

ESCALA PARA LA IDENTIFICACION DE ESTADIOS DE MADUREZ SEXUAL DEL CALAMAR (*Illex argentinus*)^{1,2}

Norma E. Brunetti

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

RESUMEN: Se presenta una escala para la identificación de estadios de desarrollo sexual, de ambos sexos, del calamar (*Illex argentinus*). Ella permite la discriminación de siete estadios en los machos y ocho en las hembras. La escala propuesta para las hembras tiene en cuenta los cinco estadios ováricos enunciados por Schuldt (1979) mediante el análisis histológico, así como índices gonadosomáticos y nidamentales.

La escala considera las características propias (estructura, color, forma) y modificaciones de las gónadas, ductos y glándulas accesorias, durante los diferentes estadios de ambos sexos.

Palabras clave: Escala de madurez sexual, calamar, *Illex argentinus*.

SUMMARY: AN ESCALE FOR IDENTIFICATION OF STAGES OF SEXUAL MATURITY IN THE ARGENTINE SQUID (*Illex argentinus*).— An escale of sexual maturity stages for both males and females of the squid (*Illex argentinus*) is shown. It allows for discrimination of seven stages within males, and eight within females. The escale takes into account the five ovarian stages proposed by Schuldt (1979), as well as gonadosomatic and nidamental index. It also considers the features and modifications (in structure, colour and shape) of the gonads, ducts and accessory glands through the different stages.

Key words: Escale of sexual maturity, squid, *Illex argentinus*.

INTRODUCCION

Los estadios de madurez en cefalópodos han sido determinados mediante examen histológico de las gónadas e índices gravimétricos y mediante el examen macroscópico del aparato reproductor en su conjunto (tamaño, peso, consistencia, color). Juanicó (1983) realizó una amplia revisión acerca de las escalas de madurez propuestas para cefalópodos y señaló la utilidad de las mismas en la determinación de stocks.

Schuldt (1979) discriminó histológicamente, evaluando con técnicas estereométricas, cinco estadios en el desarrollo del ovario de *Illex argentinus* y estableció estadios nidamentales correspondientes a cada uno de ellos. Para los machos propuso una escala de tres puntos, sobre la base de ausencia, formación y presencia de espermatozoides en la bolsa de Needham. Para que las escalas de ambos sexos fueran equivalentes, resumió la de las hembras en tres estadios. Esta escala permite distinguir ejemplares maduros, en maduración y inmaduros.

Durward *et al.* (1979) y Schuldt (1979) mostraron para *Illex illecebrosus* e *Illex argentinus* respectivamente, que el desarrollo de la glándula nidamental se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo del ovario y, cuando se lo relaciona con el largo del manto, puede ser usado como índice de madurez.

En *Illex argentinus* han sido discriminadas dife-

rentes unidades demográficas o subpoblaciones, cada una de ellas con diferente época de reproducción, longitud en el momento de la madurez y estructura de talla por época del año (Brunetti, 1981, manuscrito). Estas unidades fueron también reconocidas por científicos soviéticos, mediante la utilización de técnicas genético-bioquímicas (Nigmatullin, 1989). Para la identificación de la unidad demográfica a la cual pertenecen los ejemplares resulta necesario contar con una escala de madurez con elevado grado de detalle, permitiendo discriminar mayor cantidad de estadios, especialmente aquéllos correspondientes a las etapas finales del ciclo reproductivo (fertilización, desove y postpuestas). Estos últimos tienen gran importancia para la determinación del área de desove y para la estimación de la época y duración del período reproductivo de cada unidad demográfica.

En el presente artículo se propone una escala de madurez para ambos sexos de *Illex argentinus*, confeccionada sobre la base de características propias y modificaciones (estructurales, morfométricas y gravimétricas) de las gónadas, ductos y glándulas accesorias durante los diferentes estadios (siete para machos y ocho para hembras), y de aplicación en cualquiera de las subpoblaciones de la especie.

MATERIAL Y METODOS

Se analizaron muestras provenientes de las campañas realizadas por los B/I *Shinkai Maru* (abril 1978-abril 1979), Dr. Holmberg (enero 1983) y *Oca*

¹ Este trabajo fue presentado en el Quinto Simposio Científico de la CTMFM, noviembre 1988.

² Contribución del INIDEP N° 696.

Balda (marzo y diciembre 1986). También se utilizó información correspondiente al desembarque comercial de calamar en el puerto de Mar del Plata durante la temporada de pesca de 1983.

En las muestras analizadas se consideraron los siguientes datos individuales: largo de manto (LM, mm); peso total del cuerpo (PT, 0,1 g); sexo (machos, hembras y juveniles, donde el sexo es imposible de determinar a simple vista); peso gonadal (PGO, 0,01

g), peso y largo de la glándula nidamental (PN, 0,01 g; LN, 0,01 g). También se registraron características macroscópicas (color, tamaño relativo, repleción, forma, textura) de las diferentes partes del aparato reproductor de ambos sexos.

En la Figura 1 se muestran las denominaciones utilizadas en este artículo para la designación de las diferentes partes del aparato reproductor de ambos sexos.

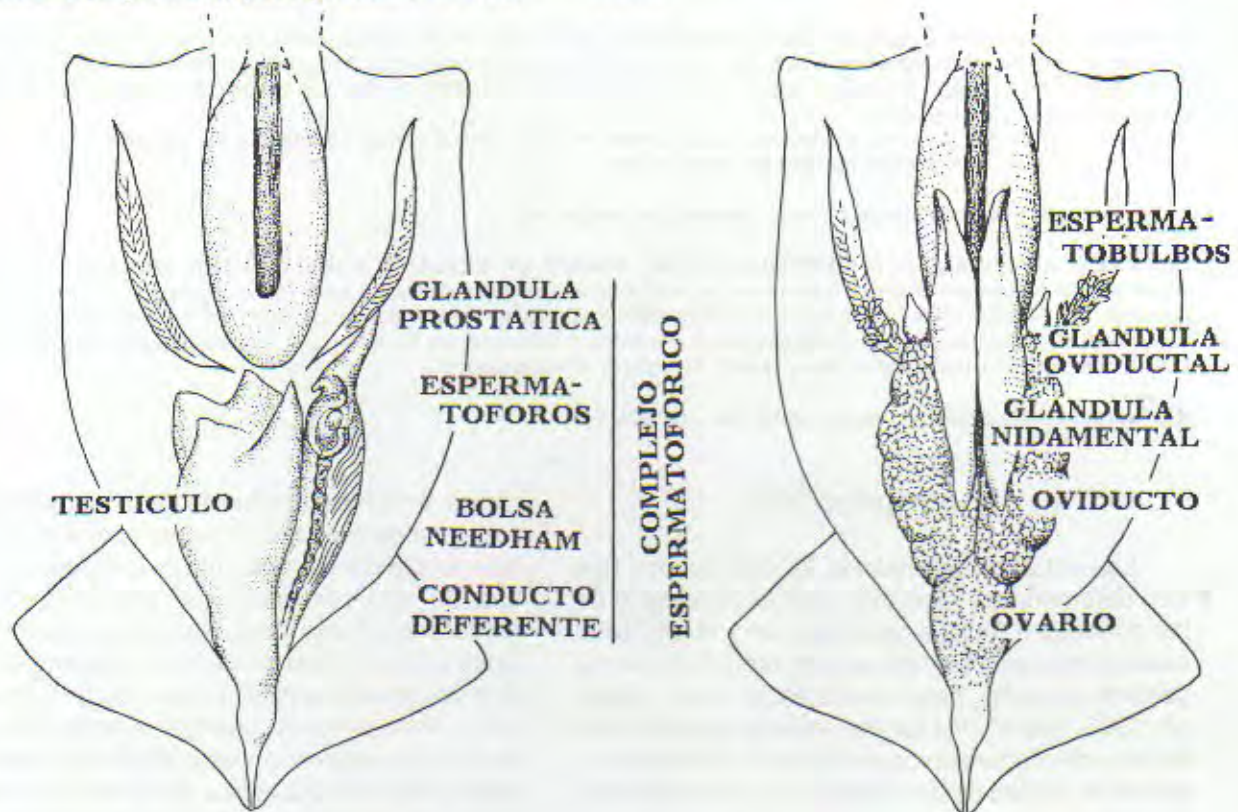


Fig. 1. *Illex argentinus*. Designación de las diferentes partes del aparato reproductor de ambos sexos.

Para las hembras se tuvieron en cuenta los cinco estadios de desarrollo gonadal propuesto por Schuldt (1979), mediante análisis histológico, para esta especie. Para la confirmación de los estadios ováricos, en aquellos casos en que el diagnóstico no era claro, se contó con el apoyo del Laboratorio de Histología del INIDEP, donde se hizo el análisis histológico.

Los índices nidamental (IN) y gonadales (IG1 e IG2) se obtuvieron según las expresiones siguientes:

$$IN = [LN / LM] 100$$

$$IG1 = [PGO / (PT - PGO)] 100$$

IG2 = $[(PGO + POV) / (PT - (PGO + POV))] 100$, para hembras

IG2 = $[(PGO + PBN) / (PT - (PGO + PBN))] 100$, para machos

Para machos, no se contaba con estadios gonadales establecidos mediante análisis histológico de la evolución celular del testículo. La escala se confeccionó sobre la base de los índices gonadales, relación entre el peso gonadal y el peso del complejo espermatofórico, grado de desarrollo de las distintas partes que componen este complejo y la presencia y grado de desarrollo de los espermatóforos. Además se realizaron observaciones acerca del grado de modificación del hectocotilo.

RESULTADOS OBTENIDOS

Las relaciones morfométricas y gravimétricas, entre las diferentes partes del aparato reproductor y el largo o peso del cuerpo, varían entre especies de

cefalópodos. Estas diferencias también fueron encontradas entre diferentes subpoblaciones de *Illex argentinus* (Brunetti, manuscrito).

En la Tabla 1 se indican, para ambos sexos de dos subpoblaciones diferentes de (*desovante de verano* y *bonaerense norpatagónica*) los valores

Tabla 1. *Illex argentinus*. Valores medios y desvíos estándar por estadio de madurez y sexo de largo del manto (LM), peso total (PT), peso gonadal (PG), peso del complejo espermatofórico (PBN), peso del oviducto (POV), largo de la glándula nidamental (LN), índices gonadales (IG1, IG2) e índice nidamental (IN). Subpoblación desovante de verano (SDV), subpoblación bonaerense norpatagónica (SBNP).

SDV		MACHOS							HEMBRAS									
ESTADIO	N	LM	PT	PBN	PGO	IG1	IG2	N	LM	PT	POV	PGO	LN	IG1	IG2	IN		
I		sin información							sin información									
II	\bar{X} S	5	170.2 8.9	95.0 9.8	0.70 0.24	4.96 1.56	5.42 1.39	6.24 1.61	13	176.9 14.5	104.9 25.7	0.21 0.12	1.28 0.73	38.0 8.34	1.18 0.41	1.58 0.77	21.37 9.87	
III	\bar{X} S	9	168.6 8.0	96.9 11.4	1.02 0.31	5.79 1.11	6.38 1.11	7.57 1.36	24	197.0 9.1	144.0 20.9	0.36 0.13	3.31 1.56	59.0 10.05	2.33 1.07	2.80 1.08	29.94 4.63	
IV	\bar{X} S	29	178.6 12.7	125.1 27.3	1.92 0.60	7.51 1.69	6.42 0.79	7.83 1.33	20	213.7 15.2	190.7 44.6	0.74 0.74	10.91 4.40	78.0 8.75	5.90 1.89	6.33 2.07	36.90 3.54	
V	\bar{X} S	61	198.5 14.4	180.4 38.4	4.35 1.30	7.60 1.86	4.51 1.18	7.22 1.34	10	220.6 13.8	223.7 38.5	6.68 6.30	17.79 3.64	105.5 11.54	8.65 0.99	12.27 3.32	47.69 5.03	
VI	\bar{X} S	36	196.3 16.6	176.8 40.8	3.48 1.27	6.20 1.89	3.65 0.91	5.79 1.02	33	234.6 25.7	249.1 71.3	7.39 5.64	14.59 4.27	108.6 17.85	6.35 1.28	9.82 2.71	46.31 5.86	
VII	\bar{X} S	2	201.5 3.54	170.0 4.28	3.85 0.35	3.20 0.28	1.92 0.22	4.21 0.52	6	241.0 11.4	212.8 45.1	4.29 4.62	6.43 2.13	110.0 12.34	4.27 1.66	7.31 4.21	47.01 4.63	
VIII	\bar{X} S																	
SBNP		MACHOS							HEMBRAS									
ESTADIO	N	LM	PT	PBN	PGO	IG1	IG2	N	LM	PT	POV	PGO	LN	IG1	IG2	IN		
I	\bar{X} S	4	154.0 7.5	64.5 9.1	0.30 0.34	0.14 0.07	0.22 0.11	0.65 0.53	6	170.3 21.6	89.0 44.5	0.06 0.03	0.28 0.17	27.40 5.16	0.31 0.06	0.39 0.06	16.12 3.91	
II	\bar{X} S	12	180.7 18.5	121.2 51.6	0.51 0.48	1.91 1.57	1.35 0.03	1.80 1.02	84	225.5 25.3	240.4 83.7	0.24 0.12	1.60 0.83	48.39 11.30	0.65 0.23	0.76 0.25	20.57 4.70	
III	\bar{X} S	30	198.5 16.4	164.9 41.8	0.94 0.35	4.78 1.91	2.68 0.64	3.53 0.97	90	250.4 19.7	331.4 93.6	0.58 0.21	5.74 3.30	68.23 10.70	1.76 0.92	1.93 0.94	27.25 5.10	
IV	\bar{X} S	110	219.8 18.3	260.9 76.3	3.33 1.62	9.76 3.08	3.69 0.72	5.26 0.87	96	269.9 23.2	456.1 125.3	1.81 1.80	22.19 9.02	102.64 10.90	5.16 1.70	5.59 1.90	36.03 4.99	
V	\bar{X} S	175	240.6 25.2	372.1 132.7	8.92 4.52	11.54 3.24	3.36 0.60	5.88 0.83	115	284.8 31.1	548.7 189.6	24.25 14.35	31.80 12.19	114.43 11.42	6.20 1.40	11.46 2.93	44.18 5.29	
VI	\bar{X} S	6	225.7 8.96	233.7 65.0	5.63 2.16	5.30 3.08	2.18 0.91	4.81 0.65	5	270.8 10.9	462.3 72.0	28.30 9.70	21.55 8.65	99.00 6.02	4.72 1.21	10.68 1.61	39.89 3.89	
VII	\bar{X} S		sin información							2	281.0 7.1	419.5 91.2	7.55 2.76	23.75 6.72	104.77 2.44	5.98 0.43	8.16 0.81	367.28 2.75
VIII	\bar{X} S		sin información															

medios por estadio de madurez referentes al largo de manto, peso total, peso gonadal, peso de glándulas y ductos accesorios e índices gonadales.

Entre estas subpoblaciones se observan marcadas diferencias entre los rangos y pesos medios gonadales de ductos y glándulas accesorias e índices gonadales correspondientes a un mismo estadio de madurez. Únicamente los índices nidamentales, en las hembras, no mostraron diferencias significativas.

El índice nidamental (IN) es un indicador cuantitativo de los procesos de maduración, estrechamente correlacionado con el desarrollo del ovario (Schuldt, 1979; Durward *et al.*, 1979).

Existía la necesidad de contar con una escala

única para determinar los estadios de madurez en todos los grupos demográficos de *Illex argentinus*. Por ello se estableció una escala macroscópica cualitativa, basada en características morfológicas propias y modificaciones relativas de cada estadio. El único índice utilizado fue el nidamental.

En la Figura 2 y Tabla 2, se ilustran y caracterizan los diferentes estadios de esta escala.

Los estadios VI y VII (freza y postpuesta) en los machos y VI, VII y VIII (fecundación, desove y postpuesta) en las hembras, son particularmente importantes porque la ocurrencia de estos ejemplares permite identificar las áreas y época de desove, así como la estructura poblacional en las etapas finales del ciclo vital.

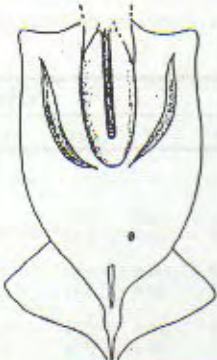
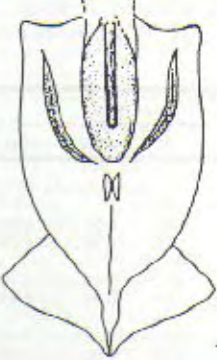
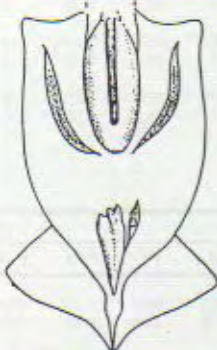


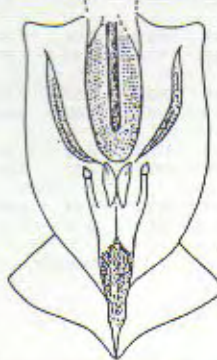
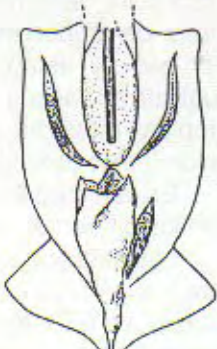
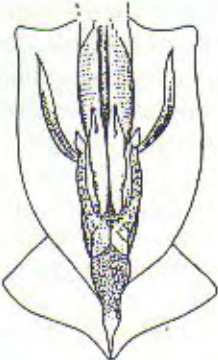
ESTADIO	MACHOS	HEMBRAS
I		
II		
III		
IV		

Fig. 2. Gráficas de los diferentes estadios de desarrollo sexual correspondiente a ambos sexos.

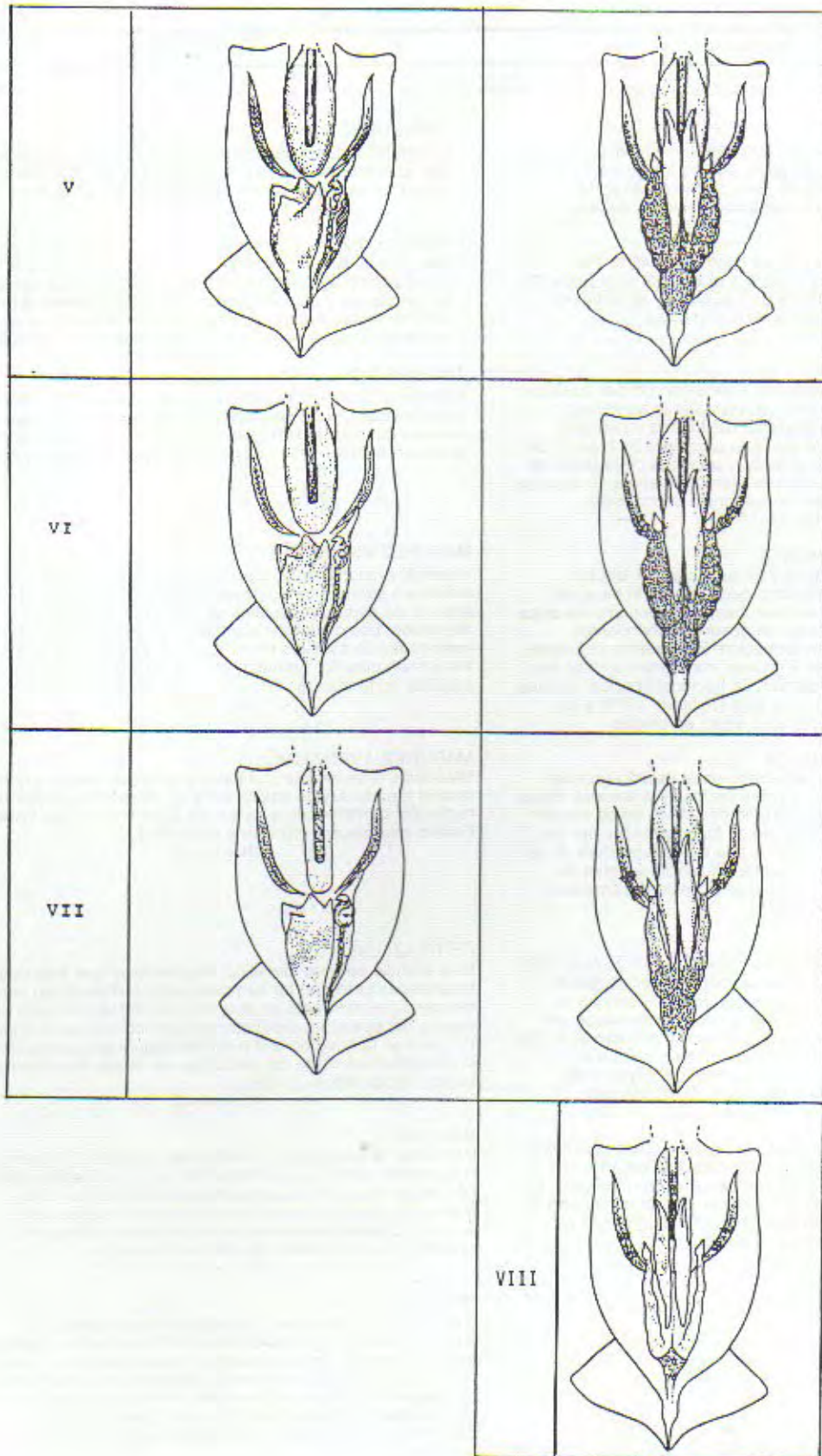


Fig. 2 Continuación.

Tabla 2. Caracterización de los diferentes estadios de desarrollo sexual para ambos sexos de *Illex argentinus*.

ESTADIO	MACHOS	HEMBRAS
0	Sexo indiferenciado macroscópicamente. Largo del manto inferior a 5-7 cm	
I	INMADUREZ Los únicos elementos que permiten identificar el sexo son la glándula prostática, que es transparente y pequeña y el testículo. Este último es angosto, transparente y ocupa el tercio posterior del manto.	INMADUREZ Glándulas nidamentales finas, membranosas y transparentes. El ovario también es transparente y filiforme, observándose casi exclusivamente el eje músculo-conjuntivo. IN = 12,99
II	INMADUREZ La glándula prostática se hace translúcida. En su región posterior comienza a evidenciarse la Bolsa de Needham. El testículo es traslúcido y su extremo anterior alcanza la glándula prostática.	INMADUREZ Las glándulas nidamentales son translúcidas y angostas. En su región posterior se observan las glándulas oviductales pequeñas y también translúcidas. Se observa el tercio anterior de los oviductos. El ovario es translúcido y se observan granulaciones sobre el eje músculo-conjuntivo. IN = 20,66
III	MADURACION El testículo es triangular, blanco con bordes traslúcidos. Su extremo anterior, claramente trilobulado, alcanza la región posterior del hígado y presenta mayor espesor. La glándula prostática es blanca. Se desarrolla la parte anterior o peneana de la Bolsa de Needham y en su interior pueden observarse algunos filamentos blancos. Se evidencia el conducto deferente (fino y blanco).	MADURACION Glándulas nidamentales ensanchadas, blancas con bordes translúcidos. Oviductos acintados, transparentes y evidentes en todo su recorrido. Glándulas oviductales blancas. Ovario granular, blanco, ensanchado en su parte media y anterior. IN = 27,81
IV	MADUREZ INCIPIENTE El testículo es blanco y grueso, con 3-4 lóbulos anteriores bien notorios, que superan la base del hígado. La Bolsa de Needham está plenamente desarrollada, en su interior se observan abundantes espermatozoides en formación. El conducto deferente se presenta blanco y grueso, con constricciones horizontales en su recorrido. La hectocotilización relativa alcanza entre el 35% y 45% (Schuldt, 1979) y las trabéculas del hectocotilo están apretadas.	MADUREZ INCIPIENTE Glándulas nidamentales blancas, anchas y gruesas, se extienden sobre el tercio posterior del hígado. En el extremo anterior de cada una de ellas se observa una ranura o depresión. Los oviductos acintados, anchos, con pliegues o meandros (sin ovocitos en su interior). El ovario es grande, blanco-amarillento, granular, evidenciándose grandes ovocitos en la superficie. IN = 37,84
V	MADUREZ AVANZADA Testículo desarrollado como en el estadio anterior, menos grueso, con bordes flácidos y grisáceos. Bolsa de Needham en su máximo desarrollo en su interior se observan espermatozoides bien formados, en dos tandas o grupos, oblicuos a la desembocadura de la Bolsa de Needham. Hectocotilización superior al 45%. Parte distal del hectocotilo bien desarrollada, con trabéculas separadas.	MADUREZ AVANZADA Glándulas nidamentales, blancas y gruesas, llegan a cubrir todo el hígado. Oviductos llenos o en diferentes grados de repleción, conteniendo ovocitos de color verde claro brillante. Ovario voluminoso, granular y amarillento. IN = 44,48
VI	FREZA Testículo blanco-grisáceo blando. Bolsa de Needham grande, distendida, faltando parte de su contenido. Pueden observarse espermatozoides sueltos en la cavidad paleal. En los ejemplares conservados en hielo, este estadio puede ser confundido con el IV. Se diferencia con seguridad teniendo en cuenta la hectocotilización relativa, en este caso mayor del 50% y observando detenidamente el testículo.	FERTILIZACION Este estadio permite identificar las hembras que han sido fecundadas pero aún no han desovado, indicando su mayor frecuencia el momento en que se inicia la reproducción. El estado del aparato reproductor es idéntico al estadio anterior (V) pero en la base de una o ambas branquias, por delante de la desembocadura de los oviductos, se observan espermatozoides implantados (10-50). IN = 45,47
VII	POSTPUESTA El testículo blanco-grisáceo ha disminuido significativamente su volumen y es flácido. La Bolsa de Needham está vacía y con pocos espermatozoides. El hígado ha reducido su volumen. El manto muestra la capa muscular marcadamente reducida y todo el cuerpo tiene consistencia blanda.	DESOVE Glándulas nidamentales y oviductales blandas. Oviductos distendidos, vacíos o con restos de ovocitos. Espermatozoides presentes, con sus porciones proximales fijas a las branquias y sus extremos distales rotos o faltando una porción. El ovario ha disminuido su volumen pero aún presenta una proporción de ovocitos maduros. IN = 45,07
VIII		POSTPUESTA Glándulas nidamentales y oviductales muy blandas. En algunos casos las glándulas nidamentales pueden haber sido expulsadas y no están presentes. Oviductos vacíos distendidos. Ovario reducido, mostrando el eje músculo-conjuntivo con pequeños grupos de ovocitos unidos al mismo. El estado general del cuerpo es malo y flácido. Hígado reducido. Estómago y ciego intestinal transparentes y reducidos en su tamaño. IN = 39,29

Estos últimos estadios pudieron establecerse sobre la base de la información proveniente de la subpoblación desovante de verano, la cual ha sido frecuentemente capturada en las etapas finales de su ciclo vital (Brunetti y Pérez Comas, 1989; Brunetti *et al.*, manuscrito). Las otras subpoblaciones, con excepción de la subpoblación desovante de primavera, no han sido encontradas frecuentemente en dichos estadios, los cuales ocurrirían en la región oceánica adyacente a la plataforma continental argentino-uruguaya.

La existencia de diferentes números de estadios en los sexos, 7 en los machos y 8 en las hembras, se debe a que en la naturaleza ellos se manifiestan. Los machos fertilizan a las hembras (estadio VI, freza) y éstas permanecen con los espermatozoides implantados, sobre la base de las branquias (estadio VI) durante un período aún no determinado, pero no mayor de 1 o 2 semanas, antes de iniciar el desove (estadio VII). Ambos sexos de la subpoblación desovante de verano son anualmente observados luego del desove (machos VII y hembras VIII).

Brunetti *et al.* (manuscrito), encontraron que para estudiar la fecundidad, la evaluación de la población de ovocitos presente en el oviducto durante el estadio VI es el mejor estimador de dicho parámetro.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento al Dr. H.

Christiansen por el monitoreo histológico de los ovarios y por sus valiosas sugerencias y al Dr. Santos Pereyra por la elaboración de las figuras correspondientes a los diferentes estadios de madurez.

BIBLIOGRAFIA

- BRUNETTI, N.E. 1981. Distribución de tallas y biología reproductiva del calamar (*Illex argentinus*) en el Mar Argentino (Campañas del B/I *Shinkai Maru* 1978-1979). Mar del Plata, Contrib. INIDEP, 383: 105-119.
- BRUNETTI, N.E. Contribución al conocimiento biológico-pesquero del calamar argentino (*Cephalopoda, Ommastrephidae, Illex argentinus*). Trabajo de tesis presentado para optar el grado de doctor en Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, 135 p. Manuscrito.
- BRUNETTI, N.E.; M. IVANOVIC; E. LOUGE y H. CHRISTIANSEN. Estudio de la biología reproductiva y de la fecundidad de las subpoblaciones bonaerense-norpatagónica y desovante de verano del calamar *Illex argentinus*. En V Simposio Científico de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, Mar del Plata, noviembre de 1988. Manuscrito.
- DURWARD, R.D., T. AMARATUNGA y R.K. O'DOR. 1979. Maturation index and fecundity for female squid, *Illex illecebrosus* (Le Sueur, 1821). ICNAF Res. Bull., 14: 67-72.
- JUANICO, M. 1983. Squid maturity scales for population analysis. E. Caddy, J.F. (ed.) Advances in assessment of world cephalopods resources. FAO Fish. Tech. Pap., (231): 452 p.
- NIGMATULLIN, CH. 1989. Las especies de calamar más abundantes del Atlántico Sudoeste y sinopsis sobre la ecología del calamar (*Illex argentinus*). Frente Marítimo (5): 71-82.
- SCHULDT, M. 1979. Contribución al conocimiento biológico-pesquero del ciclo reproductivo de *Illex argentinus*. CIC, Monografía 10, 110 p.