



## ORIGINAL ARTICLE /ARTÍCULO ORIGINAL

### ESTIMATION OF THE CATCH PER UNIT EFFORT (CPUE) AND MEDIUM SIZE OF GIANT SQUID (*DOSIDICUS GIGAS*) USING DIFFERENT TYPES OF JIGS IN PERU

### ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (CPUE) Y TALLA MEDIA DEL CALAMAR GIGANTE (*DOSIDICUS GIGAS*) EMPLEANDO DIFERENTES TIPOS DE POTERAS EN EL PERÚ

Juan Manuel Valles-Meza<sup>1,2</sup>, José Iannacone<sup>3</sup>, Marco Espino<sup>2</sup> & Luis Mariátegui<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura. Universidad Nacional Federico Villarreal. [jmvallesmeza@hotmail.com](mailto:jmvallesmeza@hotmail.com)

<sup>2</sup> Instituto del Mar del Perú (IMARPE).

<sup>3</sup> Laboratorio de Ecofisiología Animal (LEFA), Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad Nacional Federico Villarreal. [joseiannacone@gmail.com](mailto:joseiannacone@gmail.com)

The Biologist (Lima), 2013, 11(1), jan-jun: 131-149.

## ABSTRACT

The aim of this study was to estimate catch per unit effort (CPUE) and mean size of the giant squid (*Dosidicus gigas*) using different types of jigs in the squid jig fishing fleet operating in waters of Peru during December 1999 to December 2000. Detailed information of fishing operations were registered, along with the CPUE, catch, fishing effort, dorsal mantle dorsal length (DML) and other biological variables. The following results were obtained: (1) The number of crowns of jigs alone does not explain the variability in CPUE. (2) The quadratic and cubic method, showed significant equations of estimation significant for the CPUE. (3) Larger sizes of giant squid were captured with jigs 14 cm and 23 cm. (4) The stepwise multiple linear regression model was significant and shows the importance of including six independent variables to estimate the CPUE: N° of crowns, N° of h, Sea Surface Temperature (SST °C), DML (cm), distance to shore (mn) and shoal depth (m). (5) The model uses four independent variables, depth (m), TSM, number of crowns of the jig and distance from shore to estimate the dependent variable, the average size of the giant squid was found to be highly significant. (6) We found negative correlations between CPUE and the number of h, the shoal depth and distance from shore. (7) The average size of the giant squid was negatively associated with the number of h, depth, distance from shore and CPUE, and only positively correlated with the number of crowns. (8) There were significant differences between mean CPUE among the three types of jigs used, with the highest values in the jig with three crowns, and statistical similarity between those with two and five crowns. (9) There were significant differences between the mean size of the giant squid among the three types of jigs, with higher values in jigs with three and five crowns. (10) There were differences in the CPUE in the seasons autumn-winter and spring-summer, with higher values in autumn-winter, and (11) The increase in the size of the giant squid presented the following order by seasons: winter> autumn> summer> spring.

**Keywords:** Catch per unit effort (CPUE), dorsal mantle length, Giant Squid, jig.

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue estimar la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y la talla media del calamar gigante o pota (*Dosidicus gigas*) empleando diferentes tipos de poteras en las áreas de pesca por la flota calamarera que operaron en aguas jurisdiccionales del Perú durante diciembre 1999 a diciembre 2000. Se registró información detallada de las operaciones de pesca, CPUE, captura, esfuerzo de pesca, longitud dorsal del manto (LDM) y otras variables biológico-pesqueras. Se obtuvieron los siguientes resultados: (1) El número de coronas de las poteras por sí sola, no explica la variabilidad de la CPUE. (2) El método cuadrático y cúbico, presentaron ecuaciones de estimación significativas para la CPUE. (3) Las tallas más grandes del calamar gigante fueron capturadas con poteras de 14 cm y 23 cm. (4) El modelo de regresión lineal múltiple por pasos fue significativa y nos muestra la importancia de incluir seis variables independientes: N° de coronas, N° de h, Temperatura Superficial del Mar (TSM °C), LDM (cm), distancia a la costa (mn) y profundidad del cardumen (m), para estimar la CPUE. (5) El modelo que utiliza cuatro variables independientes, profundidad (m), TSM°C, número de coronas de la potera y distancia a la costa para estimar la variable dependiente, la talla media del calamar gigante resultó ser altamente significativo. (6) Se encontró relaciones de asociación mediante el coeficiente de correlación entre la CPUE en forma negativa con el número de h, la profundidad del cardumen y la distancia a la costa. (7) La talla media del calamar gigante se vio asociada negativamente con el número de h, profundidad, distancia a la costa y la CPUE, y solo se observó correlacionada positivamente con el número de coronas. (8) Existieron diferencias significativas entre los promedios de la CPUE entre los tres tipos de poteras utilizadas, presentando los valores más altos la potera que presenta tres coronas y luego fueron estadísticamente iguales las que presentaron dos y cinco coronas. (9) Se observaron diferencias significativas entre la talla media del calamar gigante entre los tres tipos de poteras, presentando los valores más altos las poteras que presentan tres y cinco coronas. (10) Se vieron diferencias en los valores de la CPUE en las estaciones otoño-invierno y verano-primavera, siendo los valores mayores en las estaciones de otoño-invierno, y (11) El aumento de la talla del calamar gigante presentó el siguiente ordenamiento por estaciones: invierno > otoño > verano > primavera.

**Palabras clave:** Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), Calamar gigante, longitud dorsal del manto, potera.

## INTRODUCCIÓN

El calamar gigante (*Dosidicus gigas*, Orbigny, 1835) conocido también como “pota”, “jibia gigante” o “Jumbo flying squid”, constituye uno de los recursos hidrobiológicos entre los cefalópodos de mayor importancia económica, comercial y alimenticia a nivel mundial (García-Tello 1965, Benites & Valdivieso 1986, Ibañez & Cubillos 2007, Arias 2009, Iannacone & Alvariano 2009, Céspedes *et al.* 2011). Presenta una amplia distribución en el Océano Pacífico Este y es considerado como

un recurso altamente migratorio (Fernández & Vásquez 1995, Yamashiro *et al.* 1998 a,b, Clarke & Paliza 2000, Espíndola *et al.* 2005, Waluda *et al.* 2006). Se distribuye desde el Golfo de California (36° LN) hasta el sur de Chile (26° LS) y por el Oeste hasta los 125° W (Nesis 1970, Tafur & Rabi 1997, Iannacone & Alvariano 2009, Sandoval-Castellanos *et al.* 2009).

En el Perú, se localiza tanto en aguas jurisdiccionales como en la zona adyacente, y se distribuye a lo largo de la costa y a grandes distancias mar afuera. El comportamiento

fluctúa según las condiciones ambientales, observándose migraciones de alta y menor abundancia, así como variaciones en su distribución geográfica (Yamashiro *et al.* 1998 b, Nigmatullin *et al.* 2001, Chong *et al.* 2005, Gónzales & Chong 2006, Velázquez-Abunader *et al.* 2010).

La actividad extractiva a nivel internacional que presentan los principales recursos hidrobiológicos de interés comercial y económico, ha evolucionado en cuanto a su sistema tecnológico a través del tiempo, obteniendo un mejor rendimiento de las capturas del calamar gigante (Morales-Bojórquez & Nerváez-Martínez 2002, Waluda *et al.* 2004). La flota calamarera industrial dedicada a la extracción del calamar gigante o pota en la costa peruana, está constituida por embarcaciones extranjeras, principalmente de bandera japonesa y coreana, que vienen operando en aguas jurisdiccionales peruanas desde 1991. El calamar gigante es un recurso pelágico, oceánico, con componentes costeros (Nesis 1983, Argüelles *et al.* 2012), que presenta una alta tasa de crecimiento y un amplio rango de tallas, los que están directamente relacionados con los aparejos de pesca y niveles de esfuerzo de pesca empleados en su captura (Yamashiro *et al.* 1997, 1998 ab, 2000).

Ehrhardt *et al.* (1982) realizaron estudios sobre las embarcaciones, artes y zonas de pesca del de *D. gigas* en el Golfo de California, México durante 1980. Estos investigadores clasificaron los tipos de embarcaciones y los aparejos de pesca, eficiencia de las diversas poteras y discutieron los niveles de esfuerzo y CPUE (Captura por unidad de esfuerzo). Nesis (1983) realizó los primeros estudios sobre la distribución, aspectos biológicos y concentraciones de *D. gigas* en las costas de Perú, México y Chile. Fernández & Vásquez (1995) determinaron las zonas comerciales de captura de *D. gigas*, el cual se concentró entre los 29° y 34° S, encontrándose tallas de 77 y

103 cm de longitud dorsal de manto (LDM). Morales-Bojórquez *et al.* (1997) estudiaron la abundancia poblacional del calamar gigante en las costas de Sonora, México, a través de un análisis semanal de las CPUE desde octubre de 1995 a marzo de 1996. Argüelles & Yamashiro (1997) efectuaron los estimados de abundancia poblacional de *D. gigas* mediante el análisis de cohortes para los años 1991-1995. Yamashiro *et al.* (1997) describen las variaciones en la distribución y concentración de *D. gigas*, así como las capturas y esfuerzo pesquero en función a las características oceanográficas durante el período 1991-1995. Mariátegui *et al.* (1997) realizaron estudios con respecto a aspectos biológico-pesqueros y oceanográficos durante el monitoreo de *D. gigas* a bordo de embarcaciones extranjeras coreanas en el Pacífico Centro Oriental, aguas peruanas y adyacentes durante octubre-noviembre 1996. Mancilla (2000) realizó una descripción general de los valores de CPUE, distribución y concentración de *D. gigas* en relación a la TSM (Temperatura Superficial del Mar), así como de las capturas y producción totales (abril 1992-octubre 1995).

La experiencia acumulada durante las observaciones de la actividad extractiva nos permite analizar diversos componentes biológico-pesqueros de *D. gigas* como la CPUE, áreas de pesca y tallas de los ejemplares capturados (Fitch & Brownell 1968, Argüelles *et al.* 2008, Zuñiga *et al.* 2008). Sin embargo, es necesario ahondar las investigaciones para conocer las interrelaciones biológico-pesquero como el tamaño de la potera en base al número de coronas en relación al tamaño del calamar gigante para que mejore la eficiencia en las capturas en las diferentes zonas donde se realizan las faenas de pesca y que nos permitan obtener una visión más amplia y objetiva de la actividad extractiva y del recurso disponible para un mejor conocimiento y aprovechamiento del mismo. De igual forma es importante determinar la relación entre la CPUE, talla media de *D. gigas*, número de

coronas, TSM, profundidad del cardumen, número de h y la distancia a la costa (Keyl *et al.* 2008). También es importante establecer si los diferentes tipos de potera presentan diferencias en la CPUE y la talla media del calamar gigante. Finalmente es necesario conocer la variación estacional entre las variables biológico-pesqueras relacionadas con el calamar gigante. Por ende, el presente trabajo tiene como objetivo principal determinar la relación biológico-pesquero de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y la talla media del calamar gigante (*D. gigas*) empleando diferentes tipos de poteras de diciembre 1999 a diciembre del 2000 en el Perú.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Zona y periodo de estudio.** Abarca el área de estudio comprendida desde Lat. 03°47.8' S (Tumbes) hasta Lat. 16°10.4' S (Arequipa) y Log. 77°53.1' W hasta Long. 82° 50.3' W, abarcando longitudinalmente desde 20 hasta las 186 millas náuticas (mn) de la línea de costa. Las capturas se realizaron dentro de las 200 mn. El periodo de estudio realizado a bordo de las embarcaciones comprendió un total de 13 meses de diciembre 1999 a diciembre del 2000, considerándose para el análisis las cuatro estaciones del año, correspondiente a verano (ene-mar 2000), otoño (abr-jun 2000), invierno (jul-sep 2000) y primavera (dic 1999 y oct-dic 2000). La zonificación y áreas de pesca fueron divididas en cuadrados de un grado Marsden de 1° Lat. S x 1° Long. W (60 x 60 millas náuticas) usado por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) (Bouchon *et al.* 1998).

**Potera.** Este aparejo de pesca fue usado en la captura del calamar gigante y consiste en uno o más grupos de ganchos o “robadores” o púas dispuestos y colocados a manera de corona que conforma una potera sobre una línea vertical. Fueron evaluadas cuatro tamaños de poteras: 12,5, 13,5, 14 y 23 cm, cuyas características

son indicadas en la Tabla 1. Estas características incluyen longitud total, número de coronas, longitud del cuerpo, distancia entre corona, altura de la púa, ancho de la púa, número de púas, color de potera y alma de potera. Varias de estas poteras se colocaron separadas entre sí a lo largo de una línea de diámetro diverso, y mediante atracción lumínica generada por lámparas que se ubican en la banda de babor y estribor del barco fue capturado el calamar gigante. Este recurso hidrobiológico se sujeta a la potera, ya sea con los tentáculos, brazos o ambos y con el pico, en las púas de la corona y sin soltarla hasta que fue subido a la rampa y fue depositado en unos canales en la cubierta de la embarcación.

**Registro operacional.** Se recopiló información a bordo de las embarcaciones. El número de barcos que trabajaron fueron siete embarcaciones, de los cuales, dos fueron coreanos y cinco japoneses, en el área enmarcada entre la 03°47.8' LS y 09°05.0' LS, desde 20 mn hasta una distancia de 62 mn de la línea de costa, esto en la zona norte y entre 13°09.9' LS parte de la zona centro hasta 16°10.4' LS, desde las 85 mn hasta 186 mn de la línea de costa en la zona sur. Para la toma de información de las operaciones de pesca, se utilizó el formulario para registros operacionales (F03-C/IMP), en el cual se considera operación de pesca al números de operaciones que se realizan en un periodo de 24 h, considerando entre las 06:00 h hasta las 06:00 h del día siguiente. Tienen un mismo número pero con letras diferentes en los casos en que se realizaron más de una operación de pesca dentro del periodo indicado. Por ejemplo, día 25, operación 1, 1A, 1B. Día 26, operación 2 si hubiera más operaciones 2A, 2B. Y así sucesivamente hasta llegar al último día de trabajo, por lo que el número de operaciones determinarían los días efectivos de trabajo. Se obtuvo también, la profundidad del cardumen en m, TSM en °C y la distancia a la costa en mn.

**Muestreo biométrico.** La estructura por tamaños del calamar gigante se elaboró utilizando los formularios de muestreo biométrico de invertebrados (F01-BM/IMP), en base al muestreo diario de 120 ejemplares, tomados en intervalos de tiempo en el momento de cada operación de pesca, midiéndose la LDM al cm inferior. La biometría fue efectuada a bordo de cada embarcación y se tomó para el siguiente trabajo la talla media del recurso.

**Análisis de datos.** Se calcularon ecuaciones de regresión simple lineal, cuadrática y cúbica, y regresión múltiple, en este último caso se siguió el método de introducción de variables por pasos. Se consideró por convención la variable dependiente (Y) a la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) Kg/potera/h y en cambio las variables independientes (X) se consideraron la profundidad del cardumen (m), distancia a la costa (mn), talla media (cm), TSM°C, números de h y tamaño de potera (número de coronas). De igual forma fueron determinadas varias ecuaciones de regresión múltiple y se siguió el método de introducción de variables por pasos. Se consideró por convención en todos los casos la variable dependiente (Y) a la talla media (cm) y en cambio las variables independientes (X) se consideraron la profundidad del cardumen (m), distancia a la costa (mn), TSM°C, números de h, CPUE en Kg/potera/h y tamaño de potera (número de coronas). Esto fue realizado con la data de todo el año. El modelo de regresión fué verificado usando el estadístico de Fisher (F) y se incluyó el valor del coeficiente de determinación ( $r^2$ ) para todos los casos. Se realizó una matriz de correlación lineal de Pearson a un valor de  $P < 0,05$ , entre las siguientes siete variables seleccionadas: (1) números de h, (2) tamaño de potera (cm), (3) profundidad del cardumen (m), (4) distancia de la costa (mn), (5) captura por unidad de esfuerzo en Kg/pot/h, (6) talla media (cm), y finalmente (7) TSM°C. El análisis comparativo del efecto del tamaño de las

poteras (tratamientos: 12,5, 13,5, 14 y 23 cm que está relacionado con el número de coronas) sobre la CPUE en Kg/potera/h y la talla media del calamar gigante fueron evaluados a través de un Análisis de Varianza (ANDEVA), con el modelo aditivo lineal, en un Diseño Completamente Randomizado (DCR) con tres tratamientos. De igual forma fue realizado un análisis comparativo del efecto de la estación del año (tratamientos: verano, otoño, invierno y primavera) sobre la CPUE en Kg/potera/h, el número de h empleadas, talla media del calamar gigante, TSM°C, profundidad del cardumen y distancia a la costa fueron evaluados a través de un Análisis de Varianza (ANDEVA). Estos análisis fueron evaluados previa transformación de los datos a  $\log(X+1)$  con el fin de ajustar los datos a la distribución normal. En el caso de existir diferencias significativas entre los tratamientos se realizó una prueba de DVS (Diferencias verdaderamente significativas) de Tukey a  $P < 0,05$ . Para el cálculo de la estadística descriptiva e inferencial se realizó el paquete estadístico SPSS versión 19. Los datos no transformados son presentados en Tablas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Estimación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) empleando diferentes tipos de poteras y otras variables biológico-pesqueras.**

En la Tabla 2, se observaron los resultados de la CPUE del calamar gigante a partir del número de coronas de la potera y de otras variables biológico-pesquero durante el periodo de estudio. De acuerdo al modelo 1 (lineal) nos muestra que el número de coronas por sí sola, no puede explicar si hay una buena captura (CPUE) debido a que el valor de significancia es mayor a 0,05, el coeficiente de determinación demuestra que la relación de las dos variables es solo del 4%. En cambio, utilizando el método cuadrático (1b) y cúbico (1c), se

observó que ambas ecuaciones de estimación son significativas ( $p < 0,05$ ), aunque el coeficiente de determinación es bastante bajo (Tabla 2). El modelo 2 que evalúa la CPUE a partir de la talla del calamar capturado no fue significativo, por presentar un valor de  $p > 0,05$  (Tabla 2). Si al mismo modelo adicionamos la variable independiente profundidad entonces el modelo 3 ya es estadísticamente significativo (Tabla 2). El modelo de regresión lineal múltiple por pasos (Modelos 4 y 5) nos muestran que al incluir seis variables independientes número de coronas, número de horas, TSM, talla media del calamar gigante (cm), distancia a la costa (mn) y profundidad del cardumen (m), para estimar la CPUE fue significativa ( $p < 0,05$ ) y en comparación a los otros modelos de regresión previos mejoró ligeramente el coeficiente de determinación (Tabla 2).

Posiblemente si la variable densidad del calamar gigante fuera incorporada en los modelos 3, 4, 5 mejorarían los modelos de estimación de la CPUE. La CPUE es un indicador de la abundancia del recurso y mediante la captura, números de h, números maquinas, números de poteras, profundidad del cardumen y distancia a la costa nos va a permitir que al relacionarlos entre sí, van a dar un valor que nos permita determinar la CPUE y por consiguiente medir la abundancia del recurso calamar gigante o pota. También es un índice adecuado de abundancia relativa del recurso, es considerado una medida sin error (Morales-Bojórquez & Nerváez-Martínez 2002).

La CPUE también va a depender, del comportamiento poblacional del recurso, la tasa de crecimiento de los individuos, su potencial reproductivo, el reclutamiento de nuevos individuos al stock, la tasa de mortalidad natural y los hábitos migratorios de la especie; todo lo cual determina las variaciones en el número de individuos y en el peso promedio por ejemplar disponible, a

través del tiempo. La CPUE entonces es directamente proporcional a la abundancia real del recurso, puesto que a mayor abundancia, es mayor la captura (Ehrhardt *et al.* 1982, 1983). La TSM es otro indicador de abundancia del recurso (Mariátegui 2004, Bing *et al.* 2012) y el número de h también es un indicador de abundancia relativa (Shaw & Smith 1995).

Se mejora el modelo al incrementar un mayor número de variables biológico-pesqueras, como la talla, TSM, número de h, profundidad del cardumen, distancia a la costa y número de coronas. Estas variables biológico-pesqueras son condiciones que juegan un papel muy importante para tener un mejor conocimiento del recurso. Estos parámetros que tienen que tomarse en cuenta para la determinación del comportamiento en su habitat. La TSM, la profundidad, la distancia a la costa, y otros parámetros como las corrientes, fenómenos como el NIÑO, la NIÑA, número de h, tamaño de las poteras, van a determinar el desarrollo de la especie, su reproducción y también van a desarrollar su pesquería (Espíndola *et al.* 2005, Yamashiro *et al.* 2006, Chen *et al.* 2008). En consecuencia, relacionando estos parámetros mencionados, van a ayudar a medir la abundancia relativa del recurso y mejorar el modelo estadístico de estimación.

#### **Estimación de la talla media de captura del calamar gigante utilizando diferentes tipos de poteras y otras variables biológico-pesqueras.**

En la Tabla 3 vemos la estimación mediante modelos de regresión lineal múltiple por pasos de la talla media del calamar gigante empleando diferentes tipos de potera y otras variables biológico-pesqueras durante diciembre 1999 a diciembre del 2000.

Notamos cuatro modelos para determinar la talla del calamar gigante a partir de variables biológico-pesqueras. A medida que incorporamos un mayor número de variables independientes al modelo para explicar la talla

media del calamar gigante aumenta el coeficiente de determinación que explican entre un 27 % (Modelo 1) a un 63 % (Modelo 4) de la ecuación de regresión múltiple.

El modelo 1, aunque solo incorpora la profundidad como variable independiente para estimar la variable dependiente, la talla media del calamar gigante resultó ser altamente significativa ( $p = 0,001$ ). Se encontró que a mayor profundidad una menor talla media del calamar gigante, se presentó valores del coeficiente de determinación que explican un 27 % de la ecuación propuesta (Tabla 3). En el modelo 1 se observó que a una mayor profundidad menor talla media del calamar gigante o pota, debido a que por lo general en una zona de pesca en donde la población es mixta hay reclutamiento de ejemplares juveniles al stock, y por supervivencia se profundizan para no ser devorados por los ejemplares más grandes, debido que el calamar gigante o pota es un animal depredador activo y entre ellos se produce el canibalismo (Liu *et al.* 2013). En la presente investigación se observó que la flota calamarera japonesa prefieren capturar ejemplares de calamar gigante de menor tamaño por tener mayor demanda y precio de comercialización. En el trabajo se ve esto reflejado en los resultados, que en primavera, cambiaron de zona de pesca dirigiéndose del norte hacia el sur. En la estación de primavera, en el mes de diciembre del 2000, se encontró un cardumen de ejemplares más pequeños que en el norte, observándose más alejado de la costa, debido a la zona de alta productividad de alimentos. Este resultado coincide con lo obtenido por Nesis (1970) quien menciona que los calamares con tallas menores a 30 cm de LM predominan en aguas oceánicas, mientras que los grandes son neríticos.

El modelo 2 que utiliza dos variables independientes, profundidad (m) y TSM ( $^{\circ}\text{C}$ ), para estimar la variable dependiente, la talla media del calamar gigante resultó ser

altamente significativa ( $p = 0,001$ ). Se encontró que a una mayor profundidad y a una mayor temperatura se observó una menor talla media de captura del calamar gigante. Se presentó valores del coeficiente de determinación que explican un 50 % de la ecuación propuesta (Tabla 3). En el modelo 2 se observa que a una mayor temperatura una menor talla media. Esto se puede explicar porque la TSM es un factor importante para el desarrollo del calamar gigante, y para su alimentación, hábitat, reproducción y crecimiento. Las temperaturas registradas en la presente investigación coinciden con lo mencionado por Clarke & Paliza (2000), quienes sugieren que en el Perú el calamar gigante habita en aguas frías y que representa una población diferente, separada por la contracorriente ecuatorial de la población del norte, la cual vive en aguas cálidas y es de menor longitud. Nesis (1983) dice que el calamar gigante es euri térmico, hallándose en aguas de un amplio rango de temperatura superficial, entre los 15-28  $^{\circ}\text{C}$  e incluso a 30-32  $^{\circ}\text{C}$  (Mariátegui *et al.* 1997), en el norte y en el sur temperaturas de 17-23  $^{\circ}\text{C}$ , mayormente entre los 18-20 $^{\circ}\text{C}$ . En el presente estudio el calamar gigante estuvo entre 16,5  $^{\circ}\text{C}$  en el mes de septiembre (invierno) y 24,8  $^{\circ}\text{C}$  en abril (otoño), presentando temperaturas de captura promedio de 17,2 a 23,4  $^{\circ}\text{C}$ .

El modelo 3 que utiliza tres variables independientes, profundidad (m), TSM ( $^{\circ}\text{C}$ ) y número de coronas para estimar la variable dependiente, la talla media de captura del calamar gigante, resultó ser altamente significativa. Se encontró que a una mayor profundidad, a una mayor temperatura y a un menor número de coronas se observó una menor talla media del calamar gigante. Se presentó valores del coeficiente de determinación que explican un 58 % la ecuación propuesta (Tabla 3). En el modelo 3 se observa que a un menor número de coronas menor talla media. Esto es debido a que al comienzo de la presente investigación la

estación de verano, el calamar gigante presentó un stock de ejemplares pequeños, por lo que se utilizaron poteras de 12,5 cm, de dos coronas, al incrementarse la talla media se cambió a poteras de tamaño de 13,5 cm y 14 cm con tres coronas, esta potera presentó un rango de frecuencias de tallas más grandes y la potera de 23 cm, de cinco coronas mostró tallas con un rango de mayor tamaño de LDM. Es decir, el crecimiento del calamar empezó paulatinamente al mismo tiempo que se tuvo que utilizar poteras más grandes, que están ligados con el número de coronas y como se sabe las poteras son extremadamente selectivas, por lo que las poteras de 12,5 cm con dos coronas sirven para capturar ejemplares de talla pequeña y fueron remplazadas por poteras de tres y cinco coronas que ampliaron el rango de tallas de capturas. En la estación de otoño, invierno y primavera (zona norte), el stock de calamar gigante capturado presentó una talla más grande de LDM, y en primavera (zona sur) debido a que los japoneses buscaron por el sur nuevas zonas de captura encontraron ejemplares más pequeños. El mercado japonés prefiere ejemplares de calamar gigante de menor tamaño.

El modelo 4 que utiliza cuatro variables independientes, profundidad (m), TSM, número de coronas y distancia de la costa (mn) para estimar la variable dependiente, la talla media del calamar gigante, resultó ser altamente significativa. Se encontró que a una mayor profundidad, a una mayor temperatura, a un menor número de coronas y una mayor distancia a la costa se observó una menor talla media del calamar gigante. Se presentó valores del coeficiente de determinación que explican un 63 % de la ecuación propuesta (Tabla 3). En el modelo 4 se observó que a una mayor distancia de la costa, menor talla media, debido a que el comportamiento del calamar gigante y la tendencia evolutiva de la familia Ommastrephidae es el desplazamiento del hábitat nerítico al oceánico (Markaida 2001,

Liu *et al.* 2013) y se observó en el periodo de estudio, que los japoneses prefiriendo ejemplares más pequeños, comenzaron a buscar zonas de pesca, desplazando su flota hacia el sur encontrando ejemplares pequeños mar afuera a unos 129 mn promedio.

**Asociación entre número de h, tipo de potera (número de coronas), profundidad del cardumen (m) y distancia a la costa, CPUE, talla media y TMS°C, durante diciembre de 1999 a diciembre de 2000.**

La Tabla 4 nos indica que se encontró relaciones de asociación mediante el coeficiente de correlación entre la CPUE en forma negativa con el número de h, la profundidad y la distancia a la costa. Sin embargo, no se observó correlacionado con el número de coronas. De igual forma la talla media del calamar gigante se vio asociada negativamente con el número de h, profundidad, distancia a la costa y CPUE y solo se observó correlacionada positivamente con el número de coronas. Para todos los casos de correlaciones significativas se observaron valores entre -0,52 a 0,31.

La CPUE se observó relacionada negativamente con el número de h. Esto es porque cuando hay una mayor concentración del calamar gigante, el capitán de la embarcación ordena parar máquinas para que no haya sobrepesca, es decir no sobrepase el límite de procesamiento diario de pesca, que por lo general es de 40 t/día, y si se elimina el recurso capturado, al haber sobrepesca serán sancionados por cometer infracción, sanción tipificada en la ley general de pesca en el Plan de ordenamiento pesquero del calamar gigante. Como observamos en el periodo de estudio diciembre 1999 a diciembre del 2000, el esfuerzo en números de h es un buen indicador de abundancia relativa del recurso, coincidiendo con Mariátegui & Taipe (1996), de acuerdo a los resultados del análisis estadístico de la captura y el esfuerzo del calamar gigante durante el periodo de estudio



(1991-1996). En base a esta consideración, se decidió usar los valores de esfuerzo de pesca en h como indicador de abundancia relativa del calamar gigante. Shaw & Smith (1995) también utilizaron el esfuerzo de pesca en números de h como indicador de abundancia para el *Ommastrephes bartrami* (Lesueur, 1821).

La CPUE se observó negativamente relacionada con la profundidad. Debido a que a menor profundidad mayor CPUE, es decir que el calamar se pesca en la noche y por atracción por luces el recurso sube de la profundidad hacia la superficie por lo que las mayores capturas se realizan en la zona pelágica y en la superficie (Rodhouse 2008). En general, el comportamiento del calamar gigante respondió a las características propias de este grupo realizando migraciones hacia la superficie durante la noche y se profundizan en el día. Hay varias especies de la familia Ommastrephidae que rebasan los 1000 y *D. gigas*, 1200 m de profundidad en sus migraciones verticales (Markaida 2001, Nigmatullin *et al.* 2001). En el periodo del presente estudio, se registraron capturas del calamar gigante a profundidades de 20 a 135 m, con una profundidad media de 59,1 m, estacionalmente se observaron las mejores capturas en los meses de julio, agosto y septiembre, correspondiendo a la estación de invierno.

La CPUE se observó negativamente relacionada con la distancia a la costa. Es decir que las mayores concentraciones del calamar gigante estuvieron ligadas a distancias más cerca de la costa, ya sea por su desplazamiento debido más a su alimentación en zonas de surgencias y afloramientos de aguas, donde se encuentra abundante alimento que le sirve para crecer rápidamente. Nesis (1970, 1983) indica que las migraciones horizontales del calamar gigante son muy extensas y su adhesión a zonas altamente productivas impide a esta especie conquistar el océano abierto. En el

periodo de estudio diciembre 1999 a diciembre del 2000, el comportamiento del calamar se vio reflejado con distancias a la costa de 20 a 186 mn y con una distancia promedio de 49,5 mn, presentando las mejores capturas durante los meses de julio, agosto y septiembre en la estación de invierno.

La Talla media se observó negativamente relacionada con la profundidad. Esto se debe a que los ejemplares más grandes se localizan en aguas más superficiales, debido al movimiento del alimento con ascenso vertical hacia la superficie, por lo que a menor profundidad mayor talla del calamar y al comienzo de la pesca, que más o menos es al atardecer entre las 5 y las 6 de la tarde. A estas h, el cardumen se encuentra profundo al ser visto por el ecosonda a unos 200 m y por las luces del barco que los atraen paulatinamente entre los 60 y 40 m de profundidad y hasta la superficie. En el presente estudio, la mayor talla media promedio por día de captura fue de 78,9 cm de LDM, a unos 50 m de profundidad en el mes de septiembre.

#### **Comparación de la CPUE y la talla media del calamar gigante según el tipo de potera. CPUE según el tipo de potera.**

La Tabla 5 nos indica que existieron diferencias significativas entre los promedios de la CPUE entre los tres tipos de poteras, presentando las poteras con tres coronas los valores más altos de la CPUE, luego fueron estadísticamente iguales las que presentaron dos y cinco coronas, pero diferente en los valores en la CPUE a la potera de tres coronas. Se observó que la potera de tres coronas obtiene un mayor número de ejemplares, debido a que los siete barcos en estudio, dos coreanos y cinco japoneses capturaron más con poteras de tres coronas. Es decir trabajaron más días con las poteras de tres coronas capturando más calamar gigante y porque realizaron más números de operaciones de trabajo con la potera de tres coronas.

### Talla según el tipo de potera.

De igual forma, la Tabla 5 nos muestra que existieron diferencias significativas entre los promedios de la talla media del calamar gigante entre los tres tipos de poteras, presentando los valores más altos las poteras que presentan tres y cinco coronas, y luego fue estadísticamente menor las que presentaron dos coronas. Al inicio de la investigación diciembre 1999 a enero 2000, el calamar gigante mostró una estructura de tallas media de 39,8 cm a 49 cm LDM y al incrementarse la talla del calamar gigante de enero 2000 a diciembre del 2000, los capitanes coreanos y japoneses optaron por utilizar poteras de cinco y tres coronas. La potera es un arte (aparejo) de pesca altamente selectivo para cada tamaño del calamar gigante (Nesis 1983, García-Rodríguez 1995). Las embarcaciones japonesas, siempre buscaban ejemplares más pequeños porque empezó a existir desprendimiento natural (con las de dos coronas) del recurso debido al peso del ejemplar y al área de contacto menor del ejemplar. Por lo que empezaron a utilizar poteras con tres coronas, porque tenía más área de contacto y menos desprendimiento, esto sucedía con los barcos japoneses, pero con los capitanes de los barcos coreanos que prefieren calamares más grandes, empezaron a diseñar una potera, que tuviera más área de contacto y pueda atraer y levantar a ejemplares más grandes, por lo que optaron por utilizar poteras de cinco coronas, debido a que el área de contacto era más amplia y a que el calamar se sujetaba más, porque hay una mayor área de agarre y podía ser capturado e izado por las máquinas calamareras, pero aun así había desprendiendo de ejemplares de mayor tamaño. Lo anterior podría explicarse debido a que la pesca del calamar gigante se realizó utilizando un sistema de atracción por luces (sistema jigging), por la característica propia del calamar gigante de presentar fototropismo positivo y por su voracidad hacia todo animal (alimento) que se mueva. La pota es atraída del fondo paulatinamente hacia la superficie,

conjuntamente con su alimento (Markaida 2001). Al final del estudio diciembre del 2000, la estructura de tallas estuvo entre un rango de 15 a 94 cm de LDM, pudiendo haber ejemplares más grandes que los capturados. En los años venideros se tendrán que diseñar poteras más grandes con áreas de contacto mayor utilizando un mayor número de coronas, porque son ellas la que van a determinar el tamaño de la potera y no el tamaño de las coronas, ni el tamaño del cuerpo, como se pudo constatar por el autor en la embarcación "Wakashio Maru N° 87" en los meses de mayo-junio del 2010, en la cual se observó la estructura de tallas capturadas en un rango de 31 cm a 112 cm, con una moda de 93 cm y una talla media de 94,5 cm, utilizando dos tipos de poteras, una de 15 coronas con dos líneas y una de 90 coronas con seis líneas tipo piña. Esto concuerda con los resultados del estudio, porque para capturar ejemplares de un mayor tamaño, el área de contacto y agarre debe ser mayor, y va a depender del número de coronas para que no se desprenda. Por lo que se discrepa con lo mencionado por Ehrhardt *et al.* (1982), quienes señalan que la eficiencia de las poteras no depende de las dimensiones del cuerpo (vástago), sino del tamaño y resistencia de los anzuelos (coronas). Esto podría deberse a que en ese año de estudio los ejemplares capturados no fueron mayores a 47 cm de LDM. Las longitudes de los calamares capturados varían en función del tamaño de la corona utilizada, cuando el tamaño de ésta no es el adecuado, el calamar se desgarrará y se pierde la captura.

### Resultados de la variación estacional en la CPUE y otras variables biológico-pesqueras relacionadas con el calamar gigante o pota.

Se observaron diferencias en los valores de la CPUE entre las estaciones de otoño-invierno y verano-primavera, siendo mayor en las estaciones de otoño-invierno. El carácter altamente variable de este tipo de recurso en función de las características propias y las derivadas del ambiente marino, pueden

determinar cambios importantes en la población, observándose pulsos o periodos de alta abundancia seguidos de otros de menor abundancia (Yamashiro *et al.* 1998a,b). Con relación al número de h se vio la siguiente secuencia en orden decreciente: primavera > verano = invierno > otoño; en cambio la talla presentó el siguiente ordenamiento: invierno > otoño > verano > primavera; en el caso de la TSM°C se encontró que otoño = primavera > verano > invierno. En el caso de la profundidad de captura fue mayor en verano y menor en otoño. Finalmente, se encontró la siguiente secuencia de la profundidad de mayor a menor según estación: primavera > otoño = primavera > verano (Tabla 6).

Se observó, que los valores más altos de la CPUE se observan en otoño e invierno, debido a que se trabajaron más días (53). El calamar gigante forma una población compuesta por diversas cohortes, y por su alta capacidad migratoria crecen a tasas diferentes, en esta área (Chong *et al.* 2005, González & Chong 2006, Ibañez & Cubillos 2007, Argüelles *et al.* 2008, Liu *et al.* 2013). El reclutamiento ocurre en mayo, así las máximas abundancias se observan entre mayo y septiembre.

La concentración poblacional de este recurso parece estar relacionada con zonas de surgencias y áreas de alta productibilidad, en donde encuentran pequeñas especies pelágicas que constituyen la base de su dieta (Fernández & Vásquez 1995). Con ejemplares de mayor tamaño hay más peso, menos ejemplares capturados, pero más volumen, coincidiendo con Mancilla (2000) quien argumenta, que en el análisis de la CPUE, el número de poteras y el tamaño de las poteras por línea en las operaciones de pesca podrían influir en los valores encontradas de la CPUE durante todo el periodo de estudio, puesto que ello determina el tamaño del recurso capturado y como consecuencia el volumen final de la captura.

Se empleó un mayor número de esfuerzo (h) en primavera. Esto se podría explicar debido a que el recurso, se dispersa y por consiguiente disminuye la concentración del calamar gigante, sobre todo en la primavera (zona sur), debido a que el barco de estudio, dejó la zona norte (que presentaba capturas regulares, pero de ejemplares grandes), para ir a buscar por la zona sur ejemplares más pequeños, hasta encontrar la zona adecuada. No hay evidencias que esta zona sea una región de alta productividad de alimentos y por ello la presencia necesariamente de calamares pequeños y más lejos de la costa (Argüelles *et al.* 2012).

Se vio que en invierno, se presenta la mayor talla media del calamar gigante. Esto se debe a que el calamar empezó a crecer y se pudo ver que el crecimiento a través de los meses se incrementa, debido a la presencia de calamares de crecimiento de forma de madurez mediana o maduración temprana que se observaban anteriormente al estudio, a una madurez grande o de maduración tardía (Tafur & Rabí 1997), y que debido a la abundancia de alimentos crecieron a través del tiempo de estudio. Nesis (1983) menciona la presencia de tres grupos de tallas de pota en el área de distribución del recurso. Yamashiro *et al.* (2000), en los meses de septiembre y octubre del 2000, mencionan que el calamar gigante presenta un ciclo de vida anual y se caracteriza por su alta tasa de crecimiento, el cual le permite alcanzar tamaños mayores a un m de longitud de manto en un año (Argüelles *et al.* 2001); así mismo el calamar gigante es una especie oceánica con gran capacidad migratoria, tanto horizontal como vertical, que se acerca a la costa para alimentarse y reproducirse, haciéndose accesible a la flota pesquera (Agurto & Arévalo 1994, Litz *et al.* 2011, Argüelles *et al.* 2012).

Durante el presente año, la estructura de tallas del calamar gigante en la pesca industrial comprendió un rango de 21 a 98 cm de LDM, y

las medias mensuales mostraron un incremento desde 46,3 cm en enero a 78,4 cm en octubre. En el mismo período, las tallas del recurso en la pesquería artesanal estuvieron comprendidas entre 20 cm y 88 cm de LDM, con medias mensuales de 39,6 a 68,8 cm de LDM. El resultado del análisis de las tallas por áreas de pesca (Cuadrados Marsden) mostró una tendencia similar indicando la presencia de tamaños grandes entre los 3° 24' y 6° S, de 20 a 60 mn de la costa. En los cruceros de investigación, éstas presentaron rango de 7 a 91 cm de LDM, con modas de 26 a 61 cm de LDM. En el crucero de Evaluación Hidroacústica del calamar gigante BIC Olaya 0007-08, se registraron ejemplares de 16 a 91 cm de LDM, con una media de 43,6 cm y una moda principal de 28 cm. En este crucero se observaron diferencias en la distribución de tallas por latitudes y distancia a la costa. Los mayores tamaños se encontraron en el norte del grado 6° LS y dentro de las 60 mn de la costa.

La TSM°C fue mayor en otoño y primavera, debido a las condiciones oceanográficas, la TSM promedio presentó temperaturas más altas en otoño y primavera, posiblemente a una pequeña anomalía que es característica de nuestro mar peruano, pero que no varía las condiciones óptimas para la captura del calamar gigante (Nesis 1983, Bing *et al.* 2012), ya que en el periodo de estudio, la temperatura rango-promedio de captura que se observó durante diciembre 1999 a diciembre 2000 fue de 17,2 a 23,4 °C, teniendo un acercamiento con lo mencionado por Mariátegui (2004), que en el año 1994 fue considerado normal en el aspecto oceanográfico, presentando una TSM que varió de 17,3 a 22,4 °C.

La distancia a la costa es mayor en primavera. Esto es debido a lo mencionado anteriormente, en la que los barcos japoneses mostraron más interés en capturar ejemplares pequeños debido a que el mercado asiático los prefieren de esa talla, y es así que el barco en estudio por orden de la compañía dejó la zona norte, que

había capturas regulares pero de ejemplares grandes, para ir a buscar capturas en la zona sur, encontrando en un rango de 15 cm a 55 cm LDM, y una talla media de 30,9 cm de LDM a una distancia promedio de 129 mn.

En concordancia con lo mencionado podemos agregar que el comportamiento de la familia Ommastrephidae, posee una tendencia a desplazar su hábitat nerítico a oceánico (Argüelles *et al.* 2012), de presentar un carácter nerítico-oceánico con ciertos caracteres en su reproducción y ocupa una posesión intermedia entre los ommastrephidos de plataforma y talud continental como *Todarodes* y *Notodarus* y los oceánicos *Ommastrephes* y *Sthenoteuthis* (Nesis 1983, Markaida 2001). Las tallas menores hasta 30 cm LDM, predominan en aguas oceánicas, mientras que los ejemplares más grandes son neríticos (Nesis 1970, Argüelles *et al.* 2012).

Las principales conclusiones de la presente investigación fueron: (1) El número de coronas por sí sola, no puede explicar si hay una buena CPUE. (2) El método cuadrático y cúbico, presentaron ecuaciones de estimación significativas para la CPUE. (3) Las mayores tallas fueron capturadas con poteras de 14 cm y 23 cm. (4) El modelo de regresión lineal múltiple por pasos fue significativa y nos muestran la importancia de incluir seis variables independientes: N° de coronas, N° de horas, TSM, talla media del calamar gigante (cm) LDM, distancia a la costa (mn) y profundidad del cardumen (m), para estimar la CPUE. (5) El modelo que utiliza cuatro variables independientes, profundidad (m), TSM, número de coronas y distancia de la costa (mn) para estimar la variable dependiente, la talla media del calamar gigante resultó ser altamente significativo. (6) Se encontró relaciones de asociación mediante el coeficiente de correlación entre la CPUE en forma negativa con el número de h, la profundidad y la distancia a la costa. (7) La talla media del calamar gigante estuvo

**Tabla 1.** Principales características de la cuatro poteras usadas por los barcos coreanos y japoneses en las áreas de pesca de la flota calamarera industrial durante diciembre 1999 a diciembre del 2000, Perú.

número corona	longitud total (cm)	longitud cuerpo (cm)	longitud cuerpo real (cm)	distancia entre corona (cm)	altura de la púa (cm)	ancho de la púa (mm)	número de púas	color potera	alma potera
2	12,5	8	6,5	2,5	1,6	1,45x3	14	B/H	dura
3	13,5	7,7	6,5	2	1,7	1,45x3	14	V/-A V/O-	dura
3	14	8,8	6,9	3	1,5	1,3x2	14	V-A	dura
5	23	11,8	10	3	2	1,7x3	14	V/C	dura

Color de potera: B/ H = Blanco. V/-A = Verde-Amarillo. V/O- =Verde Oscuro. V/C = Verde Claro.

**Tabla 2.** Resultado de la estimación de la CPUE (Kg/potera/h) del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) empleando modelos de regresión lineal, cuadrática, cúbica y múltiple por pasos a partir de variables biológico-pesqueras en las áreas de pesca de la flota calamarera industrial durante diciembre 1999 a diciembre del 2000, Perú.

modelo	ecuación de regresión	F	gl	Sig.	r <sup>2</sup>
1a (lineal)	$y = 16,85 - 1,64x$ y = CPUE (Kg/potera/h) x = N° de coronas	1,07	1 y 246	0,3	0,04
1b (cuadrático)	$y = -52,16 + 38,39x - 5,31x^2$ y = CPUE (Kg/potera/h) x = N° de coronas	5,87	2 y 245	0,003	0,04
1c (cúbico)	$y = -15,01 + 0x - 7,07x^2 + 1,23x^3$ y = CPUE (Kg/potera/h) x = N° de coronas	5,87	2 y 245	0,003	0,04
2 (lineal)	$y = 54,48 + 2,92x$ y = CPUE (Kg/potera/h) x = talla del calamar gigante (cm)	0,58	1 y 246	0,44	0,002
3 (lineal)	$y = 20,91 - 0,15x$ y = CPUE (Kg/potera/h) x = profundidad (m)	7,81	1 y 246	0,006	0,031
4 (lineal múltiple)	$y = 32,86 - 0,187x - 2,93x_1$ y = CPUE (Kg/potera/h) x = profundidad (m) x <sub>1</sub> = N° de coronas	5,99	1 y 246	0,003	0,047
5 (lineal múltiple)	$y = 52,02 - 2,40x - 0,12x_1 - 1,22x_2 - 0,003x_3 + 0,025x_4 - 0,188x_5$ y = CPUE (Kg/potera/h) x = N° de coronas x <sub>1</sub> = N° de h x <sub>2</sub> = TSM (°C) x <sub>3</sub> = talla del calamar gigante (cm) x <sub>4</sub> = distancia a la costa (mm) x <sub>5</sub> = profundidad (m)	2,33	6 y 241	0,033	0,055

asociada negativamente con el número de h, profundidad del cardumen, distancia a la costa y la CPUE y solo se observó correlacionada positivamente con el número de coronas. (8) Existieron diferencias significativas entre los promedios de la CPUE entre los tres tipos de poteras, presentando los valores más altos la potera que presenta tres coronas y luego fueron estadísticamente iguales, las que presentaron dos y cinco coronas. (9) Se observaron

diferencias significativas entre la talla media del calamar gigante entre los tres tipos de poteras, presentando los valores más altos las poteras que presentan tres y cinco coronas. (10) Se vio diferencias en la CPUE entre otoño-invierno y verano-primavera, siendo mayor en las estaciones de otoño-invierno. (11) La talla del calamar gigante presentó el siguiente ordenamiento: invierno > otoño > verano > primavera.

**Tabla 3.** Resultado de la estimación de la talla media del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) a partir de variables biológico-pesqueras empleando modelos de regresión lineal múltiple por pasos en las áreas de pesca de la flota calamarera industrial durante diciembre 1999 a diciembre del 2000, Perú. TSM°C = Temperatura Superficial del Mar en °C.

modelo	ecuación de regresión	F	gl	Sig.	r <sup>2</sup>
1 (lineal múltiple)	y= 78,45-0,32x y= talla del calamar gigante (cm) x= profundidad (m)	91,90	1 y 246	0,001	0,27
2 (lineal múltiple)	y= 176,27-0,31x <sub>1</sub> -5,08x <sub>2</sub> y= talla del calamar gigante (cm) x <sub>1</sub> = profundidad (m) x <sub>2</sub> = TSM°C	124,23	2 y 245	0,001	0,50
3 (lineal múltiple)	y= 171,43-0,24x <sub>1</sub> -5,87x <sub>2</sub> +4,90x <sub>3</sub> y= talla del calamar gigante (cm) x <sub>1</sub> = profundidad (m) x <sub>2</sub> = TSM°C x <sub>3</sub> = N° de coronas	114,56	3 y 244	0,001	0,58
4 (lineal múltiple)	y = 164,32-0,22x <sub>1</sub> -5,17x <sub>2</sub> +4,30x <sub>3</sub> -0,11x <sub>4</sub> y= talla del calamar gigante (cm) x <sub>1</sub> = profundidad (m) x <sub>2</sub> = TSM°C x <sub>3</sub> = N° de coronas X <sub>4</sub> = Distancia de la costa (mn)	105,00	4 y 243	0,001	0,63

**Tabla 4.** Resultado de la matriz de correlación entre siete variables biológico-pesqueras del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en las áreas de pesca de la flota calamarera industrial durante diciembre 1999 a diciembre del 2000, Perú. Valores en negrita de “r” indican que son estadísticamente significativos.

	Variables biológico-pesqueras	N° h	N° coronas	Profundidad (m)	Distancia de la costa (mn)	CPUE (Kg/pot/h)	Talla media (cm)	TSM°C
	N° h	1	0,06	<b>0,28</b>	<b>-0,25</b>	<b>-0,17</b>	<b>-0,28</b>	0,03
	N° coronas	0,35	1	<b>-0,31</b>	<b>-0,13</b>	-0,09	<b>0,31</b>	<b>0,23</b>
Significancia	Profundidad (m)	0,001	0,001	1	<b>0,18</b>	<b>-0,49</b>	<b>-0,52</b>	0,05
	Distancia de la costa (mn)	0,001	0,033	0,003	1	<b>-0,28</b>	<b>-0,46</b>	<b>0,25</b>
	CPUE (Kg/pot/h)	0,006	0,16	0,001	0,001	1	<b>0,45</b>	<b>-0,26</b>
	Talla media (cm)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	1	<b>-0,51</b>
	TSM°C	0,62	0,001	0,43	0,001	0,001	0,001	1

**Tabla 5.** Resultado de las diferencias comparativas en la CPUE (Kg/Potera/h) y en la talla media (cm) del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) según el tipo de potera empleado en base al número de coronas, en las áreas de pesca de la flota calamarera industrial durante diciembre 1999 a diciembre del 2000, Perú. \* = incluye valores en conjunto de poteras de 13,5 cm y 14 cm. prom = promedio. DE = Desviación estándar. Letras minúsculas iguales en una misma columna indican que los valores son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ). F = Estadístico de Fisher del Análisis de Varianza (ANDEVA). gl = grados de libertad.

tipo de potera	n	prom CPEU±DE	mínimo	máximo	prom talla±DE	mínimo	máximo
N° Coronas							
2	28	3,37±1,86a	0,543	8,035	44,35±2,31a	39,80	49,00
3*	161	13,32±11,83b	0,171	72,720	59,78±16,44b	26,30	78,90
5	59	7,03±5,27a	0,000	28,870	65,32±10,37b	47,00	76,80
F		17,29			20,82		
gl		2 y 245			2 y 245		
Significancia		0,000			0,000		

**Tabla 6.** Resultado de las diferencias comparativas en la CPUE (Kg/Potera/h), N° h (Número de horas), talla media (cm) del calamar gigante (*Dosidicus gigas*), TSM°C (Temperatura Superficial del Mar en °C), profundidad (m) y distancia de la costa (mn) según la estación del año empleada en las áreas de pesca de la flota calamarera industrial durante diciembre 1999 a diciembre del 2000, Perú. prom = promedio. DE = Desviación estándar. Prof = Profundidad (m). Distancia = Distancia a la costa (mn). Letras minúsculas iguales en una misma columna indican que los valores son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ). F = Estadístico de Fisher del Análisis de Varianza (ANDEVA). gl = grados de libertad.

estación	n	prom CPEU±DE	mínimo	máximo	prom N°h±DE	mínimo	máximo	prom talla±DE	mínimo	máximo
verano	53	6,308±5,407b	0,543	28,870	13,83±3,82b	7	23,17	48,17±4,99b	39,80	57,50
otoño	74	13,293±13,159a	0,000	72,724	11,58±2,86a	1,12	17,26	61,93±6,19c	47,00	72,80
invierno	78	15,314±9,139a	0,302	33,307	13,31±2,24b	8,67	19,92	74,45±2,28d	77,77	78,90
primavera	43	2,390±3,055b	0,305	12,820	15,90±4,58c	3,92	23,34	41,33±18,72a	26,30	76,00
F		25,3			16,169			164,37		
gl		3 y 244			3 y 244			3 y 244		
Significancia		0,000			0,000			0,000		

estación	n	prom TSM±DE	mínimo	máximo	prom Prof.±DE	mínimo	máximo	prom distancia±DE	mínimo	máximo
verano	53	19,38±0,90b	17,1	22,0	78,56±32,68c	30	135	26,28±5,05a	20	50
otoño	74	20,29±1,13c	18,1	24,8	49,98±16,84a	30	120	45,63±22,43b	20	100
invierno	78	17,99±0,85a	16,5	20,8	49,62±17,48a	20	100	41,76±14,48b	21	80
primavera	43	20,42±1,28c	17,0	22,6	67,79±18,84b	30	100	98,51±40,28c	23	186
F		80,11			25,86			91,45		
gl		3 y 244			3 y 244			3 y 244		
Significancia		0,000			0,000			0,000		

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agurto, R. & Arévalo, C. 1994. *Método de captura y zona de distribución en el mar peruano del calamar gigante*. Tesis de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Lima, Perú.
- Argüelles, J. & Yamashiro, C. 1997. *Estimación de la población del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el litoral peruano mediante el análisis de cohortes 1991-1995*. Informe Progresivo 72. IMARPE, Callao-Perú. pp. 3-24.
- Argüelles, J.; Rodhouse, P.G.; 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.; Taipe, A.; Villegas, P.; Keyl, F.; Dominguez, N. & Salazar, M. 2008. Size increment of jumbo flying squid *Dosidicus gigas* mature females in Peruvian waters, 1989-2004. *Progress in Oceanography*, 79: 308-312.



- Argüelles, J.; Lorrain, A.; Cherel, Y.; Graco, M.; Tafur, R.; Alegre, A.; Espinoza, P.; Taipe, A.; Ayón, P. & Bertrand, A. 2012. Tracking habitat and resource use for the jumbo squid *Dosidicus gigas*: a stable isotope analysis in the Northern Humboldt Current system. *Marine Biology*, 159: 2105-2116.
- Arias, M. 2009. *Estudio de biopelículas de compósitos de colágeno de calamar gigante (Dosidicus gigas) y quitosina*. Tesis de Maestro en Ciencias. Universidad de Sonora. División de Ciencias Biológicas y de la salud. Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos. Programa de Maestría en Ciencias y Tecnología de Alimentos
- Benites, C. & Valdiviezo, V. 1986. Resultado de la pesca exploratoria de 1979/1980 y desembarque de cefalópodos pelágicos en el litoral peruano. *Boletín elaborado por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE)*, 10: 105-139.
- Bing, X.; Cheng, X.J. & Jian-hua, L. 2012. Preliminary study on the influence of water temperature on the recruitment of *Dosidicus gigas*. *Journal of Shanghai Ocean University*, 21: 878-883.
- Bouchon, M.; Ñiquen, M.; Arias, M. & Schreiber, B. 1998. *Manual de Operaciones del Proyecto Bitácora de Pesca*. Inf. Prog. IMARPE N° 74, 21 p.
- Clarke, R. & Paliza, O. 2000. The Humboldt Current squid *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 35: 1-39.
- Céspedes, R.E.; Iannacone, J. & Salas, A. 2011. Helmintos parásitos de *Dosidicus gigas* "pota" eviscerada en Arequipa, Perú. *Ecología Aplicada*, 10: 1-11.
- Chen, X.; Liu, B. & Chen, Y. 2008. A review of the development of Chinese distant-water squid jigging fisheries. *Fisheries Research*, 89: 211-221.
- Chong, J.; Oyarzún, C.; Galleguillos, R.; Tarifeño, E.; Sepúlveda, R. & Ibañez, C. 2005. Parámetros biológico-pesqueros de la jibia, *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835) (Cephalopoda: Ommastrephidae), frente a la costa de Chile Central (29°S-40°S) durante 1993-1994. *Gayana*, 69: 319-328.
- Ehrhardt, N.; Jacquemin, P.; Gonzáles, G.; Ulloa, P.; García, F.; Ortiz, J. & Solís, A. 1982. Descripción de la pesquería del calamar gigante *Dosidicus gigas* durante 1980 en el Golfo de California. *Flota y Poder de Pesca*. *Ciencia Pesquera*, 3: 41-60.
- Ehrhardt, N.M.; Jacquemin, P.S.; García B.F.; González D.G.; López B.J.M.; Ortiz, J.C. & Solís, A.N. 1983. *On the fishery and biology of the giant squid Dosidicus gigas in the Gulf of California, Mexico*. In J. F. Caddy (Ed.). *Advances in assessment of world cephalopod resources*. Fisheries Technical Papers - FAO, 231: 306-339.
- Espíndola, F.; Yañez, E. & Bohm, G. 2005. Estandarización de las tasas de captura de recursos pelágicos de la zona norte de Chile. *Gayana*, 69: 300-318.
- Fernández, F. & Vásquez, J. 1995. La Jibia Gigante *Dosidicus gigas* (D'orbigny, 1835) en Chile: Análisis de una pesquería efímera. *Estudios Oceanológicos*, 14:17-21.
- Fitch, J.E. & Brownell, Jr, R.L. 1968. Fish otoliths in cetacean stomachs and their importance in interpreting feeding habits. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 25: 2561-2574.
- García-Rodríguez, J.R. 1995. *Observaciones sobre la pesquería del calamar gigante en el Golfo de California*. Informe no publicado de Pesquera México, S.A. de C.V. 10 p.
- García-Tello, P. 1965. Utilización de la mandíbula inferior de la jibia *Dosidicus gigas* (D. orbigny, 1835) en el cálculo de su peso total (Mollusca, Cephalopoda, Ommastrephidae). *Revista de Biología Marina*, 12:185-197.

- González, P. & Chong, J. 2006. Biología reproductiva de *Dosidicus gigas* D'Orbigny 1835 (Cephalopoda, Ommastrephidae) en la zona Norte-Centro de Chile. *Gayana*, 70: 237-244.
- Iannacone, J. & Alvarino, L. 2009. Catastro de la fauna endoparasitaria de la pota *Dosidicus gigas* (Cephalopoda) en el norte del Perú. *Neotropical Helminthology*, 3: 89-100.
- Ibañez, C.M. & Cubillos, L.A. 2007. Seasonal variation on the length structure and reproductive condition of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) off central-south Chile. *Scientia Marina*, 71: 123-128.
- Keyl, F.; Argüelles, J.; Mariátegui, L.; Tafur, R.; Wolff, M. & 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. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, 49: 119-128.
- Litz, M.N.C.; Phillips, A.J.; Brodeur, R.D. & Emmett, R.L. 2011. Seasonal occurrences of Humboldt squid (*Dosidicus gigas*) in the northern California current System. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, 52: 97-108.
- Liu, B.; Chen X.; Cheng, Y.; Tian, S.; Li, J.; Fang, Z. & Yang, M. 2013. Age, maturation, and population structure of the Humboldt squid *Dosidicus gigas* off Peruvian exclusive economic zones. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 31: 81-91.
- Mancilla, J. 2000. *Análisis de CPUE y de las zonas de captura del calamar gigante Dosidicus gigas a bordo de buques Calamareros en el Litoral Peruano. Abril 1992-octubre 1995*. Tesis. Ingeniero Pesquero. UNALM.
- Mariátegui, L. & Taipe, A. 1996. Distribución y abundancia relativa del calamar gigante en el Perú. Informe Progresivo Instituto del Mar del Perú (IMARPE), 34: 3-28.
- Mariátegui, L.; Tafur, R.; Morón, O. & Ayón, P. 1997. Distribución y captura del calamar gigante *Dosidicus gigas* a bordo de buques calamareros en aguas del Pacífico Centro Oriental y en aguas nacionales y adyacentes. Informe Progresivo Instituto del Mar del Perú (IMARPE), 63:3-36.
- Mariátegui, L. 2004. *Distribución, concentración y abundancia relativa del calamar gigante Dosidicus gigas asociada a la Temperatura Superficial del Mar en el Perú durante 1991-1996*. Tesis. Maestro en Ciencias del Mar. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima.
- Markaida, A.U. 2001. *Biología del calamar gigante Dosidicus gigas Orbigny, 1835. (Cephalopoda: Ommastrephidae) en el Golfo de California, México*. Tesis Doctor en Ciencias en Ecología Marina. Ensenada, baja California, México.
- Morales-Bojórquez, E.; Hernández-Herrera, A.; Nevárez-Martínez, M.O.; Díaz De León, J.; Rivera, G.I. & Ramos, A. 1997. Abundancia poblacional del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en las costas de Sonora, México. *Oceánides*, 12: 90-96.
- Morales-Bojórquez, E. & Nevárez-Martínez, M.O. 2002. Estimación estocástica de la capturabilidad y el reclutamiento del calamar gigante *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835) del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas*, 28: 193-204.
- Nesis, K.N. 1970. The biology of the giant squid of Peruvian Chile *Dosidicus gigas*. P.P Shirshov Institute of Oceanology USSR. Academy of Sciences, 10: 108-118.
- Nesis, K.N. 1983. *Dosidicus gigas*. pp. 215-231. In Boyle, P.R. (Ed.). *Cephalopod Life Cycles* Vol. I. Species Accounts.

- Academic Press, London.
- 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.
- Rodhouse, P.G. 2008. Large-scale range expansion and variability in Ommastrephid squid populations: a review of environmental links. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, 49: 83-90.
- Sandoval-Castellanos, E.; Uribe-Alcocer, M. & Díaz-Jaimes, P. 2009. Lack of genetic differentiation among size groups of jumbo squid (*Dosidicus gigas*). *Ciencias Marinas*, 35: 419-428.
- Shaw, W. & Smith, B.D. 1995. *Science Branch*. Department of Fisheries and Ocean Pacific Biological Station. Nanaimo, British Columbia V9R 5K6. 120 p.
- Tafur, R. & M. Rabí. 1997. Reproduction of the jumbo squid, *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835) (Cephalopoda: Ommastrephidae) off Peruvian coasts. *Science Marine*, 61(Supl. 2): 33-37.
- Velázquez-Abunader, J.L.; Nevárez-Martínez, M.O. & Hernández-Herrera, A. 2010. Distribución de tallas y condición reproductiva del calamar gigante *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835) en el golfo de California. *Océanides*, 25: 103-110.
- Waluda, C.M.; Yamashiro, C.; Elvidge, C.D.; Hobson, V.R. & Rodhouse, P.G. 2004. Quantifying light-fishing for *Dosidicus gigas* in the Eastern Pacific using satellite remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 91: 129-133.
- Waluda, C.M.; Yamashiro, C. & Rodhouse, P.G. 2006. Influence of the ENSO cycle on the light-fishery for *Dosidicus gigas* in the Peru Current: An analysis of remotely sensed data. *Fisheries Research*, 79: 56-63.
- Yamashiro, C.; Mariátegui, L. & Taipe, A. 1997. Cambios en la distribución y concentración del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) frente a la costa peruana durante 1991-1995. Informe Progresivo del Instituto del Mar del Perú, 52: 3-40.
- Yamashiro, C.; Arguelles, J.; Mariátegui, L. & Taipe, A. 1998a. *Situación del recurso calamar gigante y perspectivas de explotación para 1998*. Informe del Instituto del Mar del Perú. (Imarpe).
- Yamashiro, C.; Mariátegui, L.; Rubio, J.; Arguelles, J.; Tahúr, R.; Taipe, A. & Rabí, M. 1998b. *Jumbo flying squid fishery in Peru*. Okutani, T. (ed.). Symposium on large pelagic squids. pp. 119-125.
- Yamashiro, C.; Aguilar, S. & Soto, M. 2000. *Informe sobre la estructura de tallas del calamar gigante durante setiembre-octubre de 2000*. Informe del Instituto del Mar del Perú. (Imarpe).
- Zúñiga, M.J.; Cubillos, L.A. & Ibañez, C. 2008. A regular pattern of periodicity in the monthly catch of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) along the Chilean coast (2002-2005). *Ciencias Marinas*, 34: 91-99.

Received February 2, 2013.  
Accepted May 04, 2013.