece rápidamente durante los primeros 200 días de vida, después de esto la tasa de crecimiento empieza a disminuir gradualmente. Hallaron diferencias de crecimiento entre sexos, determinando que las hembras crecen más lento que los machos, pero alcanzan mayores tallas que éstos.

I.3 *Dosidicus gigas* y el Fenómeno del Niño

El Océano Pacífico Oriental Tropical es una región considerada altamente productiva y con una alta variabilidad interanual, especialmente asociada a los fenómenos de El Niño y La Niña. Estos eventos generan importantes cambios en la distribución y abundancia de diferentes animales marinos, pero aún se desconoce la forma como estos fenómenos pueden afectar la distribución de especies tan abundantes en esta zona como son los atunes o el calamar gigante (Ichii et al. 2002).

Durante el Fenómeno de El Niño, denominado ENSO (El Niño Southern Oscillation) ocurre una disminución en la intensidad de los vientos, usualmente en la época de otoño/invierno. Las surgencias propias de esta zona disminuyen su intensidad o desaparecen y las aguas superficiales sufren un progresivo calentamiento; esto genera que la termoclina se profundice y que no asciendan nutrientes a la superficie, reduciéndose la productividad primaria en la zona fótica y afectando a las cadenas tróficas (Anderson y Rodhouse, 2001).

Se espera que calamares omastréfidos, como *Dosidicus gigas*, estén adaptados a las características particulares que tiene el ambiente; sin embargo investigaciones recientes sugieren que es probable que *D. gigas* como habitante del Océano Pacífico Oriental, se vea afectado por condiciones ambientales tan variables, las cuales pueden influir en la abundancia y distribución de las poblaciones de la especie (Anderson y Rodhouse, 2001; Waluda et al. 2006).

Markaida (2006a, b) planteó que durante El Niño 97/98, las poblaciones de calamar se vieron afectadas tanto en su abundancia y distribución, como en su estructura poblacional, debido probablemente a los cambios en la temperatura del agua y a la disminución o variación del alimento que esto conlleva, ya que antes y después de El Niño, algunas de las presas que consumieron los calamares fueron

diferentes. Asimismo, Lavaniegos et al. (2002), quienes al analizar la estructura del plancton marino del Pacífico Oriental, frente a Baja California, encontraron variaciones en el volumen y composición del fitoplancton y zooplancton marino antes y después de El Niño 97/98, lo cual llevó a una sucesión de especies que pudieron generar cambios en la cadena trófica.

Sin embargo, a pesar del efecto que pueden tener estos grandes fenómenos, Anderson y Rodhouse (2001) plantearon que las poblaciones de calamares no reciben los eventos de gran escala directamente, sino que se ven afectados por la influencia local que éstos pueden generar; ya sea por el aumento de la temperatura, profundización de la termoclina, la disminución de la biomasa fitoplanctónica o por la migración de especies que hacen parte de su dieta (Brito-Castillo et al. 2000; Markaida, 2006b).

A pesar de los efectos desfavorables que puede tener el ambiente y fenómenos como el de El Niño, sobre la distribución y abundancia de la especie, es importante reconocer que *Dosidicus gigas*, como recurso, es considerado inestable y la pesquería de éste depende en gran parte del reclutamiento inicial del calamar (Morales-Bojórquez, 2002). Sin embargo no se debe generalizar y en ciertas áreas el fenómeno de El Niño pudiera tener efectos favorables para el calamar gigante.

I.4 Historia de la pesquería en México

En México, la pesca exploratoria de *Dosidicus gigas* se inició en 1971, con el buque Japonés R/C Ryon Maru No 3 que realizó un crucero en aguas de Baja California y Manzanillo, encontrando las mejores capturas en la punta meridional de la Península de Baja California (Sato, 1976). La pesquería comercial del recurso inicia en 1974 (Figura 4), llevada a cabo por embarcaciones artesanales,

en el Golfo de California, frente a las costas de Loreto y Santa Rosalía, pescando solamente durante dos o tres meses en el verano; en 1978 como resultado de una temporada de veda de camarón, los barcos dedicados a esta pesquería fueron adaptados temporalmente a la pesca de calamar (Ehrhardt et al. 1982; Klett-Traulsen, 1996; De la Rosa, et al. 1996). En 1979 se suman 5 barcos japoneses, extendiendo la temporada de pesca a siete meses y junto a los barcos camaroneros lograron una captura de 11,000 toneladas (t) anuales; para 1980 la flota estaba compuesta por 15 barcos japoneses, 200 barcos camaroneros, 10 barcos de pesca de huachinango y 60 pangas aproximadamente, año en el cual la producción alcanzó las 22,464 t y la temporada de pesca se extendió a 10 meses (Klett-Traulsen, 1996; De la Rosa, et al. 1996) (Figura 4).

Para 1981 las capturas decayeron a 10,000 t y para 1982-1983 la pesquería colapsó debido a la excesiva presión pesquera que se ejerció sobre la especie, en especial sobre los organismos reproductores, sumado a condiciones ambientales adversas (Klett-Traulsen, 1996). Esto hizo que de 1982 a 1989 la pesquería volviera prácticamente a sus inicios, aprovechándose el recurso sólo de manera artesanal y para consumo local (Klett-Traulsen, 1996; De la Rosa, et al. 1996).

En 1989 el Instituto Nacional de la Pesca inició una prospección pesquera de calamar gigante en la ZEE de la Península de Baja California y el Golfo de California, con el fin de evaluar el potencial pesquero del recurso. Las operaciones se extendieron hasta 1992 e intervinieron siete embarcaciones japonesas de pesca de calamar (De la Rosa, et al. 1996). Con los resultados derivados de esta actividad, se estableció que *D. gigas* se distribuía a lo largo de toda la península, sin embargo encontraron puntos de concentración, donde se lograron las mejores capturas, situados en la boca del Golfo de California, alrededor de Cabo San Lucas y frente a Bahía Magdalena (De la Rosa, et al. 1996).

De acuerdo a la información obtenida de la prospección pesquera y de la Dirección de Fomento Pesquero de Baja California Sur, para 1994 se reactivó la pesquería, entregando 27 permisos para pesca de calamar, los cuáles aumentaron a 58 para 1995, conformados por una flota de 320 embarcaciones (Klett-Traulsen, 1996).

Para 1994 los puertos con mayores desembarcos de calamar del Golfo de California, fueron Guaymas y Santa Rosalía con 6,200 t desembarcadas, incrementando su captura a 140,000 t en 1996, contando con una flota de 150 embarcaciones camaroneras y 988 pangas (Morales-Bojorquez et al. 2001). En 1997 se reportaron capturas de 120,877 t, mientras que en 1998 el recurso volvió a disminuir, reportándose desembarcos de 26,611 t, lo cual se atribuyó principalmente a la influencia de El Niño de ese año (Markaida, 2001). En el mismo año se empezó a registrar la presencia de *D. gigas* en la costa oeste de América del Norte y a todo lo largo de la Corriente de California y hasta el sur de Oregon muchas embarcaciones pesqueras reportaron capturas de la especie (Pearcy, 2002).

A finales de 1998 hasta el 2001 predominaron condiciones La Niña, lo que al parecer permitió que volvieran los calamares al golfo y se reactivara la pesquería, aunque los tamaños de los individuos fueron menores y las capturas más bajas (Markaida, 2006a). Hasta el año 2002 vuelven a pescarse calamares de gran tamaño en el Golfo de California y las capturas continuaron aumentando, sobrepasando las 100,000 t en los últimos años (Bazzino, 2008) (Figura 4).

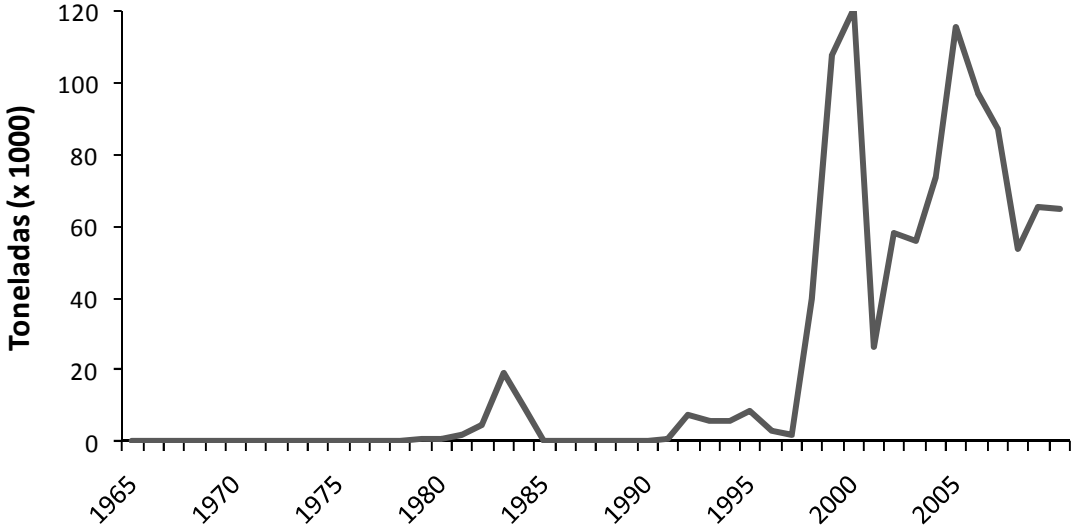

Figura 4. Desembarcos históricos de *Dosidicus gigas* en México. Fuente: FISHSTAT Plus (FAO, 2008).

I.5 Historia de la pesquería en Ensenada

Los desembarcos de calamar gigante en Ensenada se empiezan a registrar desde 1992, teniéndose datos hasta el año 2007 (Figura 5). El período comprendido entre 1992 y 2005 muestra bajas capturas, con un mínimo de una 1 t al año y un máximo de 101 t en el año 1998. Para 1992, el recurso disminuye después de dos años en los que hubo un intenso esfuerzo pesquero investigativo, aunque esta disminución se debió al parecer a problemas con la adquisición de los permisos de pesca y no con la abundancia del recurso (Hamman et al. 1995). Estos volúmenes de captura se atribuyen a que la pesca de calamar era incidental en la pesquería de pez espada y tiburón y sólo se utilizaba como carnada. A partir del 2006 las capturas de calamar aumentan drásticamente registrándose 554 t, permitiendo el desarrollo de la pesquería a partir del 2008.

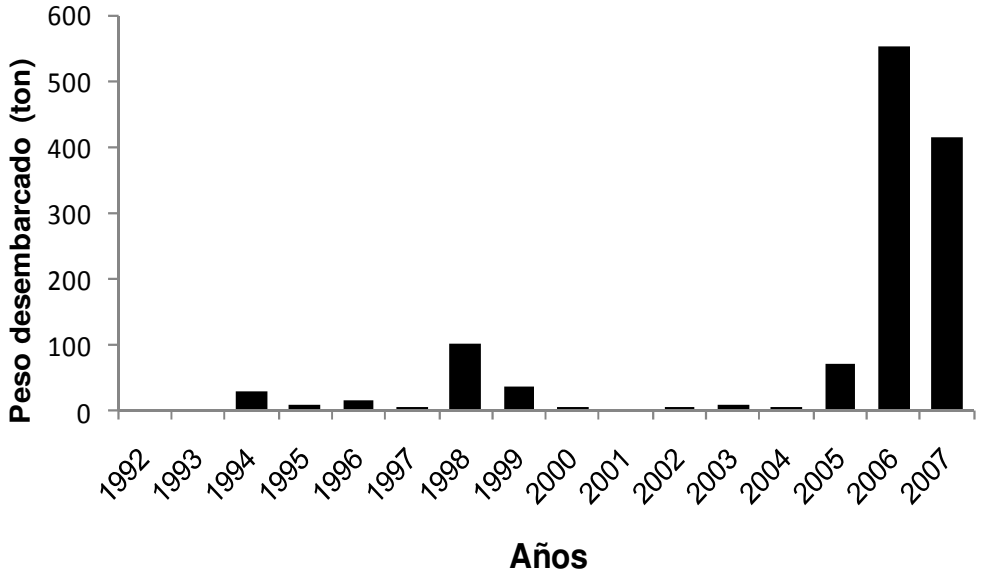

Figura 5. Desembarcos históricos de calamar gigante en Ensenada, Baja California. Fuente: Anuarios estadísticos CONAPESCA.

La pesquería de calamar que se desarrolla en Ensenada es la más reciente en México y es muy poca la información biológico-pesquera que se tiene sobre *Dosidicus gigas*, siendo insuficientes los datos que brindan los registros de los desembarcos en la zona. Es por esto que se hace imprescindible realizar estudios sobre la producción pesquera que permitan obtener información confiable sobre la distribución espacio temporal de la especie, sus características biológico-pesqueras, la ubicación de los caladeros, el comportamiento migratorio y los efectos medio ambientales que puedan afectar las poblaciones de calamar gigante en la zona. Esta información y un monitoreo periódico de la pesquería de calamar en Ensenada permitirán un mejor manejo del recurso y un establecimiento de la pesquería. El presente trabajo pretende ayudar en la obtención de información biológico-pesquera y en la creación de una línea base que permita un óptimo desarrollo y establecimiento de la pesquería.

I.6 Hipótesis

Cómo una primera aproximación, la estructura de tallas, sexos y estadios de madurez de los organismos de *D. gigas* capturados por la flota industrial en Ensenada, indicarán la factibilidad de su explotación pesquera.

I.7 Objetivos

General

Conocer la estructura poblacional del calamar gigante, *Dosidicus gigas*, frente a las costas de Ensenada, Baja California, Pacífico mexicano, caracterizando la pesquería del recurso y determinando los cambios en la abundancia de la especie durante la época de estudio.

Específicos

Analizar la biología y la estructura de tallas de la captura de *Dosidicus gigas* que se obtiene de la pesquería en las aguas frente a Ensenada y los cambios que pueda presentar a través de una temporada de pesca.

Caracterizar la pesquería de *D. gigas*, determinando el esfuerzo pesquero y las capturas del calamar gigante, durante una temporada de pesca y registrar las variaciones que ha presentado el recurso desde el inicio de la pesquería en la zona.

II. ÁREA DE ESTUDIO

El área en la cual se capturó el calamar gigante analizado en este trabajo, fue la Bahía de Todos Santos, que se ubica en el noroeste de la Península de Baja California, México (31°40' y 31°56' N; 116°36' y 116°50' W). Al norte limita con Punta San Miguel y al sur con Punta Banda, al oeste limita con las Islas de Todos los Santos y al este con la ciudad de Ensenada (García et al. 1994) (Figura 6). Cuenta con una superficie de más de 240 km^2 y dos entradas diferenciadas en su topografía submarina, cuya división está constituida por dos pequeñas islas al oeste. La entrada Noroeste, es de 12 km de ancho, tiene profundidades de 50 m y algunos bajos hasta 6 m. El fondo de la entrada suroeste, es de aproximadamente 6 km de ancho y tiene pendientes pronunciadas sobre todo en lugares cercanos a las islas que llegan a ser hasta de 400 m en el Cañón de Todos Santos (García et al. 1994). El 90% del área presenta una profundidad entre 10 y 50 m, el 10% restante forma parte del angosto cañón submarino de Todos Santos (Argote et al. 1991).

Existen dos patrones de circulación superficial los cuales dependen de la dirección del viento; en verano el sistema de vientos de la bahía tiene un componente dominante del noroeste, generando una corriente que sigue el contorno de la costa, desde San Miguel hasta Punta Banda, en donde se desvía en dirección oeste hacia las islas. En otoño-invierno el sistema de brisas es interrumpido por vientos cálidos provenientes del sureste, conocidos como "Santanas" y la corriente cambia de dirección, siguiendo un patrón inverso al anterior (Argote-Espinoza *et al*, 1975; Trasviña et al. 2003).

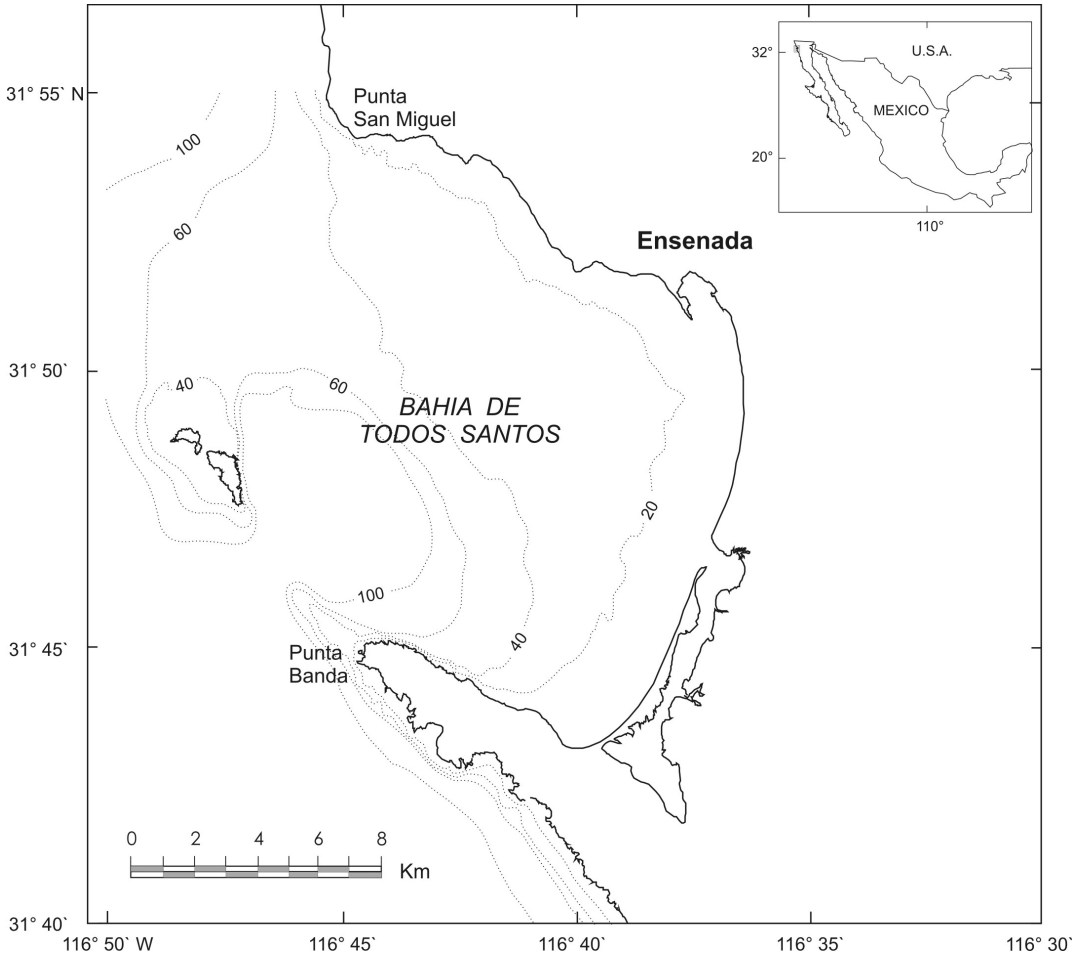

Figura 6. Bahía de Todos Santos, Ensenada, Baja California, México. La líneas representan las isóbatas con su profundidad correspondiente.

Durante los meses de invierno la columna de agua se encuentra completamente mezclada, en primavera y verano se da un afloramiento de aguas frías subsuperficiales, ricas en nutrientes, provenientes de procesos de surgencia ocurridos fuera de la bahía. En los meses de septiembre y octubre ocurre una estratificación de las masas de agua y se forma claramente la termoclina (Gómez-Valdéz, 1983; Mancilla-Peraza y Martínez, 1991; Espinosa-Correón et al. 2001).

La temperatura superficial promedio de la bahía fluctúa en un rango con un mínimo de 11℃ en febrero y un máximo de 22.5℃ en agosto y septiembre (Mancilla Pereza y Martínez, 1991).

Granados-Guzmán et al. (1995) reportan que la bahía está influenciada por diferentes procesos tanto locales, como regionales, lo que genera condiciones hidrológicas variables a lo largo del año, lo cual puede reflejarse de alguna manera en los primeros eslabones de la cadena trófica.

Al analizar las condiciones climáticas de la bahía es importante tener en cuenta que éstas no son sólo locales, sino que son dependientes de los cambios oceanográficos que suceden fuera de ella, así que se espera estén influenciadas o condicionadas al comportamiento de la Corriente de California (CC) (McClatchie et al. 2009). Durante el periodo de estudio (2008-2009) la CC sufrió una transición del fenómeno de La Niña, a condiciones El Niño. Durante el 2008 la corriente estuvo dominada por la Oscilación Decadal del Pacífico (ODP) que inició desde 1999 y fue consistente con condiciones La Niña, típicamente frías (Koslow, et al. 2009). A inicios del 2009 las anomalías negativas en la temperatura superficial del mar se debilitaron, dando paso al desarrollo de anomalías positivas en el Pacífico ecuatorial que a mediados del año se desarrollaron como un Niño en todo el Pacífico (McClatchie et al. 2009).

La flota pesquera de calamar gigante en Ensenada, realiza sus labores de pesca en toda el área de la bahía, con especial énfasis en las áreas cercanas a Punta San Miguel, Punta Banda y en los alrededores de la isla, a una distancia máxima de 20 millas náuticas al oeste de la isla.

III. METODOLOGÍA

III.1 Fase de campo

Las muestras de este trabajo fueron recolectadas de los organismos desembarcados en el puerto del Sauzal en Ensenada, Baja California, entre los meses de febrero y julio del 2009. A lo largo de la temporada de pesca se muestreó semanalmente, cuando fue posible, tomando 50 organismos del total de la captura. Para cada uno de los organismos se registró la longitud del manto (LM) en cm, sexo y grado de madurez. El estadio de desarrollo gonadal se determinó tomando en cuenta las características macroscópicas de los órganos sexuales en ambos sexos, con lo cual se les asignó un estadio de madurez utilizando la escala de Lipiński y Underhill (1995): I–II, inmaduro; III, madurando; IV–V, maduro; VI, desovado o gastado (Tabla I).

Tabla I. Estadios de madurez sexual de calamares, según la escala de Lipiński & Underhill. Modificado de Markaida (2001).

ESTADIO	MACHOS	HEMBRAS
I	**INMADUREZ (JUVENIL)**	
	El complejo espermatofórico es visible, transparente y el testículo es angosto y trasparente.	Glándulas nidamentarias finas, membranosas y transparentes. Ovario trasparente y filiforme, observándose casi exclusivamente el eje del músculo-conjuntivo. Oviductos invisibles.
II	**INMADUREZ: Diferenciación morfológica primaria del aparato reproductor. Órganos accesorios bien diferenciados.**	
	Las distintas partes que componen el complejo espermatofórico son visibles. El conducto deferente es translúcido y poco visible. Testículo pequeño.	Las glándulas nidamentarias semitranslúcidas a opacas, pequeñas, divididas en dos partes, y sin ocultar las vísceras subyacentes (estómago). Los oviductos son pequeños, parcialmente ocultos a los lados del estómago. En ellos se distingue el meandro, aunque delgado, y la glándula oviductal, sin línea divisoria. El ovario es semitransparente, algo plano e irregularmente segmentado.
III	**MADURACIÓN: Diferenciación secundaria de los órganos sexuales.**	
	Complejo espermatofórico agrandado y opaco. Ausencia de espermatóforos o algunos "tentativos" en la bolsa de Needham. Conducto deferente visible, aunque no del todo en la parte dorsal del complejo espermatofórico. Testículo triangular.	Glándulas nidamentarias agrandadas y ocultando las vísceras subyacentes. El meandro del oviducto está ensanchado y en forma de serpiente. Las glándulas oviductales son blancas y se distingue en ellas la línea divisoria. El ovario es todavia compacto y semiopaco, con estructura granular uniforme y ovocitos visibles.
IV	**MADUREZ INCIPIENTE: Maduración funcional**	
	Complejo espermatofórico grande, opaco y con espermatóforos. Conducto deferente claramente visible. Pocos espermatóforos en la bolsa de Needham. Testículo grande y opaco.	Glándulas nidamentarias grandes, cubriendo en gran parte las visceras subyacentes. Meandro del oviducto extendido, flácido y con algunos huevos maduros anaranjados. Ovario grande, de color amarillento, con ovocitos maduros en la parte proximal (anterior) e inmaduros en la parte distal, formando un mosaico.
V	**MADUREZ AVANZADA: Animales desovando activamente**	
	Como en el estadio anterior, pero la bolsa de Needham está llena de espermatóforos densamente empacados, algunos incluso en el pene.	Como en el estadio anterior, pero los oviductos están densamente empacados con huevos maduros.
VI	**POSTPUESTA: Estadio hipotético, por analogía con otras especies.**	
	Testículo empequeñecido (como estadio III), pero con estructura visible. Más espermatóforos en el pene que en la bolsa de Needham, donde se están desintegrando.	Glándulas nidamentarias y oviductales empequeñecidas (como estadio III). Oviductos con pocos o ningún huevo. Ovario decrecido, con prevalencia de ovocitos maduros.
	Estado general del cuerpo degenerado y flácido; espesor del manto delgado.	

III.2 Fase de gabinete

III.2.1 Proporción sexual

La razón sexual se calculó para cada uno de los muestreos, y se aplicó una prueba χ^2, para probar si existían diferencias significativas en la razón de sexos esperada 1:1 (hembras : machos), comparándolos entre los estadios de madurez.

III.2.2 Composición de tallas

Las diferencias en la composición de tallas entre estadios de madurez por sexo y fecha de muestreo, se determinaron por un análisis de varianza (ANOVA) o por una prueba Kruskal – Wallis, dependiendo de la distribución y homogeneidad de los datos.

III.2.3 Estadios de madurez

Se realizaron distribuciones de frecuencia del número de individuos por estadio desarrollo gonadal (estadio I al V) y del porcentaje de individuos por categoría de madurez (inmaduros, madurando y maduros).

Se compararon las tallas de los diferentes estadios de desarrollo en ambos sexos a lo largo de los diferentes muestreos, utilizando un análisis de varianza (ANOVA) o una prueba Kruskal – Wallis, dependiendo de la distribución y homogeneidad de los datos.

III.2.4 Talla media de madurez

La LM a la cual el 50% de los organismos maduran, se determinó gráficamente ajustando curvas sigmoidales al porcentaje de organismos maduros en intervalos de tallas de 3 cm LM. Se utilizó la siguiente ecuación:

$$\ln \frac{(1-P_x)}{P_x} = ax + b, \qquad \text{(Gunderson et al. 1980)}$$

Dónde P_x es el número de organismos maduros a una talla *x*, a y b son parámetros de ajuste. Cuando el 50% de los organismos se encuentran maduros se calculó utilizando los parámetros de ajuste a y b y el $P_x = 0.50$ (Love, 1999).

III.2.5 Pesquería en Ensenada

La información de la historia pesquera del calamar gigante en Ensenada se obtuvo por conversaciones personales y entrevistas escritas realizadas a miembros involucrados en la pesquería del calamar gigante (Anexo I).

III.2.6 Análisis histórico de las capturas de calamar

Con la ayuda de los anuarios estadísticos de CONAPESCA, se realizaron histogramas de los desembarcos de calamar gigante desde 1992, primer año que se registra el recurso, hasta el 2007, último año publicado de los anuarios.

III.2.7 Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

Se observó por métodos gráficos el comportamiento de las capturas y esfuerzo a lo largo del muestreo. Estos se relacionaron con el índice:

CPUE = Captura/Esfuerzo

Donde:

Captura = Peso total de organismos desembarcados en cada faena de pesca

Esfuerzo = Sumatoria del número de días que cada embarcación salió a pescar

La CPUE se expresó como ton/día/barco.

IV. RESULTADOS

IV.1 Proporción sexual

Se muestrearon 505 organismos de los cuales 353 fueron hembras y 152 machos. La proporción hembra:macho fue de 2.3 : 1. Esta razón varió mensualmente (Tabla 2), presentándose una máxima de 5.3 : 1 y una mínima de 1.7 : 1 (Figura 7). A lo largo del muestreo las hembras fueron significativamente más abundantes que los machos (χ^2 = 34.05, g.l = 9, $p < 0.001$). Esta diferencia fue más notoria entre calamares inmaduros, en el cual tuvieron una proporción de 15.25 : 1 (χ^2= 1368, g.l. = 6, $p < 0.001$) y en el estadio madurando, con una relación macho : hembra de 3.6 : 1 (χ^2= 197, g.l. = 8, $p < 0.001$). En los organismos maduros los machos superaron a las hembras con una razón inversa de 0.43 : 1, aunque no varió significativamente de la razón esperada 1:1 (χ^2 = 6.2, g.l. = 7, $p > 0.05$).

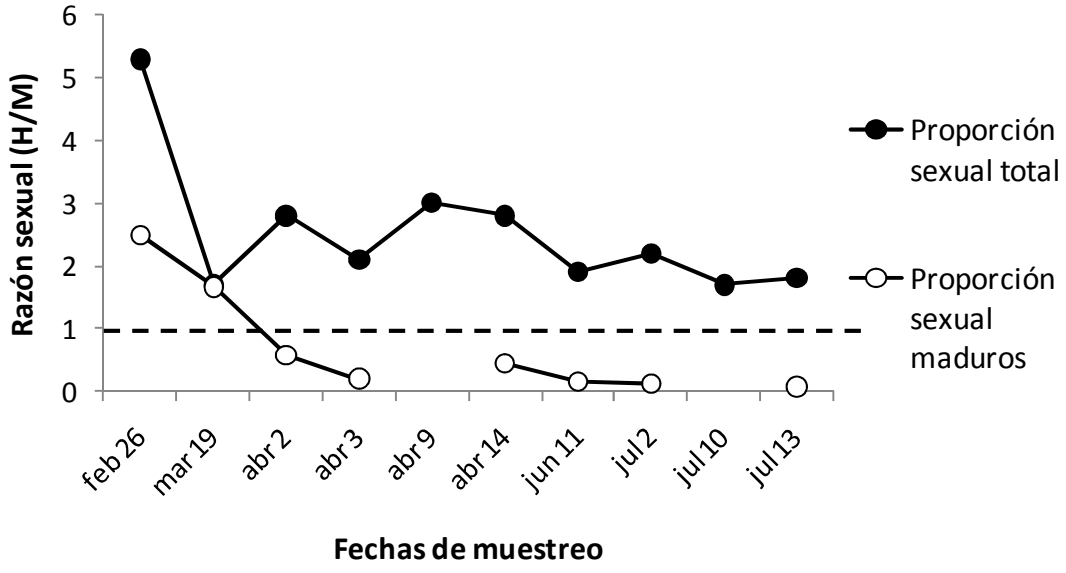

Figura 7. Razón sexual por muestreo del total de los organismos y de sólo los que se encontraban maduros (estadio IV y V) durante el 2009. La línea punteada representa la proporción esperada de 1:1.

Tabla II. Muestreos de calamar gigante *Dosidicus gigas* realizados durante el 2009, con el número de hembras y machos muestreados en cada fecha.

Muestreo #	Fecha	Hembras	Machos
1	26/02/2009	42	8
2	19/03/2009	32	19
3	02/04/2009	37	13
4	03/04/2009	34	16
5	09/04/2009	37	12
6	14/04/2009	37	13
7	11/06/2009	30	16
8	02/07/2009	39	18
9	10/07/2009	31	18
10	13/07/2009	34	19

IV.2 Composición de tallas

Las 353 hembras estuvieron en un intervalo de tallas entre los 48 y 85 cm LM y una moda de 65 cm LM. Considerando los estadios de madurez sexual, las hembras inmaduras estuvieron entre los 48 y 73 cm LM con una moda de 65 cm LM; las que se encontraban madurando fluctuaron entre los 58 y 81 cm LM, con una moda en 70 cm LM y las hembras maduras variaron entre los 65 y 85 cm LM, con una moda de 70 cm LM (Figura 8).

De los 152 machos, el intervalo de tallas estuvo entre los 50 y 75 cm LM con una moda en los 64 cm LM. Los organismos inmaduros estuvieron entre los 50 y 62 cm LM, pero no tuvieron una moda definida. Los que se encontraban madurando estuvieron en el rango de 52 y 69 cm LM con una moda entre los 49 - 50 cm LM y los organismos maduros variaron entre los 56 y 75 cm LM con una moda de 64 cm LM (Figura 8).

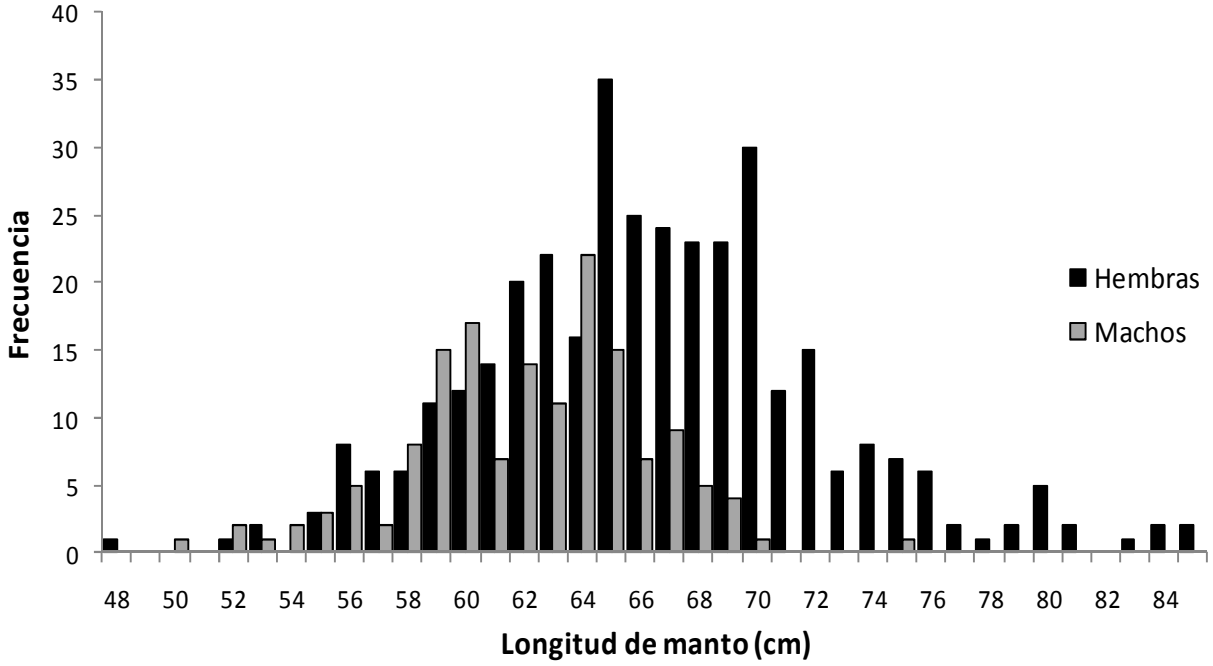

Figura 8. Distribución de frecuencias de tallas de las hembras y machos muestreados a lo largo de la temporada de pesca.

El promedio de las tallas de las hembras para el total de los muestreos fue de 66 cm LM y el de los machos de 62 cm LM; mostrando diferencias significativas entre los valores ($\chi^2 = 10.00$, g.l. = 9 p = 0.35) (Figura 9). Las hembras presentaron una talla promedio mínima de 64 cm en el segundo muestreo, correspondiente al mes de marzo, y en el séptimo muestreo en el mes de junio y una longitud máxima de 70 cm en el tercer muestreo, correspondiente al mes de abril. Por su parte los machos tuvieron una talla promedio mínima de 59 cm, que al igual que en las hembras, se presentó en el segundo muestreo, realizado en el mes de marzo y una talla promedio máxima de 65 cm en el primer muestreo, en el mes de febrero (Figura 9).

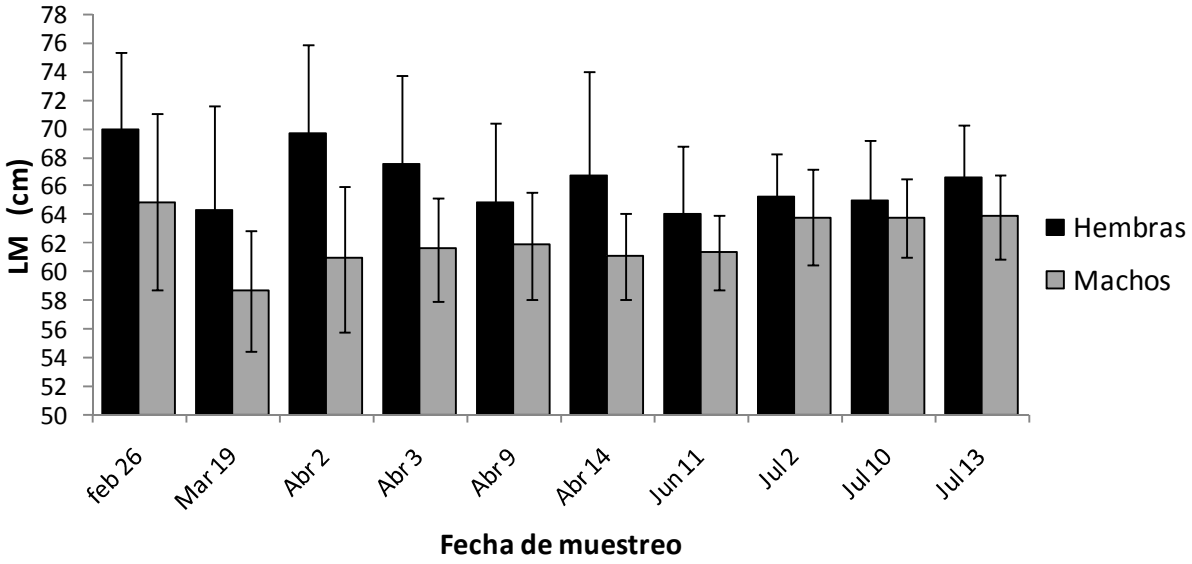

Figura 9. Distribución de tallas promedio mensuales de machos y hembras. Barras: Desviación estándar.

IV.3 Estadios de madurez

Las hembras se encontraban en los siguientes estadios de desarrollo reproductivo: 21 hembras en estadio I, 159 en el II, 136 en el III, 26 en el IV y 11 en el V.(Figura 10a) En el caso de los 152 machos se encontró 1 individuo en el estadio I, 11 en el II, 37 en el III, 43 en el IV y 60 en el V (Figura 10b). El estadio hipotético IV no se encontró en ninguno de los sexos.

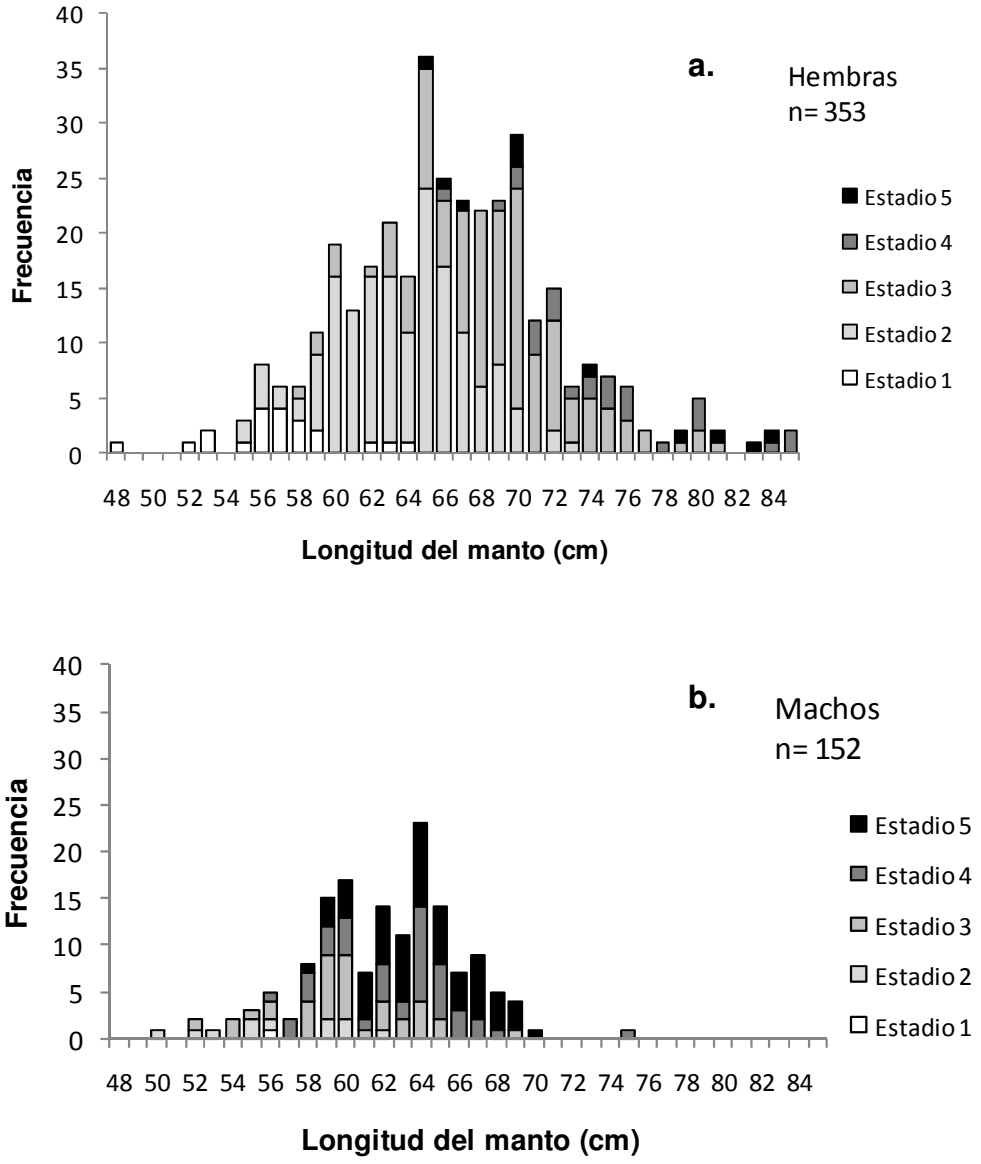

Figura 10. Distribución de la frecuencia de tallas y madurez en hembras (a) y machos (b) de *D. gigas.*

Del total de las hembras, el 51% (180) fueron inmaduras, el 39% (136) se encontraba madurando y el 10% (37) estaban maduras. Por el contrario en los machos, sólo el 8% (12) estaban inmaduros, 24% (37) madurando y el 68% (103) se encontraban maduros. Durante todos los muestreos se observó un marcado

predominio de machos maduros, en especial en julio cuando todos los machos se encontraban maduros (Figura 11b). Por el contrario, durante toda la temporada de pesca las hembras se encontraron predominantemente inmaduras o madurando (Figura 11a).

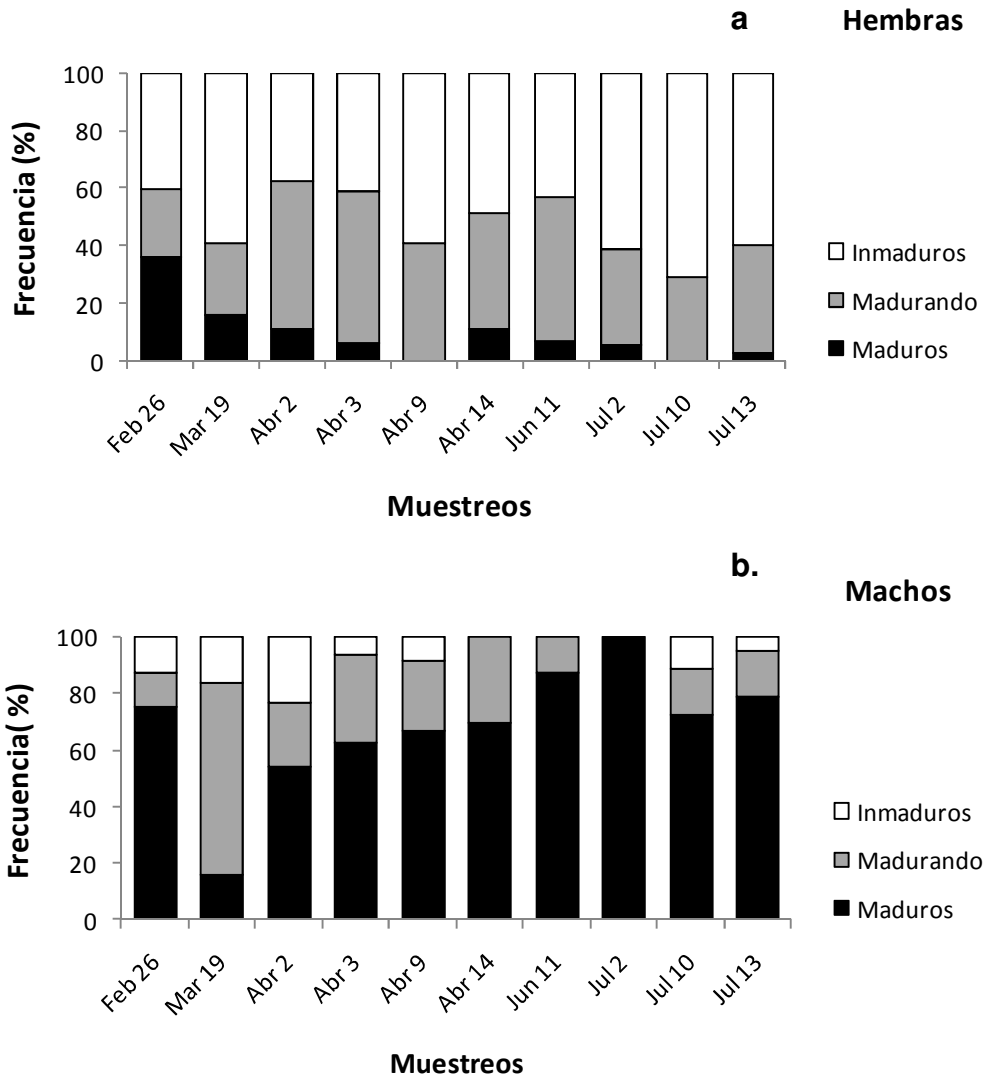

Figura 11. Distribución del porcentaje de hembras (a) y machos (b) por estadio de madurez en cada uno de los muestreos de la temporada de pesca del 2009.

Al comparar la talla de los diferentes estadios tanto de machos como de hembras se encontró que las hembras inmaduras (Kruskal-Wallis; χ^2=32.3, g.l= 9, p <0.01), madurando (Kruskal-Wallis; χ^2=23.08, g.l.= 9, p<0.01) y maduras (ANOVA $F_{7, 28}$=2.8, p<0.05) presentan diferencias significativas a lo largo del periodo de estudio, al igual que los machos que están madurando (ANOVA $F_{8,28}$=2.4, p<0.05) y maduros (ANOVA $F_{9, 92}$=2.6, p<0.05); los machos inmaduros (ANOVA $F_{6, 5}$=1.9, p>0.05) fueron los únicos que no presentaron diferencias significativas en las tallas a lo largo de los diferentes meses.

IV.4 Talla media de madurez

En la Figura 12 se presenta la talla media de madurez (L_{50}), la cual se considera como la talla en la cual el 50% de los organismos se encuentran maduros. Se observa que la talla promedio de primera madurez para las hembras fue de 72 cm LM, mientras que en los machos fue de 62 cm LM.

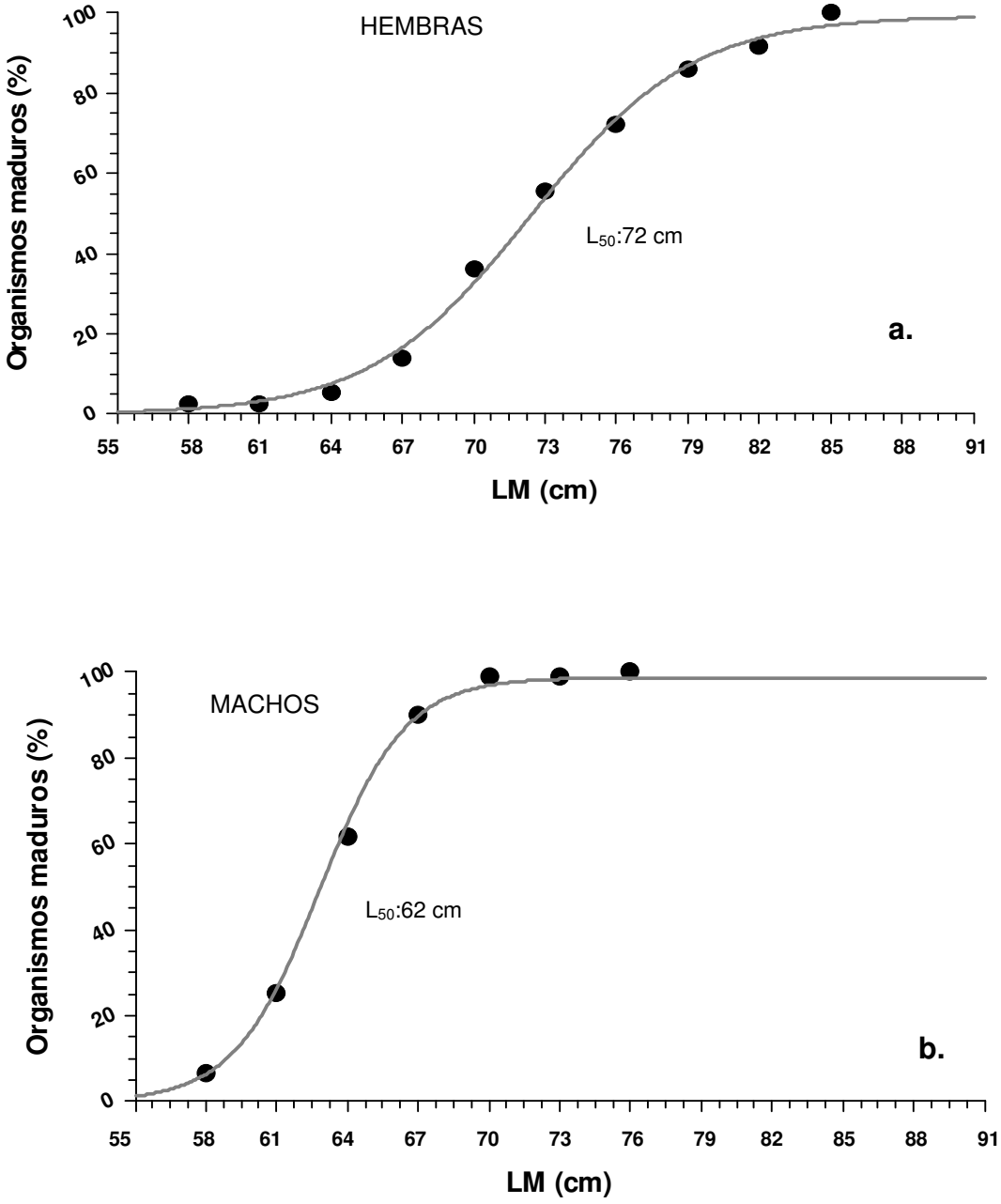

Figura 12. Talla de madurez para machos y hembras. Se presenta el ajuste logístico de las curvas sigmoidales a la frecuencia relativa de tallas, para determinar la talla media de madurez (L_{50}). En el eje X se representa la marca de clase de cada intervalo de tallas.

IV.5 Pesquería en Ensenada

IV.5.1 Características de las embarcaciones

La pesca de *D. gigas* en Ensenada, Baja California inició en el 2006, cuando la pesca de tiburón y pez espada empezó a verse afectada por la gran abundancia de calamar gigante, el cual se comía la carnada de los anzuelos del palangre utilizado. A partir de ese año algunas empresas del puerto El Sauzal iniciaron la pesca del producto para utilizarlo como carnada, pero no es hasta el 2008 que se tramitan 11 permisos de pesca y se inicia una pesquería formal dirigida al recurso calamar en la zona. Las embarcaciones industriales dedicadas a la explotación del tiburón, se adecúan para la pesca del calamar, estableciendo la temporada de pesca entre los meses de febrero y noviembre aproximadamente (Figura 13). Para el 2009 se suman más embarcaciones a la pesquería y se confieren 22 permisos de pesca.

Los barcos utilizados en esta pesquería tienen un tamaño de 22 a 26 m de eslora y en cada embarcación se instala un número diferente de reflectores de luz de 500 ó 1000 watts para atraer a los calamares (Figura 14). La tripulación consiste en 10 pescadores, cada uno con una línea de pesca, el maquinista y el capitán.

Figura 13. Embarcación de pesca de tiburón adaptada para la pesquería de calamar.

Figura 14. Reflectores de 500 watts utilizados en la pesca de calamar.

IV.5.2 Arte de pesca

La pesca de calamar en la zona se lleva a cabo con poteras de fabricación local. La potera consta de un cilindro de 35 cm de longitud, que originalmente proviene de poteras japonesas y es adaptado localmente con 5 coronas de ganchos; en el

extremo inferior llevan un plomo de 100 gr que da el peso necesario para que la potera pueda descender y dos luces, un dispositivo denominado hueso, el cual tiene propiedades fosforescentes y una luz artificial adherida al extremo superior (Figura 15).

Este arte de pesca tiene una gran ventaja y es su alta selectividad hacia la especie y hacia el tamaño de los individuos. La potera permite la captura individual de los organismos, evita las capturas incidentales y no tiene impactos negativos sobre el ecosistema (Rathjen, 1991).

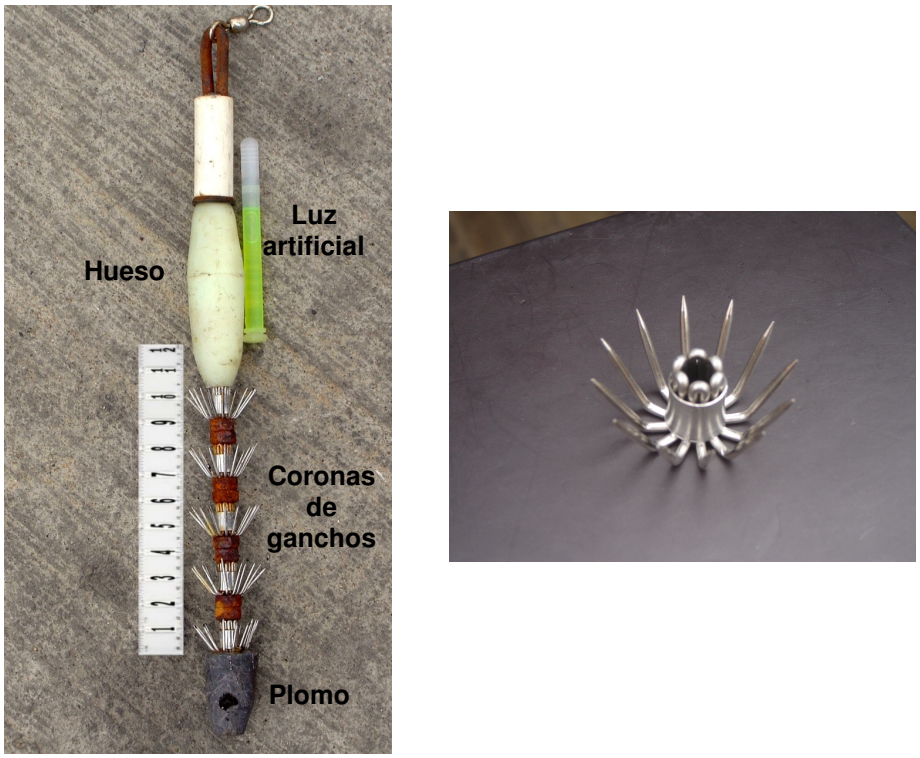

Figura 15. Potera de cinco coronas utilizada en la pesca de calamar gigante y detalle de las coronas. Se incluye un ejemplo de luz artificial, la cual es utilizada para atraer a los calamares.

IV.5.3 Procedimientos de pesca

Debido al comportamiento del calamar, su captura se realiza en la noche por lo que las embarcaciones zarpan al atardecer y su viaje a la zona de pesca dura aproximadamente de 1 a 2 horas. Las embarcaciones se sitúan en el área de pesca al verificar la presencia de los calamares a través de una ecosonda y encienden las luces que atraen al calamar hacia la superficie, aprovechando el fototropismo positivo que posee la especie (Markaida, 2001; Martínez-Aguilar et al. 2004). Una vez que se encuentran las congregaciones de calamares, se lanzan al agua líneas de monofilamento, con una potera en el extremo, las cuales capturan organismos mayores a los 50 cm LM (De la Rosa et al. 1996; Martínez-Aguilar et al. 2004). Una vez que los organismos o la "mancha" de calamar empiezan a atacar los señuelos, se inicia la captura. A medida que avanza las operaciones de pesca, la mancha de calamar va ascendiendo a la superficie, atraída por la luz de la embarcación y los señuelos de las poteras, haciéndose más fácil y rápida la pesca de los calamares.

IV.5.4 Proceso y almacenaje de la captura

Una vez que el calamar es capturado, se deposita en tinas con hielo y se le realiza un pre-proceso. Se separa la cabeza del manto, se retiran las vísceras y al manto se le retira la aleta (Figura 16). A la cabeza se le quita el pico, para hacer el corte bailarina (cabeza y tentáculos), que es la forma en la cual se comercializa (Figura 17). Todo el producto se enjuaga con agua de mar y cada una de las partes se coloca en tinas separadas con hielo, ya que cada una de ellas recibe un tratamiento diferente. Las embarcaciones regresan y desembarcan en el puerto El Sauzal al amanecer. Las tinas se colocan directamente en el camión del comprador y son trasportadas a las plantas de procesamiento del puerto.

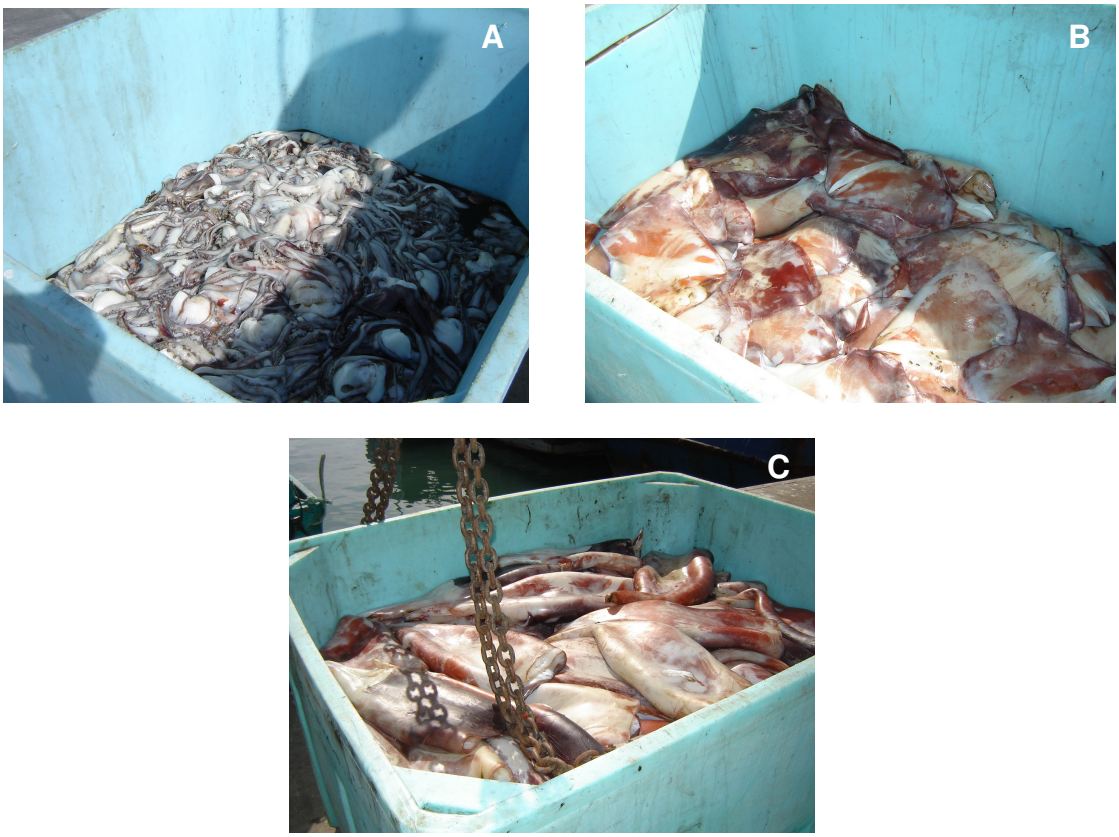

Figura 16. Presentación en la que se desembarca el calamar, después de tener un pre-proceso en la embarcación. Se separan la cabeza en el corte bailarina (A) y la aleta (B) es retirada del manto (C).

Figura 17. Corte bailarina. Presentación de la cabeza de calamar, en la cual se retiran los ojos y el cuello y sólo se dejan los tentáculos. Foto cortesía de Productos Marinos ABC.

IV.5.5 Procesamiento del producto

En las plantas procesadoras de pescado de El Sauzal la primera parte que recibe tratamiento es el manto. Se corta longitudinalmente desde la parte anterior, donde estaba la cabeza, hasta el extremo posterior dónde se encontraban las aletas. Se le quita la membrana exterior o piel, se le da la vuelta al manto y se retira la pluma. Con la ayuda de un estropajo o una tela rasposa se talla para retirar una delgada membrana interna, quedando el manto completamente blanco. Posteriormente se recortan los extremos de color, de forma tal que el producto final es un rectángulo blanco al que se le denomina sábana (Figura 18).

Figura 18. Sábana de calamar. Presentación del manto de calamar después de limpiarlo y cortarlo rectangularmente. Foto cortesía de Productos Marinos ABC.

Las sábanas se acomodan en cajas plásticas rectangulares, recubiertas con una bolsa de plástico abierta, hasta formar un bloque de 12.5 kg. Estas cajas se someten a un congelado rápido de aproximadamente 14 horas. Posteriormente se sacan del congelador, se retiran de la caja de plástico y se cierra la bolsa, formando así bloques congelados rectangulares y uniformes los cuáles se apilan sobre tarimas hasta completar una tonelada y se almacena a una temperatura de -20 a -25°C para su posterior comercialización (Figura 19). Un porcentaje de las sábanas son cocinadas antes de ser congeladas, de esta manera el producto se

comercializa como fresco congelado o cocido congelado. El 60% de la producción se exporta, principalmente a China y Japón.

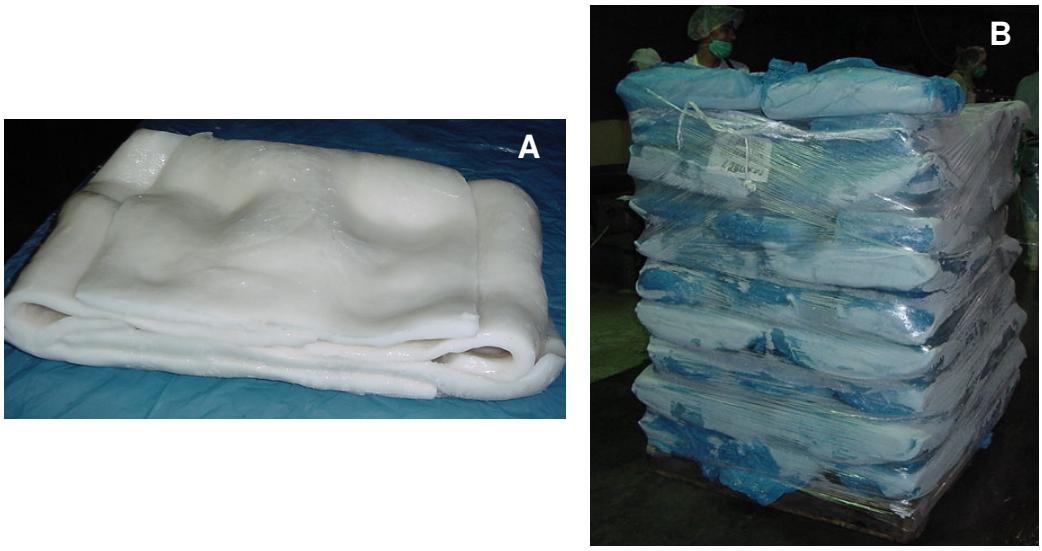

Figura 19. Sábana de calamar. Presentación del manto de calamar en bloques congelados de 12.5 kg (A) y tarima de 1 t (B). Fotos cortesía de Productos Marinos ABC.

La cabeza del calamar generalmente llega del barco con el corte bailarina. Sino es el caso, lo primero que se hace es retirar los ojos y todo lo que se encuentre por debajo de éstos, dejando sólo los tentáculos. Si ya llegan con este corte a la planta, se lavan, se producen los bloques y se congelan igual que el manto (Figura 20). Su destino es regional o nacional, se consume popularmente como sustituto del pulpo.

Figura 20. Presentación de los tentáculos de calamar en bloques congelados. Foto cortesía de Productos Marinos ABC.

La aleta recibe el mismo tratamiento que el manto y la cabeza, congelándose en bloques rectangulares (Figura 21). La aleta es la parte con menor demanda y por tanto la de menor precio. Sólo en algunas partes se usa para sopas o guisados. Usualmente se utiliza como carnada en palangres para la pesca de atún, tiburón y pez espada.

Figura 21. Presentación de la aleta de calamar en bloques congelados. Foto cortesía de Productos Marinos ABC.

IV.6 Análisis de las capturas de calamar en Ensenada

Para los años 2008 y 2009 se cuenta con información de los desembarcos diarios realizados por dos empresas pesqueras de El Sauzal, Ensenada, Pesquera Thor y Pesca Azul (Figura 23 y 24). En el 2008, según los datos de la empresa Pesca Azul, la pesquería inició en el mes de febrero y terminó en el mes de noviembre, registrándose las mayores capturas de julio a octubre con un máximo de 831 t en el mes de agosto y un total anual de 4,117 t desembarcadas (Figura 23). La Pesquera Thor sólo trabajó tres meses en el 2008, registrando una captura total de 714 t. El total desembarcado por estas dos empresas para el 2008 fue de 4,832 t, un valor notoriamente alto si se compara con los valores históricos registrados anteriormente (Figura 5). Para el 2008 la subdelegación de Pesca de la SAGARPA reportó un total desembarcado de 5,299 t para Ensenada (datos sin publicar).

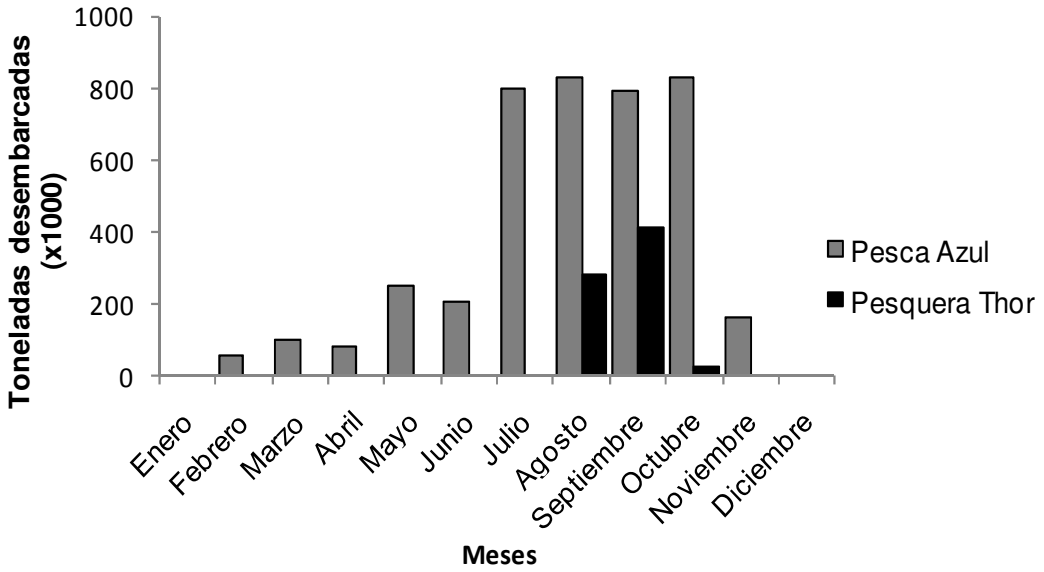

Figura 22. Calamar desembarcado durante el 2008 por las empresas Pesca Azul y Pesquera Thor en El Sauzal, Ensenada, Baja California.

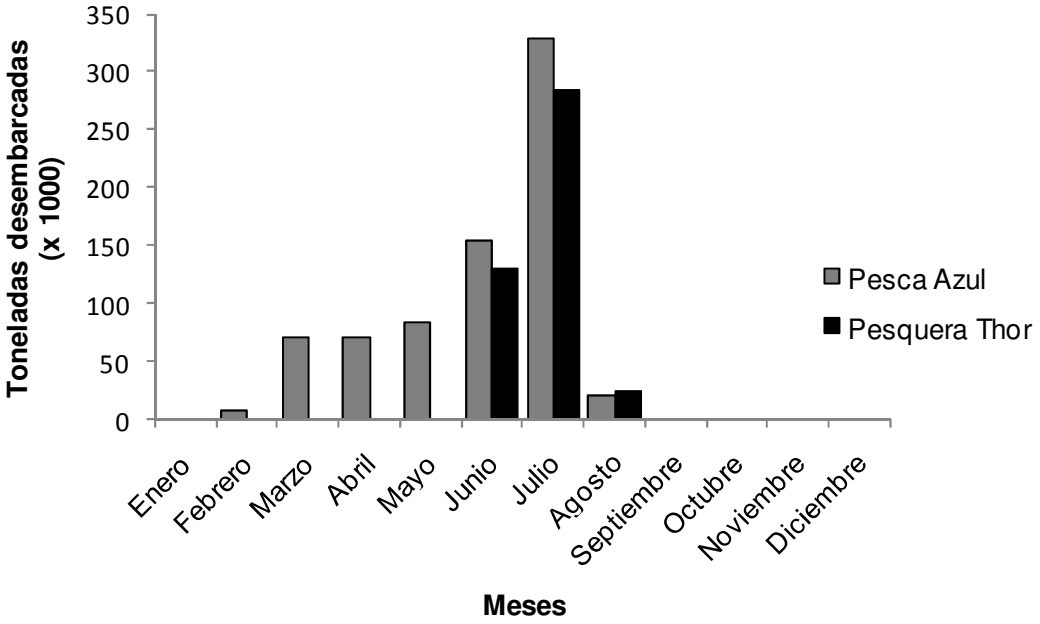

Figura 23. Calamar desembarcado durante el 2009 por las empresas Pesca Azul y Pesquera Thor en Ensenada, Baja California.

En el 2009, Pesca Azul inició la temporada de pesca en el mes de febrero con un máximo de captura de 329 t en el mes de julio y una captura total de 738 t en el año. La pesquera Thor inició sus labores en junio y las máximas capturas fueron de 285 t en julio y un total anual de 440 t desembarcadas (Figura 24). Ambas empresas interrumpieron la pesquería en agosto, ya que el recurso desapareció inesperadamente frente a Ensenada.

La pesca de calamar durante este año se considera atípica por los pescadores, ya que las capturas fueron bastante irregulares a lo largo del año. La abundancia del recurso disminuyó notoriamente a comparación del año anterior y la temporada terminó en agosto, cuando se esperaba que finalizara en noviembre.

IV.7 Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

La captura por unidad de esfuerzo (t/día/barco) sólo fue posible calcularla para los años 2008 y 2009 con los datos proporcionados por las dos empresas pesqueras. Estos datos incluían las noches de pesca y el número de barcos que trabajaron por lo que fue posible calcular el esfuerzo pesquero.

Durante el 2008 se observa que la CPUE de la empresa Pesca Azul tuvo un comportamiento ascendente de febrero a mayo (Figura 25), alcanzando una CPUE promedio máxima de 12 t en el mes de julio y una mínima de 4 t en febrero. La CPUE disminuyó desde septiembre hasta noviembre, mes en el que finalizó la pesquería. Para la Pesquera Thor, que sólo estuvo en la pesquería por tres meses, la máxima CPUE se alcanzó en septiembre con 9 t y finalizó la pesquería en octubre con una CPUE de 8 t (Figura 25).

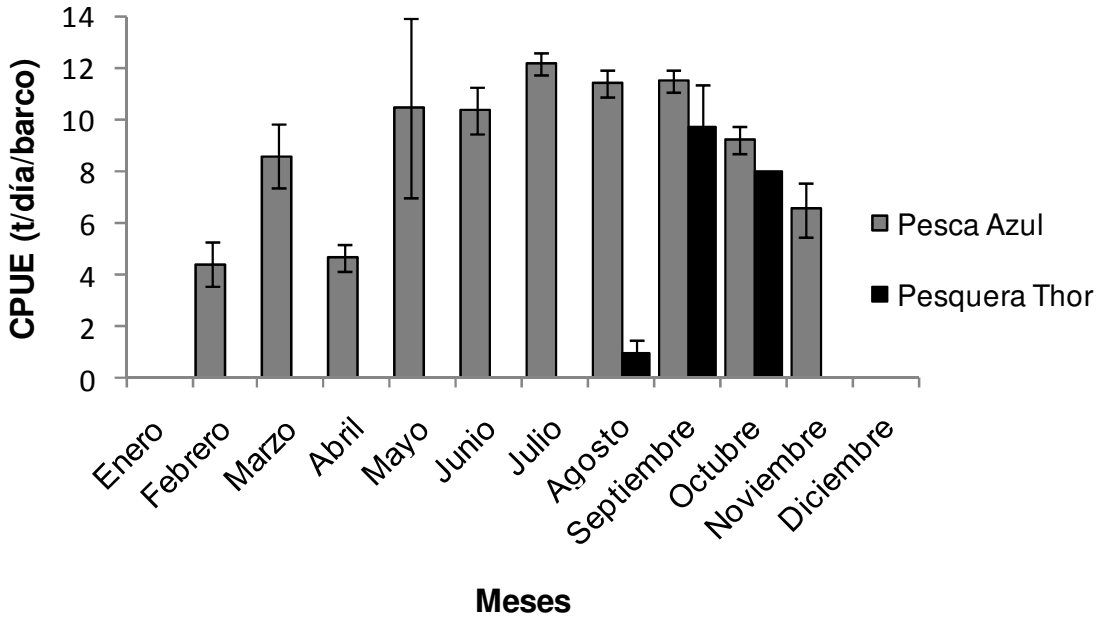

Figura 24. Promedio mensual de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la pesca de calamar gigante de las empresas Pesca Azul y Pesquera Thor durante el 2008. Las barras representan el error estándar.

La CPUE de la empresa Pesca Azul para el 2009 fue mucho menor que la del 2008, teniendo su máxima CPUE en mayo con 8 t. La Pesquera Thor a pesar de que sólo registró capturas durante tres meses, tuvo CPUE mucho más altas, con una máxima de 20 t en el mes de julio y una mínima de 6 t en agosto (Figura 26).

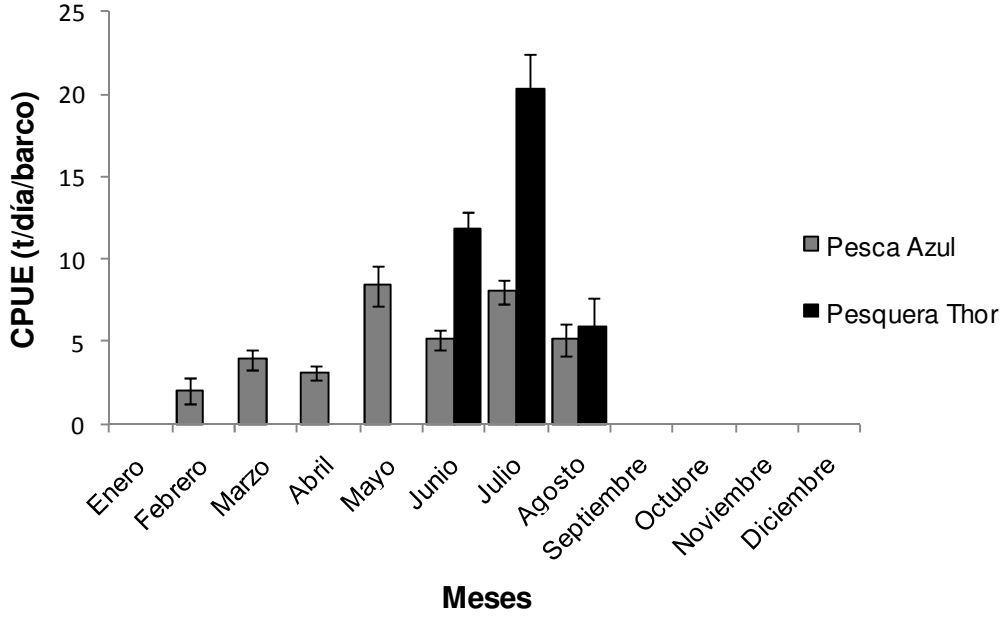

Figura 25. Promedio mensual de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la pesca de calamar gigante de las empresas Pesca Azul y Pesquera Thor durante el 2009. Las barras representan el error estándar.

V. DISCUSIÓN

V.1 Biología

La estructura de tallas de los calamares gigantes provenientes de la pesca industrial del recurso en Ensenada, Baja California, durante la temporada del 2009, estuvo en un rango de tallas entre los 48 y 85 cm LM, correspondiente al intervalo de tallas de madurez de organismos grandes. Se han registrado organismos de tallas grandes en el Golfo de California; para la región de Santa Rosalía, se encontró un intervalo entre los 34 y 88 cm LM en el 2003, entre 22 y 72 cm LM para el 2004 (Bazzino et al. 2007) y un rango de tallas entre 35 y 80 cm LM, para el período 2005-2007 (Markaida et al. 2008). En estudios realizados en la costa oeste de la Península de Baja California, se reportaron capturas de calamar gigante en un rango de tallas de 24 - 82 cm LM durante el 2004 (Mejía- Rebollo et al. 2008) y para la costa oeste de California tallas entre los 50 – 82 cm LM para el periodo del 2005-2006 (Field et al. 2007).

La estructura de tallas de los calamares capturados está determinada por el tamaño de la potera que se utilice para la pesca (Nesis, 1983). Las poteras utilizadas en el presente estudio, están diseñadas para seleccionar organismos mayores a los 50 cm LM, ya que los animales de menor tamaño no son apetecidos en el mercado internacional, por lo que se ignora si organismos menores a 50 cm LM están presentes en el área ya que nunca son capturados. Sin embargo algunos pescadores aseguran haber observado individuos de tallas pequeñas en las zonas de pesca.

La proporción hembras : machos obtenida en el período de febrero a julio del 2009 fue de 2.3 : 1, teniendo una clara dominancia de las hembras sobre los machos. Sin embargo, entre los organismos en el estadio maduro, los machos superaron a las hembras. Markaida y Sosa-Nishizaki (2001) y Bazzino et al. (2007), encuentran

resultados similares en el área de Guaymas y Santa Rosalía para los periodos 1995-1997 y 2003-2004 respectivamente, sugiriendo que esta dominancia de los machos maduros sobre las hembras podría estar indicando que las aguas de Ensenada son un área de alimentación y no un área de reproducción.

Apoyando lo anterior se encuentra el hecho de que no se encontró un pico reproductivo dentro del período de muestreo y si se encontraron hembras maduras a lo largo de los muestreos, lo que podría sugerir que la Bahía de Todos Santos no es un área de desove y que éste puede estar ocurriendo fuera la bahía, posiblemente en los meses de noviembre a febrero que es cuando el recurso desaparece del área. La presencia de los machos maduros puede estar sugiriendo que éstos se encuentran preparados para la reproducción durante gran parte del año.

Markaida y Sosa-Nishizaki (2001) mencionan que el tamaño de la potera, puede estar influenciando la talla de captura de las hembras maduras. En el presente estudio, las hembras maduras sólo correspondieron al 10% del total de hembras y pocas fueron las que se encontraron dentro de las tallas grandes. Esto podría sugerir que las hembras maduras están alcanzando tallas mayores, pero el arte de pesca no permite la captura de estos individuos. Se sugiere entonces que las poteras utilizadas en la pesquería de Ensenada, capturan organismos dentro de un intervalo de tallas entre los 50 y 90 cm LM aproximadamente, pero organismos de menores o mayores tallas pueden estar presentes en la zona y no están siendo capturados. Igualmente se ve un número bajo de machos inmaduros y madurando, mientras que los que se encuentran en el estadio maduro están bien representados, esto refuerza la idea de que la potera está siendo igualmente selectiva y no permite la captura de machos de menor tamaño.

Según la clasificación propuesta por Nigmatullin et al. (2001) los calamares de tallas grandes (madurando a tallas > 40 – 50 cm LM en machos y desde 55 – 65 a

100 cm LM en hembras), habitan los extremos del rango de distribución, principalmente el Golfo y Corriente de California y la Corriente de Humboldt, zonas de surgencia de aguas frías que traen nutrientes y cuyas bajas temperaturas generan una demora en el desarrollo sexual y un mayor tamaño de los organismos (Nesis, 1983).

En este estudio se encontró que la talla de madurez de las hembras fue de 72 cm LM, mientras que la de los machos de 62 cm LM, esto indica que ambos sexos están madurando a tallas grandes. Estos resultados son muy similares a los encontrados en las poblaciones del Golfo de California, como los reportados por Filauri (2005), durante el periodo 2000 - 2002, donde la talla de madurez de las hembras fue de 78.6 cm LM y la de los machos de 61.3 cm LM, igualmente Díaz-Uribe et al. (2006), reportaron una talla de madurez de 74 cm LM para la temporada 2001 – 2002. Para el 2003 y 2004, en la región de Santa Rosalía la tallas de madurez de las hembras fueron de 77 y 69 cm LM respectivamente y para los machos de 57 y 59 cm LM respectivamente para cada año (Bazzino et al. 2007).

Teniendo en cuenta algunos de los estudios realizados en el Golfo de California y los resultados obtenidos en el presente estudio, pueden observarse algunas similitudes entre las poblaciones del Golfo de California y Ensenada, lo cual podría sugerir migraciones de las poblaciones del Golfo de California hacia el Pacífico y visceversa o que los organismos presentes en aguas de Ensenada hayan derivado de las poblaciones del Golfo de una manera gradual. Sin embargo Ehrhartd (1983) y Bazzino (2008) plantearon la posibilidad de migraciones del calamar entre el Golfo de California y la porción sur de la península de Baja California, aunque a la fecha no existe evidencia de que estos regresen o de que poblaciones del Pacífico ingresen al golfo.

V.2 Pesquería

Desde los inicios de la pesquería de *Dosidicus gigas* en Ensenada, se han podido observar diferencias en la manera como se viene desarrollando la pesca de este recurso, en comparación con la evolución que ha tenido la pesca de calamar gigante en Golfo de California. En el golfo, una veda de camarón fue la que generó que embarcaciones artesanales empezaran la explotación de *D. gigas* (De la Rosa, et al. 1996), sin embargo en las aguas de Ensenada, la pesca del calamar se inicia cuando un gran número de estos organismos se convirtió en una molestia para otras pesquerías, como la del tiburón y el pez espada, al comerse la carnada utilizada en los palangres. Otras referencias consideran al calamar gigante como una plaga, tal es el caso de Santa Cruz y Monterey, California durante 1935-1936, años en los que se reporta que el calamar es capturado en los palangres de la pesca de rocot y bacalao negro y que se alimenta de la carnada que se utiliza en la pesca de estas especies (Clark y Phillips, 1936; Croker, 1937). En las costas frente a Suramérica también se ha reportado que el calamar gigante se alimenta de la carnada utilizada en la pesca de pez espada y tiburón y de las capturas obtenidas (Lane, 1960, Stroem y Saetersdal, 1966).

Otra importante diferencia es que las embarcaciones industriales empiezan a aprovechar el recurso de manera continua, adaptándose por completo a la pesca del calamar, explotándolo durante toda la temporada que éste se encuentra en las aguas de Ensenada.

La aparición del recurso calamar gigante en el mar de Ensenada y en general en el Pacífico mexicano es aún motivo de discusión, ya que tradicionalmente *D. gigas* se encontraba en aguas del Golfo de California y su presencia en el Pacífico mexicano era muy baja o casi nula, por lo que se ha sugerido que su aparición en esta zona se ha debido a migraciones de los calamares desde el Golfo, provocadas por anomalías oceanográficas como las generadas por el Fenómeno

de El Niño, las cuales pueden causar movimientos migratorios de las presas y por lo tanto cambios en la abundancia y distribución de los calamares (Nevárez-Martínez et al. 2002; Keyl et al. 2008). Es el caso que plantearon Hamman et al. (1995) para 1992, año en el cual los desembarcos de calamar en Ensenada se trasladaron del mes de octubre al mes de abril, al parecer generado por la entrada de agua cálidas, típicas de los meses de verano, provocadas por el fenómeno de El Niño de ese año; lo cual incrementó la disponibilidad del calamar en la primavera de 1992 y trasladó la temporada de pesca.

Otra diferencia que se encuentra en las características de las dos pesquerías industriales es que en el golfo inició con barcos camaroneros, barcos japoneses y algunos de la pesca de huachinango (De la Rosa, et al. 1996). En Ensenada, las embarcaciones utilizadas son las de pesca de tiburón, pez espada y de medianos y grandes pelágicos. En ambos casos se emplean embarcaciones dedicadas a pesquerías establecidas en la zona. A pesar de ser embarcaciones distintas, es importante notar que la pesca de calamar gigante no requiere de gran infraestructura, ya que la mayor inversión que realizan las embarcaciones es la instalación de los reflectores que atraen al calamar.

Sin embargo a pesar de ser una pesquería industrial, debido al tamaño, la capacidad de pesca y la autonomía de de los barcos, hay que tener en cuenta que la mayoría de las embarcaciones que se utilizan en Ensenada, realizan una pesquería manual. Algunas utilizan máquinas calamareras (poteras automáticas), las cuáles constan de un cilindro que lleva la línea de pesca enrollada y es capaz de sostener varias poteras; el no utilizar esta tecnología evita la inversión de las máquinas, pero también requiere una mayor cantidad de mano de obra y un menor volumen de captura por embarcación. Igualmente la potencia de las poteras automáticas, limita la captura de los calamares pesados.

A pesar de ser que la pesquería de calamar gigante en Ensenada es incipiente, es notorio el rápido desarrollo que ésta ha tenido en los últimos años. Como se observa en la Figura 20, durante un largo periodo, desde el año 1992 hasta el 2005, la pesca del recurso fue extremadamente baja, sólo con un aumento en la captura en el año 1998, lo cual se debió a El Niño de ese mismo año, que provocó la disminución de los calamares en el Golfo de California y la aparición de éstos en el Pacífico mexicano (Morales-Bojórquez et al. 2001b), lo cual provocó el traslado de los pescadores a estas costas, haciendo que aumentaran las capturas en la zona para este año. Es sólo hasta el 2006 que las capturas se incrementaron drásticamente, no sólo por el aumento en la abundancia de *D. gigas* en el área, sino por el número de embarcaciones que se suman a la pesquería y que empiezan a aprovechar el recurso, ya no sólo para usarlo como carnada, sino para su comercialización.

En 2008 continúa este incremento de los desembarcos, numerosas empresas se suman a la pesquería, diferentes tipos de embarcaciones industriales se adaptan a esta nueva pesca y el aumento de los desembarcos es drástico, pasando de 415 t desembarcadas en el 2007, a 5,299 t en el 2008 en Ensenada. Las estadísticas de los desembarcos de las dos empresas pesqueras con mayores volúmenes desembarcaron en conjunto 4,832 t, casi el total de la producción de Ensenada.

En el 2009 la pesquería sufre un año anómalo, según los pescadores, ya que la aparición del recurso ocurrió más tarde de lo habitual, iniciando sólo hasta finales de febrero y con volúmenes de captura muy bajos. A lo largo de la temporada de pesca ocurrieron apariciones y desapariciones del recurso y a principios del mes de agosto éste desaparece casi por completo, volviéndose a capturar sólo hasta diciembre. Las dos mismas empresas pesqueras reportaron hasta el mes de agosto tan sólo 1,178 t.

En la pesquería de *D.gigas*, la captura del recurso varía a lo largo de la temporada de pesca. Los cambios en disponibilidad y accesibilidad de la especie pueden estar relacionados con el poder de pesca de las flota, el número de embarcaciones y las condiciones oceanográficas (Morales-Bojórquez et al. 2001a). Los cambios en las condiciones climáticas, que afectan la pesca de *Dosidicus gigas*, suelen estar relacionadas con el Fenómeno de El Niño. En ocasiones anteriores, como en El Niño 97/98, se ha determinado que la influencia de este fenómeno ha generado la disminución o desaparición total del recurso en ciertas áreas (Anderson y Rodhouse, 2001; Waluda et al. 2006; Markaida, 2006a, b). Durante todo el 2008 e inicios del 2009, Koslow, et al. (2009) plantearon que en la Corriente de California se presentaron condiciones La Niña. Frente a Baja California las concentraciones de clorofila *a* estuvieron significativamente por encima de lo normal, debido a las fuertes surgencias que se desarrollaron a lo largo del año, lo cual influye en la profundidad de la capa de mezcla, la temperatura del agua, la disponibilidad de nutrientes y la profundidad de la nutriclina, haciendo que se presenten fuertes variaciones en el ecosistema. A mediados del 2009 se desarrollaron condiciones El Niño (Koslow et al. 2009).

Estas anomalías de *D. gigas* no sólo se presentaron en Ensenada, ya que al sur de la península y en el Golfo de California, este también fue un año atípico para los pescadores, por lo que de cierta manera se puede eliminar las variaciones provocadas por el poder de pesca y el número de embarcaciones e hipotetizar que estas grandes variaciones en la disponibilidad del recurso fueron debidas al inicio de El Niño del 2009.

Según la NOAA (2009), a partir del mes de abril del 2009, en el Pacífico Oriental se inició la transición de un estado La Niña a uno de El Niño. Esto provocó un aumento en la temperatura superficial del mar durante el año. Se reportaron aumentos mensuales en la temperatura de 1℃ por encima del promedio en el mes de agosto y hasta 1.4℃ en el mes de diciembre. Es posible que estos

cambios en la temperatura superficial del mar hayan afectado la distribución del calamar gigante, ya que El Niño genera una profundización de la termoclina, una disminución de las especies fitoplanctónicas, que conforman la base de la cadena trófica y en ocasiones la migración de las especies que hacen parte de la dieta de *D. gigas*, lo que genera un cambio en la distribución de la especie, que se traslada en busca de su alimento (Brito-Castillo et al. 2000; Markaida, 2006b). Sin embargo se ha discutido que la presencia de El Niño puede propiciar la aparición de calamar gigante frente a Ensenada (Hammann et al., 2005), por lo que la información es contradictoria y los bruscos cambios de abundancia en su población aún no se entienden bien.

La alta variabilidad interanual que presenta la biomasa del recurso genera que las tendencias de la CPUE sean bastante variables entre algunos años y pueden deberse a diferentes factores o a las interacciones entre ellos, como pueden ser las fluctuaciones medioambientales, migraciones o la interacción con otras pesquerías (Morales-Bojórquez et al. 2001a). Al tomar la CPUE como una medida de abundancia relativa del recurso, se refleja la disminución de la biomasa disponible entre el 2008 y el 2009, las capturas diarias por embarcación disminuyeron drásticamente durante el 2009, llevando a la pesquería a declarar finalizada la temporada de pesca mucho antes de lo esperado.

Son notables las grandes fluctuaciones que tiene *D. gigas* tanto en periodos estacionales como interanuales, ya que durante el año, también se pudieron observar grandes cambios en las toneladas diarias desembarcadas. Durante el 2008, se ve claramente el inicio de la temporada de mayor abundancia del recurso durante el mes de mayo, mientras que en el mes de noviembre se observa cómo disminuyen las capturas diarias y se empieza a terminar la temporada de pesca. Durante el 2009, no se observó ninguna tendencia clara, sino que fue bastante variable el comportamiento de las capturas. Es importante notar que estas variaciones del stock no sólo se dan por la abundancia del recurso sino por la

disponibilidad del mismo, ya que el calamar aún se encontraba en la zona en las épocas de baja captura, sólo que se hallaba mucho más profundo en la columna de agua y en áreas mucho más alejadas de la costa (Com. per Markaida, 2009). Sin embargo, los pescadores no salen en busca del recurso a lugares muy lejanos de la costa, ya sea por no conocer el comportamiento de los calamares y sus patrones de migración o por evitar el gasto económico que representa para las embarcaciones alejarse de las zonas habituales de pesca.

VI. CONCLUSIONES

Las tallas de madurez fueron 72 cm LM para las hembras y de 62 cm LM para los machos, las cuales están dentro del rango de la clasificación de organismos grandes (Nigmatullin et al. 2001). Los individuos alcanzan grandes tallas ya que habitan en aguas frías y ricas en nutrientes, que retrasan el desarrollo sexual.

Los datos revelaron una proporción mayor de hembras que de machos durante la temporada de pesca del 2009 (2.3 : 1), sin embargo, en el estadio maduro, los machos superaron a las hembras (0.43 : 1).

No se encontró ningún pico reproductivo en la temporada de pesca del estudio, que junto a la dominancia de los machos sobre las hembras y el porcentaje de hembras maduras a lo largo del año, sugieren que la Bahía de Todos Santos es un área de alimentación y no un área de reproducción.

Las poteras utilizadas en la pesca del calamar gigante en Ensenada, están seleccionando organismos dentro de un intervalo de tallas de los 50 a los 90 cm LM.

Los cambios en la abundancia y estructura poblacional del calamar gigante parecen estar relacionados no sólo a la ocurrencia de eventos El Niño sino también a la intensidad o magnitud de los mismos. Por tal motivo, se cree que es factible la pesquería de *D. gigas* en la zona, pero se recomienda tener en cuenta esta variabilidad al momento de implementar cada año la estrategia de manejo a utilizar en la pesquería de calamar gigante en Ensenada (Bazzino et al. 2007).

La pesquería en Ensenada es aún incipiente y muestra una alta variabilidad sin patrones estables, al contrario de lo que ocurre en el centro del Golfo de California.

Diferentes características biológicas, oceanográficas y en algunos casos hasta económicas influyen sobre esta pesquería, haciendo que el manejo de este recurso sea mucho más complejo y que las estrategias que se utilicen para su explotación deban ser flexibles y adaptativas (Rivera, 2001). Es por esto que se debe estudiar muy bien cada uno de los factores que están influyendo en la pesquería del calamar gigante en Ensenada, conocer la variabilidad estacional e interanual que presenta y evaluar todos los factores que están influenciando la pesquería; todo esto con el fin de proponer una estrategia de explotación pesquera que permita atender a estas variaciones del recurso, generando una pesquería biológicamente sustentable, socialmente productiva y económicamente viable.

Es necesaria una estrategia para generar soluciones a las problemáticas de la pesquería de *D.gigas,* en la cual estén involucrados representantes de la industria, la academia, empresas pesqueras y todas las partes interesadas, con el fin de conocer la dinámica del stock en el área y la relación que este tiene con las fluctuaciones ambientales. El principal objetivo sería tener un manejo sustentable de esta pesquería y aprender de los errores del pasado, evitando un colapso de la pesquería, tal como ocurrió en el Golfo de California.

REFERENCIAS

Anderson, C. I. H. y P. G. Rodhouse. 2001. Life cycles, oceanography and variability: ommastrephid squid in variable oceanographic environments. Fish. Res. 54: 133-143.

Argote, M.L., F.J. Gavidia y A. Amador. 1991. Wind-induced circulation in Todos Satos Bay, B.C., Mexico. Atmósfera. 4:101-115.

Argote-Espinoza, M.L., A. Amador-Buenrostro, C. Morales-Zuñiga. 1975. Distribución de los Parámetros de Salinidad y Temperatura y Tendencias de la Circulación en la Bahía de Todos Santos, B. C.: Ensenada, Baja California. Memorias de la Primera Reunión de CIBCASIO. 3-30.

Bazzino, G. 2008. Estructura poblacional, movimientos horizontales y migraciones verticales del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California y en el Océano Pacífico frente a la península de Baja California. Tesis de doctorado en Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. México. 127 p.

Bazzino, G., C. Salinas-Zavala y U. Markaida. 2007. Variabilidad en la estructura poblacional del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Santa Rosalía, región central del Golfo de California. Ciencias Marinas. 33(2): 173–186.

Boyle, P y P. Rodhouse. 2005. Cephalopods. Ecology and fisheries. Blackwell Science Ltd. Primera edición. Oxford. 452 p.

Brito-Castillo, L., E. Alcántara Razo, R. Morales-Azpeitia y C.A Salinas-Zavala. 2000. Temperaturas del Golfo de California durante mayo y junio de 1996 su relación con las capturas del calamar gigante (*Dosidicus gigas* d'Orbigny, 1835). Cien. Mar. 26(3): 413-440.

Caddy, J.F. y P.G. Rodhouse. 1998. Cephalopod and groundfish landings: evidence for ecological change in global fisheries?. Rev. Fish. Bio. Fish. 8:431-444.

Clark, F. N. y J. B. Phillips. 1936. Commercial use of jumbo squid, *Dosidicus gigas*. Calif. Fish Game. 22(2): 143-144.

Croker, R. S. 1937. Further notes on the jumbo squid, *Dosidicus gigas*. Calif. Fish Game. 23(3): 246-247.

Dawe, E.G , L. C. Hendrickson, E. B. Colbourne, K. F. Drinkwater y M. A. Showell. 2007. Ocean climate effects on the relative abundance of shortfinned (*Illex illecebrosus*) and long-finned (*Loligo pealeii*) squid in the northwest Atlantic Ocean. Fish. Oceanogr. 16(4): 303-316.

De la Rosa, M., J. Trinidad-Silva, V. M. García-Tirado y S. García-Peña. 1996. El calamar: una pesquería en desarrollo. Anónimo (ed.). Pesquerías relevantes de México. XXX aniversario del INP Tomo I. Instituto Nacional de la Pesca.

Díaz-Uribe J.G., A. Hernández-Herrera, E. Morales-Bojórquez, S. Martínez-Aguilar, M.C. Suárez-Higuera y A. Hernández-López. 2006. Validación histológica de los estadios de madurez gonádica de las hembras de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California, México. Cienc. Mar. 32(1A): 23–31.

FAO. 2008. Fishstat Plus: Universal software for fishery statistical time series. Version 2.32. Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit.

Ehrhardt, N. M., P. S. Jacquemin, G. González Dávila, P. Ulloa Ramírez, F. García Badillo, J. G. Ortiz Cobos y A. Solís Nava. 1982. Descripción de la pesquería del calamar gigante *Dosidicus gigas* durante 1980 en el Golfo de California. Flota y poder de pesca. Ciencia Pesquera. 3: 41-60.

Espinosa-Correon, T. L., G. Gaxiola-Castro, J. M. Robles-Pacheco y S. Najera-Martínez. 2001. Temperatura, salinidad, nutrientes y clorofila *a* en aguas costeras de la Ensenada del sur de California. Cienc. Mar. 27: 397-422.

Field J. 2008. Jumbo squid (*Dosidicus gigas*) invasions in the eastern Pacific ocean. Symposium of the CalCOFI conference, 2007. CalCOFI Rep. 49: 79-81.

Field J. C. y K. A. Baltz. 2006. The jumbo squid, *Dosidicus gigas*, a new groundfish predator in the California Current?. The role of squid in open ocean ecosystems. Report of a GLOBEC-CLIOTOP/PFRP workshop, 16-17 November 2006, Honolulu, Hawaii, USA. 55-56.

Field, J. C., K. Baltz, A. Jason-Phillips y W. A. Walker. 2007. Range expansion and trophic interactions of the jumbo squid, *Dosidicus gigas*, in the California current. CalCOFI Rep. 48:131-146.

Filauri-Valencia, N. 2005. Patrón de crecimiento y estructura poblacional del calamar gigante (*Dosidicus gigas,* Orbigny 1835) en la región central del Golfo de California. Tesis de maestría en ciencias en Biología Marina. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 85 p.

García, C., P. M. Robles, C.C. Figueroa, G.O. Delgado. 1994. Observaciones de corrientes y temperatura en la Bahía de Todos Santos, BC. Durante noviembre de 1993-enero 1994: Comunicaciones Académicas, Serie Oceanográfica Física, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

Gaxiola-Castro, G., R. Durazo, B Lavaniegos, M. E. De La Cruz, E. Millán-Nuñez, L. Soto-Mardones y J. Cepeda-Morales. 2008. Pelagic ecosystem response to interanual variability off Baja California. Cien. Mar. 34(2): 263-270.

Gilly, W.F., U. Markaida, C.H. Baxter, B.A. Block, A. Boustany, L. Zeidberg, K. Reisenbichler, B. Robinson, G. Bazzino y C. Salinas. 2006. Vertical and horizontal migrations by the jumbo squid *Dosidicus gigas* revealed by electronic tagging. Mar. Ecol. Prog. Ser. 324: 1-17.

Gilly, W. F. y U. Markaida. 2006. Perspectives on *Dosidicus gigas* in a changing world. The role of squid in open ocean ecosystems. Report of a GLOBEC-CLIOTOP/PFRP workshop, 16-17 November 2006, Honolulu, Hawaii, USA. 81-87.

Gómez-Valdéz, J. 1983. Estructura hidrográfica promedio frente a Baja California. Cien. Mar. 9: 75-86.

Granados-Guzmán, A., R. Hidalgo-González y S. Alvarez-Borrego. 1995. Variabilidad temporal de la temperatura en las Islas Todos santos y San Jerónimo, Baja California, durante mayo de 1992 a marzo de 1993. Informe técnico CTECT9501. Comunicaciones académicas. Serie ecología. CICESE. 24 p.

Gunderson, D. R., P. Callahan y B. Goiney. 1980. Maturity and fecundity of four species of *Sebastes*. Mar. Fish. Rev. 42(3-4): 74-79.

Hammann M. G., J. S. Palleiro Nayar y O. Sosa Nishizaki. 1995. The effects of the 1992 El Niño on the fisheries of Baja California, México. CalCOFI Rep. 36: 127-133.

Hunsicker M. E., T. E. Essington, R. Watson y R. Sumaila. 2006. The direct and indirect contributions of cephalopods to global marine fisheries. Report of a GLOBEC-CLIOTOP/PFRP workshop, 16-17 November 2006, Honolulu, Hawaii, USA. 71-72.

Ichii, T., K. Mahapatra, T. Watanabe, A. Yatsu, D. Inagake y Y. Okada. 2002. Ocurrence 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. Mar. Ecol. Prog. Ser. 231: 151-166.

Keyl, F., J. Argüelles, L. Mariátegui, R. Tafur, M. Wolff y C. Yamashiro. 2008. A hypothesis on range expansion and spatio-temporal shifts in size-at-maturity of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the Eastern Pacific Ocean. CalCOFI Rep. 49: 119-128.

Klett-Traulsen, A. 1996. Pesquería de calamar gigante *Dosidicus gigas*. 127-149. *En* Casas-Valdez y G. Ponce-Diaz (eds.). Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. Vol. I, 350 pp.

Koslow, T., L. Rogers-Bennett, R. Vetter, A. Allen. 2009. Report of the CalCOFI committee 2008. CalCOFI Rep. 50: 5 - 13.

Lane, F. W. 1960. Kingdom of the octopus. The life history of the Cephalopoda. Sheridan House, New York. 300 pp.

Lavaniegos, B. E., L. C. Jiménez-Pérez y G. Gaxiola-Castro. 2002. Plankton response to El Niño 1997-1998 and La Niña 1999 in the southern región of the California Current. Prog. Ocean. 54: 33 - 58.

Lipiński, M. R. y L. G. Underhill. 1995. Sexual maturation in squid: Quantum or continuum?. S. Afr. J. Mar. Sci. 15: 207-223.

Love, M. y Johnson. 1998. Aspects of the life histories of grass rockfish, *Sebastes rastrelliger*, and brown rockfish, *S. auriculatus*, from southern California. Fish. Bull. 87: 100-109.

Mancilla-Peraza, M. y G. M. Martínez. 1991. Variación estacional de la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la Bahía de Todos Santos, B. C. México (marzo de 1986 a junio de 1987). Rev. Inv. Cient. 2: 33-45.

Markaida, U. 2001. Biología del calamar gigante *Dosidicus gigas* Orbigny, 1835 (Cephalopoda: Ommastrephidae) en el Golfo de California, México. Tesis de doctorado en ciencias en Ecología Marina. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. México. 387 p.

Markaida, U. 2006a. Population structure and reproductive biology of jumbo squid *Dosidicus gigas* from the Gulf of California after the 1997–1998 El Niño event. Fish. Res. 79: 28-37.

Markaida, U. 2006b. Food and feeding of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California and adjacent waters after the 1997–98 El Niño event. Fish. Res. 79: 16-27.

Markaida, U. y O. Sosa-Nishizaki. 2001. Reproductive biology of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, 1995-1997.Fish. Res. 54: 63-82.

Markaida, U. y O. Sosa-Nishizaki. 2003. Food and feeding habits of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 83: 507-522.

Markaida, U., J. Rosenthal y W. Gilly. 2005. Tagging studies on the jumbo squid (*Dosidicus* gigas) in the Gulf of California, México. Fish Bull. 103: 219-226.

Markaida U., W. F. Gilly, C. Salinas-Zavala, R. Rosas-Luis y J. A. T. Booth. 2008. Food and feeding of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the central Gulf of California during 2005-2007. CalCOFI Rep. 49: 90-103.

Martínez-Aguilar, S., E. Moráles-Bojórquez, J. G. Díaz-Uribe, M. C. Suárez-Higuera y A. Hernández-Herrera. 2004. La pesquería del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California. Recomendaciones de investigación y tácticas de regulación. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 77 p.

McClatchie S., R. Charter, W. Watson, N. Lo, K. Hill, M. Manzano-Sarabia, R. Goericke, C. Collins, E. Bjorkstedt, F. B. Schwing, S. J. Bograd, M. Kahru, B. G. Mitchell, J. A. Koslow, S. Ralston, J. Field, W. T. Peterson, R. Emmett, J. Gómez-Valdes, B. E. Lavaniegos, G. Gaxiola-Castro, L. Rogers-Bennet, J. Gottschalck, M. L'Heureux, Y. Xue, L. Munger, G. Campbell, K. Merkens, D. Camacho, A. Havron, A. Douglas, J. Hildebrand. 2009. The state of the California Current, spring 2008-2009: cold conditions drive regional differences in coastal production. CalCOFI Rep. 50: 43 - 68.

Mejía-Rebollo, A., C. Quiñonez-Velázquez, C.A. Salinas-Zavala y U. Markaida. 2008. Age, growth and maturity of jumbo squid (*Dosidicus gigas* d'Orbigny, 1835) off the western coast of the Baja California Peninsula. CalCOFI Rep. 49: 256-262.

Morales-Bojórquez, 2002. Comentarios acerca de la relación entre la temperatura y la captura de calamar gigante. Cien. Mar. 28(2): 211-218.

Morales-Bojórquez, E., A. Hernández-Herrera, M. O. Nevárez-Martínez, M.A. Cisneros-Mata y F. J. Guerrero-Escobedo. 2001a. Population size and explotation of giant squid (*Dosidicus gigas* D'Orbigny, 1835) in the Gulf of California, Mexico. Sci. Mar. 65(1): 75-80.

Morales-Bojórquez, E., M. A. Cisneros-Mata, M. O. Nevárez-Martínez, y A. Hernández-Herrera. 2001b. Review of stock assessment and fishery biology of *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico. Fis. Res. 42: 83-94.

Nesis, K. N. 1970. The biology of the giant squid of Peru and Chile, *Dosidicus gigas*. Oceanology. 10(1): 108-118.

Nesis, K. N. 1983. *Dosidicus gigas*. Pp. 215-231. En P. R. Boyle (Ed.), *Cephalopod Life Cycles* Vol. I, Species Accounts. Academic Press. London, 475 pp.

Nevárez-Martínez, M.O., G.I. Rivera-Parra, E. Morales-Bojórquez, J. López-Martínez, D.B. Lluch-Cota, E. Miranda-Mier y C. Cervantes-Valle. 2002. The jumbo squid (*Dosidicus gigas*) fishery of the Gulf of California and its relation to enviromental variability. Inv. Mar. 30(1): 193-194.

Nevárez-Martínez, Manuel O., G.I. Rivera-Parra y E. Morales-Bojórquez. 2006. The Jumbo Squid (*Dosidicus gigas*) Fishery of the Gulf of California and its Relation to Environmental Variability. Invest. Mar .30(1):193-194.

Nigmatullin, Ch. M., K. N. Nesis y A. I. Arkhipkin. 2001. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). Fish. Res. 54: 9-19.

NOAA. 2010. Climate Prediction Center. Consultar: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml

Pearcy, W.G., 2002. Marine nekton off Oregon and the 1997–98 El Niño. Prog. Oceanogr. 54: 399-403.

Rathjen, W. F. 1991. Cephalopod capture methods: an overview. Bull. Mar. Sci., 49(1-2): 494-505.

Rivera, G. I. 2001. La pesquería del calamar gigante *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) en el Golfo de California, México. Tesis de doctorado en ciencias. Universidad de Colima. México. 96 p.

Rodhouse, P.G. 2001. Managing and forecasting squid fisheries in variable enviroments. Fish. Res. 54: 3-8.

Rodhouse, P. 2008. Large-scale range expansion and variability in ommastrephid squid populations: a review of environmental links. CalCOFI Rep. 49: 83-89.

Rodhouse, P.G., C. M. Waluda, E. Moráles-Bojórquez y A. Hernández-Herrera. 2006. Fishery biology of the Humboldt squid, *Dosidicus gigas*, in the Eastern Pacific Ocean. Fish. Res. 79: 13-15.

Salinas-Zavala C. A., G. Bazzino-Ferreri, S. Camarillo-Coop, R. Rosas-Luis, A. Mejía-Rebollo y J . E. Ramos- Castillejos. 2010. El calamar gigante *Dosidicus gigas* (D'Orbigny 1835) en la región del Programa IMECOCAL. *En:* Gaxiola-Castro G y R. Durazo (eds). Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California, 1997-2007. INE, SEMARNAT, CICESE, México.

Sato, T. 1976. Results of exploratory fishing for *Dosidicus gigas* (D'Orbigny) off California and Mexico. FAO Fish. Rep. 170 (Supl. 1): 61-67.

Stroem, A, y G. Saetersdal. 1966. Informe sobre experimentos de pesca con espinel pelágico para pez-espada y tiburones entre Iquique y San Antonio con el B/I “Carlos Darwin” febrero-marzo 1966. Publs. Inst. Fometo Pesquero. 19: 1-7.

Trasviña, A., M. Ortíz-Figueroa, H. Herrera, M.A. Cosío y E. González. 2003. “Santa Ana” winds and upwelling filaments off Northern Baja California. Dynam. Atm. Oceans. 37:113-129.

Waluda, C. y P. Rodhouse. 2006. Remotely sensed mesoscale oceanography of the Central Eastern Pacific and recruitment variability in *Dosidicus gigas.*Mar. Ecol. Prog. Ser. 310: 25-32.

Waluda, C. M., C. Yamashiro y P.G. Rodhouse. 2006. Influence of the ENSO cycle on the light-fishery for *Dosidicus gigas* in the Peru Current: An analysis of remotely sensed data. Fish. Res. 79: 56–63.

APÉNDICE I. Entrevista para recabar la información de la industria pesquera del calamar gigante

Propósito entrevista

El laboratorio de Ecología Pesquera del CICESE y el Laboratorio de Pesquerías Artesanales de El Colegio de la Frontera Sur desea describir el incipiente desarrollo de la pesquería del calamar gigante *Dosidicus gigas*, capturado en la pesca industrial en Ensenada, Baja California, Pacífico mexicano; teniendo en cuenta cada una de la etapas de la pesquería.

Datos del entrevistado

1. Nombre: _____
2. ¿Cuál es su profesión?: _____
3. ¿En qué sector de la cadena productiva del calamar trabaja?:

   Producción (Pesca) _____
   Procesamiento _____
   Comercialización _____
   Prestador de servicios _____

4. ¿Hace cuantos años trabaja en el sector?: __
5. Nombre de la empresa: _____
6. ¿En qué lugares del Pacífico ha trabajado/trabaja?:_____

   _____

NOTA: *Si usted es de una empresa de pesca, por favor conteste de la pregunta* ***7 a la 31***
Si usted es de una empresa de procesamiento por favor pase a la pregunta ***32****.*
Si es de una empresa comercializadora por favor pase a la pregunta ***39****.*
Si presta un servicio diferente, pase a la pregunta ***47****.*

Inicio de la pesquería

7. ¿Desde que año inicia la pesquería de calamar gigante en Ensenada?:_____
8. ¿Desde que año su empresa pesquera inicia la pesca de calamar?: _____
9. ¿Cuáles son los motivos que los llevan a iniciar la pesca de calamar?:

   _____
   _____

Desarrollo de la extracción pesquera

10. ¿Cree usted que se ha presentado un aumento en la captura de calamar?:

    Si _____ No _____ No sabe _____

11. ¿Si su respuesta fue afirmativa, qué factores cree que pueden estar relacionados con el aumento del calamar y desde que año?:
    _____
    _____
    _____
    _____

12. ¿En qué momento empiezan a aumentar las capturas de calamar?:

    Hace menos de 2 años _____
    Hace 2 años _____
    Hace 3 años _____
    Hace 5 años _____
    Hace 10 años _____
    Hace más de 10 años _____

Características de la extracción pesquera

13. ¿Cuántos de sus barcos se dedican a la pesca del calamar gigante?: _____

14. ¿Cuántos días a la semana salen a pescar calamar?:_____

15. ¿Normalmente qué duración tienen las faenas de pesca?: _____

16. ¿Qué tipo de arte utilizan para la pesca del calamar?:

    Poteras manuales ___ # de coronas___
    Máquinas calamareras ____
    Otro _____Cuál? _____

17. ¿Utilizan luces artificiales en las poteras?: SI_____ NO___

18. ¿Cuántos tripulantes van por embarcación?: _____

19. ¿Cuántos de los tripulantes se dedican a las labores de pesca?: _____

20. ¿Cuántos reflectores y de qué voltaje, utilizan las embarcaciones para atraer al calamar?: _____
    _____

21. ¿En qué áreas se llevan a cabo tradicionalmente las faenas de pesca?

    _____
    _____
    _____

22. ¿El calamar recibe algún pre-proceso antes de ser desembarcado? SI__ NO___
    Cual?_____
    _____
    _____

Implicaciones sobre otros recursos

23. ¿Sabe usted si algunas de las especies tradicionalmente explotadas han disminuido desde la aparición del calamar gigante?. ¿Cuáles?:

    _____
    _____
    _____
    _____

24. Si la respuesta anterior fue afirmativa, ¿qué factores cree que están relacionados con dicha disminución y desde que año?:

    _____
    _____
    _____
    _____

25. ¿Cree que la pesca de calamar tiene algún impacto positivo o negativo sobre otras poblaciones de organismos marinos?:

    _____
    _____
    _____

26. Observaciones que desee agregar o datos que crea que pudieran aportar a la entrevista y enriquecer el conocimiento de la pesquería:

    _____
    _____
    _____
    _____
    _____

Características del mercado

27. ¿En qué presentación venden el calamar a las plantas procesadoras?:

    _____
    _____
    _____

28. ¿Cuáles son las tallas en las que se comercializa el producto?: _____

29. ¿Conoce si el calamar que se comercializa es para consumo local, regional, nacional o para exportación?: _____

30. Si es para exportación, ¿conoce los países de destino del producto?
    _____
    _____

31. ¿Cree que el calamar tiene un mercado estable en México y en el exterior?
    _____
    _____
    _____

Procesamiento del producto

32. ¿Qué tratamiento recibe el calamar después de que es entregado en la planta?
    _____
    _____
    _____
    _____

33. ¿En cuántas presentaciones lo trabajan? ____¿Cuáles? _____
    _____
    _____
    _____

34. ¿Las diferentes partes del calamar reciben procesos diferentes? _____Cuáles?_____
    _____
    _____
    _____

35. ¿Cuántos trabajadores son necesarios para el procesamiento del calamar? ____

36. ¿El calamar que comercializan es para consumo local, regional, nacional o para exportación?:
    _____
    _____
    _____

37. Si es para exportación, ¿a qué países lo envían?
    _____
    _____
    _____

38. Observaciones que desee agregar o datos que crea que pudieran aportar a la entrevista y enriquecer el conocimiento de la pesquería:
    _____
    _____
    _____
    _____

Comercialización del producto

39. ¿En qué presentación comercializan el producto?
    _____
    _____
    _____

40. ¿Qué países compran calamar gigante a México?
    _____
    _____
    _____

41. ¿Cuál es el precio de venta del calamar?_____

42. ¿Es muy fluctuante el valor del kilo de calamar a lo largo del año?
    _____

43. Si fue afirmativa la pregunta anterior, ¿en qué rango de valores fluctúa el precio del calamar?
    _____

44. ¿Existen estadísticas de o bitácoras que registren la variación del precio del calamar a lo largo del año?
    _____
    _____

45. ¿El calamar gigante tiene un mercado estable en México y en el exterior?
    _____
    _____
    _____

46. Observaciones que desee agregar o datos que crea que pudieran aportar a la entrevista y enriquecer el conocimiento de la pesquería:
    _____
    _____
    _____
    _____

Actividades relacionadas con la pesca

47. ¿En qué nivel de la cadena de la pesquería de calamar gigante se encuentra?
    _____
    _____
    _____

48. ¿Qué servicio presta a la cadena?

    _____
    _____
    _____

49. Observaciones que desee agregar o datos que crea que pudieran aportar a la entrevista y enriquecer el conocimiento de la pesquería:

    _____
    _____
    _____
    _____