

BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL PULPO *Octopus mimus* (MOLLUSCA: CEPHALOPODA) DE LA REGIÓN DE MATARANI, AREQUIPA, PERÚ

REPRODUCTIVE BIOLOGY OF THE OCTOPUS *Octopus mimus* (MOLLUSCA CEPHALOPODA) FROM THE MATARANI REGION, AREQUIPA, PERÚ

Víctor Ishiyama¹, Betty Shiga² y Carmen Talledo³

RESUMEN

De mayo de 1995 a abril de 1996, se realizaron al azar muestreos mensuales de 25 ejemplares de *Octopus mimus* de los desembarques del puerto de Matarani, Arequipa (16° 59' 40"S y 72° 06' 13"W). Son animales gonocóricos, presentan dimorfismo sexual, y los machos tienen el brazo ectocotilizado o copulador. La proporción de sexos fue de 2,1:1,0 a favor de los machos; se determinaron ocho estadios de desarrollo de los ovocitos, durante la ovogénesis. De acuerdo a su comportamiento reproductivo, se estableció la siguiente escala de madurez gonadal: a) indiferenciado, b) inmaduro, c) inicio de maduración, d) en desarrollo, e) maduros, f) cópula, g) postcópula, autofecundación y evacuación, h) postevacuación. Las hembras maduras se encontraron preferentemente en la primavera y verano; los machos maduros a fines de la primavera y en el verano; la cópula se realizó preferentemente durante el verano; la autofecundación y evacuación de los huevos, se evidenciaron en agosto (50%), octubre (50%), noviembre (71,4%), diciembre (33%) y enero (33%). La primera madurez en los machos se encontró a los 9,5 cm y en las hembras a los 12,5 cm de la longitud dorsal del cuerpo.

Se observó algunas hembras con ovocitos maduros en lisis y con inicio de ovogénesis avanzada de un nuevo ciclo, que evidencia que no todas las hembras mueren después de cuidar los huevos hasta el final de la eclosión.

Palabras clave: Reproducción, pulpo, *Octopus mimus*, Mollusca, Cephalopoda.

ABSTRACT

Monthly random samplings (n = 25) were taken from May 1995 to April 1996 in Matarani port, Arequipa (10°59'40" South and 72° 06'13" West). They were shown to be gonochoric and to have sexual dimorphism (the male has an arm for copulation). The sex proportion was 2,1:1,0 (male : female); eight stages of the oocyte development were also found during oogenesis. According to their reproductive behavior, the following maturity gonadic scale was established: a) undifferentiated, b) immature, c) maturation beginning, d) developing, e) mature, f) copula, g) postcopula, autofecundation and evacuation, h) postevacuation. Mature females were preferentially found in spring and summer; mature males at the end of the spring and summer; copulation occurred during summer; autofecundation and evacuation of the eggs were evident in August (50%), October (50%), November (71,4%), December (33%) and January (33%). The first maturity in males was found at 9,5 cm and in the females at 12,5 cm of dorsal length of the body. Some females showed oocytes in lysis and with advanced oogenesis beginning of a new cycle, which demonstrates that not all female die after taking care of the eggs until the final hatching.

Key words: Reproduction, octopus, *Octopus mimus*, Mollusca, Cephalopoda

INTRODUCCIÓN

Los pulpos son uno de los invertebrados más evolucionados, y cumplen un papel pre-

ponderante entre de los recursos marinos, especialmente dentro de las pesquerías bentónicas. El pulpo *Octopus mimus* se dis-

¹ Laboratorio de Reproducción y Biología del Desarrollo, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima y Facultad de Estomatología, Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Lima.

² Laboratorio de Reproducción y Biología del Desarrollo, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

³ Departamento de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.

tribuye desde el norte de Perú hasta la costa central de Chile (Cortéz *et al.* 1995), y representa un potencial económico y comercial importante para nuestro país, motivo por el cual la especie debe ser preservada. En la actualidad es extraída sin ningún control, mediante la pesca artesanal en toda la zona costera de Arequipa y del país en general, debido a que la especie tiene gran demanda para el consumo directo. Las embarcaciones marisqueras artesanales salen diariamente del puerto de Matarani, y en un corto tiempo esta faena ha producido un incremento sostenido en los desembarques, que estaría ocasionando una explotación desmesurada de la especie; según la información estadística del Ministerio de Pesquería (MIPE), la captura del pulpo en la provincia de Islay aumentó considerablemente de 400 kg en 1984 a 14,954 kg en 1990, y para el año 1995 se ha calculado 20,000 kg. En otras provincias de la región de Arequipa también se observa la misma tendencia (Tabla 1).

Los antecedentes de estudios realizados sobre el pulpo *Octopus mimus*; en el ámbito nacional se refieren a aspectos relacionados a su taxonomía y distribución (Alamo y Valdivieso, 1987) y recientemente un trabajo sobre la madurez sexual de *O. mimus* (Nacarino, 1997). En otros países se han realizado numerosos trabajos sobre los pulpos, unos relacionados a la biología del *O. tewelchus* y *O. burryi* (Hanlon y Raymond, 1980; Pujals, 1986), otros sobre las diferentes fases del desarrollo sexual del *O. vulgaris* (Guerra, 1975; Tait, 1986), sobre aspectos reproductivos del *O. mimus* (Mangold, 1987), escala de madurez sexual de *Octopus* de la II Región de Chile (Olivares *et al.* 1994), influencia de la luz en la maduración sexual de hembras de *O. mimus* (Zuñiga *et al.*, 1995), reproducción de las hembras de *O. mimus* (Cortéz *et al.*, 1995), madurez sexual de *O. dofleini* (Sato, 1996), entre otros.

Consideramos que el estudio sobre la biología reproductora del pulpo *O. mimus*, de la

zona de Matarani, Arequipa, mediante la observación morfológica e histológica de los órganos reproductores, permite obtener información sobre su comportamiento reproductivo; también es de suma importancia considerar la influencia que pueda ejercer la temperatura superficial del mar en el comportamiento reproductivo de *O. mimus*.

Esperamos que los resultados obtenidos contribuyan a aplicar una extracción racional de la especie, reglamentada y controlada por el Ministerio de Pesquería. Se debe tener presente que un país que quiere lograr ganancias económicas a corto plazo sin un sustento técnico ni científico puede enfrentar desastres bioecológicos a mediano y largo plazo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras fueron mensuales, seleccionando individuos al azar de las capturas artesanales que desembarcaron en el puerto de Matarani (16°59'40" S y 72°06'13" W), entre mayo de 1995 y abril de 1996. En el laboratorio de Biología de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa se tomaron los datos morfométricos de cada uno de los ejemplares; posteriormente se aislaron las gónadas y se analizaron las características morfológicas de cada uno; inmediatamente se procedió a colocarlos en el fijador (formol ácido acético en agua de mar al 10%) y enviarlos al laboratorio de Reproducción y Biología del Desarrollo de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, donde fueron procesados con las técnicas histológicas rutinarias. Los cortes de 7 μ m de grosor fueron coloreados con hematoxilina-eosina y, utilizando un ocular micrométrico, se midió el diámetro de los ovocitos.

El estadio de madurez sexual fue estimado por el Índice gonadosomático (peso de la gónada expresado como porcentaje del peso del cuerpo); para las hembras se utilizó la proporción entre el peso del ovario, oviducto, glán-

Tabla 1. Desembarques del pulpo *Octopus mimus* en la región de Arequipa, Perú. Los datos están expresados en Kg. Fuente: MIPE 1995.

Provincias	Islay	Quilca	Camaná	Atico	Lomas	Chala	La Planchada
AÑO							
1984	400						
1985	6	35					
1986	276		590	2202	48		
1987	11028	880	550	3966	1901	3885	
1988	3291	1116		4073	827		720
1989	12833	300	200	9533	390	350	
1990	14954	1120	2610	7991	3396	486	780

dula oviducal y el peso del cuerpo; para los machos, se utilizó el peso relativo a todo el complejo de órganos reproductivos (testículo, conducto aferente, deferente, glándula anexa, saco de Needham) y el peso del cuerpo.

RESULTADOS

De los 303 ejemplares colectados, 107 (35,3%) fueron hembras y 196 (64,7%) machos, cuyas medidas fueron entre 9,5 y 25 cm de longitud dorsal del manto (LDM). Se ob-

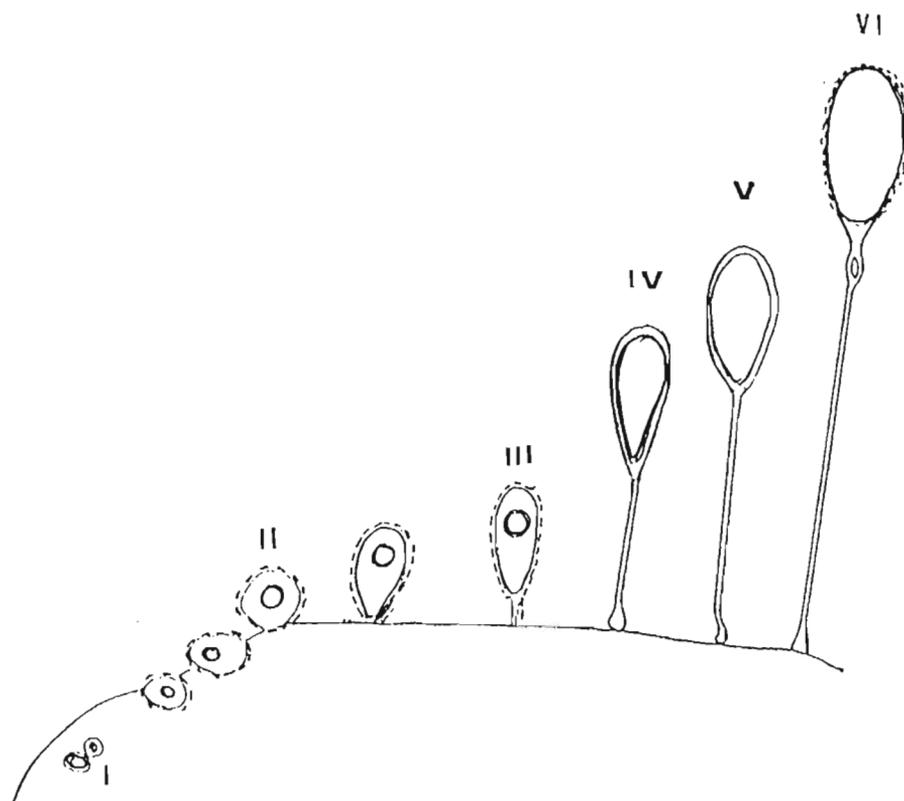


Figura 1. Esquema de la ovogénesis en *Octopus mimus*. Estadios de desarrollo I - IV.

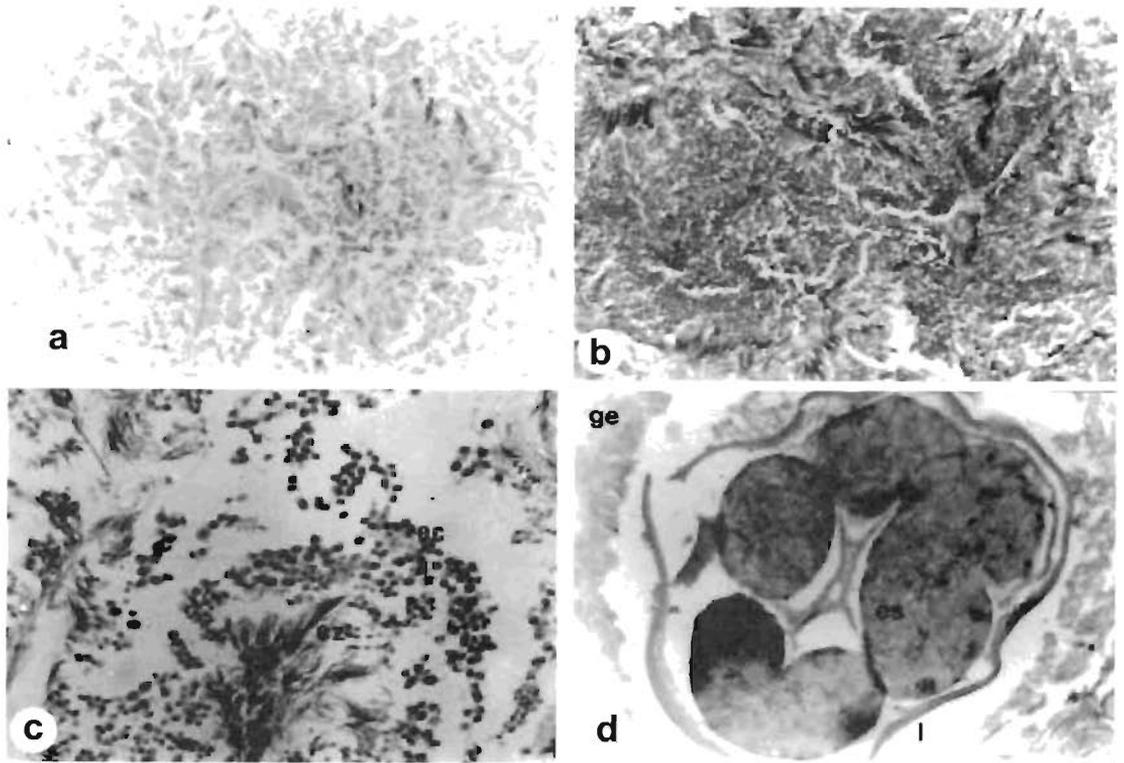


Figura 3. Escala de madurez gonadal de los machos de *Octopus mimus*: a) inmaduro (10x), b) en madurez (10x), c) maduro (32x), d) glándula espermatofórica con espermatóforos (32x). **ez** = espermatozoide; **ec** = espermatogonias; **ge** = glándula espermatofórica; **es** = espermatóforo; **l** = luz de la glándula.

servó un predominio de machos; la proporción de sexos fue de 2,1:1,0 a favor de éstos.

Morfología del sistema reproductor

Los testículos no presentan tubos seminíferos, pero sí pliegues en la pared de la gónada, lugar donde se realiza la espermatogénesis; los conductos aferentes continúan con la vesícula seminal, la glándula anexa y el conducto deferente desembocan en la bolsa de Needham, que se prolonga con el pene, que presenta un divertículo en su porción proximal. Los ovarios también forman pliegues en la pared de la gónada, lugares donde se realiza la ovogénesis; el ovario continúa con dos oviductos proximales, cada uno con la glándula oviducal o nidamentaria y oviductos distales; en la parte externa del ovario cerca a los oviductos, se observa un par de

conductos gonopericardiales o conductos vasculares acuíferos. Los ovarios van cambiando de color y de tamaño de acuerdo al desarrollo durante la madurez gonadal

Características de los ovocitos

Los ovocitos durante la gametogénesis sufren cambios, debido fundamentalmente al incremento paulatino del vitelo, a la formación de pliegues dentro del citoplasma por la invaginación de las células foliculares y por la formación de un pedúnculo delgado por donde se fijan a la pared del ovario, y cuando los ovocitos fecundados son evacuados se fijan al sustrato por dicho pedúnculo (Fig. 1).

Ovogonias I. Son células germinales pequeñas e inmaduras, con un núcleo grande que ocupa casi toda la célula; se encuentran

Tabla 2. Ejemplares maduros, y pesos mínimos de las gónadas. La cópula se realizaría durante el verano y la autofecundación en las hembras se produce de diciembre a abril y en menor intensidad, en el resto del año.

* Bolsa de Needham con espermatozoides

MESES	MADUROS		COPULA	PESO MINIMO GONADA	
	(%)			(g)	
	HEMBRA	MACHO		HEMBRA	MACHO
Mayo 1995					4,5
Junio					3,4
Julio					3,9
Agosto	33,3				
Setiembre	25,0				
Octubre	25,0				
Noviembre	14,3	39,0			
Diciembre			sí	2,2	1,4
Enero 1996	41,3	6,7			
Febrero		16,7	sí	1,0	
Marzo	98,0	10,0			
Abril		9,0	sí	0,7	2,0

inmersas en el estroma de los pliegues de la pared del ovario y están rodeadas por una capa delgada de células foliculares. Las ovogonias más pequeñas tienen forma ligeramente aovada (promedio $8 \mu\text{m}$), adoptan luego la forma ovalada (promedio $12 \mu\text{m}$) y esférica (promedio $32 \mu\text{m}$) (Fig. 1 y Fig. 2a, b, c).

Ovocitos II y III. En previtelogénesis, esta fase comienza con la síntesis del vitelo en las placas precursoras (cerca del núcleo) y a medida que se sintetiza el vitelo, se va expandiendo en el citoplasma: a) los ovocitos II (promedio $0,3 \text{ mm}$) salen del estroma del ovario, son de forma poliédrica a ovalada, presentan el núcleo grande y ligeramente excéntrico, que contiene un nucleolo grande; permanecen unidos a la pared del ovario por las células foliculares que envuelven a los ovocitos; b) los ovocitos III (promedio de $2,02 \times 0,94 \text{ mm}$), que al aumentar de tamaño toman la forma de una gota de agua alongada, con el núcleo en la zona de mayor diámetro de la célula y en cuyo extremo más aguzado del ovocito la do-

ble capa de células foliculares va formando un pedúnculo delgado de $0,4 \text{ mm}$ de longitud promedio, que mantiene unido el ovocito a la pared del ovario (Fig. 1 y Fig. 2a, c, d).

Ovocitos IV. En vitelogénesis primaria, tiene un tamaño promedio de $4,1 \times 1,1 \text{ mm}$. Toman la forma de una gota de agua muy alargada, las células foliculares comienzan a introducirse en el citoplasma, y el núcleo ligeramente excéntrico contiene un nucleolo fragmentado; el pedúnculo delgado tiene un promedio de $2,02 \text{ mm}$ de longitud (Fig. 1 y Fig. 2e, f, g).

Ovocitos V. En vitelogénesis secundaria, tienen el tamaño promedio de $4,4 \times 1,3 \text{ mm}$, con pliegues foliculares profundos en el citoplasma. Toman la forma de una gota de agua, con un pedúnculo delgado de $2,34 \text{ mm}$ de longitud promedio (Fig. 1 y Fig. 2e, h, i, j).

Ovocitos VI. En vitelogénesis secundaria avanzada, que es el final de la vitelogénesis, los pliegues foliculares van desapareciendo.

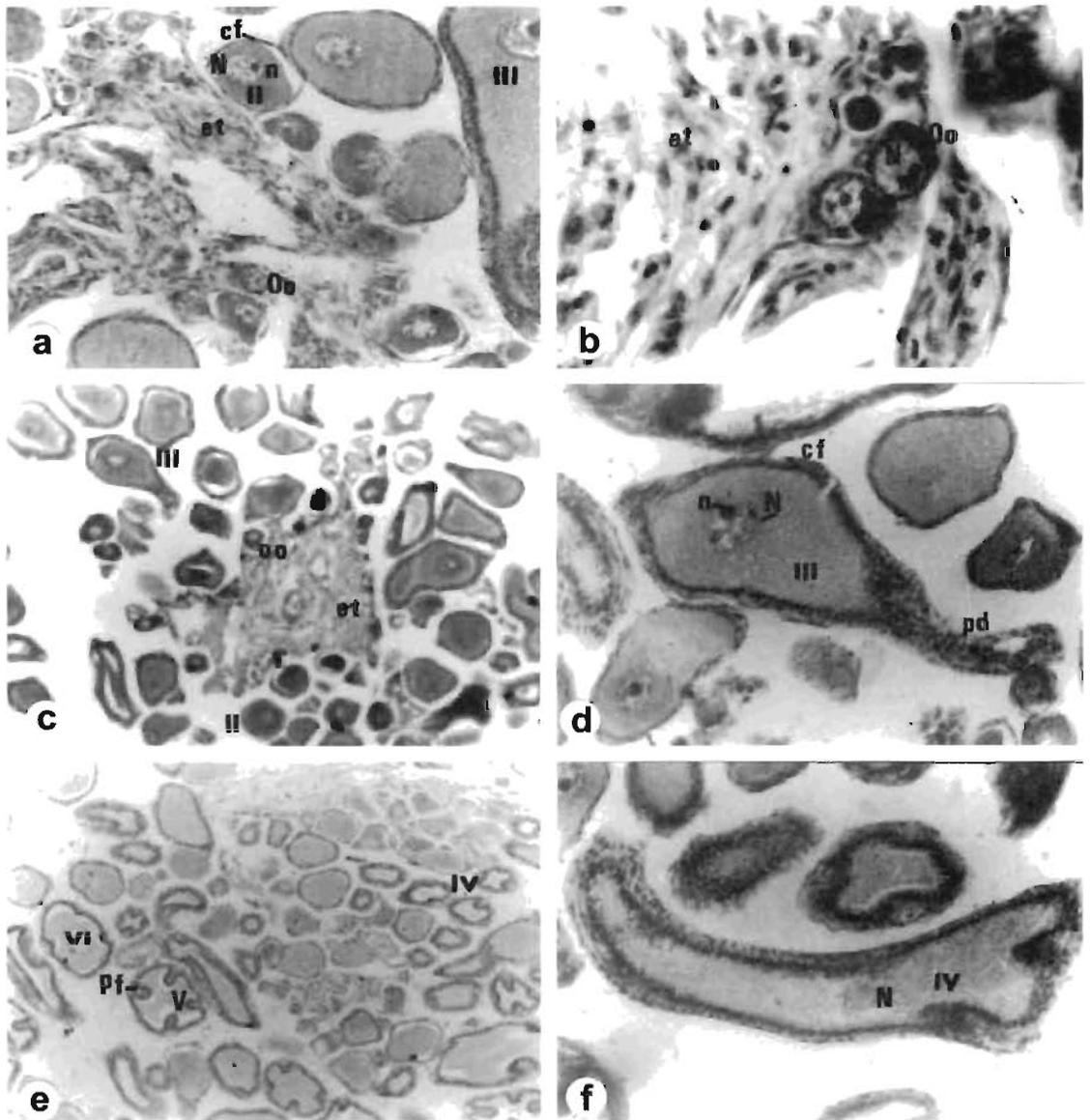


Figura 2. Escala de madurez gonadal y ovogénesis de *Octopus mimus*: a) inmaduro (32x), b) inmaduro (80x), c) inicio de maduración (10x), d) ovocitos III (32x), e) en desarrollo (10x), f) ovocito IV (32x). Oo = ovogonias; et = estroma ovárico; N = núcleo; n = nucleolo; cf = células foliculares; II = ovocito II; III = ovocito III; IV = ovocitos IV; V = ovocito V; VI = ovocitos VI.

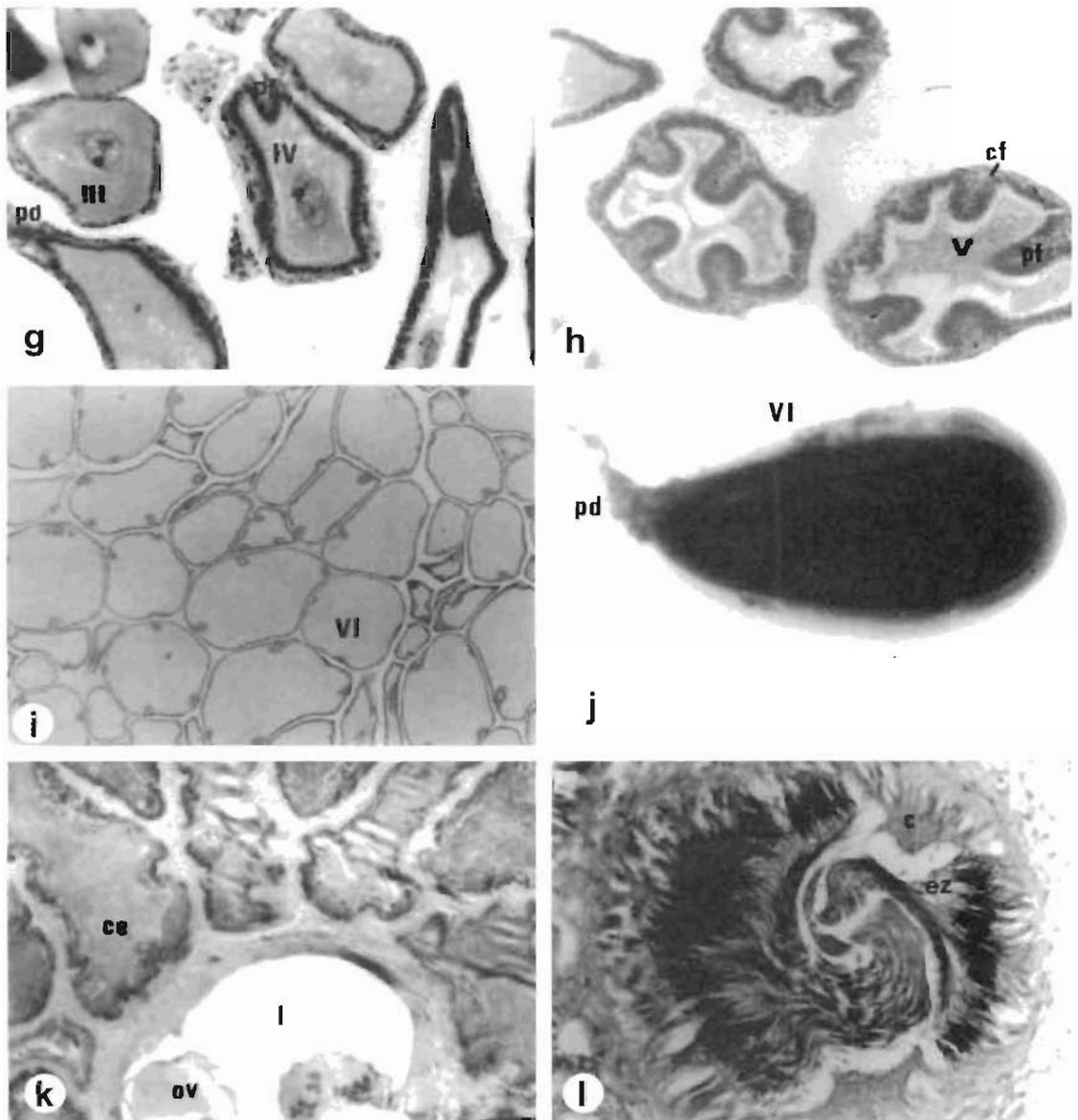


Figura 2 (cont). g) ovocito II y IV (32x); h) ovocito V (32x); i) maduro (10x); j) ovocito VI "in toto" (10x); k) glándul aovidual (10x); l) cámara espermatofórica (32x). **pd** = pedúnculo del ovocito; **pf** = pliegues foliculares; **v** = vitelo; **Ce** = cámara espermatofórica; **I** = luz de cámara espermatofórica; **Ov** = ovocitos maduros VII evacuados para su autofecundación; **c** = células epiteliales que tapizan la cámara espermatofórica; **ez** = espermatozoides.

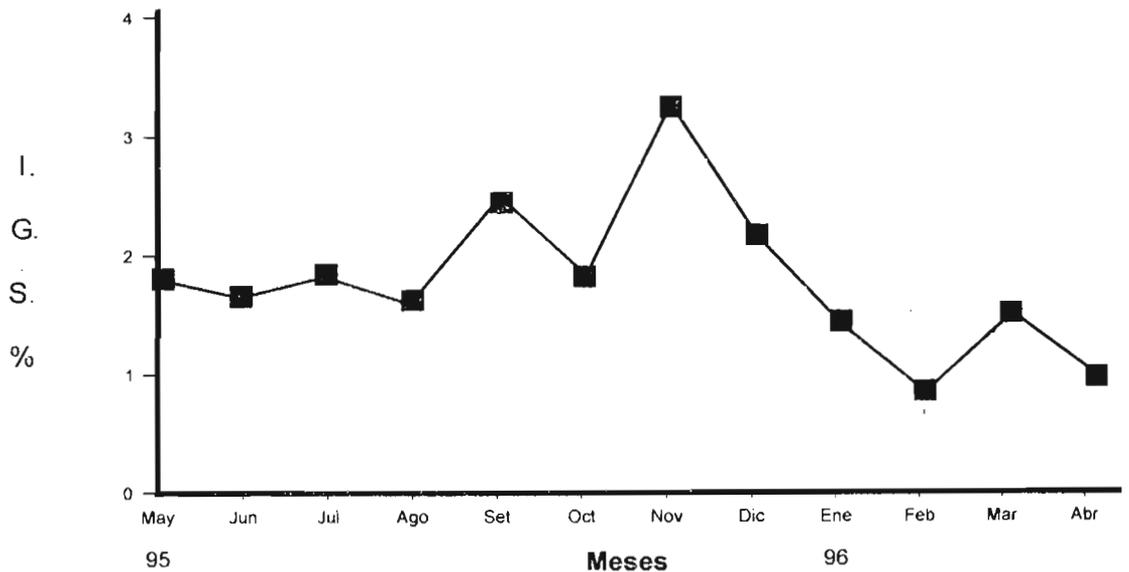


Figura 4. Diámetro promedio de las gónadas

La célula toma la forma de un cono alargado, tiene un tamaño promedio de 4,6 x 1,5 mm, se encuentra unida a la pared del ovario por el pedúnculo delgado de 5,8 mm de longitud promedio, que en su extremo proximal presenta una pequeña dilatación; luego se inicia la homogeneización del vitelo, que se produce por la fusión de los gránulos de vitelo (Fig. 1 y Figs. 2e, i, j).

Ovocitos VII. Se hidratan antes de la evacuación.

Ovocitos VIII. Desovados, se encuentran en el oviducto proximal, glándula oviducal y oviducto distal; mide 4,6 x 1,5 mm (Fig. 2k). Las células foliculares quedan en el ovario, formando los folículos postovulatorios (FOP).

Los ovocitos maduros *atrésicos* son los que no han sido evacuados y comienzan a sufrir lisis celular

Escala de madurez gonadal

Al realizar el análisis y observaciones morfológicas e histológicas de las gónadas y considerando los cambios que sufren los

ovocitos durante el desarrollo del ciclo reproductor, pudimos determinar la siguiente escala de madurez gonadal:

Indiferenciada. Los sexos son indefinidos, la gónada es pequeña, no se diferencian las células germinales.

Inmaduro. En los machos, la gónada es pequeña, y sus conductos están poco diferenciados; el testículo es pequeño, con espermatogonias y espermatocitos (Fig. 3a). En las hembras, los oviductos son delgados y translúcidos, la glándula oviducal es pequeña y sin pigmentación, y en su interior no se diferencian las cámaras espermatofóricas (cámaras espermáticas o espermatecas); el ovario es pequeño, blanquecino, contiene ovogonias I y ovocitos II (Figs. 2a, b, c).

Inicio de la maduración. El testículo aumenta ligeramente de tamaño por la producción de espermatocitos (Fig. 3b). En las hembras, los oviductos comienzan a ensancharse, la glándula oviducal aumenta progresivamente de tamaño, lo mismo que el ovario, debido a que existe mayor cantidad de ovocitos II y III en previtelogénesis (Figs. 2a, c, d, g).

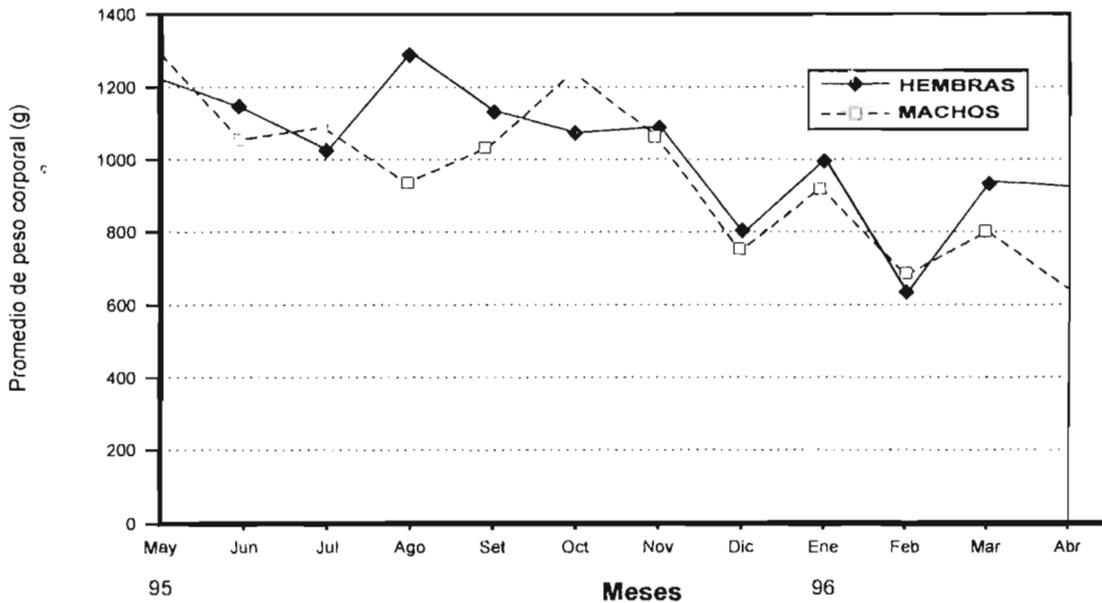


Figura 5. Promedio mensual del peso de las gónadas

En desarrollo. El testículo aumenta de tamaño por la producción de espermatozoides (Fig. 3c), y se inicia la formación de espermátóforos en la glándula espermatófórica o accesoria (Fig. 3d). En las hembras, hay un ligero desarrollo respecto de la fase anterior. En el ovario se observaron ovocitos III y IV (Figs. 2a, c, d, f, g).

Maduros. La gónada masculina desarrollada se nota poco turgente, y los espermátóforos llenan la bolsa de Needham, donde completan su maduración. En las hembras se produce un desarrollo desmesurado de los ovarios; los oviductos y la glándula oviducal aumentan progresivamente de tamaño; hay predominio de ovocitos V con el citoplasma lleno de vitelo acidófilo; posteriormente, el vitelo comienza a homogeneizarse y las invaginaciones de las células foliculares van desapareciendo (Figs. 2e, h).

Cópula. El testículo se nota flácido, de menor tamaño, con la membrana externa rugosa; los pocos espermatozoides están en lisis y las células germinales en desorden. La bolsa de Needham se observa turgente, llena de espermátóforos. El pene erecto, al eyacular

los espermátóforos, los transfiere con el tentáculo ectocotilo (tercer brazo derecho), al interior de la cavidad paleal de las hembras.

Durante la cópula, las hembras reciben los espermátóforos, que son introducidos en el oviducto distal para ser transportados a la glándula oviducal, donde se van almacenando en las 18 a 20 cámaras espermatófóricas, en las que los espermatozoides se van colocando ordenadamente, con la cabeza adherida al epitelio cilíndrico que tapiza dichas cámaras (Fig. 2L).

Postcópula, autofecundación y evacuación. La gónada masculina se mantiene flácida, con las células germinales en desorden, y la bolsa de Needham está vacía por la evacuación de los espermátóforos.

En el ovario se observaron ovocitos VI (Figs. 2e, i, j) cuando las condiciones son favorables. Las hembras van evacuando los ovocitos VII (Fig. 2k), que viajan por el oviducto proximal, y al llegar a la glándula oviducal los espermatozoides se van desprendiendo del epitelio cilíndrico que tapiza las cámaras espermatófóricas, para ir fecundando a los ovocitos (Fig. 2k), e inmediatamente son

envueltos por una cápsula secretada por la glándula oviducal y por el oviducto distal, que forman la envoltura externa de los huevos; luego pasan a la cavidad paleal, y las hembras depositan los huevos en madrigueras, donde quedan adheridos para continuar su desarrollo, con la protección y cuidados que ellas brindan.

Postevacuación. La gónada de los machos es pequeña e inmadura. El ovario es pequeño, flácido y de color plumizo; histológicamente se observaron folículos postovulatorios (FPO); las ovogonias y ovocitos inmaduros se encuentran en desorden y los ovocitos VI no evacuados sufren lisis; la glándula oviducal se reduce de tamaño y las cámaras espermatofóricas son imperceptibles. Se han observado algunas hembras que han iniciado el desarrollo de los ovocitos para un nuevo ciclo reproductor.

Índice gonadosomático

En la correlación entre el peso del cuerpo y el peso de la gónada, su interpretación fue mejor para los machos ($r = 0,906$) que para las hembras ($r = 0,596$). La distribución del Índice gonadosomático (machos + hembras), presenta un progresivo incremento en su valor a partir de setiembre, lo cual indica que el periodo de madurez se ha iniciado y alcanza su máximo valor en el mes de noviembre. A partir de diciembre presenta una caída progresiva, que indica que el periodo de evacuación ha comenzado, lo cual es notorio en febrero. El índice gonadosomático en los machos raramente sobrepasa el 2%, mientras que en las hembras llegó a valores de hasta un 5% antes del desove. En los machos maduros, los testículos están flácidos, mientras que la bolsa de Needham está llena de espermatóforos.

Reproducción

Son animales gonocóricos, no se aprecia

diferencia de tamaño y peso corporal entre las hembras y machos, pero existe dimorfismo sexual a nivel del brazo ectocotilizado o copulador del macho. La reproducción de *O. mimus* se caracterizó porque las hembras maduras se encuentran en mayor proporción, durante la primavera y el verano: en agosto (33%), setiembre (25%), octubre (25%), noviembre (14%), enero (46%) y marzo (98%); mientras que los machos maduros (con la bolsa de Needham llena de espermatóforos) se evidencian a fines de la primavera y en el verano: en noviembre (39%), enero (6.7%), febrero (10%), marzo (12%) y abril (9%) (Tabla 2). La cópula se produciría preferentemente de diciembre a abril, y la autofecundación y evacuación de los huevos, durante todo el año, pero con mayor incidencia en agosto (50%), octubre (50%), noviembre (71.4%), diciembre (33%) y enero (33%), para lo cual se tomó en consideración la presencia de huevos en los oviductos y en la glándula oviducal de las hembras (Tabla 2 y Fig. 2k).

Tomando en consideración el promedio mensual del diámetro de las gónadas (testículos y ovarios), de mayo de 1995 a abril de 1996, se observó que no hay diferencia significativa, y en ambos (testículos y ovarios) el diámetro fue mayor de agosto a noviembre, con incrementos pequeños en enero y marzo (Fig. 4), mientras que en el peso promedio mensual de las gónadas se observó diferencias entre el macho y la hembra; en los machos, los pesos fueron menores al de las hembras (Fig. 5).

No todas las hembras mueren después de evacuación y desarrollo de los huevos fecundados: observamos algunos ejemplares con ovocitos maduros en lisis y con reinicio avanzado de la ovogénesis de un nuevo ciclo.

El tamaño mínimo de ejemplares maduros se encontró en los machos a los 9,5 cm de longitud dorsal del manto (LDM), 3,1 g del peso de la gónada y 301,5 g del peso total del cuerpo; en las hembras, a los 12,5 cm LDM, 16,1 g del peso de la gónada y 739,8 g de peso total del cuerpo.

DISCUSIÓN

La proporción de sexos en *O. mimus* en la región de Matarani, Arequipa, fue de 2,1:1,0 a favor de los machos; para la misma especie en la región de Pucusana, Lima, la proporción fue de 1,2:1,0 a favor de los machos (Nacarino, 1997), reportado también por Guerra (1975) con predominio de machos para *O. vulgaris*; esto se debería a que las hembras se encuentran protegiendo el desarrollo de sus embriones y a la mortandad de las hembras, que ocurre por agotamiento, después de la eclosión de los huevos.

El peso de la gónada expresado como porcentaje del peso del cuerpo ha sido utilizado como índice para estimar el estadio de madurez sexual y demostrar la reproducción estacional de los cefalópodos de la familia Octopodidae (Mangold, 1987). Los valores más altos del Índice gonadosomático encontrados de setiembre a diciembre muestran un periodo de madurez y desove de *O. mimus* coincidente con el aumento paulatino de la temperatura superficial del agua de mar. Esto no concuerda con los hallazgos realizados por Pujals (1986) en *O. tehuelchus*, donde el periodo de desarrollo y maduración del grueso de la población ocurre de diciembre a mayo. Estos resultados difieren de las observaciones realizadas en otras especies de *Octopus* de las áreas tropicales y subtropicales, donde al parecer éstas se reproducirían a lo largo de todo el año, sin mostrar una estacionalidad en la maduración de las gónadas (Mangold, 1983); los valores más bajos del índice gonadosomático en los machos de *O. mimus* revelaría la existencia de una permanente producción de espermátóforos, mientras que en las hembras los valores más altos del índice gonadosomático estarían relacionados con la época de máxima madurez antes de la puesta. Esto concuerda con las observaciones de Mangold (1983) para *O. vulgaris* en el mar Mediterráneo y el Este del Atlántico; mien-

tras que para *O. mimus* de la región de Matarani, Arequipa (Perú), los ejemplares maduros se observaron durante la primavera, y la cópula se realizó preferentemente durante el verano.

Mangold y Von Boletzky (1973) encontraron hembras maduras de marzo a agosto, y observaron la evacuación de marzo a octubre y que la muerte de las hembras se produce después de la eclosión de los huevos; Tanaka (1958) registra resultados similares para *O. vulgaris* en la península de Boso en Japón. Mangold (1983) observó que los ejemplares capturados en postevacuación tenían el hepatopáncreas reducido, y el aspecto del animal mostraba signos de agotamiento, lo que le produciría la muerte; Arnold y William-Arnold (1977) también mencionan que el calamar muere después del desove. Las hembras de *O. vulgaris* al cuidar sus embriones no se alimentan, y el hepatopáncreas disminuye de tamaño, lo que causaría la mortandad de las hembras (Guerra, 1975), y en *O. mimus* de la región de Iquique en Chile, después de la evacuación y cuidado de los embriones, las hembras se deterioran dramáticamente, disminuyendo hasta el 25% del peso total del animal (Cortéz *et al.*, 1995); en *O. mimus* de la región de Camaná, Arequipa, en el Perú, encontramos evidencias de que algunas hembras realizan más de un desove antes de morir.

Burukousky *et al.* (1977) indican que los procesos de maduración de los cefalópodos parecen ser similares. A este respecto, Sauer y Lipinski (1990) encuentran que los estadios histológicos descritos para las gónadas de los machos de *Loligo vulgaris reynaudii*, por Grieb y Beeman (1978) para la maduración de los machos de *Loligo opalescens* y a la escala de madurez sexual del calamar *Illex argentinus* (Brunetti 1990) son similares a los descritos por Tait (1986) para *O. vulgaris*, mientras que Sato (1996), en las hembras inmaduras y maduras de *O. dofleini*, las determina por el color de los ovarios y en los machos por la longitud de los espermátóforos.

Olivares *et al.* (1994) al estudiar los octopus de la II Región de Chile, mencionan que las gónadas son consecuentes a la función de los gametos, a la vitelogénesis, ovulación y evacuación. En *O. dofleini*, las hembras maduras fueron frecuentes de enero a mayo, y los machos madurantes de marzo a diciembre, y los inmaduros durante todo el año (Sato, 1996). *O. mimus* de Iquique, Chile, se reproducen durante todo el año, pero la evacuación no fue favorable en invierno (Cortéz *et al.*, 1995), coincidente con los resultados obtenidos para *O. mimus* de la zona de Pucusana, Lima (Nacarino, 1997). Estos reportes coinciden parcialmente con nuestros resultados para la misma especie *O. mimus* del litoral de Matarani, Arequipa, Perú, donde la principal época de cópula y autofecundación ocurre durante el verano y secundariamente las hembras se van autofecundando durante el resto del año; resultados que sí coinciden con los obtenidos en *O. joubini* —que fueron mantenidos en el laboratorio, donde observaron cópula en dos oportunidades; los machos acecharon agresivamente a la hembra e introdujeron el brazo ectocotiloizado dentro del manto de la hembra, que luego realizó varias puestas durante el año (Morales y Robaina, 1988)— y también con lo reportado para *O. briareus* (Robaina, 1983).

Nacarino (1997), al estudiar la madurez sexual de *O. mimus* de la zona de Pucusana, Lima, determinó VIII diferentes etapas de desarrollo de los ovocitos, resultados coincidentes con nuestras observaciones para *O. mimus* de la zona de Matarani, Arequipa; también describe que las hembras en máxima madurez se encontraron en abril, junio y noviembre, y que la época de desove es en diciembre y mayo, resultados que no coinciden con los obtenidos para la misma especie de la zona de Matarani, Arequipa, donde las hembras maduras se encontraron durante la primavera y el verano, mientras que la cópula y el desove se realizaron preferentemente durante el verano.

Olivares *et al.* (1994), al realizar la escala de madurez gonadal de *Octopus*, determinaron para los machos *maduros e inmaduros*, y para las hembras *inmaduras, inicio de vitelogénesis, vitelogénesis, final de vitelogénesis, ovuladas y desovadas*, resultados que coinciden parcialmente con nuestras observaciones en *O. mimus* de la región de Matarani, Arequipa, y con *O. mimus* de la región de Pucusana, Lima (Nacarino, 1997).

Mangold (1983) reporta que en *O. vulgaris* el tamaño y la edad a la cual alcanzan la madurez sexual parecen depender primariamente de la luz, temperatura y alimentación; mientras que Zuñiga *et al.* (1995), al estudiar *O. mimus* en cautiverio, observaron que las hembras a baja luminosidad desovan al cabo de 60-90 días, en tanto que las sometidas a luminosidad total no desovan.

Agradecimiento: Al CONCYTEC por su apoyo económico, que permitió culminar el proyecto de investigación.

LITERATURA CITADA

- Álamo, V. y V. Valdivieso. 1987. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Bol. Inst. Mar Perú-Callao. Vol. Extraordinario: 1-205.
- Arnold, J. y L. William-Arnold. 1977. Cephalopoda: Decapoda. In A. C. Giese y L. S. Pearse (eds.) Reproduction of marine invertebrates. Academic Press, England 243-290.
- Brunetti, N. E. 1990. Escala para la identificación de estadios de madurez sexual del calamar (*Illex argentinus*). Frente Marítimo, 7(Secc. A): 45-51.
- Burukovsky, R. N.; G.V. Zuev; C.M. Nigmatullin y M. A. Tsybal. 1977. Methodological basis for working out the scales of reproductive system maturity in the squid female *Sthenoteuthis pteropus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) taken as an example. Zoologicheskii Zh., 56(12):1781-1791 (In Russian).
- Cortéz, T.; B.G. Castro y A. Guerra. 1995. Reproduction and condition of female *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda). Mar. Biol., 123:505-510.
- Guerra, A. 1975. Determinación de las diferentes fases del desarrollo sexual de *Octopus vulgaris* Lamarek, mediante un índice de madurez. Inv.

- 123:505-510.
- Guerra, A. 1975. Determinación de las diferentes fases del desarrollo sexual de *Octopus vulgaris* Lamarck, mediante un índice de madurez. *Inv. Pesq.*, **39(92)**:397-416.
- Guerra, A. 1978. Sobre la alimentación y el comportamiento alimentario de *Octopus vulgaris*. *Inv. Pesq.* (42):364-551.
- Grieb, T. M. y R. V. Beeman. 1978. A study of spermatogenesis in the spawning population of the squid *Loligo opalescens*. In: Biological, Oceanographic and Acoustic Aspects of the Market squid, *Loligo opalescens* Berry. Recksiek, C. W. y H. W. Frey (eds.), *Fish. Bull. Calif.*, **169**:11-21.
- Hanlon, R. T. y F.H. Raymond. 1980. Body Patterning and Field Observations of *Octopus burry* Voss, 1950. *Bull. Mar. Sci.*, **30(4)**:749-755.
- Mangold, K. 1983. *Octopus vulgaris*. In: P. R. Boyle (De). *Cephalopod Life Cycles Vol. I. Species Accounts*. Academic Press Inc. (London), pp. 335-365.
- Mangold, K. 1987. Reproduction. In: P. R. Boyle (De). *Cephalopod Life Cycles Vol. II. Comparative Reviews*. Academic Press. Inc. (London), 157-200.
- Mangold, K. y S. Von Boletzky. 1973. New data on reproductive biology and growth of *Octopus vulgaris*. *Mar. Biol.*, **19**: 7-12.
- Morales, F. A. y G.G. Robaina. 1988. Biología de *Octopus joubini* Robson, 1929 (Mollusca: Cephalopoda) en las costas del estado de Nueva Esparta-Venezuela. *Contribuciones Científicas*, **16**:35.
- Nacarino, M. 1997. Estudio de la madurez sexual de *Octopus mimus* Gould 1852 (Cephalopoda: Octopoda) en Pucusana, Lima. Tesis para optar la Licenciatura en Biología, Universidad Ricardo Palma, 65 pp.
- Olivares, P. A.; R.O. Zuñiga y N.E. Retamales. 1994. Escala de madurez sexual de *Octopus* de la I Región, Chile. *Estud. Oceanol.*, **13**:89-91.
- Pujals, M. A. 1986. Contribución al conocimiento de la biología de *Octopus tehuelchus* D'Orbigny (Mollusca: Cephalopoda). *An. Soc. Científ. Argentina* (47):29-71.
- Robaina, G. 1983. Sobre el cultivo y mantenimiento de *Octopus briareus* (Cephalopoda: Octopoda). *Inf. Tecn. Inst. Inv. Pesq.*, **106**:3-20.
- Sato, K. 1996. Survey of sexual Maturation in *Octopus dofleinii* in the Coastal water of Cape Shiraya, Shimokita Peninsula, Aomori Prefecture. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **62(3)**:355-360.
- Sauer, W. H. y M. R. Lipinski. 1990. Histological validation of Morphological stages of sexual Maturity in chokker squid *Loligo vulgaris reynaudii* D'Orb. (Cephalopoda: Loliginidae). *S. Afr. J. Mar. Sci.*, **9**:189-200.
- Tait, R. W. 1986. Aspects physiologiques de la sénescence post reproductive chez *Octopus vulgaris*. Ph. D. Thesis, University of Paris, 221 pp.
- Tanaka, J. 1958. On the stock of *Octopus vulgaris* Lamarck, on the East Coast of Boso peninsula, Japan. *Bull. Jap. Soc. Fish.*, **24(6)**:601-607.
- Zuñiga, R. O.; P. A. Olivares y R.L. Ossandón. 1995. Influencia de la luz en la maduración sexual de hembras de *Octopus mimus*. *Estud. Oceanol.*, **14**:75-76.