

MORFOLOGIA Y MORFOMETRIA DE LOS ESTATOLITOS DEL CALAMAR
(*Illex argentinus*)^{1, 2}

Norma E. Brunetti y Marcela L. Ivanovic

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero
Playa Grande, 7600 Mar del Plata, República Argentina

RESUMEN: Se analizó un total de 682 estatolitos correspondientes a ejemplares de las subpoblaciones desovante de verano (SDV) y bonaerense nortpatagónica (SBNP), capturados durante campañas de investigación y pesca comercial en diferentes épocas del año. El área investigada fue la de la plataforma y talud entre los 38° y 47° S.

De cada ejemplar se determinaron el largo del manto (LM), peso total (PT), sexo (S) y estadios de madurez sexual (ES) y se extrajo el par de estatolitos.

Sobre la cara anterior de cada estatolito se realizaron las siguientes mediciones: largo total (LT), largo del domo (LD), largo del rostro (LR), ancho del domo (AD) y ancho del ala (AA). Se analizaron los estatolitos izquierdo y derecho en forma independiente por sexo y subpoblación.

En todos los casos el modelo que mejor describió la relación entre el LT y el LM fue el potencial. No se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los modelos correspondientes a estatolitos izquierdos y derechos en cada sexo y subpoblación, razón por la cual se obtuvo un único modelo válido para cualquier miembro del par. Sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas, para la misma relación, entre ambos sexos de cada subpoblación y para el mismo sexo entre subpoblaciones.

Para el análisis de las formas de los estatolitos se aplicó el método de cluster jerárquico, utilizando como métrica la distancia euclidia y la estrategia de agrupamiento de Ward, sobre las siguientes variables: LD, LR y AD. Se identificaron seis estadios morfológicos en las hembras y cinco en los machos durante la ontogenia de la SBNP. En la SDV solo fueron identificados los estadios morfológicos correspondientes al último tercio de su ciclo vital (IV, V, y VI) los que mostraron ser equivalentes a aquéllos de la SBNP.

Los estadios morfológicos I y II, presentes en individuos juveniles, se caracterizan por ser estatolitos de muy pequeño tamaño, donde la única estructura notable es el domo, el rostro comienza su crecimiento y aparecen las primeras evidencias del ala. El estadio III comprende un amplio rango del ciclo vital (tercero al octavo mes de vida), en él se definen todas las partes que conforman el estatolito, con la aparición completa del ala, mientras continúa siendo notorio el crecimiento de todas las variables. Los estadios IV y V se presentan durante los últimos cuatro meses del ciclo vital y coinciden con la madurez gonadal y reproducción de los individuos; el proceso más importante es el de calcificación del ala. El crecimiento del domo continúa mientras el del rostro es menor que en los estadios precedentes. El estadio VI se presenta únicamente en las hembras de tallas muy grandes de la SBNP y en aquellas en postpuesta de la SDV y se caracteriza por la calcificación completa del ala con desaparición del foramen y la fisura media.

Palabras clave: *Illex argentinus*, estatolitos, morfología.

SUMMARY: MORPHOLOGY AND MORPHOMETRY OF THE STATOLITHS OF THE SQUID (*Illex argentinus*). — A total of 682 statoliths, from individuals of the Summer Spawning Stock (SSS) and Bonaerensis Northpatagonic Stock (BNPS) were analyzed. They were obtained during research cruises as well as from commercial catches in different times of the year. The samples came from the shelf and slope between 38° and 47° S.

Mantle length (ML), total weight (TW), sex (S) and sexual maturity stage (SS) of each individual were determined and the pair of statoliths was extracted.

Five measures were taken on the anterior side of each statolith: total length (TL), dome length (DL), rostrum length (RL), dome width (DW) and wing width (WW).

Right and left statoliths of each sex and stock were independently analyzed. Within all the groups the potential model gave the best fitting to the TL / ML relationships.

There were no significant statistical differences in this relationship between right and left statolith. This allowed to obtain a unique model useful for both members of the pair.

On the other hand, significant differences were found between sexes in each stock, and between stocks while comparing the same sex.

In order to analyze the statolith morphology, the hierarchical clustering method with euclidian distances was used on three variables: DL, RL and DW. Six morphological stages in females, and five in males, were found during the BNPS ontogeny. In the SSS only the morphological stages belonging to the last third of the life cycle (IV and V in males, IV - VI in females) were found. They matched exactly with those of the BNPS.

Morphological stages I and II were found in juvenile squids. These correspond to the smallest statoliths, with the dome as the main structure. At this time, the rostrum starts its growth, and there is little evidence of the wing. Stage III can be seen during a wide range of the life cycle (three to eight month old individuals). At this stage, all parts of the statolith are growing and the pieces get the typical appearance with a complete wing. Stages IV and V occur in the last four months of the life cycle, and they are coincident with the gonadal maturity and reproduction of the individuals. The most important process at these stages is the calcium carbonate deposition in the wing. The dome growth continues, whereas the growing of the rostrum is less than that of the previous stages. Stage VI only occurs in the largest females of the BNPS and in the spent ones of the SSS. The wing is completely calcified, and both the foramen and medial fissure are closed.

Key words: *Illex argentinus*, statoliths, morphometry.

INTRODUCCION

Los estatolitos de los calamares son estructuras calcáreas pares, situadas en los estatocistos,

¹ Este trabajo fue presentado en el Sexto Simposio Científico de la CTMFM, diciembre de 1989.

² Contribución del INIDEP N° 699.

responsables de la detección de los cambios rápidos de la aceleración lineal y angular y de la gravedad (Stephens y Young, 1978).

Radtke (1983) analizó la composición química de los estatolitos de *Illex illecebrosus* encontrando que el componente principal es el carbonato de calcio, en su forma cristalina de aragonita, observación que concuerda con la de Dilly (1976) en *Sepia officinalis* y *Taonius megalops*. Los cristales se presentan en una matriz proteica, irradiando desde el núcleo hasta el borde del estatolito en forma de incrementos.

La morfología de los estatolitos tiene valor taxonómico y ha sido utilizada por Clarke (1978), Leta (1982) y otros autores para identificar especies.

En numerosas especies fueron encontradas correlaciones positivas entre el largo total y el peso total de los estatolitos con la talla de los ejemplares. Esta relación, sumada al valor taxonómico de la morfología del estatolito, es de utilidad en la determinación de la identidad y tamaño del calamar presa, en los contenidos estomacales de sus predadores.

El uso de estatolitos para la determinación de la edad se basa en el supuesto de que los patrones microestructurales rítmicos constituidos de aragonita, en la matriz proteica, son de formación diaria; así los consideraron Brothers *et al.* (1976) para *Loligo opalescens* y Kristensen (1980) para *Gonatus fabricii*. Posteriormente Hurley *et al.* (1985) en *Illex illecebrosus* y Lipinski (1986) en *Alloteuthis subulata*, realizaron trabajos de validación de los incrementos diarios, utilizando técnicas de marcaje con estroncio y tetraciclina.

Hasta el presente tenemos conocimiento de dos artículos en *Illex argentinus*, el de Leta (1982) acerca de la morfología de los estatolitos de ejemplares adultos y el de Arkhipkin (1990) sobre edad y crecimiento.

Los objetivos del presente trabajo son conocer las variaciones en la morfología y morfometría del estatolito durante la ontogenia de *Illex argentinus* y determinar y comparar los tipos morfológicos presentes en ambos sexos de dos subpoblaciones de la especie.

MATERIAL Y METODOS

Se analizó un total de 682 estatolitos, de los cuales 337 corresponden a ejemplares de la subpoblación desovante de verano (SDV) y 345 a la subpoblación bonaerense norpatagónica (SBNP). La procedencia de las muestras se presenta en la Tabla 1.

De cada ejemplar se determinó: largo del manto (LM), peso total (PT), sexo (S) y estadio de madurez sexual (ES) y se extrajo el par de estatolitos mediante disección con ayuda de microscopio estereoscópico.

Tabla 1. Procedencia de las muestras procesadas.

Procedencia	Fecha	Posición	Nº de Ej.
Holmberg 02/80	18/11/80	40°35'S 59°41'W	13
Holmberg 05/81	22/07/81	47°18'S 61°00'W	4
	26/07/81	45°08'S 62°27'W	10
Holmberg 01/89	04/02/89	49°36'S 60°31'W	62
Oca Balda 08/88	10/12/88	44°54'S 64°08'W	50
	10/12/88	44°25'S 64°32'W	49
Oca Balda 04/89	25/02/89	42°59'S 61°31'W	5
	02/03/89	39°24'S 55°56'W	18
Oca Balda 06/89	22/03/89	40°11'S 56°26'W	15
	22/03/89	40°34'S 56°40'W	5
	27/03/89	42°24'S 58°43'W	16
Kalyo Maru /89	06/09/89	42°59'S 61°32'W	9
	07/09/89	42°58'S 60°30'W	26
	08/09/89	42°58'S 59°09'W	9
Pesca Comercial	06/06/89	38°00'S 54°00'W	81

Se aceptó la nomenclatura propuesta por Clarke (1978) para la denominación de las partes que conforman el estatolito de los cefalópodos. Las estructuras más destacables son: el domo, que conforma la parte más grande del cuerpo del estatolito; el rostro, de menor tamaño que el anterior y situado debajo de él; el ala, que provee el sitio de unión con el estatocisto y el foramen y la fisura media, que son los últimos sitios que se calcifican (Fig. 1).

Las mediciones realizadas en cada estatolito, adaptadas a esta especie de aquellas propuestas por Clarke (1978), son las siguientes: largo total (LT), largo del domo (LD), largo del rostro (LR), ancho del domo (AD) y ancho del ala (AA). El largo total, en este caso, es igual a la suma del largo del domo y el largo del rostro. Las mediciones fueron realizadas con ocular micrométrico, con una precisión de 0,01 divisiones, y luego transformadas en milímetros.

Se analizaron los estatolitos izquierdo y derecho en forma independiente por sexo y subpoblación.

El criterio utilizado para seleccionar el modelo que mejor describe la relación entre el largo total del estatolito (LT) y el largo del manto (LM) fue el del mínimo error medio relativo:

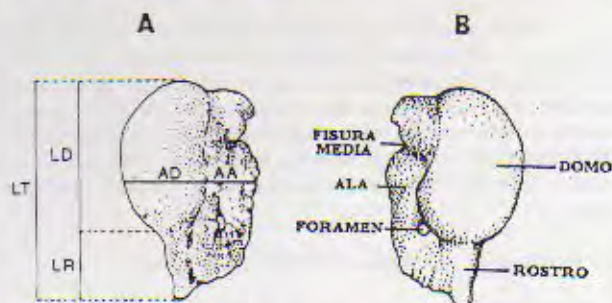


Fig. 1. A. Vista anterior de un estatolito derecho y mediciones realizadas: total (LT), largo del domo (LD), largo del rostro (LR), ancho del domo (AD), y ancho del ala (AA). B. Vista posterior de un estatolito derecho y sus partes principales.

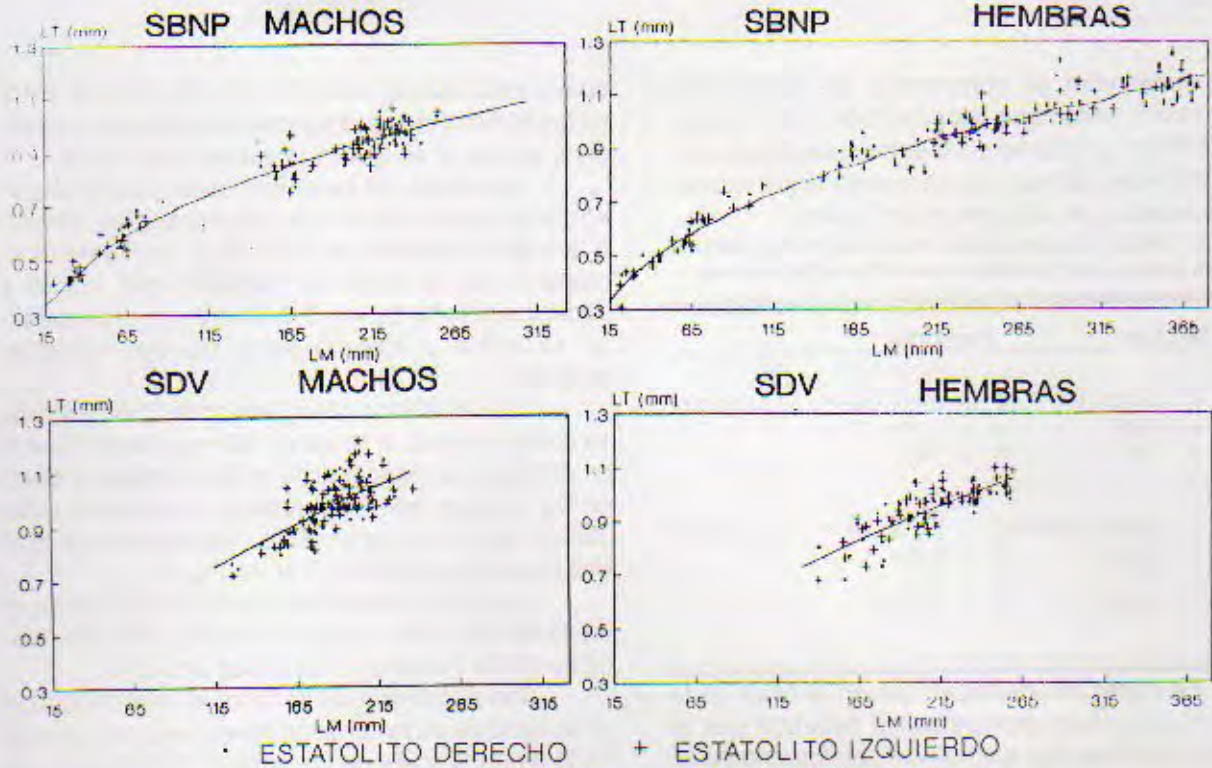


Fig. 2. Ajuste de los datos al modelo potencial en cada sexo y subpoblación.

$$EMR = \left(\sum_{i=1}^N |e_i| / \sum_{i=1}^N |Y_i| \right) / N$$

donde

$$|e_i| = |Y_i - \hat{Y}_i|$$

para los modelos lineal, potencial, exponencial y logarítmico.

Para la estimación de los parámetros del modelo se linealizó la relación a partir de la logaritmiación de las variables.

Las comparaciones estadísticas de los parámetros del modelo en los diferentes casos, fueron realizadas considerando el modelo linealizado, a partir del test de razón de verosimilitudes propuesto en Fomby *et al.* (1984), el cual compara en forma conjunta los coeficientes a y b, considerando la interrelación que existe entre ellos, pero sin determinar, en caso de existir diferencias, si se deben a ambos, o a alguno de ellos en particular.

Para el análisis de la forma de los estatolitos y con el objetivo de separar los posibles grupos morfológicos existentes, se aplicó el método de cluster jerárquico, utilizando como índice de distancia, la distancia euclídea y la estrategia de aglomeración de Ward.

Sobre las variables logaritmizadas, considerando los grupos definidos por Cluster, se realizó el análisis de componentes principales, con el objeto de conocer la importancia de cada una de ellas en la cantidad total de varianza observada.

RESULTADOS OBTENIDOS

Relación entre el largo total del estatolito y el largo del manto

El modelo que explicó el mayor porcentaje de varianza, mostrando el mejor ajuste de los datos, fue, en todos los casos, el potencial.

La comparación de los parámetros del modelo correspondientes a los estatolitos izquierdo y derecho de ambos sexos en cada subpoblación determinó diferencias no significativas entre ellos. Por esta razón el modelo fue ajustado a los datos de estatolitos izquierdos y derechos conjuntamente (Fig. 2).

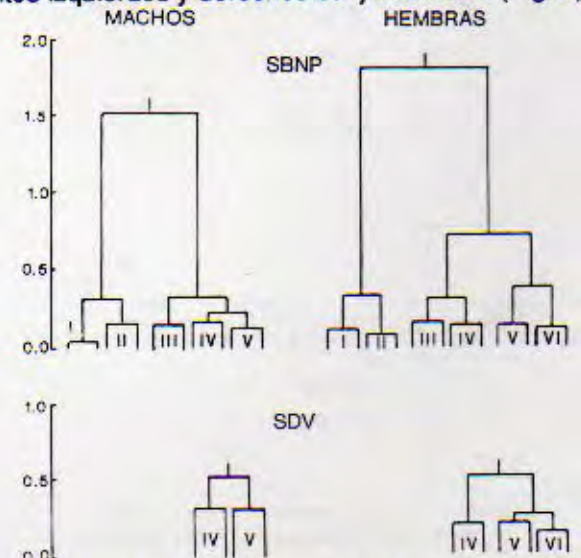


Fig. 3. Grupos morfológicos obtenidos en cada sexo y subpoblación mediante la aplicación de cluster jerárquico.

Finalmente se compararon los parámetros entre sexos, para cada subpoblación, y los correspondientes a un mismo sexo entre subpoblaciones, encontrándose diferencias altamente significativas. Los resultados se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Comparación de los parámetros del modelo potencial entre sexos y para un mismo sexo entre subpoblaciones.

Machos		Hembras	
SBNP			
LT = 0,123 LM ^{0,379}	LT = 0,114 LM ^{0,392}	u = 3,865*	
r ² = 0,957	r ² = 0,964		
N = 163	N = 182		
SDV			
LT = 0,0661 LM ^{0,529}	LT = 0,058 LM ^{0,523}	u = 62,762**	
r ² = 0,408	r ² = 0,654		
N = 187	N = 150		
u = 68,632**	u = 14,104**		

Es necesario destacar que en el caso de la SDV los resultados son parciales debido a que el muestreo solo incluyó ejemplares adultos y no contó con juveniles, siendo por lo tanto incompleto.

Morfología y morfometría del estatolito

Se aplicó el método de cluster jerárquico, en forma independiente por sexo y subpoblación sobre

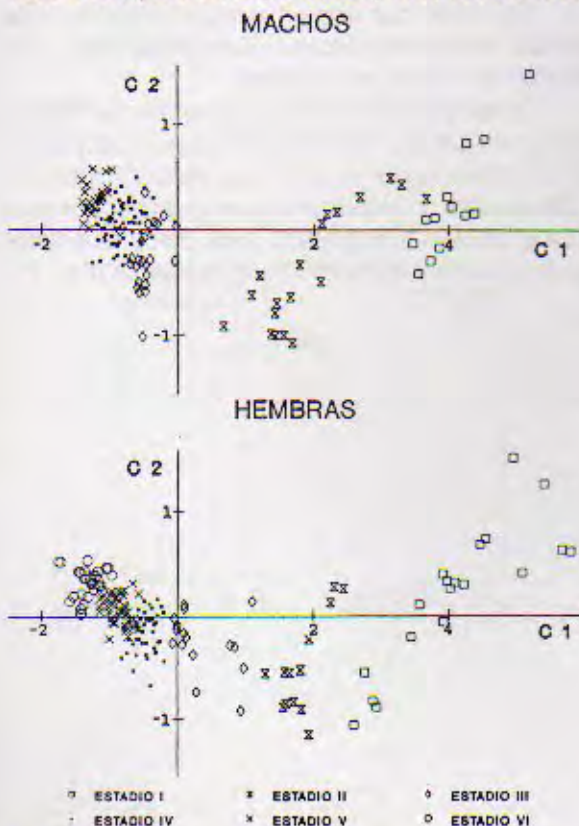


Fig. 4. Representación de los individuos, discriminados según los grupos obtenidos por cluster, en el plano de las dos primeras componentes; para cada sexo de la SBNP.

cuatro variables del estatolito: LD, LR, AD y AA. El LT no fue incluido para evitar la redundancia de información, ya que él es igual a la suma del LD y LR.

Del análisis de los grupos obtenidos se observó que la variable AA introducía un gran error, debido a que esta estructura es muy frágil, se rompe fácilmente y por lo tanto su medición está sujeta a variaciones importantes. Finalmente, por lo expuesto, se aplicó el método sobre las tres variables restantes.

Los resultados obtenidos en la SBNP, donde se contó con todo el rango de tallas posibles, fueron de seis grupos morfológicos en las hembras y cinco en los machos, correspondientes a diferentes estadios de desarrollo del estatolito, que fueron numerados correlativamente del I al VI (Fig. 3).

En la SDV, donde la información fue parcial, el resultado del cluster arrojó sólo dos grupos morfológicos en los machos y tres en las hembras.

Con el objetivo de conocer la importancia de cada variable en la cantidad de varianza observada en la determinación de los grupos morfológicos, se aplicó el método de componentes principales.

En la Figura 4 se observan los resultados y la disposición de los grupos producidos por cluster en el plano de las dos primeras componentes para la SBNP. La primera componente indica las variaciones debidas al tamaño de los estatolitos, con participación aproximadamente igual de las tres variables. La segunda componente muestra los cambios producidos en la forma del estatolito, tal como lo demuestra la oposición existente entre el LD y el LR. Los factores de ponderación correspondientes a las

Tabla 3. Coeficientes de correlación entre las variables y las componentes principales 1 y 2 para cada sexo y subpoblación.

Variables	Machos		Hembras	
	C1	C2	C1	C2
SBNP				
LD	-0,9598	0,2677	-0,9646	0,2424
LR	-0,9640	-0,2385	-0,9602	-0,2681
AD	-0,979	-0,0276	-0,9838	0,0240
Nº Ejemp	151		179	
SDV				
LD	-0,608	0,7813	-0,8398	0,0978
LR	-0,757	-0,4333	-0,7750	-0,5985
AD	-0,804	-0,1833	-0,7999	0,4772
Nº Ejemp.	173		135	

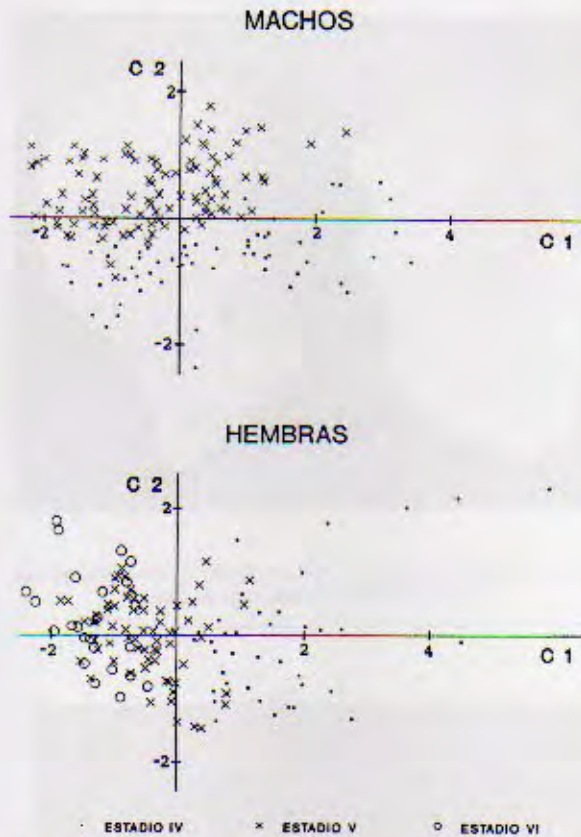


Fig. 5. Representación de los individuos, discriminados según los grupos obtenidos por cluster, en el plano de las dos primeras componentes; para cada sexo de la SDV.

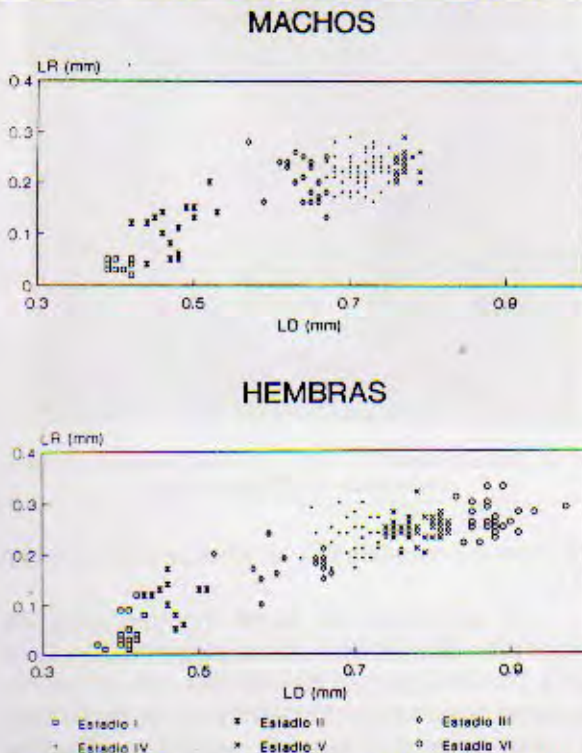


Fig. 6. Relación entre el largo del rostro (LR) y el largo del dorso (LD) durante los diferentes estadios de desarrollo del estatolito para la SBNP.

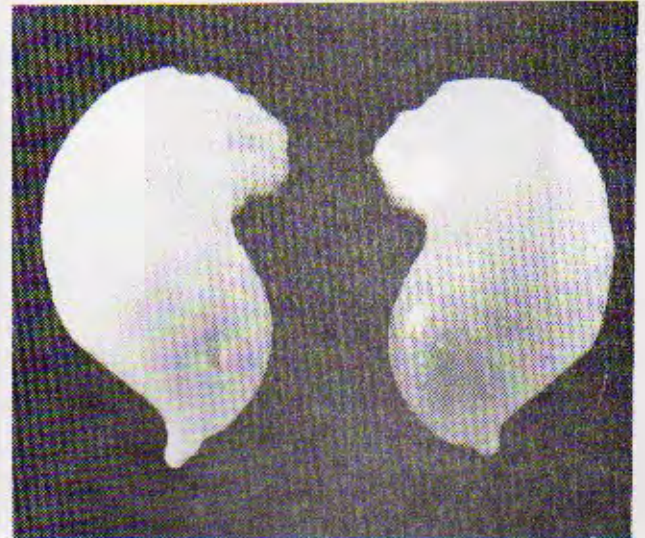


Fig. 7. Estatolitos estadio I (LT = 0,46 mm) correspondientes a una hembra de 21 mm de LM.



Fig. 8. Estatolito estadio II (LT = 0,56 mm) correspondiente a una hembra de 45 mm de LM.

dos primeras componentes se muestran en la Tabla 3.

En la SDV los valores de correlación de las variables con la primera componente son más bajos que en la SBNP, pero indican igualmente variaciones debidas al tamaño. Los valores de correlación entre las variables y la segunda componente resultaron de difícil interpretación en esta unidad demográfica, ya que no presentan un modelo comparable entre ambos sexos ni con aquéllos de la SBNP. En la Figura 5 se representan los individuos, identificados según los grupos producidos por cluster, en el plano de las dos primeras componentes. Cabe recordar que en este caso sólo se contó con estatolitos en estadios IV, V y VI, correspondientes a ejemplares de las tallas mayores de esta subpoblación.



Fig. 9. Estatolito estadio III (LT = 0,84 mm) correspondiente a una hembra de 84 mm de LM.

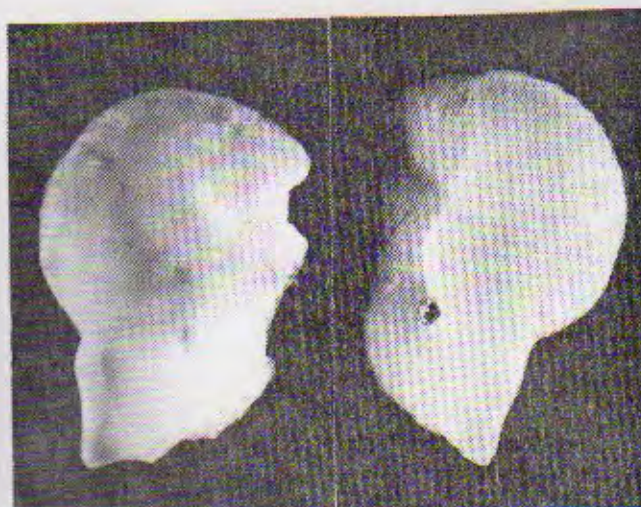


Fig. 11. Estatolitos estadio V (LT = 0,99 mm) correspondientes a una hembra de 280 mm de LM.



Fig. 10. Estatolitos estadio IV (LT = 0,96 mm) correspondientes a un macho de 236 mm de LM.



Fig. 12. Estatolito estadio VI (LT = 1,13 mm) correspondiente a una hembra de 373 mm de LM.

Caracterización de los estadios de desarrollo del estatolito

Del análisis de componentes principales se desprende que de las tres variables involucradas, dos fueron preponderantes en la definición de la forma, el LD y el LR. La Figura 6 muestra las relaciones existentes entre ellos durante los diferentes estadios de desarrollo del estatolito. Se observa claramente que durante los tres primeros las variaciones más significativas ocurren en el LR, mientras

que entre los estadios IV y VI ellas se presentan en el LD.

Se analizaron en forma independiente los grupos obtenidos en cada sexo y subpoblación. En la Tabla 4 se caracterizan los estadios con los valores promedio de cada variable dentro del grupo y rango de tallas en el que ellos se presentan. Aquéllos encontrados en la SBNP pueden ser descriptos de la siguiente manera:

Estadio I (Fig. 7): estatolitos del tamaño más pequeño, el LD es de 0,40 mm promedio, siendo esta la estructura más importante ya que el rostro es apenas notable, 0,04 mm en promedio (8% del LT) y el ala aún no ha comenzado a desarrollarse. El AD es aproximadamente el 30% del LD, siendo esta estructura de forma alargada longitudinalmente. Este estadio se presentó en el rango de tallas de 20 a 60 mm de LM.

Estadio II (Fig. 8): el largo y el ancho del domo aumentan, representando el AD aproximadamente el 46% del LD, siendo esta estructura por lo tanto menos alargada que en el estadio anterior. El rostro comienza a alargarse constituyendo el 18% del LT. El ala se hace evidente, siendo una estructura filiforme que se desarrolla paralelamente al domo, desde el rostro, no estando unida a él en ningún punto. Los ejemplares con estatolitos en este estadio estuvieron comprendidos en el rango de tallas entre 32 y 87 mm de LM.

Estadio III (Fig. 9): todas las variables continúan aumentando en forma notoria. El AD es aquí un 51% de su largo, acentuando su forma cuadrangular. El ala ha continuado su crecimiento desde el rostro y se ha unido lateralmente al domo, pudiendo identificarse el foramen de gran tamaño. No se encuentra aún unida a la región dorsal del domo, originando la fisura media. A partir de aquí el incremento de LD es más importante que el de LR, siendo este último aproximadamente un 24% del LT. El rango de tallas donde se presentó este estadio fue de 81 a 209 mm de LM. Estadio IV (Fig. 10): el LD continúa aumentando, el LR y el AD presentan incrementos muy bajos y constantes de sus valores promedio. El ala continúa su desarrollo, el foramen tiene un tamaño más reducido, la fisura media, aunque evidente, es más angosta que en el caso anterior. Estatolitos en este estadio fueron encontrados en machos entre 160 y 245 mm de LM, y en hembras con LM entre 155 y 297 mm.

Estadio V (Fig. 11): las proporciones entre las variables se mantienen constantes, AD 50% de su largo y LR 25% del LT. Continúa la deposición de cristales de aragonita en el ala, lo cual produce una evidente disminución de la fisura media. El foramen permanece muy pequeño o ya ha comenzado su llenado total. Este estadio es el último encontrado en los machos, y se presentó en el rango de tallas de 209 a 255 mm de LM. En las hembras las tallas involucradas estuvieron entre los 215 y 361 mm de LM.

Estadio VI (Fig. 12): solo se presentó en hembras con LM entre 288 y 373 mm. El LD ha aumentado hasta alcanzar un valor promedio de 0,88 mm, el AD Y EL LR no presentaron variaciones considerables con respecto al estadio V. El ala ha completado su desarrollo de modo que el foramen está completamente cerrado y solo quedan vestigios de la fisura

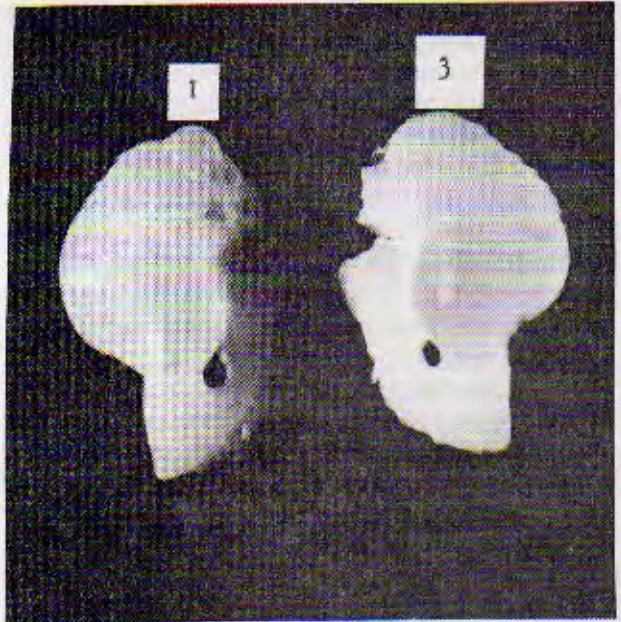


Fig. 13. Estatolitos atípicos (LT = 0,97) correspondientes a un macho de 167 mm de LM. (1. Domo dorsal; 2. Domo lateral; 3. lóbulo superior. 4. lóbulo medio; 5. lóbulo inferior).

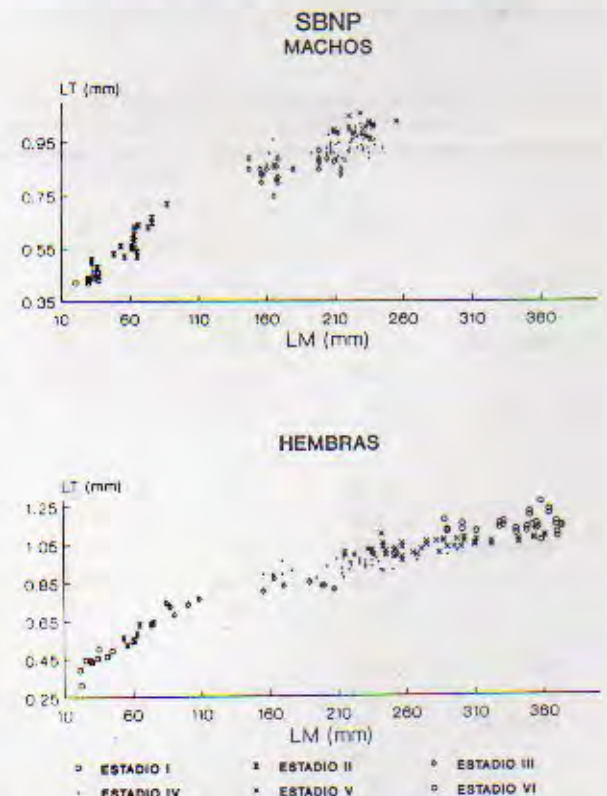


Fig. 14. Relación entre el largo total del estatolito (LT) y el largo del manto (LM) durante los diferentes estadios de desarrollo.

media.

En cuanto a los resultados obtenidos del análisis de los estatolitos de los ejemplares de la SDV, partiendo de la base de que el muestreo es

incompleto, ya que solo abarca los últimos meses de vida de los organismos y no existen datos sobre las etapas iniciales del ciclo vital y considerando que todos los estatolitos se encontraban en desarrollo avanzado, a juzgar por la presencia y proporción de todas las partes, especialmente el ala calcificada, se encontró que ellos eran equivalentes a los estadios IV y V de los machos y IV, V y VI de las hembras de la SBNP. Las características de estos estadios presentan grandes similitudes con los correspondientes de la SBNP, en ambos sexos, si bien los rangos de tallas difieren, debido a que los ejemplares de la SDV son más pequeños.

La información referente a la SDV, si bien es escasa, resulta valiosa ya que permite conocer con absoluta certeza que los estadios V y VI, en machos y hembras de ambas subpoblaciones, son los últimos existentes, ya que estuvieron presentes en los ejemplares en postpuesta de esta unidad demográfica.

DISCUSION

La identificación de las partes que conforman el estatolito de *Illex argentinus* difiere de los patrones básicos descriptos por Clarke (1978) para el estado-

lito tipo de los cefalópodos. La diferencia más notable radica en la dificultad que presenta esta especie para la identificación del domo dorsal y de los tres lóbulos del domo lateral (superior, medio e inferior). Si bien Leta (1982) y Arkhipkin (1990) han definido estas estructuras, ellas son poco evidentes, como surge del artículo del segundo autor. A los fines de este trabajo se creyó irrelevante hacer tal diferenciación, considerando a toda la estructura como una unidad a la que se denomina domo y que se corresponde con el domo lateral definido por Clarke (1978). Sin embargo merecen destacarse excepciones que fueron encontradas en muy baja frecuencia en ejemplares de la SBNP (Fig. 13) donde podrían observarse algunas de esas estructuras: domo dorsal y lóbulos, el primero como una prominencia muy notable en la parte superior del estatolito, separado del domo lateral por una depresión o estría perfectamente distinguible, concordante con lo señalado por Clarke (1978). En cuanto a la relación LT/LM, en todos los casos el modelo que mejor ajustó fue el potencial, resultados que concuerdan con los obtenidos por Arkhipkin (1990), aunque él definió una sola función para ambos sexos y subpoblaciones:

$$LT = 0,115 LM^{0,407}$$

Tabla 4. Valores promedio de cada variable (LD: largo del domo; AD: ancho del domo; LR: largo del rostro); rango de tallas (LM) y número de ejemplares (N) durante los diferentes estadios de desarrollo del estatolito (S/I: sin información).

	Var.	I	II	III	IV	V	VI
SBNP	LD	0,41	0,48	0,64	0,71	0,77	
	AD	0,12	0,21	0,36	0,36	0,39	
Machos	LR	0,03	0,10	0,21	0,23	0,23	
	LM	20-37	32-87	81-209	160-245	209-255	
	N	14	21	24	69	23	
		LD	0,40	0,47	0,62	0,70	0,78
Hembras	AD	0,12	0,23	0,31	0,36	0,39	0,43
	LR	0,04	0,11	0,18	0,23	0,25	0,27
	LM	21-60	61-75	84-207	155-297	215-361	288-373
	N	19	14	16	45	53	32
SDV	LD				0,71	0,81	
	AD	S/I	S/I	S/I	0,33	0,35	
Machos	LR				0,21	0,22	
	LM				126-222	212-237	
	N				70	103	
		LD			0,68	0,76	0,83
Hembras	AD	S/I	S/I	S/I	0,33	0,36	0,37
	LR				0,17	0,22	0,22
	LM			140-208	201-245	222-255	
	N				39	71	25

Del análisis de los tipos morfológicos obtenidos en la SBNP, donde el muestreo abarcó todas las tallas, desde juveniles hasta los adultos más grandes, se desprende que:

- a) los estadios I y II se presentan en el rango de tallas de 20 a 87 mm de LM (Fig. 14), correspondiendo a los dos primeros meses de vida de esta subpoblación (Brunetti, manuscrito). Estos estadios serían comparables a los propuestos por Morris y Aldrich (1984) para *Illex illecebrosus* denominados primordial y definitivo, si bien los rangos de tallas propuestos por estos autores no se corresponden con los hallados en este trabajo;
- b) el estadio III es el que abarca el mayor rango de tallas, entre 84 y 217 mm de LM, comprendiendo el período entre el tercer y octavo mes de vida. Es equivalente al estadio juvenil descrito por Morris y Aldrich (1984). Estos autores proponen la existencia de un estadio hipotético entre el definitivo y el juvenil (prejuvenil) debido a que en sus muestras no contaron con ejemplares de tallas entre 30 y 110 mm de LM. En nuestro caso el muestreo presentó continuidad de tallas entre los estadios II y III, por lo tanto se puede asegurar que en *Illex argentinus* dicho estadio no existe y en ese amplio rango de tallas el único presente es el III;
- c) los estadios IV y V en los machos, y IV, V, y VI en las hembras, corresponden a los últimos cuatro meses del ciclo vital, durante los cuales se concreta la maduración gonadal y el desove. La existencia de un estadio adicional en las hembras (VI) sugiere una mayor longevidad de este sexo, hecho que ya fuera observado a partir del análisis de la estructura de tallas por edad y la proporción de sexos durante los últimos meses de vida (Brunetti, manuscrito). Los estadios IV y VI serían comparables a los estadios adulto y avanzado, propuestos por Morris y Aldrich (1984), mientras que el estadio V no presenta analogías con ninguno de los descriptos por estos autores.

CONCLUSIONES

Las diferencias observadas en *Illex argentinus* entre los estatolitos izquierdo y derecho de un mismo par, en la relación entre el largo total del estatolito y el largo del manto, en ambos sexos de las subpoblaciones bonaerense nortpatagónica y desovante de verano resultaron estadísticamente no significativas.

Para la misma relación, entre sexos de una misma subpoblación y para el mismo sexo entre subpoblaciones las diferencias encontradas resultaron estadísticamente significativas.

En todos los casos el modelo que mejor describió la relación fue de tipo potencial. Se definieron seis estadios morfológicos para las hembras de la SBNP y cinco para los machos, que cubren todo el

ciclo vital en ambos casos.

Los estadios I y II se presentaron en individuos juveniles, en los dos primeros meses del ciclo vital, evidenciando un gran crecimiento del rostro y domo. El estadio III es el más extenso, entre el tercero y octavo mes de vida, continúa el crecimiento y se definen todas las partes con la aparición del ala. Los estadios IV y V se presentan durante los últimos cuatro meses durante los últimos cuatro meses del ciclo vital y coinciden con la madurez y reproducción de los individuos, el crecimiento no es tan marcado y continúa la calcificación del ala. El estadio VI se presentó sólo en las hembras de tallas muy grandes de la SBNP y hembras en postpuesta de la SDV y se caracteriza por la calcificación total del ala.

En la SDV solo pudieron identificarse los estadios IV y V en los machos y IV, V y VI en las hembras, los que mostraron ser equivalentes a los de la SBNP y corresponden al último tercio de su ciclo vital.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean expresar su agradecimiento al Lic. Daniel Hernández por el asesoramiento dado y por la revisión crítica de este artículo.

BIBLIOGRAFIA

- ARKHIPKHIN, A. I. 1990. Edad y crecimiento del calamar *Illex argentinus*. Frente Marítimo 6 (A): 25-35.
- BROTHERS, E. B., C. P. MATHEWS y R. LASKER. 1976. Daily growth increments in otoliths from larval and adult fishes. Fish. Bull. US, 74 (1): 1-8.
- BRUNETTI, N. E. Contribución al conocimiento biológico pesquero del calamar argentino (Cephalopoda, Ommastrephidae, *Illex argentinus*. Tesis doctoral. Biblioteca Fac. Cs. Nat. Museo. UNLP: 135 p. Manuscrito.
- CLARKE, M. R. 1978. The cephalopod statolith - an introduction to its form. J. Mar. Biol. Ass., 58: 701-712.
- DILLY, P. N. 1976. The structure of some cephalopod statoliths. Cell. Tiss. Res., 175: 147-163.
- FOMBY, T. B., R. CARTER HILL y S. R. JOHNSON. 1984. Advanced Econometric Methods. Springer Verlag, 624 p.
- HURLEY, G. V., P. H. ODENSE, R. K. O' DOR y E. G. DAWE. 1985. Strontium labelling for verifying daily growth increments in the statolith of the short-finned squid (*Illex illecebrosus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42 (2): 380-383.
- KRISTENSEN, T. K. 1980. Periodical growth rings in cephalopod statoliths. Dana, 1: 39-51.
- LETA, H. R. 1982. Descripción de la morfología de los estatolitos de tres especies de calamar (Cephalopoda: Teuthoidea). Com. Soc. Malac. Urug., 43 (6): 87-94.
- LIPINSKI, M. 1986. Methods for the validation of squid age from statoliths. J. Mar. Biol. Ass., 66: 505-526.
- MORRIS, C. C. y F. A. ALDRICH. 1984. Statolith development in the ommastrephid squid *Illex illecebrosus* (LeSueur, 1821). Amer. Malac. Bull., 2: 51-56.
- RADTKE, R.L. 1983. Chemical and structural characteristics of statoliths from the short-finned squid *Illex illecebrosus*. Mar. Biol., 76: 47-54.
- STEPHENS, P.R. y J.Z. YOUNG. 1978. Semicircular canals in squids. Nature, 271: 444-445.