

CRECIMIENTO DEL CALAMAR GIGANTE *Dosidicus gigas* EN EL GOLFO DE CALIFORNIA, MEXICO, DURANTE 1980

Nelson M. Ehrhardt*
Pierre S. Jacquemin*
Agustín Solís N.**
Francisco García B.**
Germán González D.**
Juan Ortiz C.**
Pedro Ulloa R.**

RESUMEN

Este trabajo describe el primer intento llevado a cabo en aguas mexicanas, a fin de determinar la edad y crecimiento del ommastrephid *Dosidicus gigas*. Se detalla la técnica utilizada en la separación de los componentes de las distribuciones multimodales y se hace mención de los métodos con los cuales se ajustaron las curvas de crecimiento a la ecuación de von Bertalanffy. Durante 1980 se identificaron cuatro cohortes, se obtuvieron los parámetros (L_{∞} , K , t_0) para cada uno y sus respectivas tasas de crecimiento. También se calcularon las relaciones biométricas entre peso y longitud.

ABSTRACT

This paper describes the first attempt for obtaining age and growth parameters of the ommastrephid squid *Dosidicus gigas* in Mexican waters. The technique used in the separation of the normal components of the polymodal distributions is described. The methods used in adjusting the growth equations obtained to a von Bertalanffy growth curve are mentioned. Four cohorts were identified during 1980 and growth parameters (L_{∞} , K , t_0) were obtained for each of them. Length-weight relationships were also calculated.

INTRODUCCION

Aunque las investigaciones sobre edad y ritmos de crecimiento de calamares se limitan a muy pocas especies, se puede generalizar que ellas crecen extremadamente rápido y que tienen un periodo de vida muy corto.

Para realizar estos estudios existen dificultades en cuanto se refiere a la identificación de marcas de crecimiento, las cuales quedan registradas como cambios temporales del metabolismo en las estructuras duras de estos organismos.

Los problemas de identificación de marcas temporales en cefalópodos tienen a su vez varios orígenes entre los cuales se pueden citar: la carencia de estructuras duras convenientes para una definición clara de los anillos de crecimiento, limitándose éstas a estatolitos, picos y plumas; el crecimiento de los cefalópodos en general, es demasiado rápido durante el primer año, depositando un gran número de anillos que tienen relación con unidades de tiempo que no siempre son posibles de definir, y después del primer año de vida, el crecimiento disminuye

notablemente por lo que no es posible identificar marcas temporales con las mismas unidades de tiempo asignadas al primer año de vida.

Entre los estudios de crecimiento realizados, en los cuales se han usado estatolitos, se encuentra el de Spratt (1979), para *Loligo opalescens*, que asigna edades a los anillos observados, basándose en datos sobre estatolitos de calamares de edad conocida (cultivados en laboratorio). Concluyó que esta especie vive un máximo de dos años, manteniendo un ritmo de crecimiento mensual rápido entre 8 y 10 mm. de longitud de manto (LM), durante los meses de verano y disminuyendo a 3 y 4.5 mm. de LM en el invierno.

Hurley, Beck y Radtke (1979) obtuvieron información similar en cuanto al crecimiento según estatolitos, para el calamar *Illex illecebrosus*, encontrando buena correlación con estudios anteriores de seguimiento de modas.

Sin embargo, los estudios de crecimiento se han basado fundamentalmente en la definición de grupos de edad a partir de distribuciones de tamaños en muestras masivas. El método requiere que las épocas de desove sean delimitadas en

* Biólogos Pesqueros, FAO.

** Contraparte Proyecto MEXICO/PNUD/FAO.

el tiempo y el espacio, de tal forma, que las distribuciones de modas sean perfectamente identificables, lo cual no siempre sucede con los cefalópodos que tienen un periodo de reproducción extenso. Además las distribuciones de modas pueden ser ampliamente afectadas por selectividad de los sistemas de pesca empleados y por migraciones de los mismos individuos.

Con referencia a *Dosidicus gigas*, no se han realizado estudios sobre determinación de edades y crecimiento. Un primer intento corresponde a Nesis (1970) en el hemisferio sur, el cual basándose en distribuciones de tamaño define tres rangos de longitud de manto correspondiendo a individuos pequeños (20-30 cm.LM), medianos (35-45 cm.LM) y grandes (+ 46 cm.LM). Con esta información y suponiendo que el calamar presenta un solo desove anual, asigna edades de 1, 2 y 3-4 años respectivamente.

Nesis (*op. cit.*) a partir de las relaciones edad-longitud mencionadas, establece que el crecimiento mensual durante el primer año de vida es de 2-2.5 cm. y de 1-1.2 cm. durante el segundo año. También este mismo autor cita que la longitud de manto en larvas, oscila entre 1.9 y 9.5 mm. y que para una post-larva, dicho tamaño es de 14 mm. El crecimiento larvario de loliginidos y en forma similar para ommastrephidos, probablemente no excede los 4 a 5 mm. de longitud de manto por mes (Fields, 1965; Hurley 1976; Arnold, 1979), incrementándose más tarde a 10-10-20 mm. mensual. Algunas especies pueden alcanzar una tasa de crecimiento de hasta 30-40 mm/mes (Araya e Ishii, 1974; Holme, 1974). Estas tasas de crecimiento varían de acuerdo a las estaciones del año, así por ejemplo Murata e Ishii (1977) citan para *Ommastrephes bartramii*, una tasa de crecimiento de 30-40 mm./mes durante el verano, 10-20 mm./mes en otoño, reduciéndose a 5-10 mm./mes en invierno.

Fridriksson (1943) cita tasas de crecimiento para *Todarodes sagittatus* como 76 mm./mes en julio, 52 mm./mes en agosto, 28 mm./mes en octubre y 22 mm./mes en invierno. Arnold (*op. cit.*) menciona tasas de crecimiento para *Loligo forbesi* como 37 mm./mes para machos y 27 mm./mes para hembras, durante los meses de verano y otoño.

Los tamaños máximos reportados para *Dosidicus gigas* varían de acuerdo a las latitudes y hemisferios. Nesis (*op. cit.*) da un máximo de 65 cm. de LM observado para individuos del Pacífico ecuatorial, mientras que García-Tello (1965) reporta 93 cm.LM y 33 a 35 kg. de peso para esta especie en las costas de Chile. Clarke (1966)

cita que los pescadores reportaron longitudes totales de hasta 365 cm. en aquel mismo país. Berry (1912 b.) y Phillips (1961) citan tamaños de longitud total para *Dosidicus gigas* en California de 5 pies (152 cm) y un peso total de más de 30 libras (13.6 kg) Nesis (*op. cit.*) concluye que de una relación morfométrica entre longitudes rostrales de pico ($R\mu$) y longitudes de manto (LM) dada por $\log LM = 0.8 \log R\mu + 0.8$, encontrada sobre $R\mu$ de 30 mm. o más, es posible suponer que las longitudes de manto podrían exceder un metro de longitud. Wormuth (1970) menciona la variabilidad geográfica en los tamaños de *Dosidicus gigas* citando que rara vez individuos de más de 40 cm. de longitud de manto se encuentren registrados en los muestreos al norte del Ecuador, mientras que en Perú, éstas pueden alcanzar más de 150 cm. El mismo autor atribuye estas diferencias a disponibilidad de alimento y a diferencias morfológicas entre los individuos de la especie al norte y al sur del Ecuador.

MATERIALES Y METODOS

La información sobre distribución de frecuencias de longitudes de manto (LM), se obtuvo de 9 cruceros mensuales de pesca exploratoria, realizados en la zona del Golfo de California durante los meses de enero a septiembre de 1980.

El número de individuos muestreados mes a mes, se indica en la Tabla 1. Los datos básicos del muestreo realizado, y que fueron utilizados en la ejecución del presente estudio fueron: frecuencias de longitud de manto (LM), peso de manto (PM) y sexo.

El método utilizado es el de determinación indirecta de la edad, el cuál está relacionado con el seguimiento de la progresión de modas o método de Petersen. Como este método sólo puede usarse con especies que tienen una estación limitada de reproducción, cosa que no sucede con el calamar gigante, se obtuvieron por lo tanto distribuciones polimodales que se separaron en sus grupos componentes utilizando una rutina de computación adaptada desde Yong y Skillman (1975). El procedimiento consiste en transformar cada una de las distribuciones de frecuencias de tamaños mensuales en una distribución acumulativa probabilística, similar a los procedimientos seguidos por Harding (1949) y Cassie (1954). Los puntos de inflexión ubicados en esta última distribución representan los puntos de corte de los grupos componentes. Para su determinación se ajusta una función de regre-

sión polinomial y los puntos de inflexión se determinan mediante la obtención de las raíces reales de la segunda derivada de la ecuación descriptiva de regresión.

dos por los procedimientos de mínimos cuadrados expresado por Abramson (1971) y Rafail (1973).

ANALISIS Y RESULTADOS

PARAMETROS QUE RIGEN LAS CURVAS NORMALES COMPONENTES DE LA FUNCIÓN POLINOMIAL EN CADA MES

TABLA 1

CRUCERO/MES	GPO.	TALLA LM	DESVIACION ESTANDAR	VARIANZA	%	N
AA 80 01 ENERO	1	30.75	5.04	25.44	47.93	136
	2	60.95	4.10	16.83	52.07	148
AA 80 02 FEBRERO	1	29.54	2.11	4.46	37.55	34
	2	40.77	3.59	12.91	28.05	25
	3	63.13	3.41	11.64	30.00	27
PK 80 01 MARZO	1	18.67	2.14	4.56	16.48	18
	2	25.29	1.39	1.92	22.13	25
	3	33.81	3.36	11.29	36.07	40
	4	46.05	3.25	10.53	25.32	28
PK 80 02 ABRIL	1	25.14	3.45	11.90	40.71	513
	2	31.54	4.20	17.64	59.29	748
PK 80 03 MAYO	1	27.56	3.53	12.46	32.30	142
	2	37.48	3.18	10.13	30.61	135
	3	43.60	2.55	6.51	25.27	112
	4	55.75	4.57	20.89	11.82	52
PK 80 04 JUNIO	1	24.20	2.69	7.25	26.46	110
	2	38.06	6.54	42.74	53.97	223
	3	46.09	5.64	31.76	14.95	62
	4	60.54	2.31	5.36	4.62	19
AA 80 08 JULIO	1	32.39	3.25	10.54	15.01	50
	2	41.90	3.06	9.38	19.29	65
	3	52.60	4.75	22.57	47.73	160
	4	63.48	2.62	6.89	17.98	60
AA 80 09 AGOSTO	1	54.55	5.10	26.05	68.19	141
	2	65.92	3.80	14.47	31.81	66
AA 80 10 SEPTIEMBRE	1	33.69	5.04	25.35	86.90	410
	2	55.51	6.73	45.26	13.10	62

Una vez determinados los puntos de corte de los diversos componentes, éstos son separados por el método de máximo cambio negativo de la pendiente (Hasselblad, 1966). De esta forma cada uno de los grupos queda representado por una curva normal. La distribución teórica compuesta de todas las curvas normales, es finalmente la distribución teórica de las frecuencias de tamaños observada. La bondad de ajuste de ésta distribución, se mide mediante una prueba de Chi cuadrada.

Una vez definidos los grupos componentes y obtenidas sus medias y desviaciones estándar, éstos se graficaron por mes y se buscó la progresión de modas que representara incrementos de tamaño con el tiempo. De esta manera se definió el modo en que crecen los diversos grupos de edad a través del año. La asignación de edades a cada grupo de tamaños se realizó mediante un ajuste de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (1938),

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

de forma tal que t_0 se aproximase lo más posible a 0. Los parámetros L_{∞} , K y t_0 fueron estima-

La representación gráfica de los muestreos de frecuencias de longitudes, se presentan en forma de histogramas en la Figura 1.a, lo que permite tener un panorama de la distribución de longitudes, mes a mes, de enero a septiembre. Estos mismos datos son utilizados en la rutina de computación que permite conocer la distribución teórica así como parámetros de las curvas normales que representan los grupos componentes de las distribuciones cada mes. Las medias y desviaciones estándar para cada componente se presentan en la Tabla 1 y su representación gráfica en la Figura 1.b. De esta última figura es posible definir generaciones o cohortes según progresan en tamaño los grupos representados a través de los meses. Estas mismas progresiones han sido mejor definidas graficando los valores medios de los componentes en cada mes (Figura y Tabla 2), ordenados progresivamente en función del tiempo.

De los procedimientos anteriores, se identificaron cuatro cohortes, como se puede observar en la Figura 2. De esta misma figura, se ve que para los cohortes totalmente definidos durante el período de análisis se presenta un patrón diferencial de crecimiento (cohorte I, II, III y IV). El ajuste de la función de von Bertalanffy a los patrones de crecimiento como ya se mencionó, requirió del uso de dos procedimientos diferentes.

Los resultados de los ajustes correspondientes se presentan graficados en las figuras 3, 4, 5 y 6.

Así se tiene que el cohorte I, se le ajusta como fecha de nacimiento el mes de octubre, creciendo rápidamente los primeros cuatro meses de vida, con una tasa de crecimiento mensual bastante alta ($K = 0.1987$), quedando reclutado a la pesquería en el mes de enero.

El cohorte II, cuyo ajuste con una fecha de nacimiento en noviembre, presenta también un alto ritmo de crecimiento en los tres primeros meses ($K = 0.1562$) alcanzando su reclutamiento a la pesquería en febrero.

En el mes de diciembre, principios de invierno, aparece el cohorte III, presentando también un alto ritmo de crecimiento ($K = 0.2545$), y su reclutamiento a la pesquería en el mes de marzo.

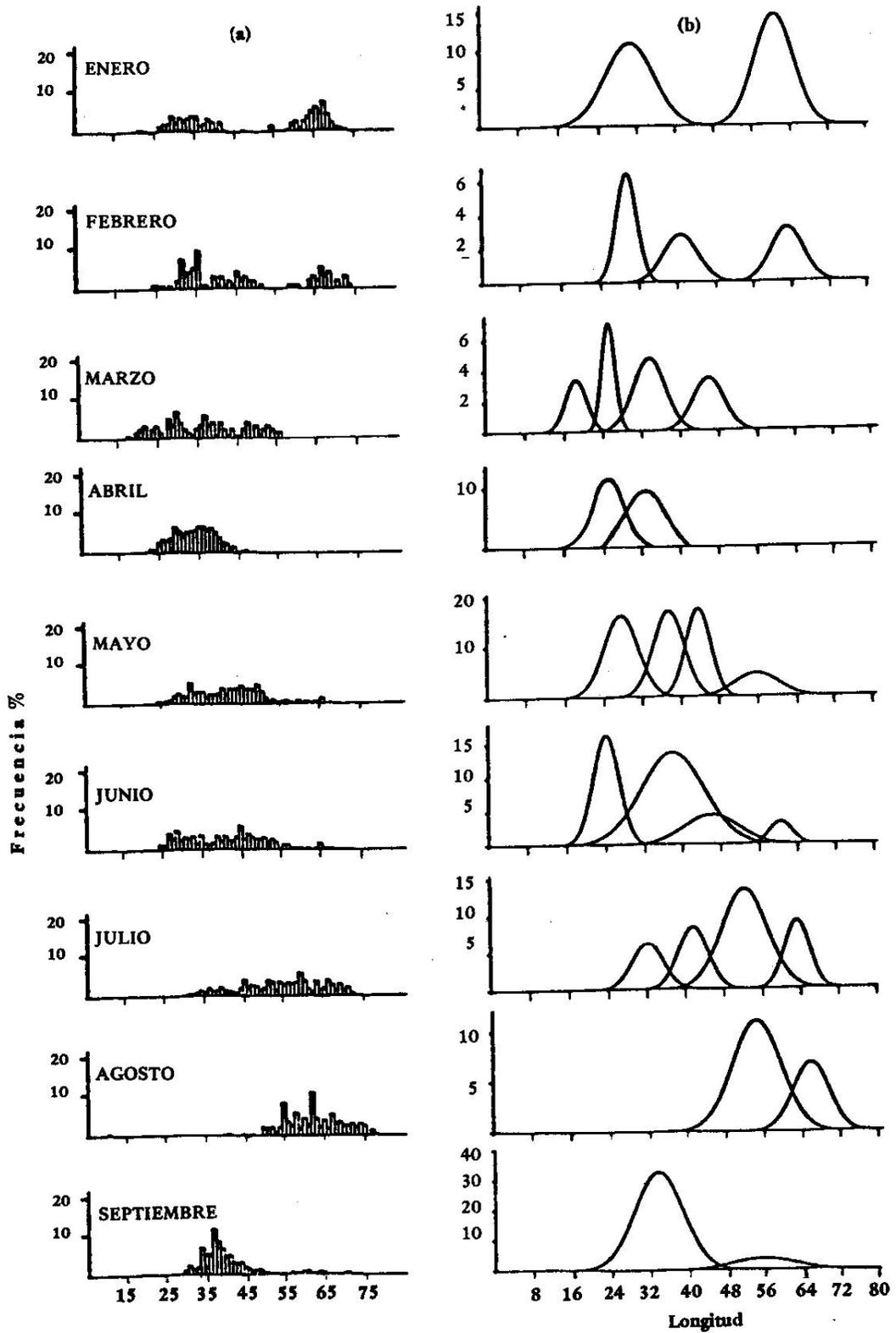


FIGURA 1. a) HISTOGRAMAS DE FRECUENCIA DE LONGITUD PARA LOS DATOS OBSERVADOS MES A MES.
 b) DISTRIBUCION TEORICA DE LAS CURVAS NORMALES QUE REPRESENTAN LOS GRUPOS COMPONENTES EN CADA MES SEGUN METODO.

TABLA 2

GRUPO DE EDAD	LONGITUD MEDIA EN CADA MES								
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.
I	30.75	40.77	46.05	---	55.75	60.54	63.48	65.92	---
II	---	29.54	33.81	---	43.60	46.09	52.60	54.55	55.51
III	---	---	25.29	31.54	37.48	38.06	41.09	---	---
IV	---	---	18.67	25.14	27.56	---	32.39	---	---

Progresión de los valores medios que representan incrementos en longitud con respecto al tiempo para cada cohorte en cm.

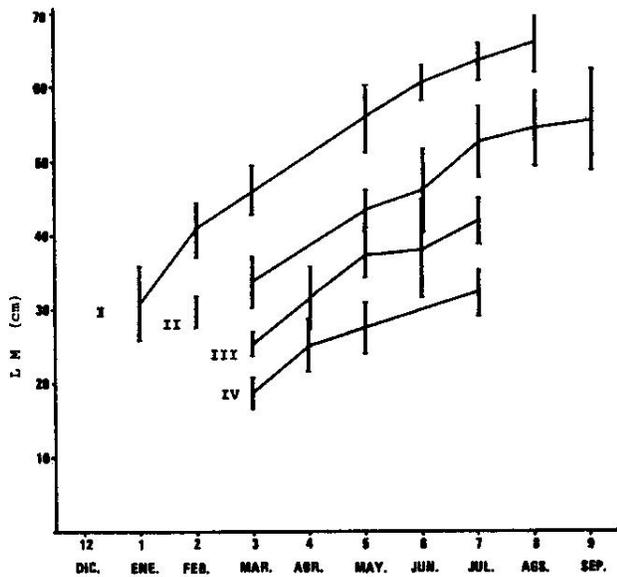


FIGURA 2. COMPORTAMIENTO GRAFICO DE LA PROGRESION DE VALORES MEDIOS (1) QUE REPRESENTAN INCREMENTOS DE CRECIMIENTO CON RESPECTO AL TIEMPO PARA CUATRO COHORTES.

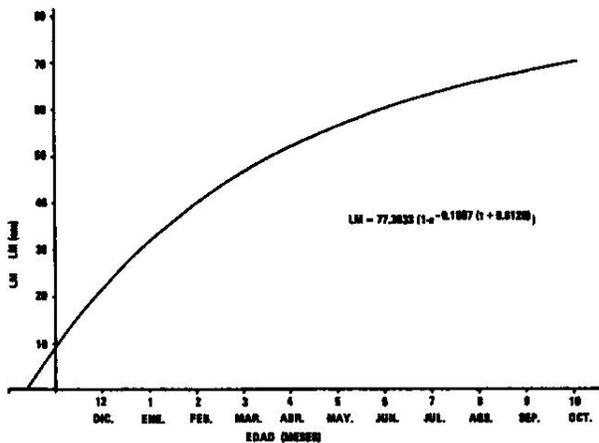


FIGURA 3. CURVA DE CRECIMIENTO AJUSTADA PARA EL COHORTE I DEL CALAMAR *D. Gigas* SEGUN METODO ABRAMSON (1971).

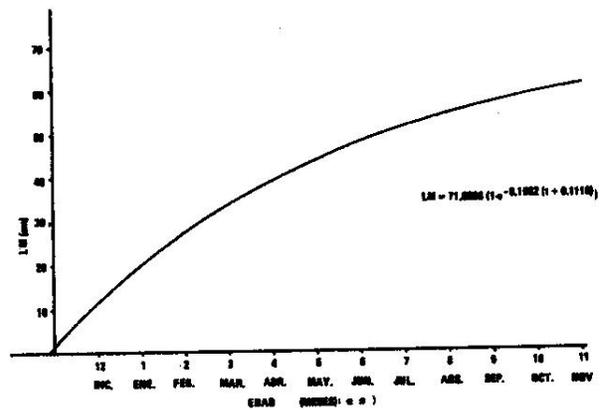


FIGURA 4. CURVA DE CRECIMIENTO AJUSTADA PARA EL COHORTE II DEL CALAMAR *D. Gigas* SEGUN METODO ABRAMSON (1971).

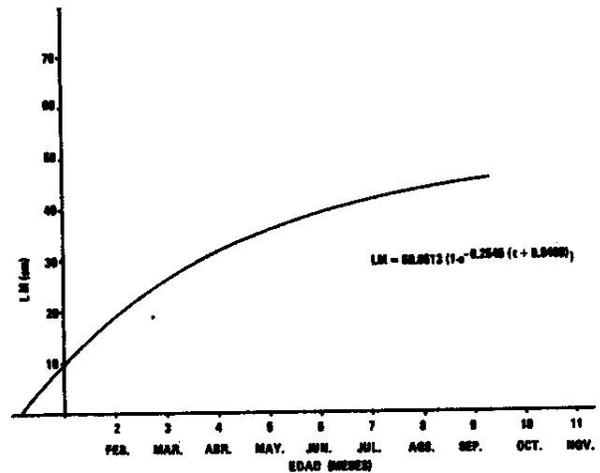


FIGURA 5. CURVA DE CRECIMIENTO AJUSTADA PARA EL COHORTE III DEL CALAMAR *D. Gigas* SEGUN METODO RAFAIL (1973).

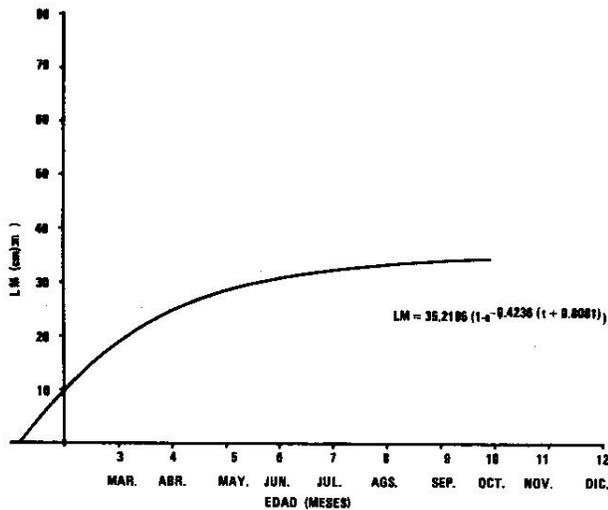


FIGURA 6. CURVA DE CRECIMIENTO AJUSTADA PARA EL COHORTE IV DEL CALAMAR *D. gigas* SEGUN METODO ABRAMSON (1971).

Para el cohorte IV como se puede ver en su figura correspondiente, su crecimiento desde que nace en el mes de enero, presenta la mayor K ($K = 0.4236$), estando por arriba de los tres cohortes anteriores, disminuyendo notablemente su crecimiento después de este tiempo. Su reclutamiento a la pesquería es también en el mes de Marzo.

En cuanto a las longitudes asíntóticas L_{∞} , para los cohortes I y II, son razonables, considerando que la longitud máxima observada por cohortes fue de 75 cm. de LM ya que estos dos grupos están presentes durante casi todo el período de muestreos aportando así mayor cantidad de datos en el ajuste. Para los cohortes III y IV que son reclutados a la pesquería en Marzo y que sólo se presentan en los muestreos durante cinco meses, sus parámetros de L_{∞} se consideran válidos únicamente para el período de análisis, ya que como se menciona anteriormente los grupos detectados presentan un crecimiento diferencial entre ellos e individualmente (ver Figura 2).

Las diferencias en los valores estimados de L_{∞} no pudieron ser explicados por carecer de información de tipo oceanográfico que justifique un cambio notable en los ritmos de crecimiento como función de la influencia del medio ambiente en el período de nacimiento.

Las tasas de crecimiento con respecto a su edad, han sido estimadas para cada cohorte como:

	EDAD	L M OBSER- VADAS	L M ESTIMA- DAS
COHORTE I	1-3 meses	11 cm/mes	10 cm/mes
	4-6 meses	5 cm/mes	5.6 cm/mes
	7-9 meses	3.3 cm/mes	3 cm/mes
	10-12 meses	-----	1-2 cm/mes
COHORTE II	1-2 meses	9.5 cm/mes	9 cm/mes
	3-5 meses	6.2 cm/mes	6.4 cm/mes
	6-8 meses	4.5 cm/mes	4.0 cm/mes
	9-11 meses	2-2.5 cm/mes	2.5 cm/mes
COHORTE III	1-2 meses	8.8 cm/mes	8.2 cm/mes
	3-4 meses	4.2 cm/mes	5 cm/mes
	5-7 meses	3.8 cm/mes	3 cm/mes
COHORTE IV	1-2 meses	8 cm/mes	7.3 cm/mes
	3-6 meses	2.5 cm/mes	2-3.5 cm/mes

Las relaciones longitud-peso válidas para un rango de 18 a 72 cm LM, están dadas abajo para peso total (W_T), peso del manto (W_M) y peso del manto y cabeza (W_{M+H})

$$W_T = 0.0264 LM^{2.989}$$

$$W_M = 0.0178 LM^{2.940}$$

$$W_{M+H} = 0.0250 LM^{2.938}$$

Como se puede ver, los exponentes de las relaciones anteriores indican un crecimiento isométrico.

CONCLUSIONES

De las tasas de crecimiento, es posible concluir que *D. gigas* es un animal de rápido crecimiento, comparable con otros omastrefidos oceánicos.

Los altos valores para dichas tasas obtenidas para esta especie, son confiables por el hecho de que las aguas del Golfo de California presentan altas temperaturas y también buena disponibilidad de alimento durante casi todo el año.

De los mismos patrones de crecimiento anteriores y más especialmente de los cohortes I y II que son los que representan mejor la forma de crecimiento para esta especie, es evidente que el calamar *D. gigas*, probablemente no vive más de 20 a 24 meses.

BIBLIOGRAFIA

- ABRAMSON, N.J. (Comp.) 1970. Computer programs for fish stock assessment. FAO Fish. Tech. Pap. (101).
- ARAYA, H. and M. Ishii, 1974. Information on the fishery and the ecology of the squid, *Doryteuthis bleekeri* Kefers-
tein, in the waters of Hokkaido. Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab. (40) 1-13.
- ARNOLD, G.P., 1979. Squid A review of their biology and Fishery. Lab. Leaflet, MAFF Direct. Fish. Res., Lowestoft
(48) 37 pp.
- BERRY, S.S., 1912b. A review of the cephalopods of Western North America. Bull. U.S. Bur. Fish., 1910, 30:269-336.
- CASSIE, R.M., 1954. Some uses of probability paper in analysis of size frequency distributions. Fish. Res. Lab. Mar.
Dep., Wellington, NZ:513-22.
- CLARKE, M.R., 1966. A review of the systematics and ecology of Oceanic squids. Adv. Mar. Biol., 4:91-300.
- FIELDS, W.G., 1965. The structure, development, food relations, reproduction, and life history of the squid *Loligo*
opalescens Berry. Fish. Bull. Calif. (131) 1-108.
- FRIDRIKSSON, A., 1943. Remarks on the age and growth of the squid. Greinar, 2(2) 170-174.
- GARCIA-TELLO, P., 1965. Utilización de la mandíbula inferior de la jibia *Dosidicus gigas* (D'Orb.) en el cálculo de su
peso total (Molusca, Cephalopoda, Ommastrephidae). Rev. Biol. Marina, 12, 1-3.
- HARDING, J.P., 1949. The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions.
J. Mar. Biol. Ass. U.K. 28:141-53.
- HASSELBLAD, V., 1966. Estimation of parameters for mixture of normal distributions. Technometrics, 8, 3,
431-444 pp.
- HOLME, N.A., 1974. The biology of *Loligo forbesi* Steenstrup (Mollusca: Cephalopoda) in the Plymouth area. J. Mar.
Biol. Ass. U.K., 54:481-503.
- HURLEY, A.C., 1976. Feeding behavior, food consumption, growth, and respiration of the squid *Loligo opalescens*
raised in the laboratory. Fish. Bull. U.S., 74 (1) 176-182.
- HURLEY, Beck, Drew and Radtke., 1979. A preliminar report on validating age reading from statoliths of the short
finned squid (*Illex illecebrosus*). ICNAF. Res. Doc. 79/II/26.
- MURATA, M. and M. Ishii, 1977. Some information on the ecology of the oceanic squid, *Ommastrephes bartrami*
(LESUEUR), and *Onychoteuthis boreali-japonicus* OKADA, in the Pacific Ocean of northeastern Japan. Bull.
Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab. (42) 1-23.
- NESIS, K.N., 1970. The biology of the giant squid of Peru and Chile, *Dosidicus gigas*. Oceanology (Engl. Translation)
10:108-118.
- PHILLIPS, J.B., 1961. Two unusual cephalopods taken near Monterrey Calif. Fish. Game., 47:416-7.
- RAFAIL, S.Z., 1973. A simple and precise method for fitting a von Bertalanffy growth curve. Marine Biology 19,
354-358.
- SPRATT, D.J., 1979. Age and growth of the market squid. *Loligo opalescens* Berry, from statoliths. Calcofi Rep.,
Vo. XX.
- TOMLINSON, P.K. and N.J. Abramson, 1962. Fitting von Bertalanffy growth curve by least squares. Calif. Dept. Fish
and Game, Fish. Bull., No. 116.
- WORMUTH, W.S., 1970. Morphometry of two species of the squid family Ommastrephidae. Veliger, 13:139-144.
- YOUNG, M.Y.Y. and R.A. Skillman, 1975. A computer program for analysis of polymodal frequency distributions.
Southwest Fisheries Center, Nat. Mar. Fish. Serv., NOAA, Honolulu, HI 96812. 77 pp.