

DISTRIBUCIÓN DE TALLAS Y CONDICIÓN REPRODUCTIVA DEL CALAMAR GIGANTE *Dosidicus gigas* (D'ORBIGNY, 1835) EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Velázquez-Abunader, J. I.¹, M. O. Nevárez-Martínez² & A. Hernández-Herrera¹

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, Av. I.P.N. s/n Colonia Playa Palo de Santa Rita, A. P. 592, C.P. 23000, La Paz, Baja California Sur, México. Tel: +52 (612) 123 4658, Fax: +52 (612) 122 5322. ²Instituto Nacional de la Pesca, CRIP Guaymas, Calle 20 Sur No. 605, Guaymas, Sonora, C.P. 85400, México. email: jvelazqueza@ipn.mx.

RESUMEN. Se analizaron cambios en la distribución de tallas, número de cohortes y condición reproductiva del calamar gigante *Dosidicus gigas* utilizando muestras provenientes de siete cruceros oceanográficos de investigación, efectuados en la región central del Golfo de California, México de 1997 a 2008. En todas las estaciones se muestrearon hasta 25 ejemplares registrando longitud del manto, sexo y fase de madurez gonádica y cuando la captura lo permitió, se realizó un muestreo masivo de 100 ejemplares a los cuales se les midió la longitud de manto. Se definieron hasta tres grupos modales o cohortes en algunos de los meses estudiados a través de la técnica de distribución multinomial. De acuerdo con las fases de madurez se observó una amplia temporada de reproducción con dos picos importantes a lo largo del año que coincidieron con las posibles fechas de nacimiento estimadas para las tallas promedio por cada cohorte de acuerdo a la ecuación de edad-longitud usada en el presente estudio (abril – agosto y octubre - febrero). Se estimó la talla promedio de primera madurez por sexo a través de modelos logísticos; los machos maduran a tallas más pequeñas que las hembras aunque no se encontraron diferencias significativas entre las tallas promedio de madurez por sexo ($P > 0.05$). Los resultados apoyan la hipótesis de la existencia de múltiples cohortes de calamar gigante en el Golfo de California, dos periodos de eclosión importantes y el número de cohortes presenta variación interanual. Esto sugiere la necesidad de un monitoreo constante del recurso para un mejor manejo de la pesquería.

Palabras clave: Reproducción, madurez, cohortes, calamar gigante, Golfo de California, México.

Size distribution and reproductive condition of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835) in the Gulf of California

ABSTRACT. Variations in size frequency distribution, number of cohorts, and reproductive status of the jumbo squid *Dosidicus gigas* were analyzed in samples from seven research oceanographic cruises in the central region of the Gulf of California, Mexico from 1997 to 2008. In each station we recorded sex, gonadic phase and mantle length for up to 25 squids. When possible, mantle length was measured for 100 squids. We defined up to three modal groups or cohorts for several months through a multinomial distribution analysis. According to the reproductive status, squids showed a long breeding season throughout the year with two major peaks that match the birth dates estimated by the age-length chart (April to August and October to February). The size at first maturity was estimated by genders; although males were mature at a smaller size than females, no significant differences between were detected. Our results suggest that size frequency distribution and reproductive condition of jumbo squid support the hypothesis of the presence of multiple cohort in the Gulf of California, two important periods of birth, and the number of cohort's present variation, suggesting the need for a constant monitoring of the resource for a better management of the fishery.

Keywords: Jumbo squid, size frequency, size at maturity, Gulf of California, Mexico.

Velázquez-Abunader, J. I., M. O. Nevárez-Martínez & A. Hernández-Herrera. 2010. Distribución de tallas y condición reproductiva del calamar gigante *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835) en el Golfo de California. *CICIMAR Océánides*, 25(2): 103-110.

INTRODUCCIÓN

El calamar gigante *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835) es una especie epipelágica con amplia distribución en el Océano Pacífico Oriental (Nigmatullin *et al.*, 2001). Aunque se puede localizar desde Chile hasta California, E.U.A., se han ubicado dos zonas importantes de captura en las costas de Perú y el Golfo de California, México (Taipé *et al.*, 2001; Nevárez-Martínez *et al.*, 2006).

En el golfo la explotación pesquera de calamar es realizada principalmente por pescadores de las regiones de Santa Rosalía (Baja California Sur) y Guaymas (Sonora) con em-

barcaciones menores de 10 t de capacidad y barcos camaroneros no utilizados durante la veda del camarón. En los últimos años la captura de calamar gigante en el Golfo de California se ha mantenido por encima de las 50,000 t con repuntes mayores a 100,000 t durante 2002 y 2004 (Anónimo, 2008).

El manejo de la pesquería se encuentra estrechamente ligado a los niveles de abundancia del recurso, por lo que se ha adoptado la propuesta de limitar el número de permisos de pesca e implementar el escape proporcional correspondiente al 40% de la biomasa disponible (Morales-Bojórquez *et al.*, 1997; Nevárez-Martínez & Morales-Bojórquez, 1997;

Hernández-Herrera *et al.*, 1998; SAGARPA, 2006). Estas medidas regulatorias están basadas en modelos de biomasa que consideran una sola cohorte (Hernández-Herrera *et al.*, 1998). Sin embargo, observaciones a través del tiempo muestran la posible coexistencia de múltiples cohortes dentro del Golfo de California. Ehrhardt *et al.* (1983) describieron cinco cohortes de la pesquería de calamar gigante en el Golfo de California durante la década de 1980. Posteriormente, Hernández-Herrera *et al.* (1998) mediante análisis de progresión modal encontraron que la captura de *D. gigas* está sostenida principalmente por una sola cohorte que se recluta durante mayo y junio con tallas desde los 24 cm de longitud de manto. Por su parte, Morales-Bojórquez *et al.* (2001) estimaron la presencia de tres cohortes a través de un modelo determinístico de capturabilidad y Filauri-Valencia (2005) y Markaida *et al.* (2004) reportaron la probable presencia de más de una cohorte mediante lecturas de estatolitos y distribuciones de tallas.

Sobre aspectos reproductivos del calamar gigante, Ehrhardt *et al.* (1983) registraron altos porcentajes de calamares maduros en el Golfo de California durante diciembre y enero, indicando que posiblemente los desoves se lleven a cabo a principios del invierno. Mientras, Hernández-Herrera *et al.* (1996) observaron que el calamar gigante podría tener su principal pico de reproducción entre enero y mayo. Al respecto, Bazzino *et al.* (2007) encontraron que, en organismos capturados en Santa Rosalía, B.C.S., la proporción de hembras maduras se incrementa hacia octubre, sin embargo, también señalan que es muy probable que el desove se lleve a cabo en otras regiones del Golfo, ya que es posible que esta zona sea aprovechada principalmente para alimentación y no reproducción, debido a que comúnmente existe dominancia de machos sobre hembras. Finalmente, se ha observado que la estructura poblacional (composición de tallas y madurez reproductiva del calamar gigante) puede variar interanualmente (Bazzino *et al.*, 2007) y que pudiera relacionarse con la disponibilidad de alimento (Markaida *et al.*, 2004).

Debido a lo anterior, en el presente trabajo se analizó la estructura de la población del calamar gigante en el Golfo de California utilizando la distribución de frecuencias de tallas, fases de madurez, talla promedio de primera madurez y periodo de eclosión con base en una ecuación edad – longitud, previamente establecida con el objetivo de evidenciar la posible existencia de múltiples cohortes y los periodos de eclosión de cada una de ellas. Se utilizaron registros independientes a la pesquería

obtenidos a través de cruceros oceanográficos de investigación, lo que permitió probar la hipótesis de la existencia de múltiples cohortes en el Golfo de California que, como consecuencia, pudiera modificar la biomasa y esta a su vez la estimación del escape proporcional (40%).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron siete cruceros oceanográficos de investigación en el Golfo de California (Fig. 1) a bordo del buque BIP XI perteneciente al Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) durante noviembre de 1997, junio de 2002, febrero y junio de 2003, mayo de 2004, junio de 2005 y octubre de 2008 (Fig. 2). La planeación de la cobertura de los cruceros estuvo basada en la distribución de las áreas de captura reportadas en ese momento, con la finalidad de tener la mejor representación de las características de la población. Las operaciones de pesca en cada estación se realizaron utilizando seis líneas manuales con poteras de diferente tamaño (máximo 3.1 cm de diámetro) y colores lo cual permitió capturar calamares dentro de un rango de tallas más amplio que el reportado para la pesca comercial; se usó luz como atrayente de calamar (mayores detalles en Nevárez-Martínez *et al.*, 2000).

En cada estación se obtuvo una muestra aproximada de 100 calamares de manera aleatoria, a los cuales se les midió la longitud de manto (LM) (Sparre & Venema, 1997) con un ictiómetro de 1 cm de precisión para la clasificación de frecuencias de talla. Asimismo, se escogieron al azar hasta 25 organismos y a cada uno se le determinó el sexo y el grado

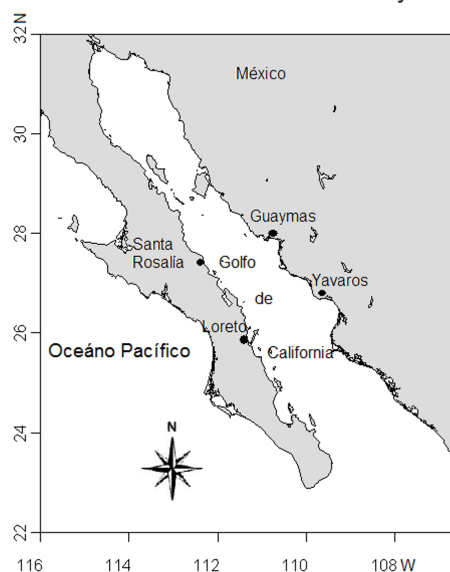


Figura 1. Área de estudio. Golfo de California
Figure 1. Study area. Gulf of California

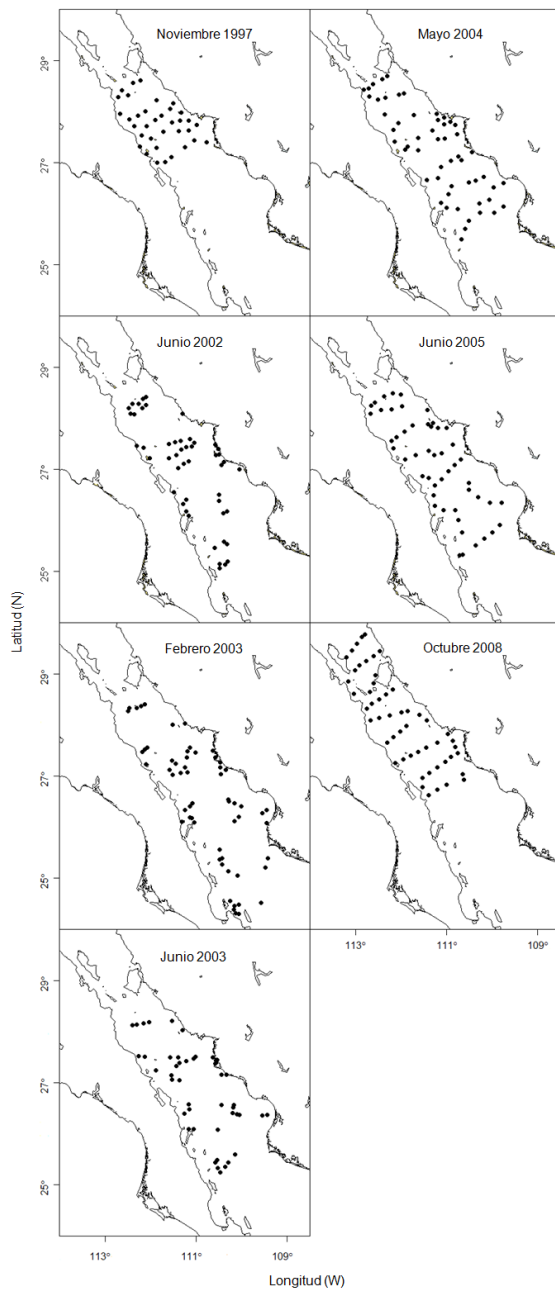


Figura 2. Estaciones de muestreo por crucero para la captura de *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, México.

Figure 2. Sampling stations per cruise for the catch of *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico

de madurez sexual mediante la escala morfocromática propuesta por Lipinski y Underhill (1995) la cual describe seis fases reproductivas con base en la coloración y textura de las gónadas: I – Juvenil, II – Inmaduro, III – Preparatorio, IV – En maduración, V – Maduro y VI – Desovado.

Para el análisis de distribuciones de frecuencias de tallas los datos se agruparon en intervalos de 2 cm de LM y se aplicó un análisis de progresión modal, determinando modas y tallas promedio presentes en la captura de cada crucero según la técnica de distribución multinomial (Haddon, 2001; Aguirre-Villaseñor *et al.*, 2006). El supuesto de esta técnica es que la distribución de tallas y cada longitud promedio pueden ser tratadas con base en una distribución normal y cada moda puede ser interpretada como un cohorte (Fournier *et al.*, 1990; Aguirre-Villaseñor *et al.*, 2006).

Se estimó la edad de cada grupo modal utilizando la relación promedio calculada a partir de claves de edad – LM, propuestas por Filauri-Valencia (2005) y que presenta la siguiente ecuación de crecimiento logístico integral:

$$L_t = \frac{L_{\infty}}{1 + e^{-k(t-t_0)}}$$

Donde: L_t es la longitud de manto promedio de cada grupo modal al tiempo t ; L_{∞} es la longitud de manto máxima teórica ($L_{\infty} = 105.4$ cm de LM); k es la tasa de crecimiento anual ($k = 0.0082$); t_0 es la edad en la cual la tasa de crecimiento del calamar cambia ($t_0 = 259$ días); y t es la edad en días del calamar que fue calculada numéricamente con respecto a L_t con la ayuda de la rutina SOLVER incluida en el programa Microsoft Office Excel 2007.

Por otra parte, con las tallas de calamares activos reproductivamente, en las fases III a VI de madurez según Díaz-Urbe *et al.* (2006), se calculó la talla promedio de primera madurez a través del modelo logístico (Sparre & Venema, 1997):

$$P = \frac{1}{1 + e^{(a-bLM)}}$$

Donde: P es la proporción de organismos maduros por intervalo de tallas; a y b son parámetros del modelo. Una vez obtenido el ajuste se procedió a calcular la talla promedio de primera madurez ($Lm50\%$):

$$Lm50\% = \frac{a}{b}$$

RESULTADOS

El número de organismos recolectados fluctuó entre 326 para el crucero de noviembre de 1997, a 1,589 en el crucero de junio de 2002. Durante octubre de 2008 se capturó el organismo con la menor talla (16 cm LM), mientras que la mayor talla se encontró en fe-

brero de 2003 (96 cm LM). La talla promedio para los cruceros osciló entre 35 y 64 cm de LM (cruceros de junio de 2005 y octubre de 2008, respectivamente, Tabla 1).

Tabla 1. Número de estaciones de muestreo (Est), intervalo de tallas en Longitud de manto (LM) y número de individuos muestreados de *Dosidicus gigas* por crucero (*n*).

Table 1. Number of stations (Est), size interval at Mantle length (LM), and number of squids (*Dosidicus gigas*) sampled per cruise (*n*).

Crucero	Est	LM (cm)			<i>n</i>
		Mín	Máx	Media	
Noviembre 1997	37	24	88	64.8	326
Junio 2002	47	20	94	48.7	1589
Febrero 2003	54	18	96	61	1116
Junio 2003	46	20	90	50	471
Mayo 2004	54	24	80	39.7	843
Junio 2005	50	22	90	34.6	344
Octubre 2008	52	16	80	64.5	858

Mediante el método multinomial se encontró un grupo modal en los cruceros de mayo 2004 (37.3 ± 2.1 cm de LM) y octubre 2008 (35.2 ± 2.3 cm de LM); en febrero 2003 y junio 2005 se detectaron dos grupos modales y en los realizados en noviembre de 1997, junio de 2002 y junio de 2003 se observaron tres grupos modales (Fig. 3).

De acuerdo a las claves edad – LM existentes para esta especie en el Golfo de California (Filauri-Valencia, 2005) se calculó que los organismos de la primera cohorte estimada (entre 29.4 y 37.3 cm de LM) para todos los cruceros, excepto junio de 2005, podrían tener una edad aproximada de entre 5 y 7 meses; la segunda cohorte (54.4 a 63 cm de LM) para todos los cruceros, excepto mayo de 2004 y octubre de 2008, correspondería a organismos de entre 9 y 10 meses de edad; y, finalmente, el tercer grupo modal encontrado (70.6 a 78.6 cm de LM) en los cruceros de noviembre de 1997, junio de 2002, junio de 2003 y junio de 2005 podría tratarse de organismos de entre 12 y 13 meses de edad (Tabla 2).

Los calamares en estado juvenil (fases I a III) fueron los más abundantes en la mayoría de los meses muestreados, por ejemplo, durante los cruceros de junio de 2003 y mayo de 2004 se capturaron más del 50 % de los organismos en etapa juvenil. La proporción de individuos juveniles bajó considerablemente durante el

crucero de noviembre de 1997, incrementándose de manera importante la proporción de organismos con actividad reproductiva (57 %). Durante los cruceros de febrero de 2003 y octubre de 2008, el porcentaje de calamares activos reproductivamente se incrementó sin alcanzar a ser la mayoría en la muestra total (40 %). La mayor cantidad de organismos desovados se capturaron en noviembre de 1997 y octubre de 2008 (Fig. 4).

Las tallas promedio de primera madurez del calamar gigante por sexos indican que, en general, las hembras maduran a tallas más grandes que los machos, sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre las tallas promedio de madurez por sexo (ANDE-VA, $F_{1,12} = 0.4$, $P = 0.50$). Durante los cruceros de mayo de 2004 y junio de 2005 se estimaron las tallas promedio de primera madurez para el calamar más pequeñas, por debajo de los 40 cm de LM para ambos sexos, mientras que las tallas de madurez más altas fueron calculadas en el crucero de junio de 2003, por encima de los 70 cm de LM (Fig. 5).

DISCUSIÓN

A pesar de que el número de estaciones y la ubicación de estas entre los diferentes cruceros varió, se considera que fue posible obtener una aproximación adecuada de las características de la estructura poblacional del calamar gigante, tomando en cuenta para el diseño de dichos cruceros que es un recurso en constante movimiento y su distribución pudiera cambiar durante el año (Klett, 1996).

En el presente estudio se observaron hasta tres grupos modales en un mismo crucero, los cuales se interpretan como diferentes cohortes, aunque también se encontró que el número de cohortes dentro del Golfo de California aparentemente no es constante, ya que se presentaron variaciones entre cruceros. El rango de tallas capturado en el presente trabajo fue mayor que el reportado en la captura de la pesca comercial (Díaz Uribe *et al.*, 2006; Bazzino *et al.*, 2007) y similar al registrado por Hernández-Herrera *et al.* (1996). Lo anterior sugiere que la selectividad del arte de pesca usado en las zonas de Santa Rosalía y Guaymas, posiblemente no permita tener una buena representación del total de tallas disponibles en otras regiones del Golfo.

El número de cohortes existentes dentro del Golfo de California es incierto y de acuerdo a los esquemas de manejo usados para la pesquería de calamar gigante, la variación en el número de cohortes puede aumentar o disminuir la biomasa disponible estimada para

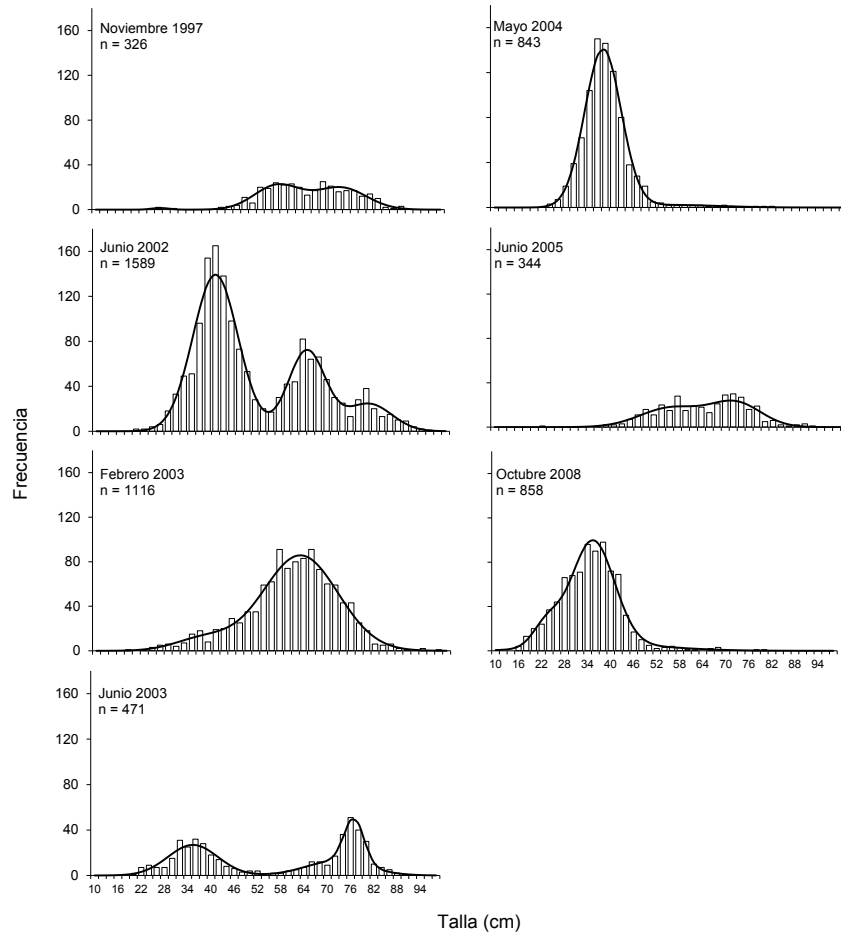


Figura 3. Distribución de tallas (LM, cm) y grupos modales de *Dosidicus gigas* por crucero en el Golfo de California

Figure 3. Size distributions (LM, cm) and modal groups of *Dosidicus gigas* per cruise in the Gulf of California, México

su extracción; Hernández-Herrera *et al.* (1998) reportaron un importante reclutamiento a la pesquería de organismos menores a 40 cm de LM durante el mes de mayo. En el presente trabajo, los cruceros realizados durante los meses de mayo – junio presentaron de manera consistente una cohorte con tallas promedio desde 35.2 a 37.3 cm de LM que de acuerdo a lo reportado anteriormente se podría suponer que son organismos recién reclutados a la pesquería. En algunos años (junio de 2002, junio de 2003 y mayo de 2004) esta cohorte estuvo acompañada de una o dos cohortes más de mayor talla que incrementa la biomasa disponible, aunque la cohorte de mayor talla fue la menos consistente debido posiblemente a problemas de alta mortalidad y migración.

De acuerdo a las edades estimadas, tentativamente existirían dos amplios periodos de eclosión; posiblemente el primero ocurre desde abril a agosto y el segundo de octubre a fe-

brero. Filauri-Valencia (2005) detectó posibles periodos de nacimiento de octubre a marzo y de abril a agosto que concuerdan con los mayores porcentajes de organismos con actividad reproductiva (fases IV a VI) y que se encontraron durante los cruceros de noviembre de 1997 (57 %), febrero de 2003 (40 %) y octubre de 2008 (40 %), lo cual sugiere que durante este periodo se lleva a cabo el desove más importante del año, que coincide con uno de los periodos de nacimiento (octubre – febrero); sin embargo, el periodo de eclosión de abril – agosto también mostró consistencia en todos los cruceros de investigación, excepto en mayo de 2004, pero este periodo no se reflejó en el porcentaje de organismos con actividad reproductiva en los cruceros de junio, lo que sugiere que posiblemente este desove se lleve a cabo en espacio o tiempos no contemplados en el presente estudio.

La talla promedio de primera madurez de-

Tabla 2. Grupos modales estimados para el calamar gigante *Dosidicus gigas* en Golfo de California, México, mediante la técnica de distribución multinomial (longitud de manto promedio $\pm$ desviación estándar en cm) y periodos de eclosión. t = edad en meses y n = número de calamares por cohorte.

Table 2. Modal groups estimate for jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico, by mean of the multinomial distribution technique (mean mantle length $\pm$ standard deviation cm) and birth periods. t = age in months and n = number of squids by cohort.

Crucero	Grupos modales (cm)		
	Periodos de eclosión		
	$t = 5 - 7$	$t = 9 - 10$	$t = 12 - 13$
Noviembre de 1997	26.4 $\pm$ 1.4 abril – agosto $n = 4$	55.1 $\pm$ 2.3 octubre – febrero $n = 167$	70.9 $\pm$ 2.7 octubre – febrero $n = 165$
Junio de 2002	39.9 $\pm$ 2.3 octubre – febrero $n = 990$	63 $\pm$ 2.1 abril – agosto $n = 446$	78.6 $\pm$ 2.4 abril – agosto $n = 153$
Febrero de 2003	37 $\pm$ 2.6 abril – agosto $n = 68$	61.2 $\pm$ 3 abril – agosto $n = 1048$	
Junio de 2003	35.3 $\pm$ 2.5 octubre – febrero $n = 219$	72.5 $\pm$ 8 abril – agosto $n = 44$	76.8 $\pm$ 1.5 abril – agosto $n = 208$
Mayo de 2004	37.3 $\pm$ 2.1 octubre – febrero $n = 843$		
Junio de 2005		54.4 $\pm$ 2.5 abril – agosto $n = 151$	70.6 $\pm$ 2.8 abril – agosto $n = 193$
Octubre de 2008	35.2 $\pm$ 2.3 abril – agosto $n = 858$		

pende de diversos factores ambientales como la disponibilidad de alimento y/o temperatura (Ehrhardt, 1991). En el presente estudio se observó que los machos alcanzan la madurez a tallas más pequeñas que las hembras en todos los cruceros, aunque no se encontraron diferencias significativas entre estas tallas, lo cual parece ser común para esta especie, tal y como lo han reportado Ehrhardt (1991), Markaida *et al.* (2004), Filauri-Valencia (2005) y Bazzino *et al.* (2007) para el Golfo de California. Aunque autores como Díaz-Urbe *et al.* (2006) sugirieron que la poca variabilidad en la talla de madurez podría ser un indicativo de que la población

de calamar gigante se encuentra estable, en el presente estudio se observó una clara disminución en dicha talla durante los cruceros de mayo de 2004 y junio de 2005. Tal variabilidad también fue observada por Markaida (2006), aunque para mayo de 2004 la talla promedio de primera madurez pudo estar influenciada por la abundancia de organismos de tallas pequeñas capturados durante el crucero.

En el presente estudio se observó que los machos alcanzan la madurez a tallas promedio más pequeñas que las hembras aunque estas diferencias no fueron significativas; este tipo de variaciones entre sexos han sido observadas

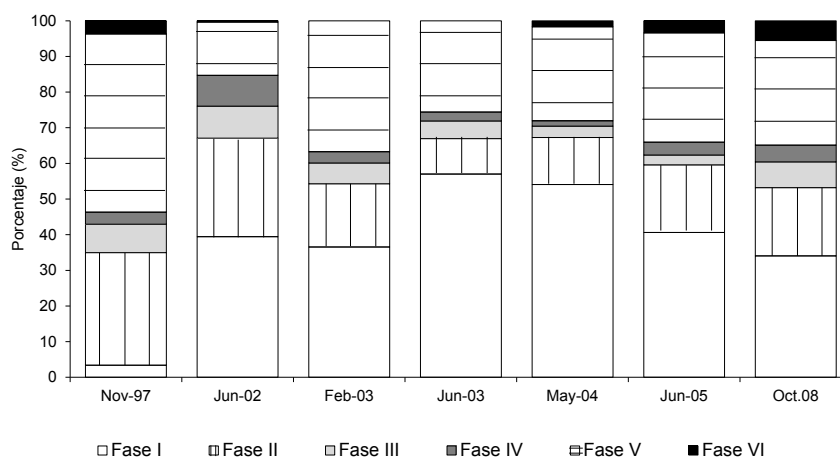


Figura 4. Proporción de calamares (*Dosidicus gigas*) de acuerdo a su estado reproductivo.
Figure 4. Proportion of squids (*Dosidicus gigas*) according to their reproductive status

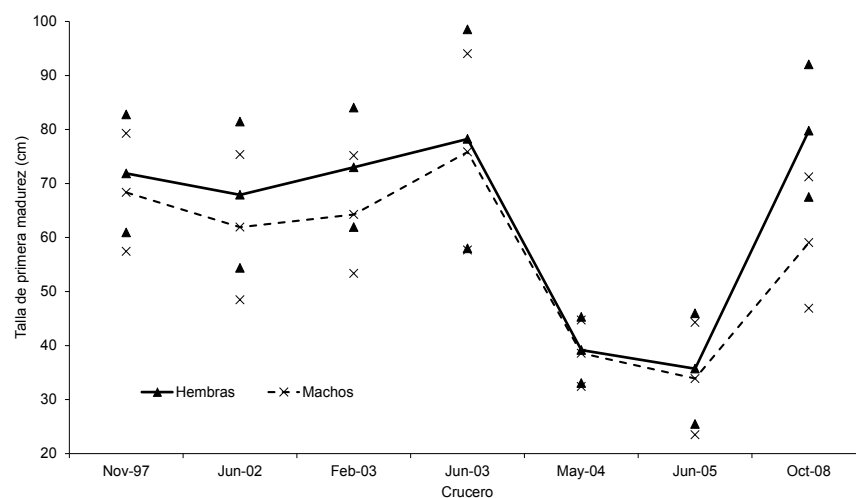


Figura 5. Talla de primera madurez promedio en hembras y machos por crucero en el Golfo de California. × = Desviación estándar de machos; ▲ = desviación estándar de hembras.

Figure 5. Mean size at maturity in females and males per research cruise in the Gulf of California. × = standard deviation of males; ▲ = standard deviation of females.

para otras especies de calamares; por ejemplo, en *Loligo sanpaulensis*, Pineda *et al.* (1998) reportaron que los machos ganan talla a medida de que avanza su maduración gonadal, mientras que en las hembras el proceso de madurez es lento y a cierta talla su tasa de crecimiento disminuye, favoreciendo el desarrollo de las gónadas para la reproducción. De la misma manera, Barragán (1977) encontró que en las costas de Colombia los machos del calamar dedal *Lolliguncula panamensis* maduran a tallas más pequeñas que las hembras.

El presente trabajo permitió observar que, aun cuando puede haber desoves o nacimientos a lo largo del año, existen dos periodos muy marcados de eclosión de paralarvas (abril – agosto y octubre – febrero) y ambos periodos son importante para la población del Golfo de California, lo cual pudiera tener una relación directa con la producción de la temporada de pesca en la zona.

Finalmente, el número de cohortes en el Golfo de California presenta variación interanual, lo cual sugiere la necesidad de un monitoreo constante del recurso para controlar de mejor manera la pesquería y obtener una adecuada estimación de la biomasa disponible para su extracción, que esté relacionada con los esquemas de manejo utilizados actualmente, como limitar el número de permisos y el escape proporcional (40%) sobre la biomasa disponible.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al CONACyT y al PIFI-IPN las becas otorgadas. Al Instituto

Nacional de Pesca (INAPESCA) por la facilitación de la información para la realización de este trabajo. El tercer autor es becario COFAA y EDI – IPN.

REFERENCIAS

- Aguirre-Villaseñor, H., H.E. Morales-Bojórquez, R.E. Morán-Angulo, J. Madrid-Vera & M.C. Valdéz-Pineda. 2006. Biological indicators for the Pacific sierra (*Scomberomorus sierra*) fishery in the southern Gulf of California, Mexico. *Cienc. Mar.*, 32(3): 471-484. <https://doi.org/10.7773/cm.v32i3.1130>
- Anónimo. 2008. *Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2008*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. www.conapescasagarpa.gob.mx
- Barragán, V.J. 1977. Estudio de la maduración sexual del calamar del Pacífico Colombiano, *Lolliguncula panamensis*, Berry (Cephalopoda: Myopsida). *Div. Pesq.*, 10: 1-7.
- Bazzino, G., C. Salinas-Zavala & U. Markaida. 2007. Variabilidad en la estructura poblacional del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Santa Rosalía, región central del Golfo de California. *Cienc. Mar.*, 33(2): 173-186. <https://doi.org/10.7773/cm.v33i2.1055>
- Díaz-Urbe, J.G., A. Hernández-Herrera, E. M. Morales-Bojórquez, S. Martínez-Aguilar, M. C. Suárez-Higuera & A. Hernández-López. 2006. Validación histológica de los estadios de madurez gonádica de las hembras de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California, México. *Cienc. Mar.*, 32(1A): 23-31.

- Ehrhardt, N.M., P.S. Jacquemin, F. García, G. González, J.M. López, J. Ortiz & A. Solís. 1983. On the fishery and biology of the giant squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico, 306-340. En: Caddy, J. F. (Ed). *Advances in Assessment in of World Cephalopod Resources*. FAO Fish. Tech. Pap. 231.
- Ehrhardt, N.M. 1991. Potential impact of a seasonal migratory jumbo squid *Dosidicus gigas* stock on a Gulf of California sardine (*Sardinops sagax caerulea*) population. *Bull. Mar. Sci.*, 49 (1/2), 325-332.
- Filauri-Valencia, N. 2005. *Patrón de crecimiento y estructura poblacional del calamar gigante (Dosidicus gigas, Orbigny 1835) en la región central del Golfo de California*. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Mazatlán, México. 59 p.
- Fournier, D., J. Siber, J. Majkowski & J. Hampton. 1990. MULTIFAN, a likelihood-based method for estimating growth parameters and age composition from multiple length frequency data sets illustrated by using data for southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 301-317. <https://doi.org/10.1139/f90-032>
- Haddon, M. 2001. *Modelling and Quantitative Methods in Fisheries*. Chapman & Hall, Boca Raton, 406 p.
- Hernández-Herrera, A., E.M. Morales-Bojórquez, M.A. Cisneros Mata, M.O. Nevárez Martínez & G.I. Rivera Parra. 1998. Management strategy for the giant squid (*Dosidicus gigas*) in the Gulf of California, Mexico. *CalCOFI Rep.*, 39: 212-218.
- Hernández Herrera, A., E.M. Morales Bojórquez, M.O. Nevárez Martínez, A. Balmori & G.I. Rivera Parra. 1996. Distribución de tallas y aspectos reproductivos del calamar gigante (*Dosidicus gigas*, D'Orbigny, 1835) en el Golfo de California, México. *Ciencia Pesquera*, 12: 85-89.
- Lipinski, M.R. & L.G. Underhill. 1995. Sexual maturation in squid: Quantum or continuum?. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 15: 207-223. <https://doi.org/10.2989/02577619509504844>
- Markaida, U.C. Quiñones-Velázquez & O. Sosa-Nishisaki. 2004. Age, growth and maturation of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico. *Fish. Res.*, 66: 31-47. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(03\)00184-X](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(03)00184-X)
- Markaida, U. 2006. Population structure and reproductive biology of jumbo squid *Dosidicus gigas* from the Gulf of California after the 1997-1998 El Niño event. *Fish. Res.*, 79(1-2): 28-37. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.02.009>
- Morales-Bojórquez, E.M., A. Hernández-Herrera, M.O. Nevárez-Martínez, A. Díaz de León, G.I. Rivera Parra & A. Ramos. 1997. Abundancia poblacional del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en las costas de Sonora, México. *Oceánides*, 12(2): 89-95.
- Morales-Bojórquez, E.M., S. Martínez-Aguilar, F. Arreguín-Sánchez & M.O. Nevárez-Martínez. 2001. Estimations of catchability at length for the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) fishery in the Gulf of California. *CalCOFI Rep.*, 42: 167-171.
- Nevárez-Martínez, M. O. & E.M. Morales-Bojórquez. 1997. El escape proporcional y el uso del punto de referencia biológico $F_{\%BR}$ para la explotación del calamar gigante, *Dosidicus gigas*, del Golfo de California, México. *Oceánides*, 12(2): 97-105.
- Nevárez-Martínez M.O., A. Hernández-Herrera, E. Morales-Bojórquez, A. Balmori-Ramírez, M.A. Cisneros-Mata & R. Morales-Azpeitia. 2000. Biomass and distribution of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*; d'Orbigny, 1835) in the Gulf of California, Mexico. *Fish. Res.*, 49: 129-140. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(00\)00198-3](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(00)00198-3)
- Nigmatullin, Ch.M., K.N. Nesis & A.I. Arkhipkin. 2001. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fish. Res.*, 54: 9-19 [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(01\)00371-X](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00371-X)
- Pineda, S.E., N.E. Brunetti & N.A. Scarlato. 1998. *Calamares loliginidos* (Cephalopoda, Loliginidae), 13-36. En: E. E. Boschi (ed.). *Los moluscos de interés pesquero. Cultivos y estrategias reproductivas de Bivalvos y Equinodermos*. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Argentina, 195p.
- SAGARPA, 2006. Calamar gigante. Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación. D.O.F. 06/08/25.
- Sparre, P. & S.C. Venema. 1997. *Introduction to tropical fish stock assessment*. Manual. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Part 1. FAO Fish. Tech. Paper. Rome, Italy.
- Taipé, A.C., Yamashiro, L. Mariastegui, P. Rojas & C. Roque. 2001. Distribution and concentrations of jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) off the Peruvian coast between 1991 and 1999. *Fish. Res.*, 54: 21-32 [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(01\)00377-0](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00377-0)

Copyright (c) 2010 Velázquez-Abunader, J. I., M. O. Nevárez-Martínez & A. Hernández-Herrera



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](#).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de la licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)