

BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458-7766

VOLUMEN 33, Número 2



Julio - Diciembre 2018
Callao, Perú



PERÚ

Ministerio
de la Producción

SISTEMA DE MONITOREO DE LA PESQUERÍA DEL CALAMAR GIGANTE *Dosidicus gigas* EN EL PERÚ

MONITORING SYSTEM FOR THE JUMBO FLYING SQUID *Dosidicus gigas* FISHERY IN PERU

C. Yamashiro¹ L. Mariátegui R. Tafur G. Castillo J. Argüelles
C. Goicochea A. Alegre J. Sánchez A. Taipe M. Sanjinez

RESUMEN

YAMASHIRO C, MARIÁTEGUI L, TAFUR R, CASTILLO G, ARGÜELLES J, GOICOCHEA C, ALEGRE A, SÁNCHEZ J, TAIPE A, SANJINEZ M. 2018. Sistema de monitoreo de la pesquería del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Perú. *Bol Inst Mar Perú*. 33(2): 222-252.- Se presenta la metodología para la obtención de información biológica, pesquera y poblacional del calamar gigante o pota *Dosidicus gigas* en el mar peruano que se aplica en el Instituto del Mar del Perú, para el registro sistemático de estadísticas de pesca y aspectos biológicos y poblacionales de la especie en los principales lugares de desembarque, laboratorios de investigación y a bordo de embarcaciones pesqueras y científicas. El propósito del presente documento es brindar una herramienta estandarizada de muestreo y registro de datos que contribuya a la generación de información confiable y comparable, para la adopción de decisiones oportunas orientadas al ordenamiento pesquero del calamar gigante.

PALABRAS CLAVE: *Dosidicus gigas*, sistema de monitoreo, pesquería, Perú

ABSTRACT

YAMASHIRO C, MARIÁTEGUI L, TAFUR R, CASTILLO G, ARGÜELLES J, GOICOCHEA C, ALEGRE A, SÁNCHEZ J, TAIPE A, SANJINEZ M. 2018. Monitoring system for the jumbo flying squid fishery *Dosidicus gigas* in Peru. *Bol Inst Mar Perú*. 33(2): 222-252.- It presents the methodology for obtaining biological, fishing and population information of the jumbo flying squid *Dosidicus gigas* in the 200 mile Peruvian sea that is applied in the Peruvian Research Marine Institute (IMARPE in Spanish) for the systematic recording of fishery statistics, biological and population aspects of the species in the main landing sites, research laboratories and aboard fishing and scientific vessels. The purpose of this document is to provide a standardized sampling and data recording tool that contributes to the generation of reliable and comparable information for the adoption of timely decisions oriented to the management of jumbo flying squid fisheries.

KEYWORDS: *Dosidicus gigas*, monitoring system, fishery, Peru

1. INTRODUCCIÓN

El calamar gigante *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) es una especie nerítico-oceánica de amplia distribución en el Pacífico este, desde México hasta Chile (NESIS 1983, NIGMATULIN *et al.* 2001) llegando a ampliar su extensión latitudinal hasta las costas de Alaska (HATFIELD y HOCHBERG 2006, SEIDBERG y ROBISON 2007, STAAF *et al.* 2008, FIELD *et al.* 2007, JEREB y ROPER 2010) y sur de Chile (FIELD *et al.* 2007, ZEIDBERG y ROBISON 2007, KEYL *et al.* 2008, JEREB y ROPER 2010, OKUTANI 2015); la distribución abarcó desde 60°N hasta 50°S (KEYL *et al.* 2008). Longitudinalmente se distribuye hasta 125-140°W en la zona ecuatorial (NESIS 1983) presentándose más costero al sur de los trópicos 30°N y 30°S (Fig. 1).

Como las demás especies de calamares, es un recurso de vida corta, con desove monocíclico, cuya puesta ocurre en tandas separadas en una sola época no existiendo regeneración ovárica. Es una estrategia de desove múltiple durante el cual la especie no deja de crecer (HARMAN *et al.* 1989, ROCHA *et al.* 2001, TAFUR 1997). *D. gigas* es una especie oportunista que responde

1. INTRODUCTION

The jumbo flying squid *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) is a widely distributed neritic-oceanic species in the Eastern Pacific, from Mexico to Chile (NESIS 1983, NIGMATULIN *et al.* 2001) extending its latitudinal range to the coast of Alaska (HATFIELD & HOCHBERG 2006, SEIDBERG & ROBISON 2007, STAAF *et al.* 2008, FIELD *et al.* 2007, JEREB & ROPER 2010) and Southern Chile (FIELD *et al.* 2007, ZEIDBERG & ROBISON 2007, KEYL *et al.* 2008, JEREB & ROPER 2010, OKUTANI 2015); the distribution ranged from 60°N to 50°S (KEYL *et al.* 2008). It is distributed longitudinally up to 125-140°W in the equatorial zone (NESIS 1983) and is more coastal south of the tropics 30°N and 30°S (Fig. 1).

Like the other squid species, it is a short-lived resource, with monocyclic spawning, whose laying occurs in separate batches in a single period, with no ovarian regeneration. It is a multiple spawning strategy during which the species does not stop growing (HARMAN *et al.* 1989, ROCHA *et al.* 2001,

¹ Instituto del Mar del Perú, Esquina Gamarra y General Valle s/n, Chucuito, Callao
Email: cyamashiro@imarpe.gob.pe

rápida a los cambios ambientales, lo que determina que sus poblaciones muestren grandes variaciones entre generaciones, que es reflejo de los cambios en los reclutamientos (NIGMATULIN *et al.* 2001, RODHOUSE 2001).

En la última década se ha evidenciado que los volúmenes de desembarque de la pesquería artesanal peruana se han incrementado de manera significativa, sustentados principalmente en la alta disponibilidad del recurso frente a la costa.

Entre los años 2007-2016, esta especie representó alrededor del 90% del total desembarcado por la pesquería artesanal y fue dedicada principalmente a la exportación. Desde el inicio de la pesquería, al comenzar la década de los años 1990, el Instituto del Mar del Perú realizó el monitoreo biológico-pesquero del calamar gigante en los principales lugares de desembarque y a bordo de la flota pesquera; asimismo, desde los años 1980 efectuó prospecciones y cruceros de investigación complementados con observaciones oceanográficas para determinar el estado del recurso y sus interrelaciones con el ambiente marino, cuyos resultados han contribuido a orientar su ordenamiento pesquero.

Considerando la relevancia del calamar gigante en la pesquería nacional peruana, como la segunda especie de importancia económica y comercial, su rol social como fuente de alimentación, trabajo y divisas, así como su función en la cadena trófica del ecosistema marino, fue prioritario establecer los mecanismos para la obtención estandarizada de información biológico-pesquera y poblacional, que permita disponer de indicadores comparables y oportunos para la toma de decisiones en el manejo pesquero.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El sistema de monitoreo de la pesquería del calamar gigante soporta y alimenta permanentemente una base de datos con información de las flotas artesanal e industrial del calamar gigante y de los cruceros de investigación efectuados en el periodo 1991-2016. Se presentan las metodologías empleadas para la obtención de estadísticas de pesca referidas a datos de captura, esfuerzo y áreas de extracción en los principales lugares de desembarque, así como los procedimientos de muestreo del calamar gigante en laboratorio y a bordo de embarcaciones pesqueras y científicas, especificándose los métodos de colecta, almacenamiento y análisis de estructuras reproductivas, contenidos estomacales y estatolitos.

LUGARES DE MUESTREO

Debido a la amplia distribución del calamar gigante, el monitoreo de su pesquería y la investigación del recurso

(TAFUR 1997). *D. gigas* is an opportunistic species that responds rapidly to environmental changes, resulting in large intergenerational variations in its populations, reflecting changes in recruitment (NIGMATULIN *et al.* 2001, RODHOUSE 2001).

In the last decade, it has become noticeable that the landing volumes of the Peruvian artisanal fishery have increased significantly, supported mainly by the high availability of the resource off the coast.

Between 2007 and 2016, this species accounted for about 90% of the total landed by the artisanal fishery and was mainly exported. Since the start of the fishery, at the beginning of the 1990s, the Peruvian Marine Research Institute carried out biological and fishing monitoring of jumbo flying squid in the main landing sites and aboard the fishing fleet. Since the 1980s, it has also carried out research surveys and cruises complemented by oceanographic observations to determine the state of the resource and its interrelationships with the marine environment, the results of which have helped to guide its fisheries management.

Considering the relevance of the jumbo flying squid in the Peruvian national fishery, as the second species of economic and commercial importance, its social role as a source of food, work and foreign exchange, as well as its function in the food chain of the marine ecosystem, it was a priority to establish the mechanisms for the standardized obtaining of biological-fishing and population information, which allows for the availability of comparable and timely indicators for decision-making in fisheries management.

2. MATERIAL AND METHODS

The monitoring system for the jumbo flying squid fishery permanently supports and feeds a database with information on the artisanal and industrial jigger fleets and survey cruises carried out in the period 1991-2016. The methodologies used to obtain fishing statistics on catch, effort and extraction area data at the main landing sites are presented, as well as the sampling procedures for jumbo flying squid in the laboratory and aboard fishing and scientific vessels, specifying the collection, storage and analysis methods for reproductive structures, stomach and statolith contents.

SAMPLING SITES

Due to the wide distribution of the jumbo flying squid, the monitoring of its fishery and the research

abarca todo el ámbito del mar peruano. Participan en esta tarea las Sedes Regionales del IMARPE en Tumbes, Paita, Santa Rosa, Huanchaco, Chimbote, Huacho, Pisco, Camaná e Ilo y la coordinación es asumida por el Área Funcional de Investigaciones de Invertebrados Marinos y Macroalgas con sede en el Callao (Fig. 2).

La investigación comprende cuatro etapas:

- 1) Obtención de la muestra que se realiza a través del seguimiento de la pesquería, a niveles artesanal e industrial y de los cruceros de investigación.
- 2) Registro de información biométrica y biológica, estadísticas de pesca, observaciones a bordo y observaciones ambientales.
- 3) Análisis de la información para determinar los indicadores biológicos (tallas, madurez, pesos, factor de condición, espectro trófico), pesqueros (captura, esfuerzo, captura por unidad de esfuerzo-CPUE, áreas de pesca), poblacionales (abundancia, crecimiento, reclutamiento, mortalidad) y ambientales (temperatura superficial del mar-TSM, anomalías TSM y otros índices).
- 4) Diagnóstico del recurso y la pesquería con base en la información del seguimiento de pesquerías y cruceros de investigación, para la formulación de las recomendaciones de manejo pesquero (Fig. 3).

El diagrama de flujo del seguimiento de la pesquería del calamar gigante se presenta en la figura 4. El proceso se inicia con la obtención de muestras y registro de información, y se consideran tres segmentos principales:

Segmento 1. Muestreo: la toma de muestras se realiza en los muelles pesqueros, a bordo de embarcaciones comerciales y en las plantas de procesamiento, para llevar a cabo los muestreos biométricos que son aleatorios y los muestreos biológicos que son estratificados por tallas, a partir de un muestreo biométrico previo.

Segmento 2. Registro de pesca: los datos de captura, esfuerzo y áreas de pesca se obtienen en los muelles pesqueros, en los cuales se disponen de observadores de campo y se complementan con datos recopilados a bordo de las embarcaciones comerciales y en plantas de procesamiento. La información conseguida por los observadores de campo es ponderada al desembarque total oficial reportado por el Ministerio de la Producción.

En el caso de las embarcaciones industriales se ha implementado un Sistema de Seguimiento Satelital – SISESAT para el monitoreo, control y vigilancia en tiempo real de las áreas de pesca, mediante el uso del sistema ARGOS (PAULINO *et al.* 2016), el

of the resource covers the entire Peruvian sea area. The IMARPE Regional Offices in Tumbes, Paita, Santa Rosa, Huanchaco, Chimbote, Huacho, Pisco, Camaná and Ilo participate in this task and the coordination is assumed by the Functional Area of Marine Invertebrates and Macroalgae Research based in Callao (Fig. 2).

The research comprises four stages:

- 1) Obtaining the sample that is carried out through the monitoring of the fishery, at artisanal and industrial levels, and through research cruises.
- 2) Biometric and biological information recording, fishery statistics, onboard observations and environmental observations.
- 3) Analysis of information to determine biological (size, maturity, weights, condition factor, trophic spectrum), fishery (catch, effort, catch per unit effort - CPUE, fishing areas), population (abundance, growth, recruitment, mortality) and environmental (sea surface temperature -SST, SST anomalies and other indices) indicators.
- 4) Diagnosis of the resource and the fishery based on information from fisheries monitoring and survey cruises, for the formulation of fisheries management recommendations (Fig. 3).

The flow chart of the monitoring of the jumbo flying squid fishery is presented in Figure 4. The process begins with sampling and recording information, and three main segments are considered:

Segment 1. Sampling: the collection of samples is carried out at the fishing piers, aboard commercial vessels and in processing plants, to carry out biometric sampling corresponding to random sampling and biological sampling that is size stratified sampling, based on prior biometric sampling.

Segment 2. Fishing record: catch, effort and fishing area data are obtained from fishing docks, where field observers are available and supplemented by data collected on board commercial vessels and in processing plants. The information obtained by the field observers is weighted to the total official landing reported by the Ministry of Production.

In the case of industrial vessels, a SISESAT Satellite Tracking System has been implemented to monitor, control and surveillance of fishing areas in real time, using the ARGOS system (PAULINO *et al.* 2016), which is complemented by satellite images of pixels of luminosity obtained through the VIIRS

cual se complementa con imágenes satelitales de píxeles de luminosidad obtenidos a través del sensor VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) a bordo del satélite NPP administrado por la National Aeronautics and Space Administration – NASA².

Segmento 3. TSM, ATSM y otros índices: se registran los datos de TSM y ATSM de los reportes mensuales de la Dirección General de Investigaciones Oceanográficas y Cambio Climático de IMARPE y se complementan con el registro de otros índices oceanográficos procedentes de la National Oceanic and Atmospheric Administration-NOAA³, el Índice Costero El Niño-ICEN del Instituto Geofísico del Perú⁴, entre otros.

FLOTAS PESQUERAS

La actividad pesquera del calamar gigante se realiza mediante las flotas artesanal e industrial.

Flota artesanal.- Integrada mayormente por embarcaciones de madera de 2 a 15 m³ de capacidad de bodega, que operan principalmente con anzuelos manuales (poteras) y otras embarcaciones menores a 32,6 m³ que pescan tiburones, perico, peces voladores y otros peces oceánicos, pero que además capturan pota cuando se encuentra disponible y disminuye la abundancia de las especies objetivo. El número de embarcaciones artesanales se incrementó de 292 en 1997 a más de tres mil en los últimos años; la mayor parte de la flota es de 5 a 15 m³ de capacidad de bodega que representa el 79% del total de embarcaciones artesanales, y el número de embarcaciones de mayor tamaño se ha incrementado desde el 2008 (10-15 m³) y 2011 (>15 m³) (Figs. 5, 6).

La flota artesanal opera principalmente en el norte y sur de Perú y sus mayores desembarques se registran en los puertos de Talara y Paita en el norte y Matarani en el sur, lugares que se han convertido en económicamente dependientes de la pesquería de pota, dedicando del 70 al 90% de su flota local a esta pesquería. Por la autonomía de sus embarcaciones esa flota opera mayormente hasta las 40 mn de la línea de costa.

Flota industrial.- Esta flota viene operando en el mar peruano desde 1991 bajo el sistema de permisos de pesca y regímenes provisionales autorizados por el Ministerio de la Producción, por fuera de las 80 mn de la línea de costa (GUEVARA-CARRASCO *et al.* 2018). La Tabla 1 muestra las características de las embarcaciones calamareras industriales de banderas japonesa y coreana que trabajaron en nuestra costa en el periodo 1991-2011.

sensor (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) on board the NPP satellite administered by the National Aeronautics and Space Administration – NASA²

Segment 3. SST, SSTA and other indices: SST and SSTA data from the monthly reports of the IMARPE's Directorate General for Oceanographic Research and Climate Change of IMARPE are recorded and complemented with the recording of other oceanographic indices from the National Oceanic and Atmospheric Administration-NOAA³, the El Niño Coastal Index- ICEN in Spanish - of the Geophysical Institute of Peru⁴, among others.

FISHING FLEETS

The fishing activity of jumbo flying squid is carried out by the artisanal and industrial fleets.

Artisanal fleet.- Principally made up of wooden vessels with 2 to 15 m³ of holding capacity, which operate mainly with manual hooks (squid jiggers) and other vessels smaller than 32.6 m³ that fish sharks, common dolphinfish, flying fish and other oceanic fish, but also catch *D. gigas* when it is available and the abundance of the target species decreases. The number of artisanal vessels increased from 292 in 1997 to more than 3,000 in recent years; most of the fleet is 5 to 15 m³ of hold capacity representing 79% of total artisanal vessels, and the number of larger vessels has increased since 2008 (10-15 m³) and 2011 (>15 m³) (Figs. 5, 6).

The artisanal fleet operates mainly in the north and south of Peru and its largest landings are recorded in the ports of Talara and Paita in the north and Matarani in the south, places that have become economically dependent on the jumbo flying squid fishery, with 70 to 90% of its local fleet dedicated to this fishery. Due to the autonomy of its vessels, this fleet operates essentially up to 40 nm from the coastline.

Industrial fleet.- This fleet has been operating in the Peruvian sea since 1991, under the system of fishing permits and regimes authorized by the Ministry of Production, outside the 80 nm of the coastline (GUEVARA-CARRASCO *et al.* 2018). Table 1 shows the characteristics of the Japanese and Korean flag industrial jigger vessels that operated in our coast in the period 1991-2011.

2 <https://www.nasa.gov/>

3 <http://www.cpc.noaa.gov/data/indices/sstoi.indices> (08/04/2017, 15:34)

4 <http://www.met.igp.gob.pe/datos/icen.txt> (08/04/2016,15:36)

Tabla 1.- Principales características de la flota japonesa y coreana, 1991-1996

Table 1. Main characteristics of the Japanese and Korean fleet, 1991-1996

Características Characteristics	Flota japonesa Japanese fleet		Flota coreana Korean fleet	
	Max	Min	Max	Min
TRN	411	251	481	191
TBR	1096	305	824	323
Almacenamiento (m ³) Storage (m ³)	1000	300	800	250
Eslora (m) Length (m)	69	48	57	44.2
Manga (m) Sleeve (m)	10.7	8.7	11.1	7
Puntal (m) Strut (m)	9.3	3	4.9	3
Nº de tripulantes Nº of crew members	24	20	36	27
Año de construcción Year of construction	1988	1982	1978	1971
Nº de máquinas Nº of machines	56	44	52	42

Tanto en la flota artesanal como industrial, la pesca del calamar gigante es selectiva mediante el uso de poteras, y está regulada por el "Reglamento de Ordenamiento Pesquero del Calamar gigante o pota (*Dosidicus gigas*)" establecido por el Decreto Supremo N° 014-2011-PRODUCE.

TIPOS DE MUESTREO

Muestreo biométrico.- Obtención de información sobre la distribución de tallas en todo el rango de tamaños del calamar gigante en las capturas comerciales y en el ámbito de distribución de la flota pesquera, mediante un muestreo al azar simple.

El tamaño mínimo de la muestra y la frecuencia del muestreo biométrico del calamar gigante se indican en la Tabla 2.

Muestreo biológico.- Obtención de información sobre las características biológicas del calamar gigante basado en un muestreo estratificado al azar por tallas. Las variables que se registran por cada individuo son: longitud del manto, peso total, peso del manto, sexo, copulación (presencia o ausencia de espermatóforos en el velo oral), pesos de los órganos reproductores y glándulas anexas de hembras (ovario, oviducto y glándula nidamental) y machos (testículo y complejo espermatofórico), longitudes de la glándula nidamental y del testículo, grado de madurez gonadal, grado de llenura del estómago, peso del contenido estomacal, peso de

In both fleets, fishing is selective through the use of squid jigs and is regulated by the "Regulation on the Management of the Jumbo Flying Squid (*Dosidicus gigas*) Fishery" established by Supreme Decree No. 014-2011-PRODUCE.

SAMPLING TYPES

Biometric sampling.- Obtaining information on size distribution across the whole size range of jumbo flying squid in commercial catches and in the distribution range of the fishing fleet, by simple random sampling.

The minimum sample size and biometric sampling frequency of the jumbo flying squid are given in Table 2.

Biological sampling.- Obtaining information on the biological characteristics of the jumbo flying squid based on random size stratified sampling. The variables that are recorded by each individual are: mantle length, total weight, mantle weight, sex, copulation (presence or absence of spermatophores in the oral veil), weights of the reproductive organs and attached glands of females (ovary, oviduct and nidamental gland) and males (testicle and spermatophoric complex), lengths of the nidamental and testicle glands, degree of gonadal maturity, degree of stomach fullness, weight of stomach contents, weight of digestive gland and description

la glándula digestiva y descripción del contenido estomacal. También se colectan estructuras para las determinaciones de la edad y crecimiento (estatolitos) y parásitos si se encuentran presentes.

El tamaño mínimo de la muestra y la frecuencia del muestreo biológico del calamar gigante se indican en la Tabla 3.

of stomach contents. Structures are also collected for age and growth determinations (statoliths) and parasites if present.

The minimum sample size and the frequency of biological sampling of the jumbo flying squid are given in Table 3.

Tabla 2.- Tamaño mínimo de muestra y frecuencia de muestreo biométrico del calamar gigante, por lugar de muestreo

Table 2. Minimum sample size and biometric sampling rate of the jumbo flying squid, per sampling location

Lugar de muestreo Sampling site	Tamaño de muestra Sample size	Frecuencia de muestreo Sampling frequency
Desembarcadero/Laboratorio Dock/Laboratory	120 ejemplares por embarcación 120 specimens per vessel	Semanal weekly
Embarcación artesanal Artisanal vessel	120 ejemplares por zona de pesca 120 specimens per fishing area	Salida output
Embarcación industrial Industrial vessel	120 ejemplares por operación de pesca 120 specimens per fishing operations	Diaria daily
Barco de investigación Research vessel	120 ejemplares por estación o lance 120 specimens per station or set	Diaria daily

Tabla 3.- Tamaño mínimo de muestra y frecuencia de muestreo biológico del calamar gigante, por lugar de muestreo

Table 3. Minimum sample size and biological sampling frequency of jumbo flying squid, per sampling site

Plataforma de muestreo Sampling platform	Tamaño de muestra Sample size	Frecuencia de muestreo Sampling frequency
A bordo de embarcación pesquera On board fishing vessel	10 ejemplares por sexo abarcando el rango de tallas de la captura, por zona de pesca 10 specimens by sex covering the size range of the catch, by fishing area	Diaria Daily
A bordo de barco de investigación On board research vessel	10 ejemplares por sexo e intervalo de talla por grado latitudinal 10 specimens by sex and size range by latitudinal degree	Diaria Daily

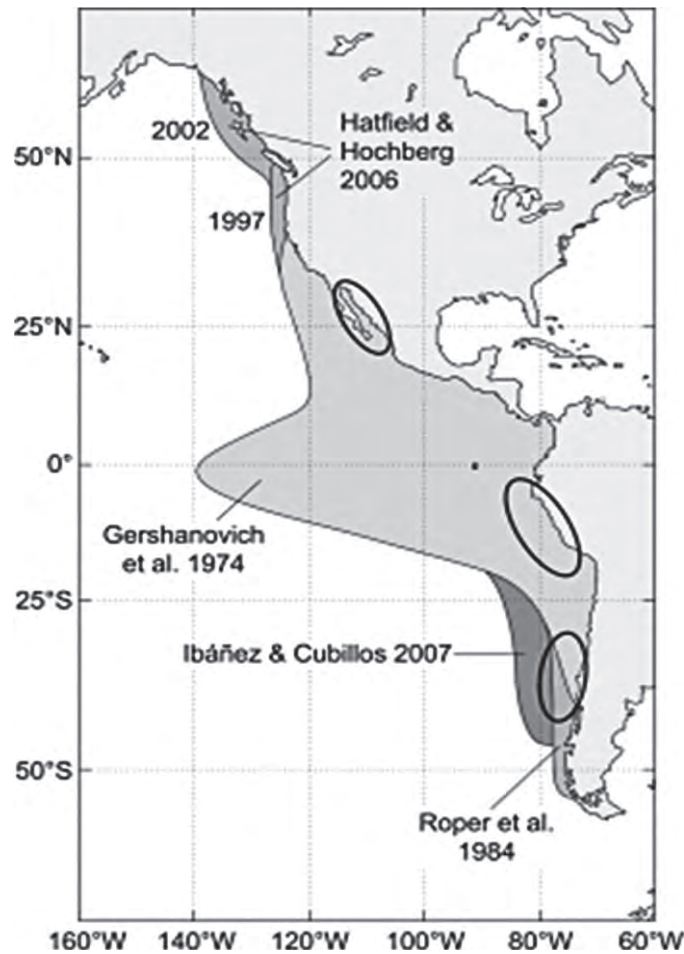


Figura 1.- Distribución de *Dosidicus gigas* en el Pacífico Oriental (Tomado de KEYL *et al.* 2008) indicando las principales áreas de pesca

Figure 1. Distribution of *Dosidicus gigas* in the Eastern Pacific (Taken from KEYL *et al.* 2008) indicating the main fishing areas

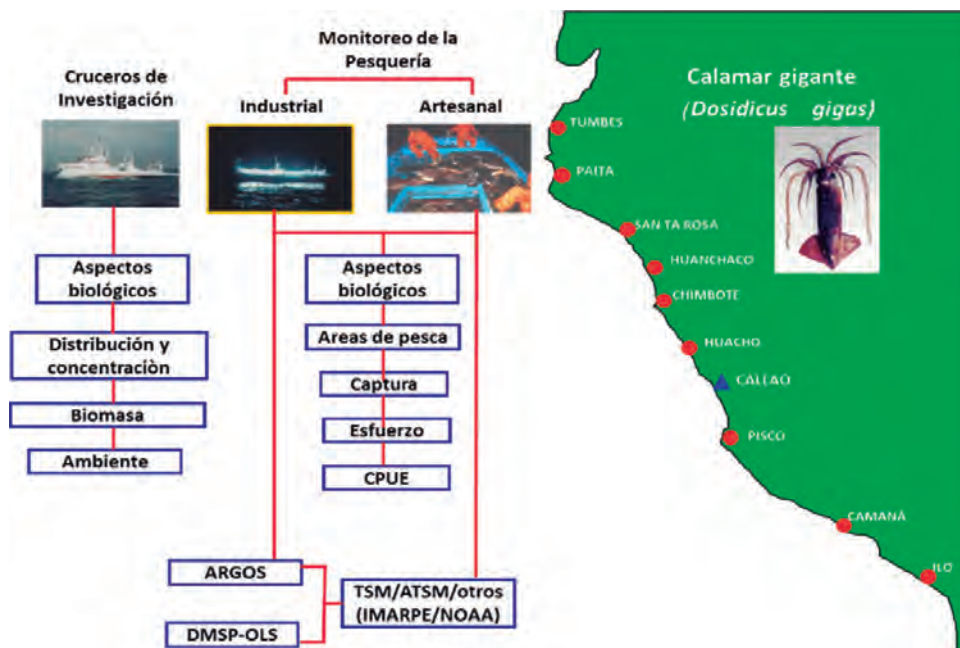


Figura 2.- Lugares de muestreo y acopio de información de la pesquería del calamar gigante en la costa peruana

Figure 2. Sampling and data collection sites for the jumbo flying squid fishery on the Peruvian coast



Figura 3.- Etapas y procesos de investigación del calamar gigante en el seguimiento de pesquerías y cruceros de investigación
 Figure 3. Jumbo flying squid research stages and processes in fisheries monitoring and research cruises

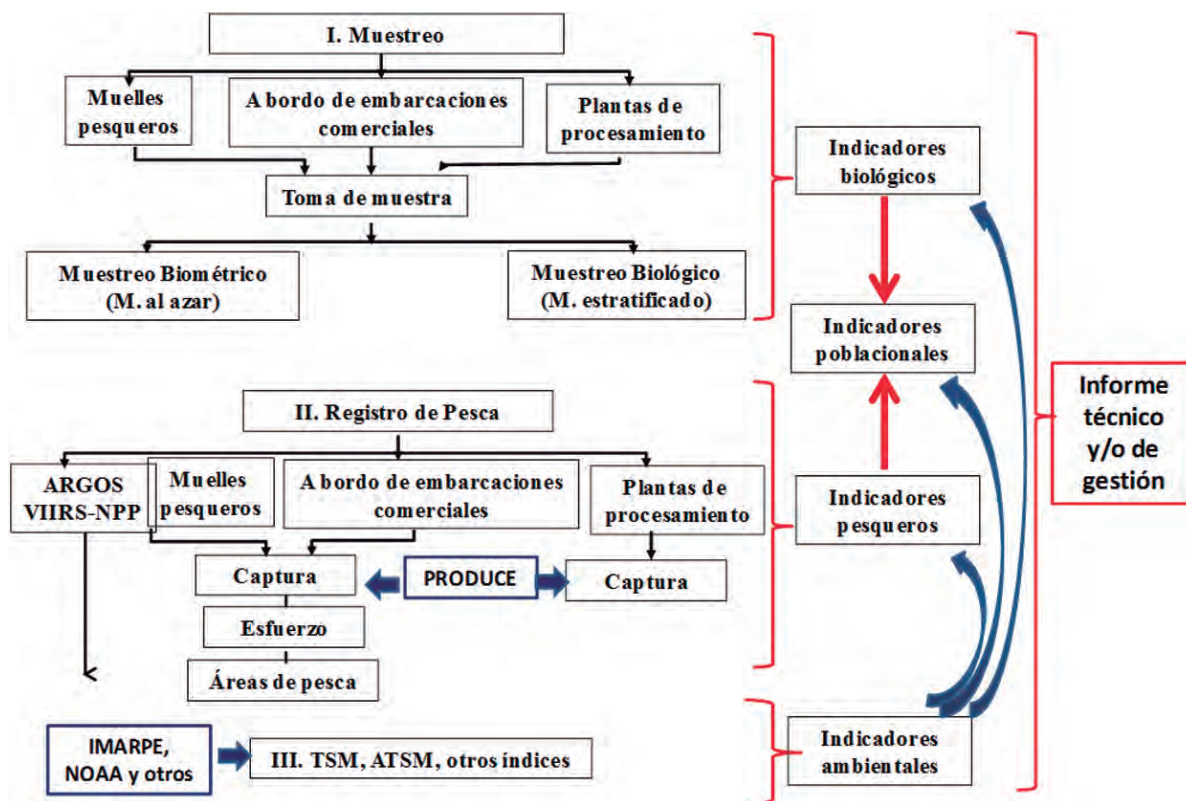


Figura 4.- Diagrama de flujo del seguimiento de la pesquería del calamar gigante en la cota peruana
 Figure 4. Flowchart of the monitoring of the jumbo flying squid fishery on the Peruvian coast

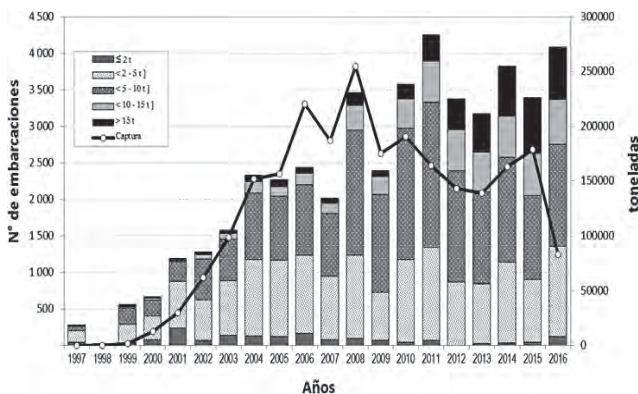


Figura 5.- Estructura de la flota artesanal potera por categorías de capacidad de bodega, 1997-2016

Figure 5. Structure of the artisanal jigger fleet by categories of holding capacity, 1997-2016

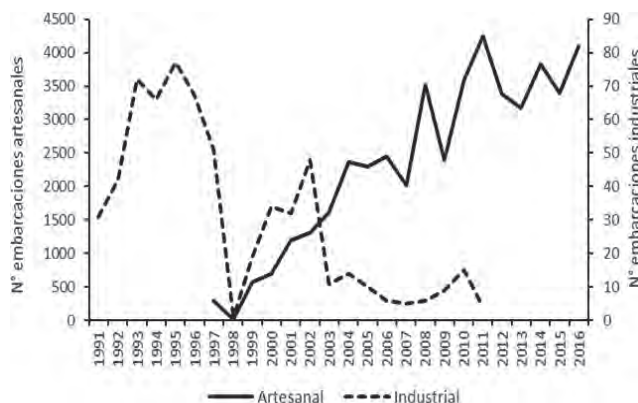


Figura 6.- Número de embarcaciones industriales (línea discontinua) y artesanales (línea continua) en la pesquería del calamar gigante, 1991-2016

Figure 6. Number of industrial (dashed line) and artisanal (continuous line) vessels in the jumbo flying squid fishery, 1991-2016

3. RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PESQUERÍA

La pesquería del calamar gigante registró un progresivo incremento de los volúmenes de captura desde 81.655 t en 1991 a 558.850 t en el 2008, con dos pulsos de mayor producción, el primero de 1991 a 1995, con una participación preponderante de la flota industrial, y el segundo de 1999 al 2016, en el cual se destaca el aporte significativo de la flota artesanal; un periodo de baja disponibilidad fue registrado durante La Niña 1996 y El Niño 1997-1998, ambos eventos de gran magnitud que ocasionaron cambios significativos en el ecosistema del mar peruano (Fig. 7).

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE

Morfología externa

Se describe la morfología externa de *Dosidicus gigas* de acuerdo a EHRHARDT *et al.* (1986) y MARKAIDA (2001) (Fig. 8). El manto es cónico cilíndrico, su mayor radio se encuentra en la porción media y se va reduciendo hacia la región posterior, donde se insertan las aletas que son romboidales y anchas. El sifón es fuerte y de invaginación profunda, la foveola - hendidura que cede espacio al sifón en la porción posterior de la cabeza tiene 5 - 9 pliegues (promedio 7) con 2 - 8 bolsas laterales (promedio 4 - 5). El cartilago de unión del manto con la cabeza presenta una bifurcación en forma de "T" invertida característica de la familia Ommastrephidae. La cabeza presenta dos grandes ojos globulosos laterales con proyección anterior, sin párpados (Oegopsida) y un pico grande y fuerte. Los brazos son iguales, a excepción del IV brazo derecho o izquierdo de los machos que está hectocotilizado (órgano copulador), sin ventosas y pedúnculos en la punta y membranas

3. RESULTS

GENERAL CHARACTERISTICS OF THE FISHERY

The jumbo flying squid fishery recorded a progressive increase in catch volumes from 81,655 t in 1991 to 558,850 t in 2008, with two pulses of higher production, the first one from 1991 to 1995, with a predominant participation of the industrial fleet, and the second one from 1999 to 2016, in which the significant contribution of the artisanal fleet is noticeable a period of low availability was recorded during La Niña 1996 and El Niño 1997-1998, both of which were major events that caused significant changes in the Peruvian sea ecosystem (Fig. 7).

GENERAL CHARACTERISTICS OF THE SPECIES

External morphology

The external morphology of *Dosidicus gigas* is described according to EHRHARDT *et al.* (1986) and MARKAIDA (2001) (Fig. 8). The mantle is conical and cylindrical, with the greatest radius in the middle portion and is gradually reduced to the posterior region, where the fins, which are rhomboidal and broad, are inserted. The siphon is strong and deep invaginated, the foveola - a cleft that gives space to the siphon in the back of the head - has 5 - 9 folds (average 7) with 2 - 8 side pockets (average 4 - 5). The cartilage joining the mantle with the head has an inverted T-shaped bifurcation characteristic of the family Ommastrephidae. The head has two large lateral globular eyes with anterior projection, without eyelids (Oegopsida) and a large, strong beak. The arms are the same, except for the IV right or left arm of the males, which is hectocotilized (copulating organ), without suction cups and peduncles at the tip

protectoras perforadas y engrosadas; pequeños fotóforos subcutáneos en la superficie ventral del manto, cabeza y brazos III y IV. El extremo de los brazos es angosto y poseen de 100 a 200 ventosas diminutas; los anillos córneos de las ventosas mayores presentan de 8 a 25 dientecillos; el par de tentáculos es más delgado que los brazos y del doble de longitud, las ventosas en la pala tentacular se encuentran ordenadas en cuatro hileras. La coloración de la piel va desde el rosa pálido hasta el púrpura, pasando por un color café. El mayor tamaño reportado en aguas peruanas es de 127 cm de longitud de manto (Mariátegui com. pers.) (Figs. 9, 10).

Morfología interna

Las figuras 11 y 12 muestran las estructuras y órganos internos del calamar gigante, las cuales se describen a continuación:

- Branquias: Órganos laterales situados a lo largo de la cavidad del manto.
- Estómago: Se encuentra cerca de la base de las branquias.
- Riñones o apéndices renales: Estructuras de color amarillento localizadas en la parte superior del estómago.
- Órganos reproductores: En las hembras se encuentran el ovario, las glándulas nidamentales y el oviducto; en los machos, el testículo y el complejo espermatofórico.
- Glándula digestiva: Es la mayor estructura interna, es voluminosa y de color marrón ubicada en el centro de la cavidad del manto.
- Ganglio estrellado (ganglios): Es un cúmulo de nervios que controla los músculos del manto, los que al contraerse contribuyen a la propulsión del calamar.
- Bolsa de la tinta: ubicada debajo del esófago.
- Pluma: Concha interna del calamar.

and perforated and thickened protective membranes; small subcutaneous photophores on the ventral surface of the mantle, head and arms III and IV. The end of the arms is narrow and have 100 to 200 tiny suction cups; the corneal rings of the larger suction cups have 8 to 25 little teeth; the pair of tentacles is thinner than the arms and twice as long, the suction cups on the tentacular blade are arranged in four rows. The skin color ranges from pale pink to brown to purple. The largest size reported in Peruvian sea is 127 cm mantle length (Mariátegui, personal communication) (Figs. 9, 10).

Internal morphology

Figures 11 and 12 show the internal structures and organs of the jumbo flying squid, which are described below:

- Gills: Lateral organs located along the cavity of the mantle.
- Stomach: Located near the base of the gills.
- Kidneys or renal appendages: Yellowish structures located in the upper part of the stomach.
- Reproductive organs: In females, the ovary, nidamental glands and oviduct are found; in males, the testicle and spermatophoric complex are found.
- Digestive gland: The largest internal structure, it is voluminous and brown in color located in the center of the mantle cavity.
- Stellate ganglion (nodes): A cluster of nerves that controls the muscles of the mantle, which when contracted contribute to the propulsion of the squid.
- Ink gland: located below the esophagus.
- Pen: Inner shell of squid.

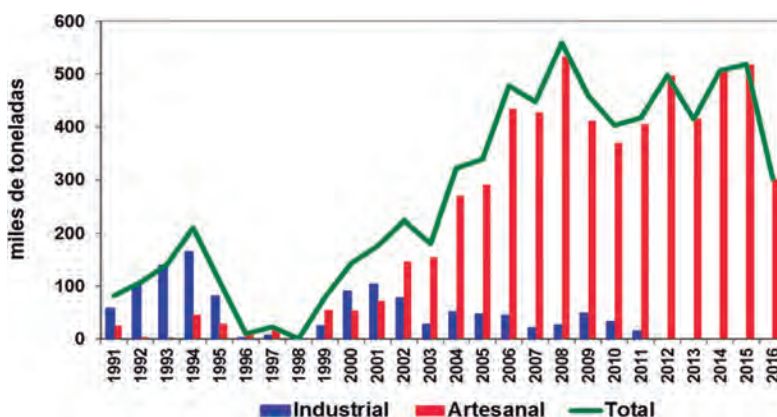


Figura 7.- Desembarques anuales del calamar gigante en la costa peruana durante el periodo 1991-2016. Fuente: PRODUCE/IMARPE

Figure 7. Annual landings of jumbo flying squid on the Peruvian coast during the period 1991-2016. Source: PRODUCE/IMARPE

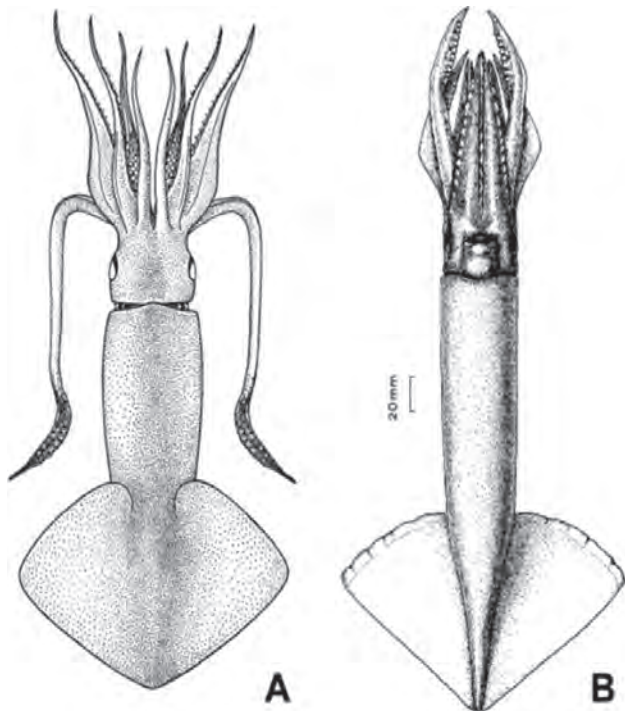


Figura 8.- Calamar gigante *Dosidicus gigas*. A vista dorsal (Tomado de ROPER et al. 1984 en MARKAIDA 2001). B vista ventral (Tomado de WORMUTH 1976 en MARKAIDA 2001)

Figure 8. Jumbo flying squid *Dosidicus gigas*. A. dorsal view (Taken from ROPER et al. 1984 in MARKAIDA 2001). B ventral view (Taken from WORMUTH 1976 in MARKAIDA 2001)

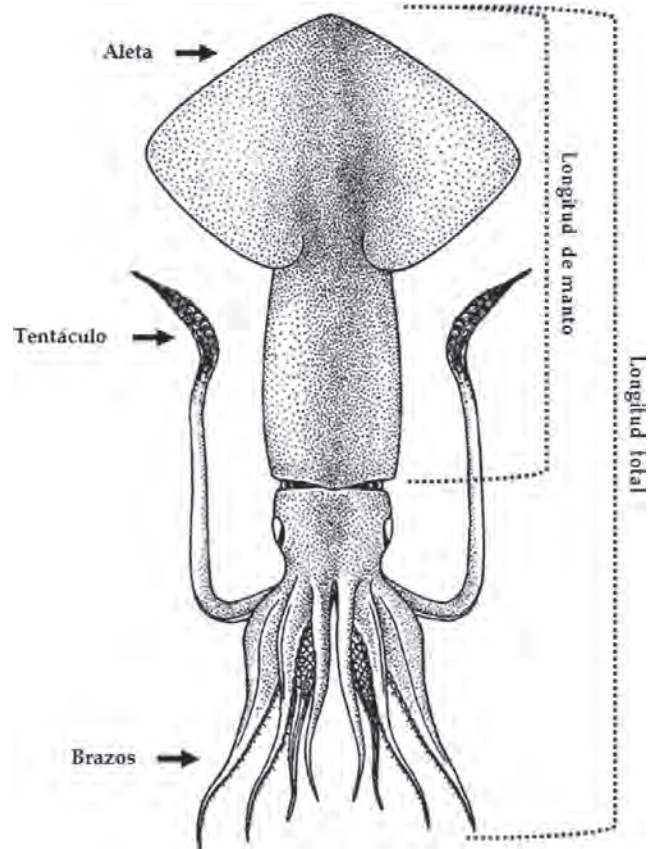


Figura 9.- Vista dorsal de *Dosidicus gigas* (modificada de ROPER et al. 1984)

Figure 9. Dorsal view of *Dosidicus gigas* (modified ROPER et al. 1984)

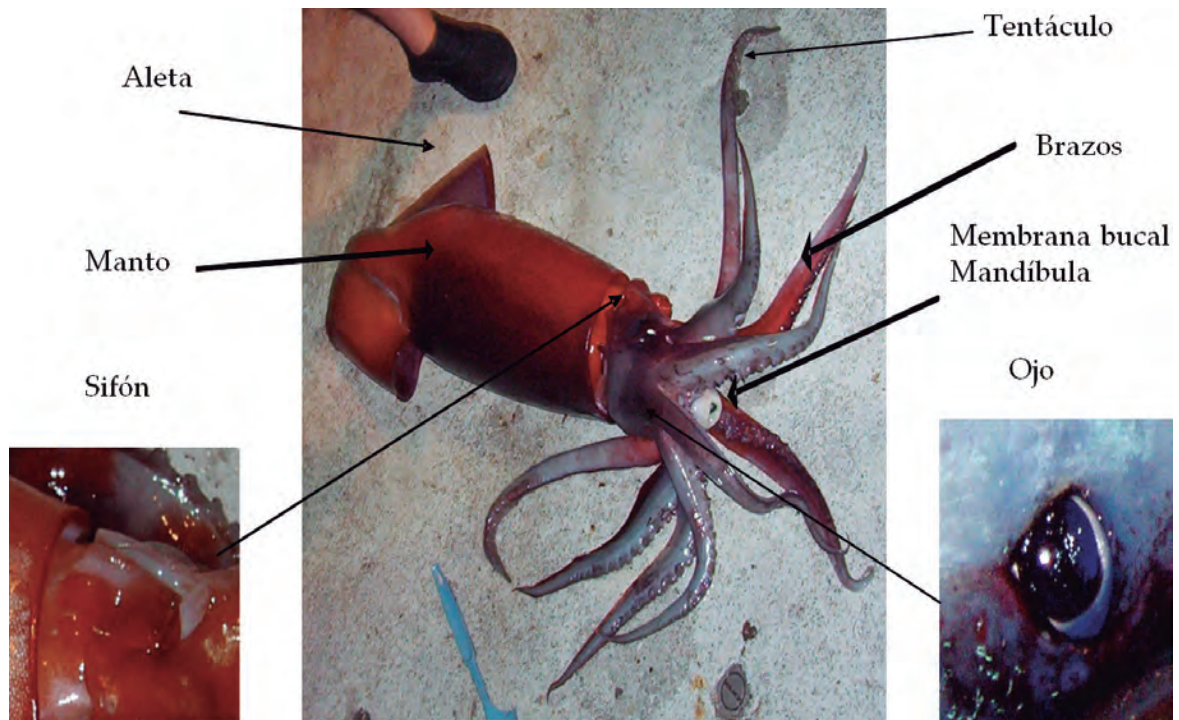


Figura 10.- Vista ventral de *Dosidicus gigas*

Figure 10. Ventral view of *Dosidicus gigas*

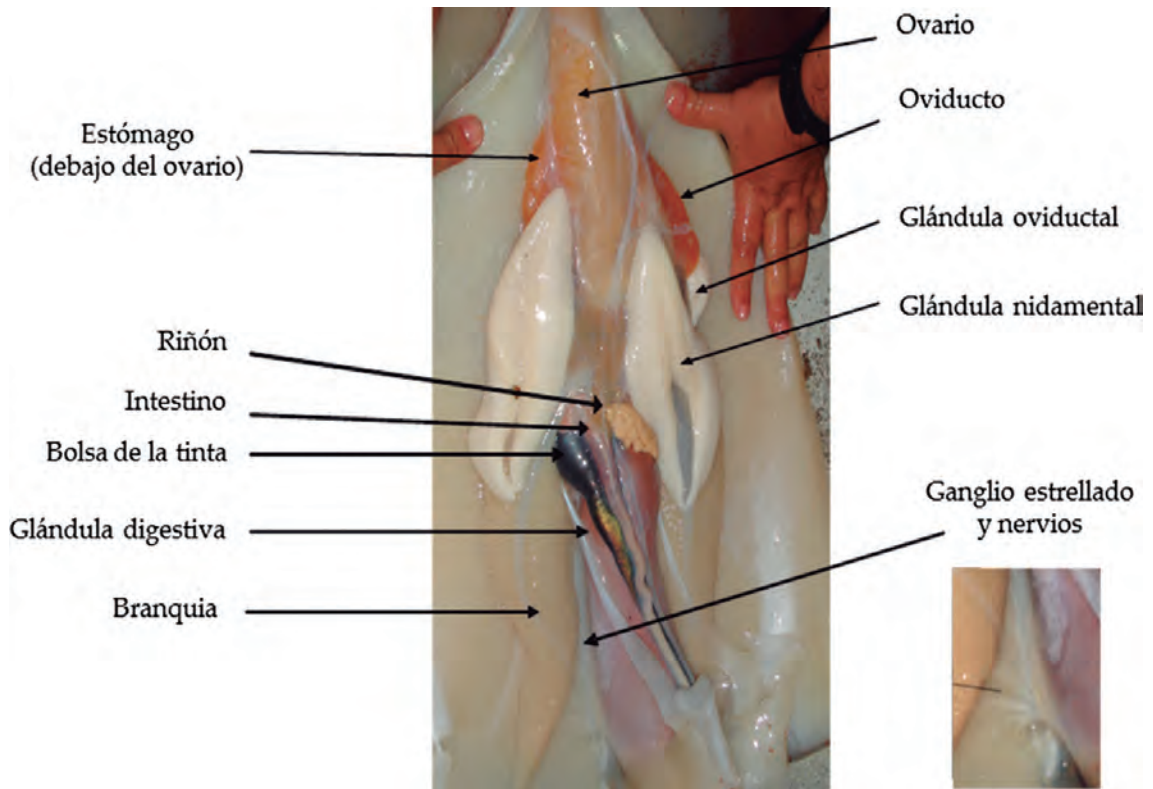


Figura 11.- Anatomía interna de *Dosidicus gigas* – Hembra

Figure 11. Internal anatomy of *Dosidicus gigas* – Female

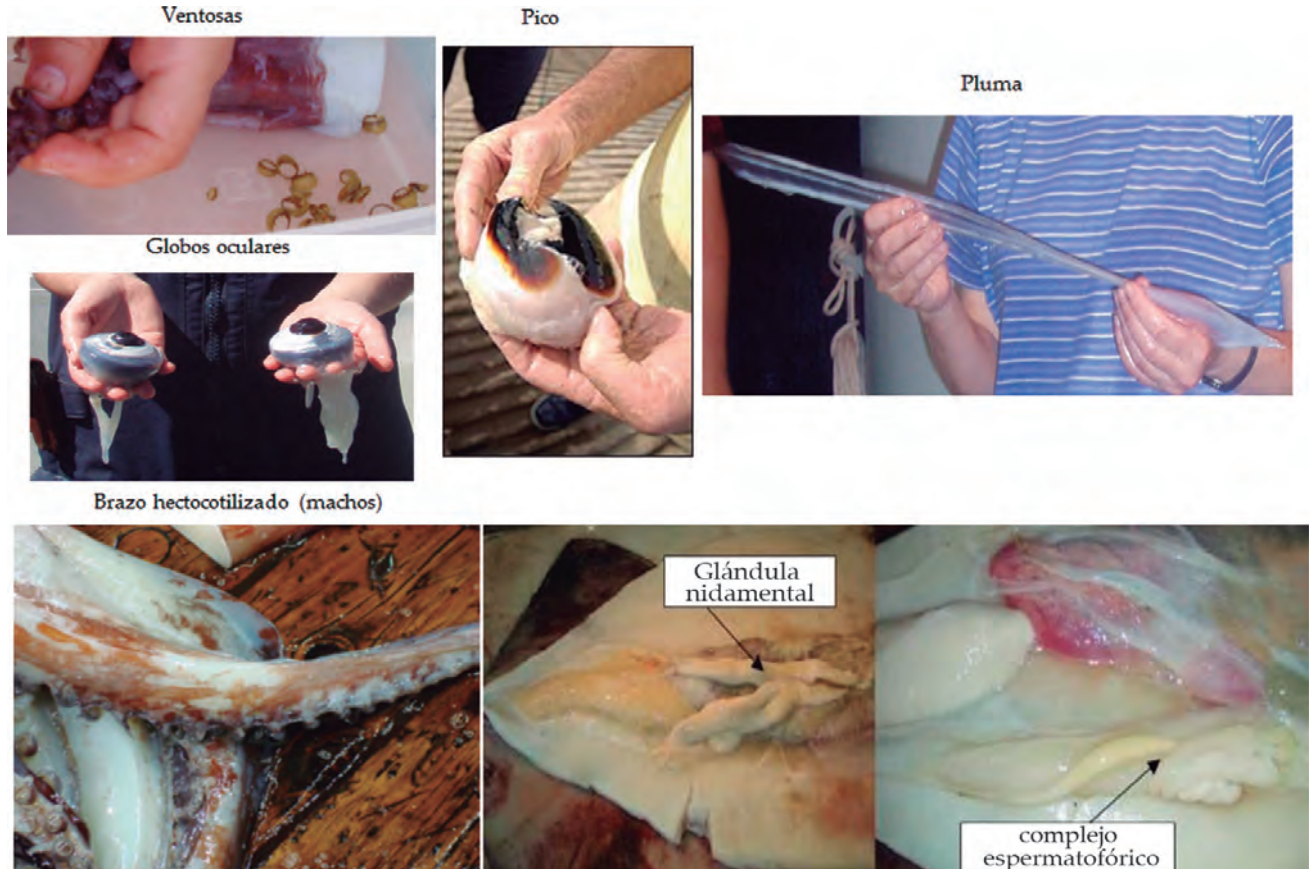


Figura 12.- Algunas estructuras externas e internas de *Dosidicus gigas*

Figure 12. Some external and internal structures of *Dosidicus gigas*

MONITOREO DE LA PESQUERÍA

a) Flota artesanal

En lugares de desembarque

Los observadores de campo utilizan el formulario "Captura y Esfuerzo Artesanal" (Anexo 1) para el registro de los datos de desembarque, esfuerzo de pesca y áreas de pesca en los principales lugares de descarga del litoral. El registro de información es diario y en el horario de mayor arribo de la flota se realiza en forma directa a través de encuestas a los patronos y/o tripulantes de las embarcaciones. En el caso de Paita, además de los muelles artesanales, la información es registrada también en las principales plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos que cuentan con muelle y donde desembarca la flota artesanal potera. Para el registro de desembarques ocurridos en horarios nocturnos y de madrugada o en lugares no monitoreados en forma directa, se utilizan los datos reportados por la administración de los muelles artesanales y de plantas procesadoras (que cuentan con muelles), sargentos de playa, entre otros.

A bordo de la flota pesquera artesanal

A bordo de embarcaciones artesanales poteras se registra información complementaria sobre las faenas de extracción, detallándose las unidades de esfuerzo de pesca para mejorar las estimaciones de abundancia relativa, la precisión geográfica de los lugares de pesca, la estructura de tallas de la captura y la observación *in situ* de las características de las embarcaciones, artes y modalidades de pesca, además de algunos datos del ambiente marino, principalmente la temperatura superficial del mar.

En laboratorio

Se utilizan los formularios "Muestreo biométrico de invertebrados" (Anexo 2) y "Muestreo biológico de cefalópodos" (Anexo 3) para el registro de datos de tallas y aspectos biológicos del calamar gigante. Los muestreos biométricos se realizan en puerto, a bordo de las embarcaciones pesqueras, en plantas de procesamiento y en el laboratorio; los muestreos biológicos se realizan en el laboratorio y a bordo de las embarcaciones de mayor tamaño. Para el muestreo biológico los ejemplares se pueden comprar en el puerto o en las embarcaciones pesqueras, también se pueden recolectar durante las salidas al mar y pueden ser ejemplares completos o muestras de estómagos, gónadas, estatolitos y parásitos para su análisis en el laboratorio.

Los muestreos biométricos y biológicos pueden realizarse con ejemplares frescos o congelados, dependiendo de las facilidades y equipos disponibles.

FISHERY MONITORING

a) Artisanal fleet

At landing sites

Field observers use the 'Catch and Effort by Artisanal means' form (Annex 1) to record data on landings, fishing effort and fishing areas in the main places of unloading from the coast. The information is recorded daily and at the time of the highest arrival of the fleet it is carried out directly through surveys to the skippers and/or crew members of the vessels. In the case of Paita, in addition to the artisanal docks, the information is also recorded in the main hydrobiological resource processing plants that have a dock and where the artisanal jigger fleet disembarks. For the recording of landings occurring at night and in the early hours of the morning or in places not directly monitored, the data reported by the administration of the artisanal docks and processing plants (which have docks), beach sergeants, among others, are used.

Aboard the artisanal fishing fleet

Additional information on extractive fishing activities is recorded aboard artisanal jigger vessels, detailing fishing effort units to improve estimates of relative abundance, geographical precision of fishing sites, catch size structure and *in situ* observation of vessel characteristics, gear and fishing patterns, as well as some data on the marine environment, mainly sea surface temperature.

In the laboratory

The forms 'Biometric sampling of invertebrates' (Annex 2) and 'Biological sampling of cephalopods' (Annex 3) are used to record size and biological data for jumbo flying squid. Biometric sampling is carried out in port, aboard jiggers vessels, in processing plants and in the laboratory; biological sampling is carried out in the laboratory and aboard larger vessels. For biological sampling, specimens may be purchased at the port or on jiggers vessels, collected during sea voyages, and may be complete specimens or samples of stomachs, gonads, statoliths and parasites for laboratory analysis.

Biometric and biological sampling can be performed with fresh or frozen specimens, depending on the facilities and equipment available.

b) Flota industrial**A bordo de flota pesquera industrial**

Los Técnicos Científicos de Investigación-TCI del IMARPE recopilan información de captura, esfuerzo de pesca y áreas de pesca *in situ* a bordo de las embarcaciones calamareras industriales, utilizando el formulario "Registro Operacional de Barcos Calamareros" (Anexo 4) (MARIÁTEGUI *et al.* 2009). Los muestreos biométricos y biológicos se realizan con ejemplares frescos utilizando los formularios "Muestreo biométrico de invertebrados" (Anexo 2) y "Muestreo biológico de cefalópodos" (Anexo 3). Las embarcaciones calamareras no disponen de balanzas para registrar los pesos, por lo que solo se toman los datos morfométricos, y se recolectan ejemplares enteros para completar el muestreo biológico en laboratorio. Los ejemplares para el muestreo biológico se mantienen congelados a -40°C, y las muestras de estómagos, gónadas, estatolitos y parásitos se recolectan de acuerdo al procedimiento que se indica más adelante; de ser necesario se pueden recolectar plumas, picos o tejidos.

En laboratorio

El procedimiento para el muestreo en laboratorio es similar al descrito para la pesca artesanal y se realiza en ejemplares congelados de acuerdo a la metodología descrita más adelante.

c) Cruceros y/o prospecciones de investigación

En los cruceros de investigación se reporta información de captura, esfuerzo y áreas de pesca, así como datos biológicos y colecta de muestras de acuerdo al procedimiento descrito para trabajos a bordo.

COLECCIÓN DE MUESTRAS**a) Flota artesanal**

- Al arribo a puerto y previa coordinación con el patrón de la embarcación (para evitar el eviscerado a bordo) y después de realizar el muestreo biométrico a bordo, se recolectan 20 ejemplares (10 de cada sexo) que deben cubrir el rango de tallas de la captura.
- Se rotulan los siguientes datos en una etiqueta: nombre de la embarcación, fecha, ubicación geográfica, temperatura superficial del mar, hora de colección, distancia de costa, profundidad de pesca y nombre del colector. Colocar la etiqueta protegida en plástico dentro de la bolsa con los ejemplares colectados.
- La muestra debe conservarse congelada hasta su arribo a puerto.

b) Flota industrial

- Se recolectan 20 ejemplares (10 de cada sexo) los cuales deben cubrir el rango de tallas de la operación de pesca en la que se obtuvo la muestra.

b) Industrial fleet**Aboard the industrial fishing fleet**

The IMARPE Scientific Research Technicians -TCI in Spanish- collect information on catch, fishing effort and *in situ* fishing areas aboard industrial jigger vessels, using the form 'Operational Record of Jiggers' (Annex 4) (MARIÁTEGUI *et al.* 2009). Biometric and biological sampling is carried out on fresh specimens using the forms 'Biometric sampling of invertebrates' (Annex 2) and 'Biological sampling of cephalopods' (Annex 3). Jiggers do not have scales to record the weights, so only the morphometric data are taken, and whole specimens are collected to complete the biological sampling in the laboratory. Specimens for biological sampling are kept frozen at -40°C, and samples from stomachs, gonads, statoliths and parasites are collected according to the procedure below; pens, beaks or tissues may be collected if necessary.

In the laboratory

The procedure for laboratory sampling is similar to that described for artisanal fishing and is carried out on frozen specimens according to the methodology described below.

c) Survey cruises

Survey cruises report information on catch, effort and fishing areas, as well as biological data and sample collection according to the procedure described for on-board work.

SAMPLE COLLECTION**a) Artisanal fleet**

- On arrival at port and after coordination with the vessel's skipper (to avoid evisceration on board) and after biometric sampling on board, 20 specimens (10 of each sex) are collected and must cover the size range of the catch.
- The following information is labeled on a tag: vessel name, date, geographic location, sea surface temperature, time of collection, distance from shore, fishing depth and collector name. Place the tag protected in plastic inside the bag with the collected specimens.
- The sample must be kept frozen until it arrives at port.

b) Industrial fleet

- 20 specimens are collected (10 of each sex) which must cover the size range of the fishing operation from which the sample was taken.

- Se rotulan los siguientes datos en una etiqueta: nombre de la embarcación, fecha, número de operación, ubicación geográfica, temperatura superficial del mar, hora de colección, distancia de costa, profundidad de pesca y nombre del recolector. Colocar la etiqueta protegida en plástico dentro de la bolsa con los ejemplares colectados.
- Conservar la muestra en la cámara de congelación del barco (-40°C) hasta su arribo a puerto.
- Adicionalmente, se recolectan gónadas, estómagos, estatolitos y parásitos, por rangos de tamaños, grados de latitud y en diferentes horas del día, de acuerdo al procedimiento indicado más adelante, de ser necesario se pueden recolectar plumas, picos o tejidos.

c) Barcos de investigación

Se recolectan ejemplares completos o muestras de gónadas, estómagos, estatolitos, parásitos u otras muestras que sean requeridas.

Conservación y preparación de muestras

Las muestras recolectadas se deben mantener a temperatura mínima de -10 °C hasta el muestreo, para lo cual se procederá a descongelarlas por aproximadamente 8 a 12 horas.

Muestreo biométrico

Se basa en un muestreo al azar simple para determinar la estructura de tallas de la captura, y luego proyectarla a la población. Se requiere de una cinta métrica, formulario de muestreo biométrico de invertebrados marinos y una base plana, no se deben realizar mediciones sobre el contorno de los individuos.

El procedimiento del muestreo biométrico es el siguiente:

- Se colocan los ejemplares en la mesa de muestreo en posición dorsal para su medición.
- Con una cinta métrica se medirá la longitud del manto (LM) de cada ejemplar al centímetro inferior.
- Se registran las mediciones en el Formulario "Muestreo Biométrico de Invertebrados", además de los datos de embarcación, fecha, operación, peso de la captura, peso de la muestra, área de pesca, temperatura superficial del mar y nombre del observador.

Muestreo biológico

Es un muestreo al azar estratificado para determinar el estado biológico del calamar gigante por intervalos de tamaños. Se requiere de una cinta métrica, formulario "Muestreo biológico de cefalópodos", balanza de precisión de 0,01 g y equipo de disección.

- The following information is labeled on a tag: vessel name, date, geographic location, sea surface temperature, time of collection, distance from shore, fishing depth and collector name. Place the tag protected in plastic inside the bag with the collected specimens.
- Keep the sample in the freezing chamber of the ship (-40°C) until it reaches port.
- Additionally, gonads, stomachs, statoliths and parasites are collected by size ranges, latitude degrees and at different times of the day, according to the procedure indicated below. If necessary, pens, beaks or tissues can be collected.

c) Research vessels

Complete specimens or samples of gonads, stomachs, statoliths, parasites or other samples are collected as required.

Conservation and preparation of samples

The samples collected should be kept at a minimum temperature of -10°C until sampling, thawing for approximately 8 to 12 hours.

Biometric sampling

It is based on simple random sampling to determine the size structure of the catch, and then project it to the stock. A tape measure, biometric sampling form of marine invertebrates and a flat base are required, no measurements on the contour of individuals should be made.

The biometric sampling procedure is as follows:

- The specimens are placed on the sampling table in the dorsal position for measurement.
- A tape measure is used to measure the mantle length (ML) of each specimen at the bottom centimeter.
- The measurements are recorded on the Form 'Biometric Invertebrate Sampling', in addition to the vessel data, date, operation, catch weight, simple weight, fishing area, sea surface temperature and observer name.

Biological sampling

It is a stratified random sampling to determine the biological status of the jumbo flying squid by size intervals. A tape measure, 'Biological sampling of cephalopods' form, a 0.01 g precision balance and dissecting equipment are required.

El procedimiento del muestreo biológico es el siguiente:

- Con una cinta métrica se mide la longitud del manto (LM) de cada ejemplar al centímetro inferior y se pesa en una balanza de 50 kg de capacidad y 1 g de aproximación. En los muestreos a bordo se puede utilizar una balanza romana de 50 kg.
- Se realiza la disección de los ejemplares colocados en posición ventral y se determina el grado de madurez gonadal utilizando la escala propuesta por PEREA *et al.* (2018).
- En el caso de las hembras se mide la longitud de la glándula nidamental (mm) y se separan las estructuras reproductivas: glándulas nidamentales, oviductos, glándulas oviductales y el ovario. En los machos se separan el complejo espermatofórico (saco y órgano) y el testículo, cuya longitud se mide al milímetro. Las estructuras reproductivas de machos y hembras se pesan en una balanza de precisión con aproximación de 0,01 g.
- La glándula digestiva se separa y se pesa con una aproximación de 0,01 g.
- Se determina el grado de llenura del estómago de acuerdo a una escala empírica de 4 estadios (0= vacío, 1= medio lleno, 2= lleno y 3= completamente lleno), se separa el estómago para su disección y análisis cualitativo de los ítems alimenticios, los cuales se clasifican en peces (P), crustáceos (C), calamar (Cal), otros (O), líquido rojo (LR). Se colectan los estómagos para análisis en el Laboratorio de Ecología Trófica del IMARPE, de acuerdo al protocolo establecido.
- En el caso de las hembras se observa y registra la presencia o ausencia de espermatóforos en el velo oral (copulación).
- Para la colecta de los estatolitos se realiza un corte transversal por debajo del sifón, con la ayuda de una hoja de bisturí y se extrae el par de estatolitos con una pinza tipo "relojero". Se limpian de impurezas y se colocan en cartones horadados (el rotulado será el número de serie o la longitud y sexo).
- Finalmente, se pesa el manto.

Los datos biológicos se registran en el formulario "Muestreo Biológico de Cefalópodos" (F 05 – B/IMP), además del nombre y número de registro de la embarcación, fecha, posición geográfica, profundidad de pesca, temperatura superficial del mar, área de pesca,

The biological sampling procedure is as follows:

- A tape measure is used to measure the mantle length (ML) of each specimen to the bottom centimeter and weighs it on a scale with a capacity of 50 kg and 1 g of approximation. For on-board sampling, a 50 kg Roman scale can be used.
- The specimens placed in the ventral position are dissected and the degree of gonadal maturity is determined using the scale proposed by PEREA *et al.* (2018).
- In the case of females, the nidamental gland length (mm) is measured and the reproductive structures are separated: nidamental glands, oviducts, oviductal glands and the ovary. In males, the spermatophoric complex (sac and organ) and the testicle, whose length is measured to the millimeter, are separated. The breeding structure of males and females are weighed on a precision scale to the nearest 0.01 g.
- The digestive gland is separated and weighed to about 0.01 g.
- The degree of stomach fullness is determined according to an empirical scale of 4 stages (0= empty, 1= half full, 2= full and 3= completely full), the stomach is separated for dissection and qualitative analysis of the food items, which are classified into fish (F), crustaceans (C), squid (Sq), other (O), red liquid (RL). The stomachs are collected for analysis at the IMARPE Laboratory of Trophic Ecology, according to the established protocol.
- In the case of females, the presence or absence of spermatophores in the oral veil (copulation) is observed and recorded.
- For the collection of the statoliths, a cross section is made under the siphon, with the help of a scalpel blade, and the pair of statoliths is removed with a "watchmaker" type clamp. They are cleaned of impurities and placed in perforated cartons (the labeling will be the serial number of length and sex).
- Finally, the mantle is weighed.

Biological data are recorded on the form 'Cephalopod Biological Sampling' (F 05 - B/IMP), in addition to the name and registration number of the vessel, date, geographical position, fishing depth, sea surface temperature, fishing area, catch

método de captura, operación y nombre del observador. De ser necesario se anotarán en la columna de observaciones, las incidencias del muestreo biológico. Las figuras 13 y 14 muestran diferentes etapas del muestreo biológico en laboratorio y a bordo de embarcaciones calamareras.

method, operation and observer name. If necessary, the incidences of biological sampling should be recorded in the observation column. Figures 13 and 14 show different stages of biological sampling in the laboratory and aboard jiggers.



Figura 13.- Diversas etapas del muestreo en laboratorio, a bordo de embarcaciones científicas y recolección de algunas estructuras

Figure 13. Various stages of laboratory sampling, aboard scientific vessels and collection of some structures



Figura 14.- Muestreo a bordo de embarcaciones calamareras

Figure 14. Sampling aboard jigging vessels

ESCALA DE MADUREZ GONADAL

Para la identificación de los estadios de madurez gonadal se utiliza la escala propuesta por PEREA *et al.* (2018), la cual describe cuatro estadios para hembras y tres para machos con base en observaciones a nivel macro y microscópico. Se detallan las características de cada estadio de madurez por sexos:

Hembras

Inmaduro (Estadio I): el ovario tiene forma de saco piriforme, alargado, no granuloso, de aspecto claro, siendo translúcido en la etapa inicial de este estadio. La pared del ovario es muy delgada. Al observar microscópicamente se encuentran ovocitos inmaduros, con espacio intercelular reducido, y pared del ovario delgada y eosinófila.

En maduración (Estadio II): ovario de aspecto granuloso, opaco, de color crema o ligeramente amarillento. Microscópicamente se observan ovocitos inmaduros y en maduración.

Maduro (Estadio III): de mayor tamaño y turgente, de aspecto más piriforme, color crema amarillento a ámbar, por presencia de gran cantidad de ovocitos maduros. La pared del ovario es delgada. Oviducto de gran tamaño por estar lleno de ovocitos maduros avanzados. Glándula nidamental desarrollada y turgente. Presenta ovocitos inmaduros, en maduración y maduros.

En desove (Estadio IV): ovario menos turgente, granuloso, con gran cantidad de ovocitos color crema y ámbar, con predominancia de estos últimos, que da tonalidad naranja al ovario. Pared del ovario muy delgada. Glándula nidamental flácida. Los oviductos pueden estar compactos y de gran tamaño por estar llenos de ovocitos maduros avanzados o algo flácidos debido a la evacuación de estos. Además, en la parte externa de la glándula oviductal se observan algunos ovocitos maduros avanzados, señal de desove en el calamar. Se aprecian ovocitos inmaduros, en maduración y maduros. Los oviductos se encuentran llenos de ovocitos en máxima madurez y ovulados. Microscópicamente en el ovario, se observa presencia de folículos post-ovulatorios.

Machos

Inmaduro (Estadio I): testículo de tamaño pequeño, flácido, alargado, de color blanco y translúcido. Microscópicamente conformado por túbulos pequeños que contienen espermatogonios y/o espermatozoides, que ocupan la cavidad interna.

En maduración (Estadio II): testículo de mayor tamaño, de color blanquecino a crema pero no translúcido. Saco espermatofórico blanquecino. Microscópicamente se pueden observar espermatogonios, espermatozoides y espermátides.

GONADAL MATURITY SCALE

For the identification of the stages of gonadal maturity, the scale proposed by PEREA *et al.* (2018) is used, which describes four stages for females and three for males based on macro and microscopic observations. The characteristics of each stage of maturity by sex are detailed below:

Females

Immature (Stage I): the ovary is shaped like a pyriform sac, elongated, not granular, of clear appearance, being translucent in the initial phase of this stage. The wall of the ovary is very thin. On microscopic examination, immature oocytes with reduced intercellular space and thin, eosinophilic ovarian wall are found.

Maturing (Stage II): granular, opaque, creamy or slightly yellowish in appearance ovary. Microscopically, immature and maturing oocytes are observed.

Mature (Stage III): larger and turgid, more pyriform in appearance, creamy yellowish to amber in color, due to the presence of a large number of mature oocytes. The wall of the ovary is thin. Oviduct is large because it is full of advanced mature oocytes. Nidamental gland is developed and turgid. It presents immature, maturing and mature oocytes.

Spawning (Stage IV): less turgid, granular ovary, with a large number of cream and amber oocytes, the latter predominating, giving the ovary an orange hue. Very thin wall of the ovary. Flaccid nidamental gland. The oviducts may be compact and large because they are full of advanced mature oocytes or somewhat flaccid due to the evacuation of these. In addition, the external part of the oviductal gland shows some advanced mature oocytes, a sign of spawning in the squid. Immature, maturing and mature oocytes can be seen. The oocytes are full of oocytes at maximum maturity and ovulated. Microscopically in the ovary, the presence of post-ovulatory follicles is observed.

Males

Immature (Stage I): small, flaccid, elongated, white, translucent testicle. Microscopically formed by small tubules containing spermatogonies and/or sperm cells, which occupy the internal cavity.

Maturing (Stage II): larger, whitish to creamy but not translucent testicle. Whitish spermatophoric sac. Spermatogonies, spermatocytes and spermatids can be observed microscopically.

Maduro (Estadio III): testículo de tamaño más desarrollado con respecto a los estadios anteriores, turgente, de color blanco y de aspecto lechoso. Saco espermatofórico lleno de espermatóforos, observándose espermatóforos libres en la cavidad abdominal. Microscópicamente presenta espermatogonios, espermatocitos, espermátides y espermatozoides (localizados en la luz de los túbulos).

Mature (Stage III): testicle of more developed size with respect to the previous stages, turgid, white and milky in color. Spermatophoric sac filled with spermatophores, with free spermatophores observed in the abdominal cavity. Microscopically presents spermatogonies, sperm cells, spermatids and spermatozoa (located in the light of the tubules).

COLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE CONTENIDOS ESTOMACALES

Para el muestreo biológico se agrupan los estómagos de los ejemplares considerando los sexos, tamaños, y área de captura (latitud y longitud). Se requiere de una cinta métrica, equipo de disección, balanza de precisión de 0,01 g, microscopio estereoscópico con objetivos de 10x y 40x, y el "Formulario de muestreo del Área de Ecología Trófica" (Anexo 5). El tamaño mínimo de la muestra se indica en la Tabla 4.

COLLECTION AND PROCESSING OF STOMACH CONTENTS

For biological sampling, the squids stomachs of the specimens are grouped according to sex, size, and area of capture (latitudinal and longitudinally). A tape measure, dissecting equipment, a 0.01 g precision scale, stereoscopic microscope with 10x and 40x objectives, and the 'Trophic Ecology Area Sampling Form' (Annex 5) are required. The minimum sample size is shown in Table 4.

Tabla 4.- Tamaño mínimo de muestra para la recolección de estómagos del calamar gigante, por grados latitudinales y grupos de talla

Table 4. Minimum sample size for the collection of jumbo flying squid stomachs, by latitudinal degrees and size groups

Lat. S	3°22' - 6°		6° - 8°		8° - 10°		10° - 12°		12° - 14°		14° - 16°		16° - 18°20'	
*Sexo (1/0)														
Grupo de talla (cm) Size group (cm)	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
01 - 10	5	5												
11 - 20	5	5												
21 - 30	5	5												
31 - 40	5	5												
41 - 50	5	5												
51 - 60	5	5												
61 - 70	5	5												
71 - 80	5	5												
81 - 90	5	5												
91 - 100	5	5												
101 - 110	5	5												

(*) 0= hembras /females, 1= machos/ males

Recolección de estómagos

- El muestreo debe realizarse **lejos del grupo de embarcaciones comerciales presentes en la zona, o al inicio de la operación de pesca**, para evitar el sesgo ocasionado por la concentración del recurso o la presencia de residuos.
- La recolección de estómagos se realiza por sexos (5 hembras, 5 machos), a intervalos de talla de 10 cm, cada 2 grados de latitud y a distancia de la costa de 0 - 60 millas náuticas, 61 - 120 mn, 120 - 180 mn, >180 mn. De ser posible, considerar la colecta por intervalos de tiempo: 0 - 4 h, 4 - 8 h, 8 - 12 h, 12 - 16 h, 16 - 20 h, 20 - 24 h.
- El grado de repleción estomacal (llenura) se determina utilizando una escala de 3 estadios: 0= vacío, 1= semilleno, 2= lleno.
- Se extraen los estómagos completos y se conservan en bolsas plásticas debidamente codificadas. A bordo de pequeñas embarcaciones artesanales se sumergen en hielo; en las embarcaciones de mayor escala se guardan en los túneles de congelación a -35 °C y en los barcos de investigación científica o en los laboratorios en congeladora a -10 °C. De ser muy grande el contenido estomacal se tomará una fracción (alícuota) y se indicará el tamaño de la misma en la etiqueta y en la ficha de muestreo (F 05 - B/IMP).
- Los contenidos estomacales se filtran en un tamiz de 300 a 500 μ (Fig. 15) y se determina el grado de digestión mediante una escala empírica de 4 estadios: 1 = no digerido, 2 = poco digerido, 3 = muy digerido y 4 = completamente digerido. El contenido filtrado se coloca en una bolsa con una etiqueta con los datos correspondientes (Nº de estación, serie, longitud, peso, sexo) y se congela.
- No se consideran los estómagos cuyo contenido sean vísceras o pota fresca picada, para evitar el sesgo ocasionado por la concentración del recurso durante las faenas de pesca o la ingesta de residuos, por canibalismo.
- Los contenidos estomacales son remitidos al Laboratorio de Ecología Trófica para su análisis cualitativo y cuantitativo.

Procesamiento de muestras de estómagos

El contenido estomacal individual se coloca en un tamiz de malla de 300 a 500 μ para ser lavado con agua corriente, luego se separan manualmente los diferentes elementos de la dieta tales como otolitos, huesos, picos de cefalópodos, cefalotórax de crustáceos, etc. Los elementos dietarios son vertidos en placas petri y observados con microscopio estereoscópico (60x y 120x) para su determinación al mínimo taxón posible (ALEGRE 2011).

Stomach collection

- Sampling should be **carried out away from the group of commercial vessels present in the area, or at the beginning of the fishing operation**, to avoid bias caused by the concentration of the resource or the presence of waste.
- Stomach collection is carried out by sex (5 females, 5 males), at 10 cm length intervals, every 2 degrees latitude and at a distance from the coast of 0 - 60 nautical miles, 61 - 120 nm, 120 - 180 nm, >180 nm. If possible, consider collection by time intervals: 0 - 4 h, 4 - 8 h, 8 - 12 h, 12 - 16 h, 16 - 20 h, 20 - 24 h.
- The degree of stomach repletion (fullness) is determined using a 3-stage scale: 0= empty, 1= partially full, 2= full.
- The entire stomachs are removed and stored in properly coded plastic bags. Aboard small artisanal vessels, they are immersed in ice. On larger vessels, they are stored in freezing tunnels at -35 °C and on scientific research vessels, or in freezer chambers at laboratories, at -10 °C. If the stomach contents are very large, a fraction (aliquot) shall be taken and the size of the stomach shall be indicated on the label and on the sampling form (F 05 - B/IMP).
- The stomach contents are filtered through a 300 to 500 μ sieve (Fig. 15) and the degree of digestion is determine through a 4-stage empirical scale: 1 = undigested, 2 = poorly digested, 3 = highly digested and 4 = fully digested. The filtered content is placed in a bag with label with the corresponding data (station number, series, length, weight, sex) and frozen.
- Stomachs whose contents are viscera or freshly chopped jumbo squids are not considered, in order to avoid bias caused by the concentration of the resource during fishing operations or the ingestion of residues, by cannibalism.
- Stomach contents are sent to the Laboratory of Trophic Ecology for qualitative and quantitative analysis.

Processing of stomach samples

The individual stomach contents are placed on a 300 to 500 μ mesh sieve to be washed with running water, then the different elements of the diet such as otoliths, bones, cephalopod beaks, crustacean cephalothorax, etc. are separated manually. The dietary elements are poured into petri dishes and observed with a stereoscopic microscope (60x and 120x) for determination at the lowest possible taxon (ALEGRE 2011).

Las presas debidamente identificadas son cuantificadas en número y peso para cada estómago. La información es procesada y expresada en cantidades relativas de acuerdo a los criterios de agrupamiento de periodicidad (mensual, trimestral, anual), tallas y zonas de procedencia según los métodos numéricos (% N - Número), gravimétrico (% P - Peso) y de frecuencia de ocurrencia (FO) (BERG 1979, HYSLOP 1980).

Recolección, montaje y lectura de estatolitos para la determinación de micro-incrementos

Recolección de estatolitos

- Se coloca al ejemplar apoyado sobre el dorso, se retira el sifón y queda descubierto el cartilago en forma de silla de montar.
- Se realiza un corte transversal con una hoja de bisturí o un cuchillo afilado, se atraviesa la cavidad del estatocisto dentro de la cual se encuentran los estatolitos, los cuales se extraen con una pinza fina (tipo relojero) (Fig. 16).

Luego de limpiar los estatolitos con alcohol (70%) se depositan en un cartón horadado, colocando cada par de estatolitos debidamente rotulados en una horadación.

Montaje de estatolitos

Se utiliza el método propuesto por ARKHIPKIN 1991, DAWE y NATSUKARI 1991. El estatolito se coloca con la cara anterior cóncava hacia arriba, cerca del borde del portaobjetos debidamente etiquetado, usando una resina de montaje sintético "crystalbond" y derretido sobre una plancha térmica a 60 °C. El rostro del estatolito se orienta hacia la parte interior del portaobjetos, mientras que el domo dorsal queda hacia el borde externo. Es importante que el plano de la superficie anterior del domo dorsal quede paralelo respecto al plano de la superficie del portaobjetos. El lijado inicial se realiza con lija comercial de grano 1000-1500. Posteriormente se pule con solución de polvo de alúmina de 0,3 µm (YATSU *et al.* 1997).

Durante este proceso, el estatolito se observa a través de una lupa estereoscópica con luz transmitida, a 50x y con el microscopio óptico a 100x, con el fin de detectar el foco y los primeros incrementos en torno al núcleo, momento en que cesa de pulirse esta cara del estatolito. Posteriormente, la lámina portaobjetos con el estatolito se calienta en la plancha térmica; con la ayuda de una hoja de disección se voltea el estatolito con la cara posterior convexa hacia arriba y se sumerge en la gota del medio de montaje, hasta llegar a la superficie de la lámina portaobjeto, para después eliminar el excedente.

Duly identified prey is quantified in number and weight for each stomach. The information is processed and expressed in relative quantities according to the criteria for grouping periodicity (monthly, quarterly, annual), sizes and areas of origin according to numerical (% N - Number), gravimetric (% W - Weight) and frequency of occurrence (FO) methods (BERG 1979, HYSLOP 1980).

Collection, assembly and reading of statoliths for the determination of micro-increments

Collection of statoliths

- Place the squid on its back, remove the siphon and uncover the saddle-shaped cartilage.
- A transversal cut is made with a scalpel blade or a sharp knife, and the statolithic cavity inside which the statoliths are located is pierced and removed with a fine clamp (watchmaker-type) (Fig. 16).

After cleaning the statoliths with alcohol (70%), they are placed in a perforated cardboard box, placing each pair of properly labeled statoliths in a hole.

Assembly of statoliths

The method proposed by ARKHIPKIN 1991, DAWE & NATSUKARI 1991 is used. The statolith is placed with the concave front face up, near the edge of the labelled slide, using a synthetic mounting resin "crystalbond" and melted on a 60 °C hot plate. The face of the statolith is oriented towards the inner part of the slide, while the dome is oriented towards the outer edge of the slide. It is important that the plane of the anterior surface of the dome is parallel to the plane of the slide surface. The initial sanding is done with 1000-1500 grit commercial sandpaper. It is then polished with 0.3 µm alumina powder solution (YATSU *et al.* 1997).

During this process, the statolith is observed through a stereoscopic magnifying glass with transmitted light, at 50x and with the optical microscope at 100x, in order to detect the focus and the first increments around the nucleus, when this face of the statolith ceases to be polished. Afterwards, the slide film with the statolith is heated on the thermal plate; with the help of a dissecting sheet the statolith is turned over with the convex rear face upwards and immersed in the drop of the mounting medium until it reaches the surface of the slide film and then the excess is removed.

El lijado de la cara posterior se realiza con lija comercial de grano 1000 - 1500, seguido de un pulido con solución de polvo de alúmina de 0,3 μm . El desarrollo del pulido se evalúa continuamente a través de la lupa estereoscópica y el microscopio óptico, hasta que se lleguen a observar todos los incrementos desde el núcleo hasta el borde del domo dorsal. Luego se cubre el estatolito, sin desmontarlo, con varias gotas de bálsamo de Canadá y se coloca un cubreobjetos sobre el montaje. La preparación permanece en la estufa a 60 °C durante 12 horas, para que el bálsamo seque completamente; también puede secarse a 70 - 90 °C por una hora.

Lectura de microincrementos

El conteo de incrementos se realiza ordinariamente a 400 aumentos usando un filtro de luz polarizada, desde el borde del núcleo (considerando el primer incremento como el correspondiente al momento de la eclosión) hasta el borde del domo dorsal (Figs. 17, 18). Cuando los incrementos no se pueden observar en alguna región del estatolito, se procede a extrapolar de acuerdo al número de incrementos contados en las 10 unidades de micrómetro ocular de las regiones adyacentes. Se puede optar por leer el estatolito derecho, dejando el izquierdo como reserva. La lectura se realiza por dos lectores de forma independiente utilizando el mismo microscopio óptico. La edad de cada calamar se calcula como la media obtenida por cada lector. Cuando la diferencia de las edades es mayor al 10%, los estatolitos se vuelven a leer hasta llegar a consenso (PIERCE *et al.* 2001).

El modelo de crecimiento para cada sexo, será el que tenga el mayor coeficiente de determinación (r^2) y el menor coeficiente de variación (CV) (ARKHIPKIN y FETISOV 2000).

Sanding of the rear face is done with 1000 - 1500 grit commercial sandpaper, followed by polishing with 0.3 μm alumina powder solution. The polishing process is continuously evaluated using the stereoscopic magnifier and the optical microscope until all increments from the core to the dome edge are observed. The statolith is then covered, without disassembly, with several drops of Canada Balm and a coverslip is placed over the assembly. The preparation remains in the oven at 60 °C for 12 hours, so that the balsam dries completely; it can also be dried at 70 - 90 °C for one hour.

Reading of micro-increments

The increment count is ordinarily performed at 400 magnifications using a polarized light filter, from the edge of the core (considering the first increment as the one corresponding to the moment of hatching) to the edge of the dorsal dome (Figs. 17, 18). When the increments cannot be observed in any region of the statolith, extrapolate according to the number of increments counted in the 10 eye micrometer units of the adjacent regions. It is possible to choose to read the right statolith, leaving the left one as a reserve. The reading is done by two independent readers using the same optical microscope. The age of each squid is calculated as the average age obtained by each reader. When the age difference is greater than 10%, the statoliths are re-read until consensus is reached (PIERCE *et al.* 2001).

The growth model for each sex will be the one with the highest coefficient of determination (r^2) and the lowest coefficient of variation (CV) (ARKHIPKIN & FETISOV 2000).



Figura 15.- Tamizado de los contenidos estomacales

Figure 15. Sieving of stomach contents



Figura 16.- Extracción de estatolitos del calamar gigante
Figure 16. Extraction of statoliths from jumbo flying squid

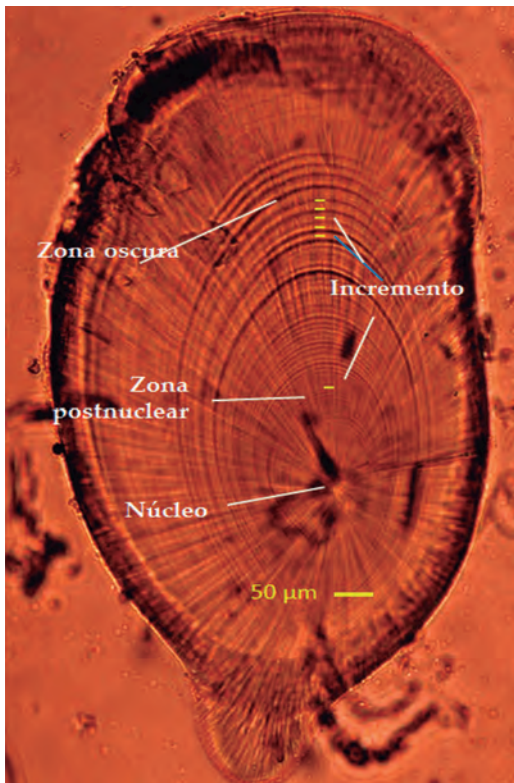


Figura 17.- Partes de una sección del estatolito R=rostro, N=núcleo, DD=Domo dorsal, DL=Domo lateral

Figure 17. Parts of a section of the statolith R=face, N=core, DD=Dorsal dome, DL=Side dome

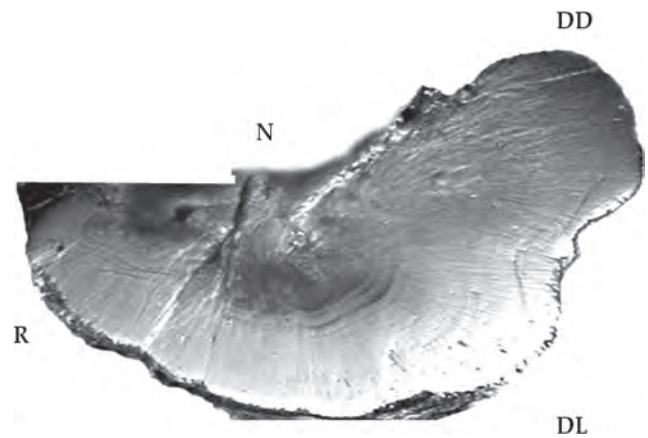


Figura 18.- Microfotografía de una sección de estatolitos de pota juvenil de 84 mm LMD mostrando los microincrementos y las zonas. 100X Cr.0702-04

Figure 18. Microphotography of a section of statoliths of juvenile jumbo flying squid of 84 mm DML showing the micro-increments and the zones. 100X Cr.0702-04

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En la investigación científica se emplean muestras como medio de acercarse al conocimiento de la realidad, por lo tanto, estas muestras deben representar a la población que se investiga para conocer las posibles fuentes de sesgo (SPARRE y VENEMA 1992) y asimismo las muestras deben provenir de un adecuado diseño muestral que garantice la confiabilidad de los resultados orientados a una adecuada y oportuna gestión pesquera.

En la investigación pesquera, el objetivo inmediato es el conocimiento de las poblaciones de recursos hidrobiológicos que sustentan las diferentes pesquerías, con la finalidad de establecer las bases para su adecuada administración (ESPINO *et al.* 1995). Siendo imposible analizar toda la población, se recurre a la teoría inferencial mediante la cual a través de una muestra se pueda observar las características de los individuos, infiriendo luego a la población tales características, siempre y cuando dicha muestra represente una cobertura suficiente del área de distribución de la(s) especie(s), y se haga con una periodicidad y frecuencia adecuadas que permita observar los posibles cambios espacio-temporales; asimismo, que se efectúen sostenida y sistemáticamente de tal manera que asegure una observación permanente (ESPINO *et al.* 1995).

En el caso de los calamares y específicamente en *Dosidicus gigas*, su amplio rango de distribución latitudinal y longitudinal en el Pacífico Oriental (NESIS 1983, NIGMATULLIN *et al.* 2001, CROSGROVE 2005, HATFIELD y HOCHBERG 2006, ZEIDBERG y ROBISON 2007, FIELD *et al.* 2007, KEYL *et al.* 2008, OKUTANI 2015) y la alta variabilidad de su comportamiento en función a las condiciones del ambiente marino, principalmente frente a la costa peruana caracterizada por grandes fluctuaciones ambientales (ARGÜELLES *et al.* 2008, KEYL *et al.* 2008, 2011; ARGÜELLES y TAFUR 2010) hacen necesario contar con una mayor cobertura e intensidad de muestreo para conocer la magnitud y características de los cambios producidos en su distribución, abundancia y estado biológico.

Al respecto, la información de la pesquería artesanal brinda conocimiento de esta actividad en el área de operatividad de la flota, la cual está limitada por la autonomía de las embarcaciones y la capacidad de conservación a bordo, en tanto, que la flota industrial puede operar a partir de 80 mn de la línea de costa (ROSAS *et al.* 2013), lo que está establecido en el "Reglamento de Ordenamiento Pesquero del Calamar gigante o pota (*Dosidicus gigas*)" mediante el Decreto Supremo N° 014-2011-PRODUCE. Los cruceros de investigación, pescas exploratorias y otras actividades en el mar permiten complementar la observación de los recursos pesqueros obtenidos a través de las

4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

In scientific research, samples are used as a means to get closer to the knowledge of reality; therefore, these samples must represent the population under investigation in order to know the possible sources of bias (SPARRE & VENEMA 1992) and also the samples must come from an adequate sample design that guarantees the reliability of the results oriented to an adequate and opportune fishing management.

In fisheries research, the immediate objective is the knowledge of the populations of hydrobiological resources that support the different fisheries, with the aim of establishing the bases for their proper management (ESPINO *et al.* 1995). Since it is impossible to analyze the entire population, the inferential theory is used to observe the characteristics of the individuals through a sample, and then to infer these characteristics to the population, provided that the sample represents sufficient coverage of the distribution area of the species, and that it is done with adequate frequency and periodicity to observe possible spatio-temporal changes, and that they are carried out in a sustained and systematic manner to ensure permanent observation (ESPINO *et al.* 1995).

In the case of squids, and specifically in *Dosidicus gigas*, their wide latitudinal and longitudinal range in the Eastern Pacific (NESIS 1983, NIGMATULLIN *et al.* 2001, CROSGROVE 2005, HATFIELD & HOCHBERG 2006, ZEIDBERG & ROBISON 2007, FIELD *et al.* 2007, KEYL *et al.* 2008, OKUTANI 2015) and the high variability of their behavior according to the conditions of the marine environment, mainly off the Peruvian coast characterized by large environmental fluctuations (ARGÜELLES *et al.* 2008, KEYL *et al.* 2008, 2011; ARGÜELLES & TAFUR 2010), make it necessary to have a greater coverage and intensity of sampling to know the magnitude and characteristics of the changes produced in their distribution, abundance and biological state.

In this regard, the information on the artisanal fishery provides insights on this activity in the area of fleet operation, which is limited by the autonomy of the vessels and the capacity to keep them on board, while the industrial fleet can operate from 80 nm from the coastline (ROSAS *et al.* 2013), which is established in the "Regulation on the Management of the Jumbo Flying Squid (*Dosidicus gigas*) Fishery" through Supreme Decree No. 014-2011-PRODUCE. Research cruises, exploratory fishing and other activities at sea complement the observation of fishery resources obtained through fisheries by providing *in situ* information on the resources and

pesquerías, brindando información *in situ* sobre los recursos y el ambiente marino asociado, así como otras características de la extracción.

La variabilidad del ambiente en el mar peruano afecta a las poblaciones de las diferentes especies que habitan en el ecosistema (ÑIQUEN *et al.* 2004, ESPINO 2003, ARGÜELLES y TAFUR 2010, ESPINO y YAMASHIRO 2012, ESPINO 2013), dependiendo de la amplitud, intensidad y duración de los eventos cálidos o fríos; por lo tanto, una adecuada planificación del sistema de muestreos contribuirá eficazmente al conocimiento de los cambios espacio-temporales producidos en la distribución, abundancia y comportamiento biológico de los recursos. En un medio de alta variabilidad ambiental, el diseño de muestreo debe ser flexible y adaptativo, de acuerdo a los diferentes escenarios y condiciones del entorno asociado a las especies objeto de estudio.

the associated marine environment, as well as other characteristics of extraction.

The variability of the environment in the Peruvian sea affects the populations of the different species that inhabit the ecosystem (ÑIQUEN *et al.* 2004, ESPINO 2003, ARGÜELLES & TAFUR 2010, ESPINO & YAMASHIRO 2012, ESPINO 2013), depending on the amplitude, intensity and duration of the hot or cold events; therefore, an adequate planning of the sampling system will effectively contribute to the knowledge of the spatio-temporal changes produced in the distribution, abundance and biological behavior of the resources. In an environment of high environmental variability, the sampling design should be flexible and adaptive, according to the different scenarios and environmental conditions associated with the species under study.

5. REFERENCIAS/REFERENCES

- ALEGRE A. 2011. Relaciones ontogénicas y espacio-temporales en la dieta del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Perú, utilizando un Modelo Aditivo Generalizado. Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae en Estadística Aplicada, Universidad Nacional Agraria La Molina. 113 p.
- ARGÜELLES J, RHODHOUSE P, VILLEGAS P, CASTILLO G. 2001. Age Growth and population structure of the jumbo flying squid *Dosidicus gigas* in Peruvian waters. *Fisheries Research*. 54: 51-61.
- ARGÜELLES J, TAFUR R, TAÍPE A, VILLEGAS P, KEYL F, DOMÍNGUEZ N, SALAZAR M. 2008. Size increment of jumbo flying squid *Dosidicus gigas* mature females in Peruvian waters, 1989–2004. *Prog. Oceanogr.* 79: 308-312.
- ARGÜELLES J, TAFUR R. 2010. New insights on the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Northern Humboldt Current System: size at maturity, somatic and reproductive investment. *Fish. Res.* 106: 185-192.
- ARKHIPKIN A I. 1991. Methods for cephalopod age and growth studies with emphasis on statolith ageing techniques. In P. Jereb, S. Ragonese y S. v. Boletzky, eds. *Squid age determination using statoliths*. pp. 11-17.
- ARKHIPKIN A I, FETISOV A A. 2000. Population structure and growth of the squid *Illex illecebrosus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) off Nova Scotia, north-west Atlantic. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 80: 967-968.
- BERG J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). *Mar. Biol.* 50: 263-273.
- COSGROVE J A. 2005. The first specimens of Humboldt squid in British Columbia. *PICES Press*. Vol.13 (2): 30-31.
- DAWE E G, NATSUKARI Y. 1991. Light microscopy. In P. Jereb, S. Ragonese y S. v. Boletzky, eds. *Squid age determination using statoliths*, pp. 83-95. Proceedings of the international workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato, 9-14 October 1989. N.T.R.-I.T.P.P. Publ. Especial No. 1, Mazara del Vallo, Sicilia, Italia. 127 pp.
- EHRHARDT N M, SOLIS N A, JACQUEMIN P S, ORTIZ J, ULLOA P, GONZÁLES G, GARCÍA F. 1986. Análisis de la biología y condiciones del stock del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, México, durante 1980. *Ciencia Pesquera Ins. Nal. Pesca Sria Pesca, México*. 63-76.
- ESPINO M. 2003. Estrategia de gestión ambiental para el Pacífico oriental con especial mención a la pesquería peruana. Tesis Magister en Geografía, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. 112 pp.
- ESPINO M. 2013. El jurel *Trachurus murphyi* y las variables ambientales de macroescala. En: Csirke J., R. Guevara-Carrasco & M. Espino (Eds) *Ecología, Pesquería y conservación del jurel *Trachurus murphyi* en el Perú*. *Rev. Per. Biol.* Número especial 20(1): 9-20.
- ESPINO M, YAMASHIRO C. 2012. La variabilidad climática y las pesquerías en el Pacífico Suroriental. In: P.M. Arana (Guest Editor) *International Conference: "Environment and Resources of the South Pacific"* *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 40(3): 705-721. DOI: 103856/vol40-issue3-fulltext-18
- ESPINO M, YAMASHIRO C, FERNÁNDEZ F, CÁRDENAS G. 1995. Aspectos metodológicos relacionados con el análisis de las pesquerías y sus recursos (Guía para el seguimiento de las pesquerías). *Informe Inst. Mar Perú* 111: 1-34.
- FIELD J, BALTZ K, PHILLIPS J, WALKER W. 2007. Range expansion and trophic interaction of the jumbo squid, *Dosidicus gigas*, in the California Current. *CalCofi Rep.* 48: 131-146.
- GUEVARA-CARRASCO R, MARIÁTEGUI L, YAMASHIRO C. 2018. Aspectos de la ordenación pesquera del calamar gigante o pota (*Dosidicus gigas*) y la variabilidad climática en el Perú. *Bol Inst Mar Perú*. 33(2): 285-301.
- HARMAN R F, YOUNG R E, MANGOLD K M, SUZUKI T, HIXON R F. 1989. Evidence of multiple spawning in the tropical oceanic squid *Sthenoteuthis oualaniensis* (Teuthoidea: Ommastrephidae). *Mar. Biol.* 101: 513-519.
- HATFIELD E M C, HOCHBERG F. 2006. *Dosidicus gigas*: northern range expansion events. In: B. Olson and J. Young (Editors). *The Role of Squid in Pelagic Marine Ecosystems GLOBEC-CLIoTOP WG3 Workshop*, University of Hawaii, Manoa.

- HYSLOP E. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their applications. *Journal of Fish Biology*. 17 (4): 411-429.
- JEREB P, ROPER C F E. (Eds.) 2010. Species Catalogue for Fishery Purposes Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Volume 2, Myopsid and Oegopsid Squids. FAO Rome. Vol. 2 (4): 605 p.
- KEYL F, WOLFF M, ARGUELLES J, MARIATEGUI L, TAFUR R, YAMASHIRO, C. 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.
- KEYL F, ARGUELLES J, TAFUR R. 2011. Interannual variability in size structure, age, and growth of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) assessed by modal progression analysis. *ICES J. Mar. Sci.* 68: 507-518.
- MARIATEGUI L, TAFUR R, LIMACHI S. 2009. Plan para obtener información a bordo de buques calamareros. Curso de Capacitación Técnicos Científicos de Investigación (TCI) en barcos pesqueros, Callao-Perú. 110-129.
- MARIATEGUI L, PIZARRO L, BLASKOVIC V, GOICOCHEA C, VÁSQUEZ L, MARQUINA R, CRISPIN A. 2011. El calamar gigante *Dosidicus gigas* en el mar peruano. Crucero B/P Hakurei Maru N° 8, primavera 2010 y verano 2011. *Inf. Inst. Mar Perú*. 38(4): 395-413.
- MARKAIDA U. 2001. Biología del calamar gigante *Dosidicus gigas* Orbigny, 1835 (Cephalopoda: Ommastrephidae) en el Golfo de California, México. Tesis de Grado de Doctor en Ciencias, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México. 426 p.
- NESIS K N. 1983. *Dosidicus gigas*. In: P. R. Boyle (Ed.) *Cephalopod Life Cycles*. Volume I: Species Accounts, London, Academic Press. 475 pp.
- NIGMATULLIN CH M, NESIS K N, ARKHIPKIN A I. 2001. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fisheries Research*. 54: 9-19.
- ÑIQUEN M, CHIPOLLINI A, ECHEVARRÍA A, MORI J, BUITRÓN B. 2004. Cambios biológicos en los principales recursos marinos peruanos en el verano 2001. *Inf. Inst. Mar Perú-Callao*. 32(1): 57-62.
- OKUTANI T. 2015. *Cuttlefishes and squids of the world* (New Edition). Publication of the 50th Anniversary of the Foundation of National Cooperative Association of Squid Processors. 246 p.
- PAULINO C, SEGURA M, CHACÓN G. 2016. Spatial variability of jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) fishery related to remotely sensed SST and chlorophyll-a concentration (2004-2012). *Fisheries Research*, 173(2), 122-127. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2015.10.006>
- PEREA A, SÁNCHEZ J, BUITRÓN B. 2018. Escala de madurez gonadal del calamar gigante *Dosidicus gigas* (d'Orbigny; 1835) (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Bol Inst Mar Perú*. 33(2): 137-152.
- PIERCE D J, MAHMOUDI B, WILSON R R JR. 2001. Age and growth of the scaled herring, *Harengula jaguana*, from Florida waters, as indicated by microstructure of the sagittae. *Fish. Bull.* 99: 202-209.
- ROCHA F, GUERRA A, GONZALEZ A F. 2001. A review of reproductive strategies in cephalopods. *Biol. Rev.* 76: 291-304.
- ROCHA F, GONZÁLEZ A F, RASERO M, GUERRA A, CASTRO B G, CORTEZ T. 1996. An overview on the reproductive strategies in Cephalopoda. ICES Working Group on Cephalopod Fisheries and Life History. Abstract (April 1996, Lisbon, Portugal)
- RODHOUSE P G. 2001. Managing and forecasting squid fisheries in variable environments. *Fisheries Research*. 54: 3-8.
- ROSA R, YAMASHIRO C, MARKAIDA U, RODHOUSE P, WALUDA C, SALINAS-ZAVALA C, KEYL F, O'DOR R, STEWART J, GILLY W. 2013. *Dosidicus gigas*, Humboldt Squid. In: R Rosa, R O'Dor and GJ Pierce (Eds). *Advances in Squid Biology, Ecology and Fisheries Part II Oegopsid Squids*, Nova Science Publishers, Inc., New York. pp. 169-206.
- SÁNCHEZ J. 2011. Escala de madurez gonadal y fecundidad de *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835) (Mollusca: Cephalopoda) 'calamar gigante' o 'pota'. Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Biología, Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima-Perú., 90 p.
- SPARRE P, VENEMA S C. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part I. Manual. FAO Rome. *Fisheries Technical Paper* 306, Rev. 1, 376 p.
- STAARF D J, CAMARILLO-COOP S, HADDOCK S H D, NYACK A C, PAYNE J, SALINAS-ZAVALA C A, SEIBEL B A, TRUEBLOOD L, WIDMER C, GILLY W F. 2008. Natural egg mass deposition by the Humboldt squid (*Dosidicus gigas*) in the Gulf of California and characteristics of hatchlings and paralarvae. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*. 88(4): 759-770. doi:10.1017/S0025315408001422
- TAFUR R, CASTILLO G, FLORES D, TEJADA A, ZEBALLOS J, CHAMBILLA J, SANZ Y, TORRES E, MUÑOZ R, RAMIREZ A, RAMIREZ P, SANJINEZ M. 2013. Protocolo de salidas a la mar a bordo de embarcaciones marisqueras. Informe Interno Inst. Mar Perú. 22 p.
- YATSU A, MIDORIKAWA S, SHIMADA T, UOZUMI Y. 1997. Age and growth of the neon flying squid, *Ommastrephes bartrami*, in the North Pacific Ocean. *Fish. Res.* 29: 257-270.
- ZEIDBERG L, ROBISON B. 2007. Invasive range expansion by the Humboldt squid, *Dosidicus gigas* in the eastern North Pacific. *Proceedings of the National Academy*

ANEXO 1



ESTA INFORMACION ES PARA INVESTIGACION CIENTIFICA Y TRATAMIENTO CONFIDENCIAL
CAPTURE Y ESFUERZO ARTESANAL
 INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

LABORATORIO COSTERO: _____ LUGAR: _____ FECHA: _____

Nº	NOMBRE	UNIDAD DE PESCA			VIAJE			OPERACION DE PESCA										
		SEÑAS	MATRICULA V/O ORIGEN	TIPO / CAR. / BOD.	ZARPE	ARRIBO	TRIP.	ARTE	CLAS (CANT)	ANZ. N° BUZOS N°	HRS.	ESPECIE	CAPTURA (Kg)					

OBSERVACIONES: _____ Vº Bº MUESTRADOR: _____ NOMBRE Y APELLIDOS _____

ANEXO 2

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU **F 01 - BM/IMP**

MUESTREO BIOMETRICO DE INVERTEBRADOS

ESPECIE :

EMBC									
FECHA									
OPER.									
P CAP									
P MTR									
AREA									
TSM °C									
LONG.		LONG.		LONG.		LONG.		LONG.	
0		0		0		0		0	
1		1		1		1		1	
2		2		2		2		2	
3		3		3		3		3	
4		4		4		4		4	
5		5		5		5		5	
6		6		6		6		6	
7		7		7		7		7	
8		8		8		8		8	
9		9		9		9		9	
0		0		0		0		0	
1		1		1		1		1	
2		2		2		2		2	
3		3		3		3		3	
4		4		4		4		4	
5		5		5		5		5	
6		6		6		6		6	
7		7		7		7		7	
8		8		8		8		8	
9		9		9		9		9	
0		0		0		0		0	
1		1		1		1		1	
2		2		2		2		2	
3		3		3		3		3	
4		4		4		4		4	
5		5		5		5		5	
6		6		6		6		6	
7		7		7		7		7	
8		8		8		8		8	
9		9		9		9		9	
0		0		0		0		0	
1		1		1		1		1	
2		2		2		2		2	
3		3		3		3		3	
4		4		4		4		4	
5		5		5		5		5	
6		6		6		6		6	
7		7		7		7		7	
8		8		8		8		8	
9		9		9		9		9	
TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	

RESPONSABLE :

ANEXO 3

F 05 - B / IMP

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ
MUESTREO BIOLÓGICO DE CEFALÓPODOS

MÉTODO DE CAPTURA	OPERACION	OBSERVADOR	PÁGINA N°
-------------------	-----------	------------	-----------

ESPECIE	POSICIÓN		PROFUNDIDAD DE PESCA m.	TSM	EMBARCACIÓN	ÁREA PESCA	OBSERVACIONES
	FECHA	LATTITUD					
	S	W					

N°	LM mm	PESO TOTAL g	PESO MANTO g	SEXO ♂ ♀	COPULACIÓN S N	PESO ÓRGANOS REPRODUCTORES Y GLANDULAS ANEXAS			L.G. NID L. TEST. D.G.OVID. mm	MADUREZ	LLENURA ESTÓMAGO	PESO CONTEN. ESTOMAC. g	PESO G. DIG. g	DESCRIPCIÓN CONTENIDO ESTOMACAL	OBSERVACIONES
						TESTÍCULO OVARIO g	COMPLEJO ESPT. OVIDUCTO Y GLAND. g	SACO ESPT. GL. NID. g							
1										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
2										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
3										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
4										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
5										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
6										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
7										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
8										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
9										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
0										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
1										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
2										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
3										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
4										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
5										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
6										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
7										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
8										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
9										1 2 3 4 5	0 1 2 3				
0										1 2 3 4 5	0 1 2 3				

RESPONSABLE DEL MUESTREO:

ANEXO 4

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

REGISTRO OPERACIONAL DE BARCOS CALAMAREROS

F 03 - C / IMP

BARCO _____	FECHA	ZARPE _____	HORA _____	3° _____	4° _____	5° _____	6° _____	7° _____	8° _____	OBSERVADOR _____
PESO DEL BLOQUE (kg) 1° _____										
OPERACION										
FECHA										
LATITUD INICIO										
LONGITUD INICIO										
HORA										
INICIO										
FIN										
TIEMPO-OPERACION										
MAQ.										
DOBLES										
SIMPLES										
NUMERO POTERAS										
TSM										
INICIO										
FIN										
PROF. CARDUMEN										
LATITUD FINAL										
LONGITUD FINAL										
AREA DE PESCA										
DIST. A LA COSTA										
1° ENTERO										
2° EVISCER.										
3° Mra Tubo										
4° Mra filete										
5° MANTO 1/2										
6° ALETA										
7° CABEZA										
8°										
N°										
BLOQUE										
PRODUCCION (kg)										
CAPTURA (kg)										
OBSERVACIONES										

ANEXO 5

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

ZONA DE PROCEDENCIA

FORMULARIO DE MUESTREO DEL AREA DE ECOLOGIA TROPICA

ESPECIE: _____
 OPERACION: _____
 EMBARCACION: _____
 CALA: _____
 CAPTURA: _____
 MUESTRA: _____

FECHA: _____
 HORA: _____
 TSM: _____
 TPC: _____
 OXIGENO (CARDUMEN): _____
 PROF. CARDUMEN: _____

LATITUD: _____
 LONGITUD: _____
 DIST. COSTA: _____
 AREA ISOP.: _____
 Nº estómagos llenos: _____
 Nº estómagos vacíos: _____

N°	L	PT	Sexo	PCE	P		N		P		N		P		N		P		N	
					P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N		
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				

Muestra colectada por:

Pesado por:

Analizado por:

Digitador: