

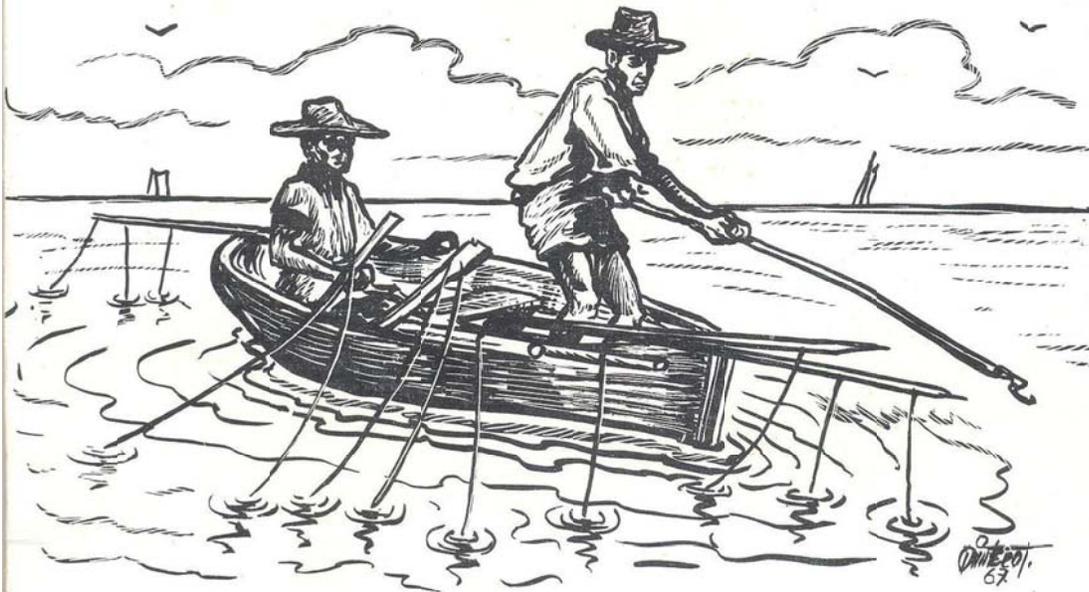


SECRETARIA DE PESCA

Instituto Nacional de la Pesca

Centro Regional de Investigación Pesquera de Yucalpetén, Yuc.

Memoria



SIMPOSIO  
sobre  
"Investigaciones de Pulpos y Calamares"

Yucalpetén, Yucatán, 10 al 11 de Nov. de 1981

Biol. Manuel J. Solís Ramírez  
Editor Científico.

Febrero, 1987

## C O N T E N I D O

Presentación.....	3
Algunos aspectos del uso de cefalópodos en las investigaciones médicas. William H. Hulet.....	5
Principales consideraciones en el cultivo de pulpos en laboratorio. John W. Forsythe.....	25
Problemas biológicos de la pesca de los cefalópodos Gilbert L. Voss.....	47
Situación actual de las investigaciones de pulpo y calamar en el Golfo de México y Caribe. Manuel J. Solís Ramírez.....	57

## PRESENTACION.

La captura del pulpo constituye importante renglón económico en la Península de Yucatán, significando una derrama anual aproximada de 200 millones de pesos directamente al pescador; en tanto que el calamar es un recurso potencial, ya que actualmente solo es capturado de modo incidental con redes arrastreras, camaroneras y escameras de fondo y rudimentariamente, con escasos rendimientos en Progreso, Yuc., durante julio y agosto.

Conocer dónde, cuándo, cómo y con qué capturarlos, cómo aprovecharlos como alimento humano directo; sus perspectivas de cultivo comercial y su utilización en investigaciones biomédicas, han motivado la implementación del Simposio que se ofrece a profesionales, estudiantes, pescadores e industriales interesados en la explotación de los recursos pulpo y calamar.

Diversas circunstancias habían impedido la publicación del presente documento, sin embargo, considerando aún vigentes los conceptos en las aportaciones de los participantes del evento de referencia, se hicieron las gestiones necesarias para lograr su edición.

## AGRADECIMIENTOS.

Se agradece a la Cámara Nacional de la Industria Pesquera, Delegación Yucatán, el financiamiento de la presente publicación; al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y a la Delegación Federal de Pesca del Estado de Yucatán que con su apoyo hicieron posible el viaje de uno de los conferencistas en 1981 y a la Srita. Hila Zumárraga F. por mecanografiar uno de los trabajos en su versión española y el del autor.

EL EDITOR.

ALGUNOS ASPECTOS DEL USO DE CEFALOPODOS  
EN LAS INVESTIGACIONES MEDICAS

por

WILLIAM H. HULET\*

Hace cuarenta y dos años que el gran Profesor J. Z. Young descubrió de nuevo el axón gigante de los calamares. En realidad, el sistema nervioso del calamar, en la especie Loligo pealei, fué descrito por Williams en 1909; pero, su tesis se empolvó hasta que el Profesor Young la revivió con sus estudios clásicos (Young, 1939).

Cuando nos referimos al "axón gigante", hablamos de los nervios que salen por el ganglio estrellado y proveen los músculos del manto (Fig. 1). Los dos ganglios estrellados están situados en el manto y ellos contienen las neuronas de tercer orden (Martin, 1977). Las neuronas de primer y segundo orden están situadas en el cerebro. Son los nervios estrellados los que interesan a los investigadores médicos - (Fig. 2), especialmente a los fisiólogos (Brinley, 1980).

Cada nervio contiene muchos axones, pero solamente uno de ellos es bastante grande para hacer experimentos fisiológicos (Fig. 3). En algunas especies de calamares, el diámetro de este axón gigante alcanza casi un milímetro (Arnold et al., 1974). Recuerden Uds. que ese tamaño se refiere a una parte de una célula nerviosa. Como sabemos, esta parte, el axón, conduce la corriente eléctrica a los músculos del manto. La velocidad del impulso nervioso es en relación directa al diámetro del axón. El resultado de esta acción es la propulsión a chorro.

\* The Marine Biomedical Institute  
University of Texas Medical Branch  
Galveston, Texas 77550

Para hacer los experimentos fisiológicos en el laboratorio, se hace una disección y se remueve el nervio estrellado más largo del manto (Figs. 4 y 5). Este se llama el primer nervio estrellado y pasa a cada lado paralelo a la pluma. Después de quitar todo el tejido que lo rodea, el axón gigante está listo para experimentar. Más de una persona ha ganado el premio Nóbel por su trabajo usando el axón gigante de los calamares (Hodgkin y Huxley, 1952).

Cuando se miran los calamares y los pulpos nadando libremente en el mar o en un tanque de laboratorio, uno está consciente de estar en la presencia de un animal siempre atento. Son los ojos que parecen verlo todo. El ojo de los cefalópodos es muy semejante al ojo de los vertebrados. Esta semejanza es un ejemplo clásico de evolución convergente. Debido a ésto, muchos ojos de cefalópodos han sido usados en el estudio de la anatomía y fisiología comparativa. Sabiendo que el ojo de los cefalópodos está tan desarrollado, no nos debe coger de sorpresa que estos animales tengan modos muy visibles de mostrar sus perceptibilidades. Además de sus acciones y movimientos, ellos se expresan através de los cromatóforos de la piel (Fig. 6 y 7). Mi colega, el doctor Roger Hanlon, escribió su tesis sobre la función de los cromatóforos y el significado de sus diseños (Fig. 8). Por ejemplo, cromatóforos en franjas indican un estado agresivo (Fig. 9).

A veces, nosotros mantenemos vivas más de ocho especies de calamares, jibias y pulpos en nuestros tanques en Galveston. El mantenimiento de los calamares es lo más difícil (Hanlon et al., 1978). El calamar es un animal pelágico y las paredes de un tanque constituyen un obstáculo extraño (Fig. 10). Sufren heridas de piel, cola y aletas (Hulet et al., 1979). Pocos saben que la piel del calamar es sólo de una célula

de espesor y el borde exterior es completamente vellosa (Fig. 11).

Para proveer calamares y pulpos a los investigadores médicos, el gobierno de los EE. UU. nos ha dado una subvención para tratar de criar algunas especies (Fig. 12). Hasta ahora hemos completado el ciclo de vida del calamar de California Loligo opalescens en nuestro laboratorio. Los huevos traídos de California, produjeron recién nacidos normales, los cuales crecieron y ya adultos pusieron huevos fértiles. Esta segunda generación de recién nacidos fué normal.

Finalmente, les mostraré algunas fotografías, hechas con el microscopio electrónico, de los recién nacidos de la especie Loligo pealei (Figs. 13, 14, 15 y 16). Después del desarrollo embrionario, llega el tiempo para la eclosión (el nacimiento) (Boletzky, 1977, 1979). Se rompe el corion por el órgano de Hoyle, el cual está situado en el punto más caudal del manto. Las células de esta parte de la epidermis están llenas de enzimas que disuelven la membrana del corion.

Saliendo del huevo, el recién nacido de los calamares pasa a través de la gelatina de la digitación con la ayuda de los cilios móviles que cubren la mayor parte de la epidermis del manto. Estos cilios que ayudan la eclosión están en forma de hileras. Los pulpos no tienen - cilios para la eclosión (Figs. 17 y 18) (Boletzky, 1973). En los calamares las células ciliadas de las hileras se desprenden de la epidermis en pocas horas. Las que se quedan posiblemente tienen una función como órganos sensoriales (Figs. 19 y 20).

#### AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Sra. Margarita Villoch Ackerson quien preparó todas las microfotografías electrónicas y cuya ayuda, en todo momento, hizo posible la realización de este trabajo.

#### BIBLIOGRAFIA

- Williams, L.W. 1909. The anatomy of the common squid Loligo pealii Lesueur. Leinden, Holland: Brill. 92 pp.
- Young, J.Z. 1939. Fused neurons and synaptic contacts in the giant nerve fibres of cephalopods. Phil. Trans. R. Soc. (B) 229: 465-503.
- Martin, R. 1977. The giant nerve fibre system of cephalopods. Recent structural findings. Symp. Zool. Soc. Lond. No. 38: The biology of cephalopods. 261-275.
- Brinley, F.J., Jr. 1980. Regulation of intracellular calcium in squid axons. Fed. Proc. Vol. 39, No. 10, Aug. 1980: 2778-2782.
- Arnold, J.M., Summers, W.C., Gilbert, D.L., Manalis, R.S., Daw, N.W. and Lasek, R.J. 1974. A guide to laboratory use of the squid Loligo pealei. Mar. Biol. Lab., Woods Hole, Mass. 74 pp.
- Boletzky, S.v. 1973. Structure et fonctionnement des organes de Kölliker chez les jeunes octopodes (Mollusca, Cephalopoda). Z. Morph. Tiere 75: 315-327.
- Boletzky, S.v. 1977. Post-hatching behaviour and mode of life in cephalopods. Zool. Soc. Lond. No. 38: The biology of cephalopods. 557-567.
- Boletzky, S.v. 1979. Ciliary locomotion in squid hatching. Experientia 35: 1051.
- Hodgkin, A.L., Huxley, A.F. and Katz, B. 1952. Measurement of current voltage relations in the membrane of the giant axon of Loligo. J. Physiol., Lond. 116: 424-448.
- Hanlon, R.T., Hixon, R.F. and Hulet, W.H. 1978. Laboratory maintenance of wild-caught loliginid squids. Pages 20.1-20.13 in N. Balch, T. Amaratunga and R.K. O'Dor, eds. Proc. Workshop on the squid, Illex illecebrosus and a bibliography of the genus Illex. Dalhousie Univ., Halifax, Nova Scotia, May 1978. Fish Mar. Serv. Tech. Rep. No. 833, Canada
- Hulet, W.H., Villoch, M.R., Hixon, R.F. and Hanlon, R.T. 1979. Fin damage in captured and reared squids. Lab. Anim. Sci. 29(4): 528-533.



Fig. 1. El ganglio estrellado (ver flecha) y los nervios que radian del mismo están claramente visibles en este calamar vivo de la bahía, Lolliguncula brevis. En los calamares, el sistema de nervios con axones gigantes contiene tres grupos de neuronas arreglados en serie. Para nadar por medio de la propulsión a chorro, un par de neuronas de primer orden situado en el cerebro manda impulsos a las neuronas de segundo orden, también en el cerebro. Los impulsos pasan de estas neuronas al ganglio estrellado. Aquí, las neuronas de tercer orden envían impulsos a todos los músculos del manto por medio de los axones gigantes en los nervios estelares. Contracciones rítmicas del manto producen la propulsión a chorro.

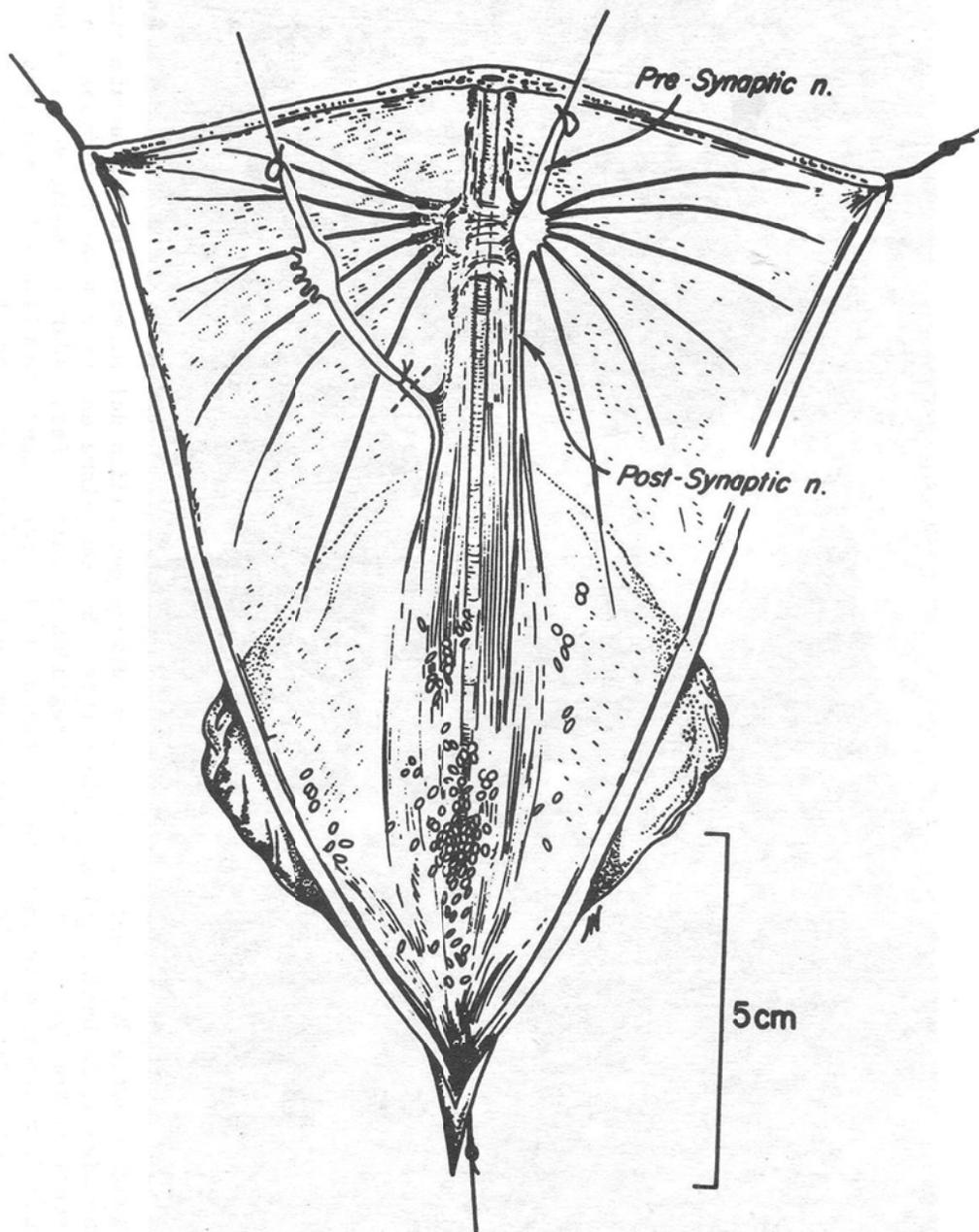


Fig. 2. Este dibujo muestra un manto de un calamar abierto longitudinalmente, uno de los ganglios estrellados ha sido diseccionado y el otro se ha dejado intacto. El primer nervio estelar tiene el axón gigante más grande. Segmentos separados de este nervio son utilizados en muchas investigaciones médicas. (Dibujo publicado originalmente por Arnold *et al.*, 1974 "A Guide to Laboratory Use of the Squid *Loligo pealei*." Marine Biology Laboratory, Woods Hole, Mass., U.S.A. p. 59, Fig. 15.)

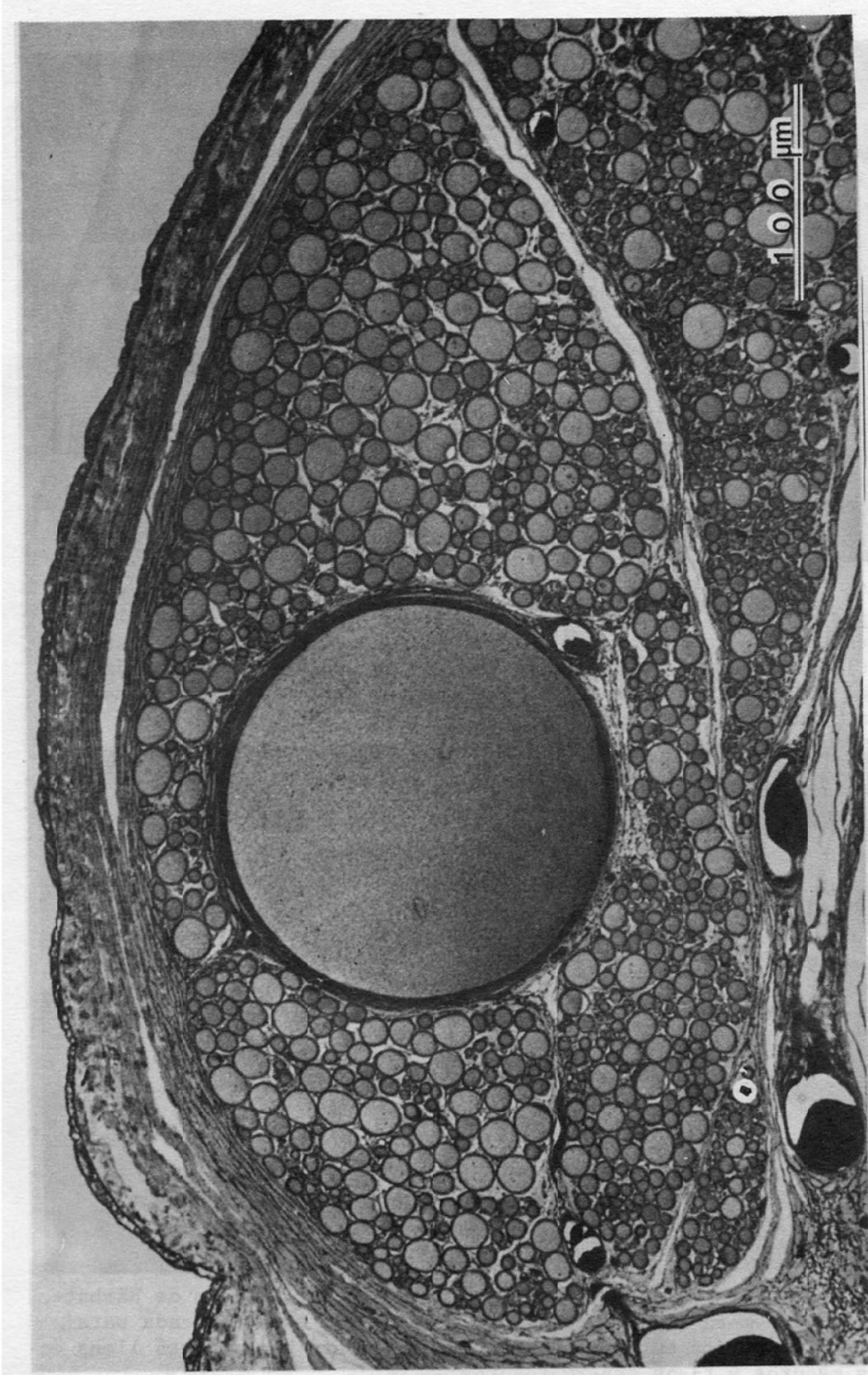


Fig. 3. Una fotografia de una seccion histol6gica a trav6s del primer nervio estelar del calamar Lolli-guncula brevis.

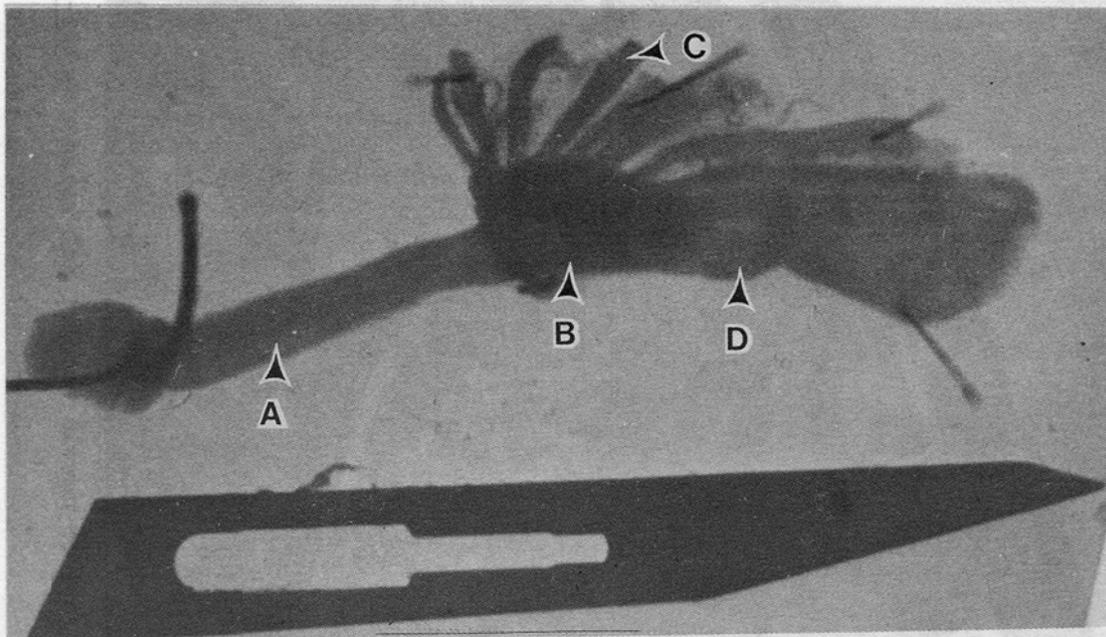


Fig. 4. El ganglio estrellado (B) del calamar pelágico Ommastrephes pteropus (hembra, longitud del manto 285 mm.). El nervio palial (A) contiene axones de neuronas de segundo orden. Varios nervios estelares (C) irradian del ganglio para proveer la inervación a los músculos del manto. El primer nervio estelar (D) contiene tres axones gigantes, cada uno tiene un diámetro de 0.5 mm.

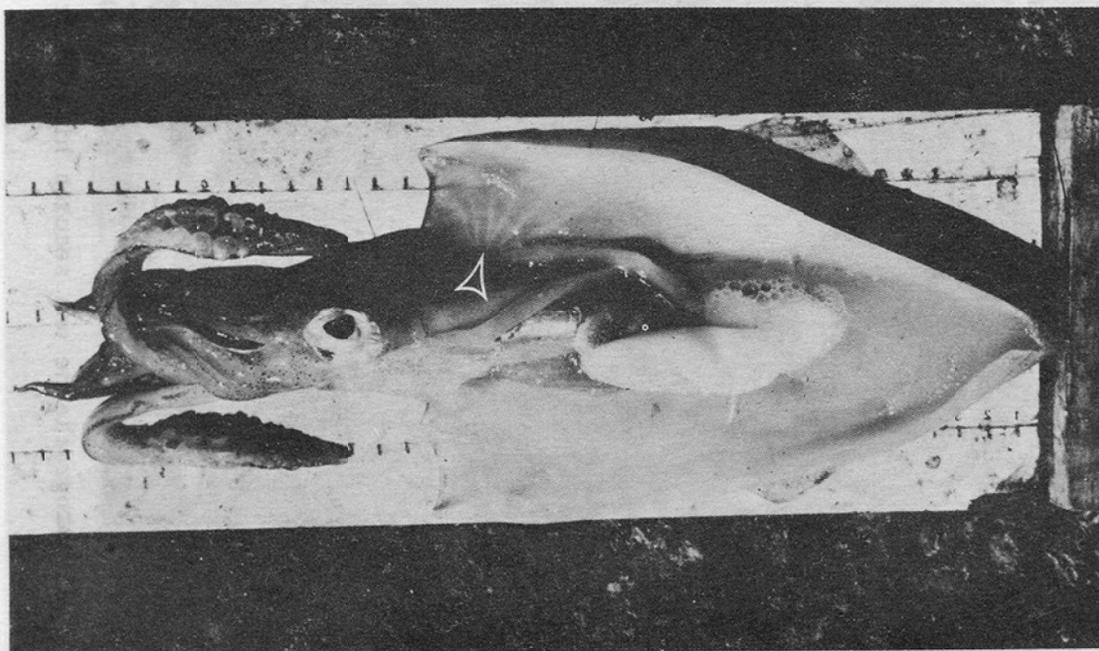


Fig. 5. Fotografía por Margarita V. Ackerson en la lonja de Barbate, España. La hembra de la especie Loligo vulgaris está disecada para mostrar los nervios estelares (ver flecha). Esta hembra está llena de huevos maduros y tiene espermatóforos.

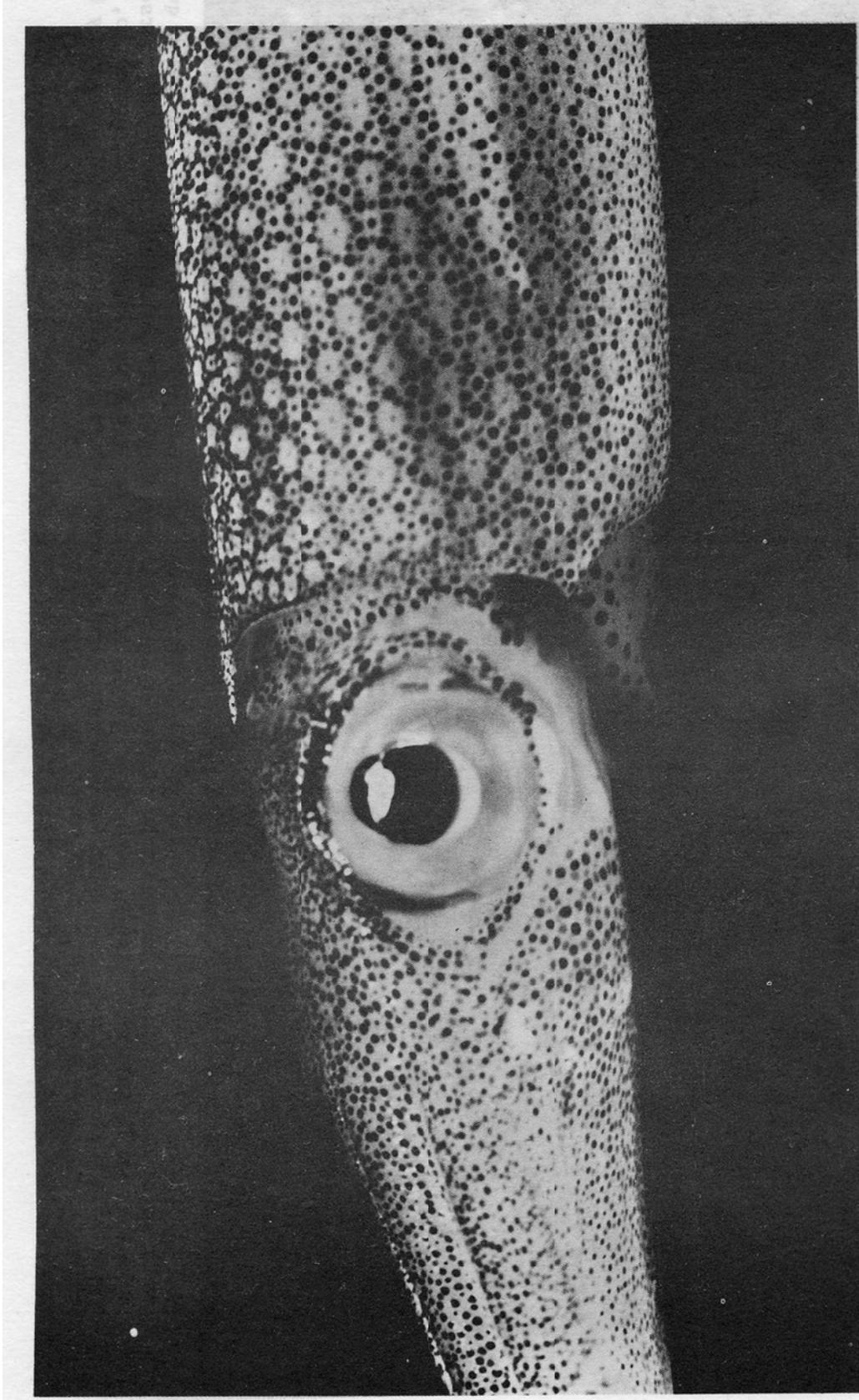


Fig. 6. Un calamar vivo de Loligo pealei que muestra el diseño de cromatóforos expandidos. Los cromatóforos de los calamares están situados en la dermis de la piel.



Fig. 7. Fotografía por el Dr. R. T. Hanlon del pulpo Octopus burryi en su habitat natural. Un pulpo que toma la tonalidad de sus alrededores debe disfrutar de cierta protección contra sus enemigos. Al ponerse a descansar se instala en el fondo, sacudiendo el cuerpo para cubrirse con una ligera capa de sedimento, dejando sólo a la vista un par de ojos vigilantes. (Trabajo publicado originalmente por R. T. Hanlon y R. F. Hixon, Bull. Mar. Sci., 30, 749-755, 1980.)

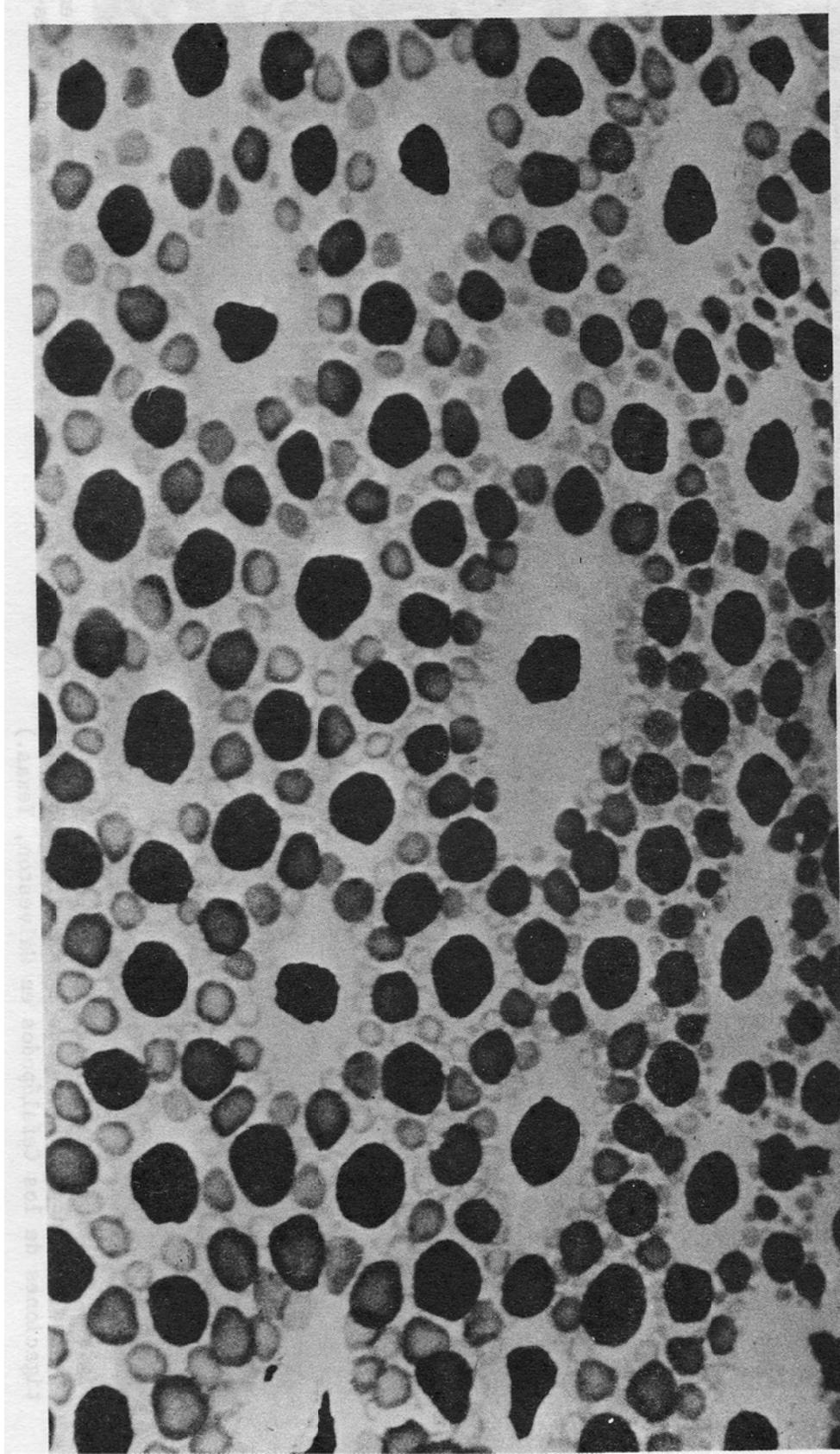


Fig. 8. El diseño más común de los cromatóforos es el de un cromatóforo carmelita rodeado por un anillo de cinco o seis cromatóforos rojos. También hay cromatóforos amarillos los cuales son pequeños y están diseminados fuera del anillo. Los cromatóforos se encuentran a distintos niveles de la dermis. La epidermis está sin color.

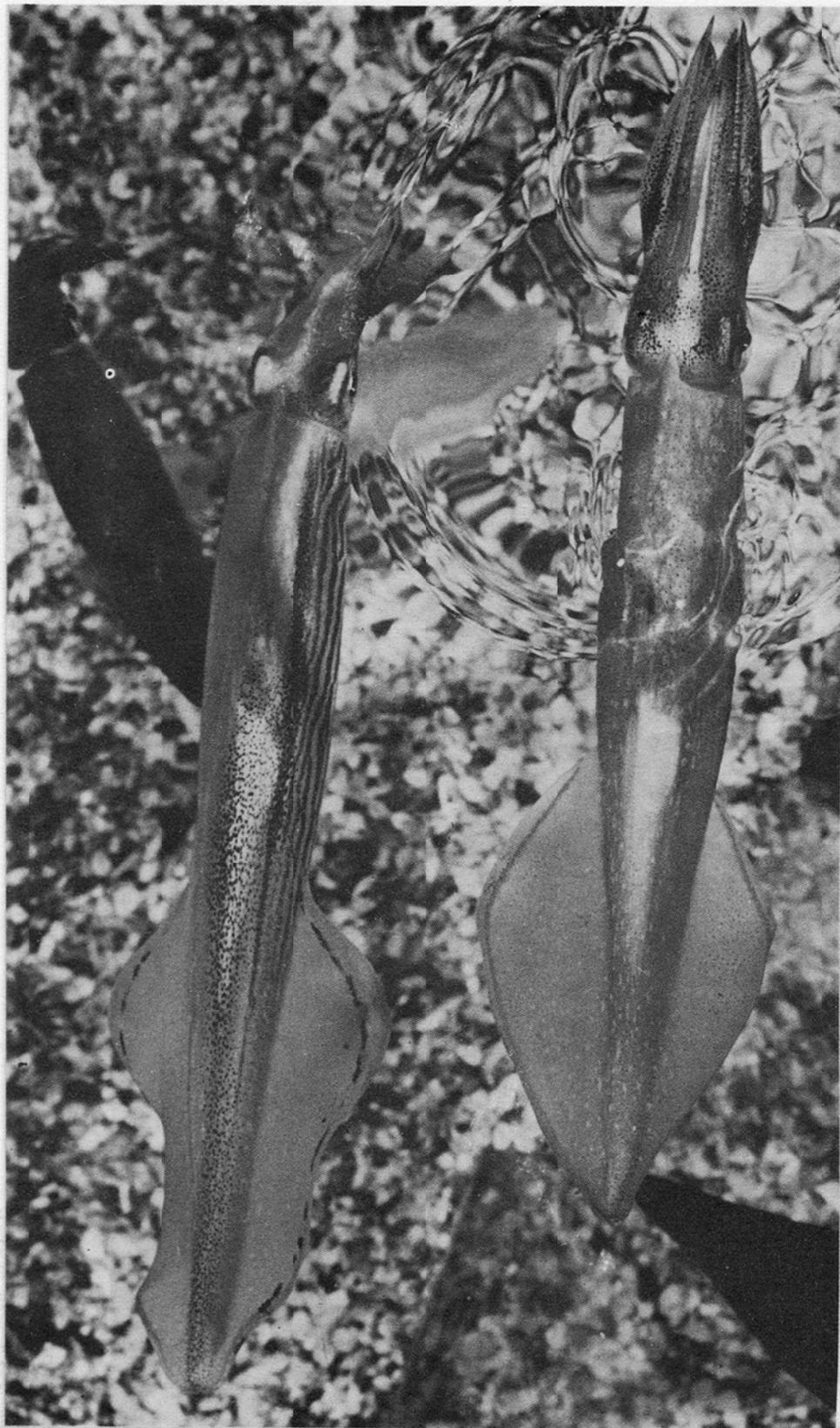


Fig. 9. Postura de intimidación entre dos machos. El macho dominante (centro) despliega cromatóforos en franjas que indican un estado agresivo. (Fotografía por el doctor R.T. Hanlon en el Laboratorio de Investigaciones de los Cefalópodos en Galveston, Texas.)

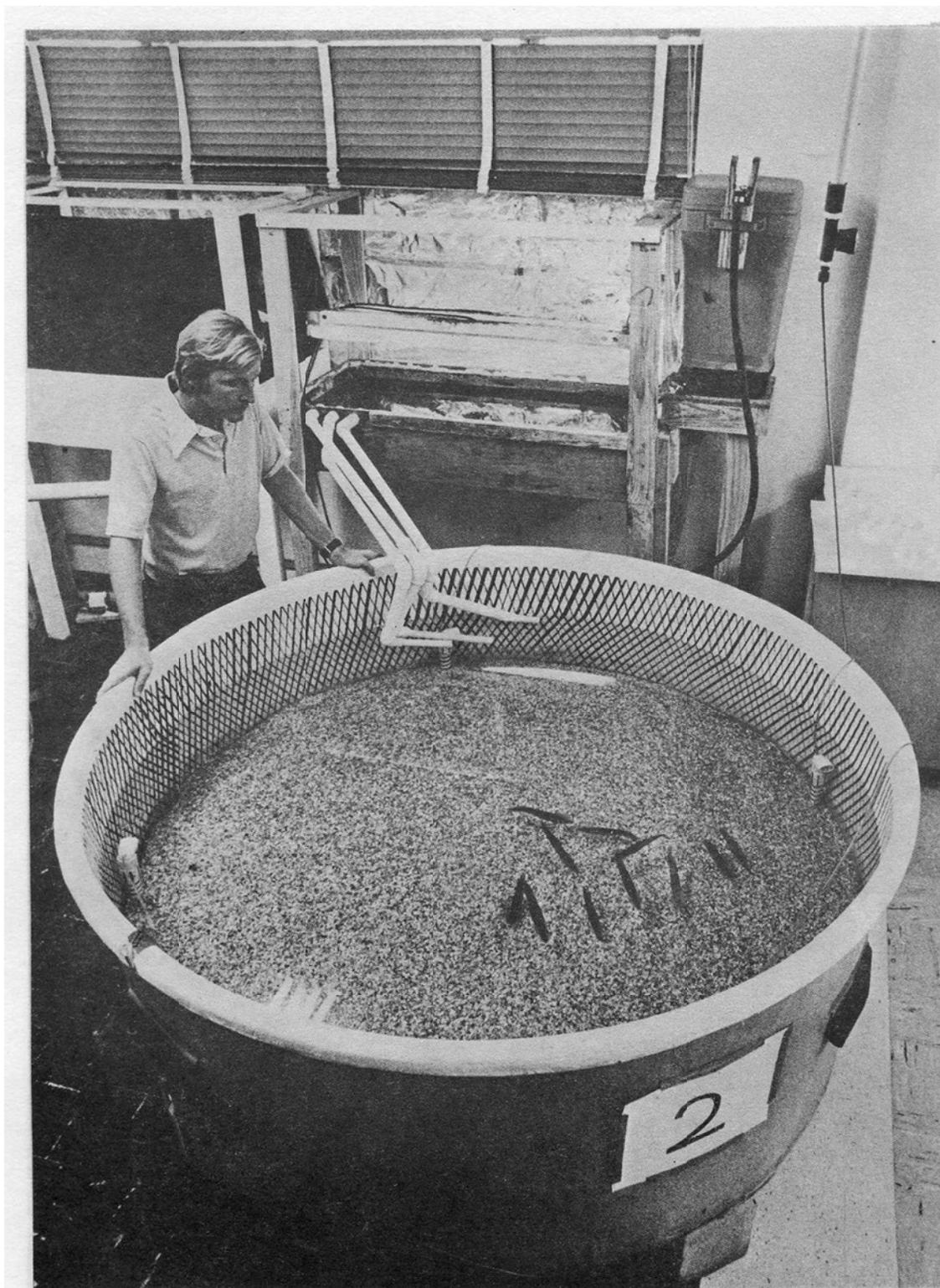


Fig. 10. Mi colega, John Forsythe, en el Laboratorio de Investigaciones de los Cefalópodos, Galveston, Texas. El tanque de este sistema de agua salada contiene varios calamares de la especie Loligo plei.



Fig. 11. La epidermis de los calamares tiene sólo una capa de células. Copiosos vellos cubren la superficie exterior, los cuales aumentan notoriamente la superficie del animal expuesta al agua salada.

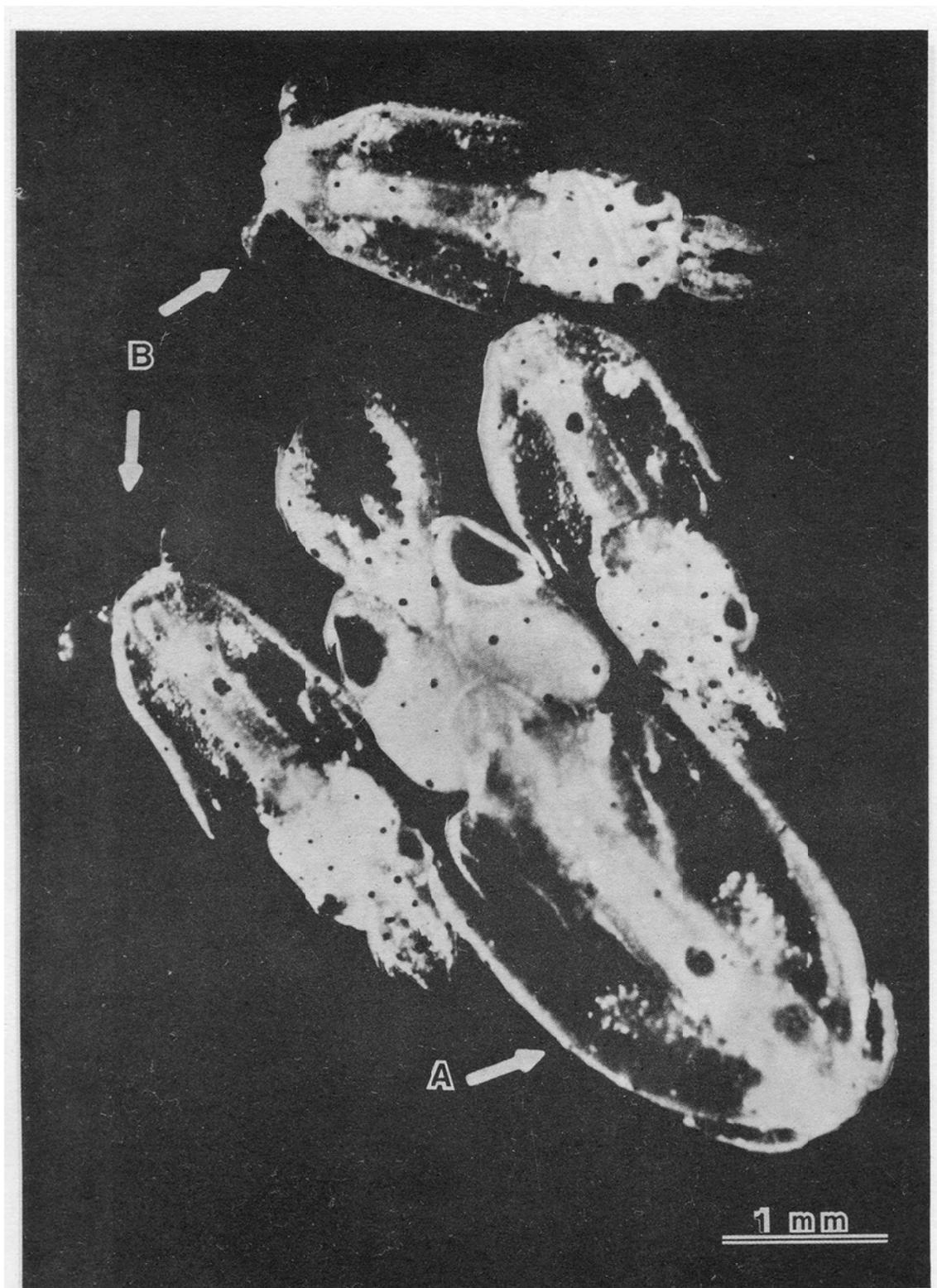


Fig. 12. Recién nacidos de *Loligo opalescens* (A) y *Loligo plei* (B). Nótese la diferencia de tamaño entre esas dos especies a los pocos días de nacidos.

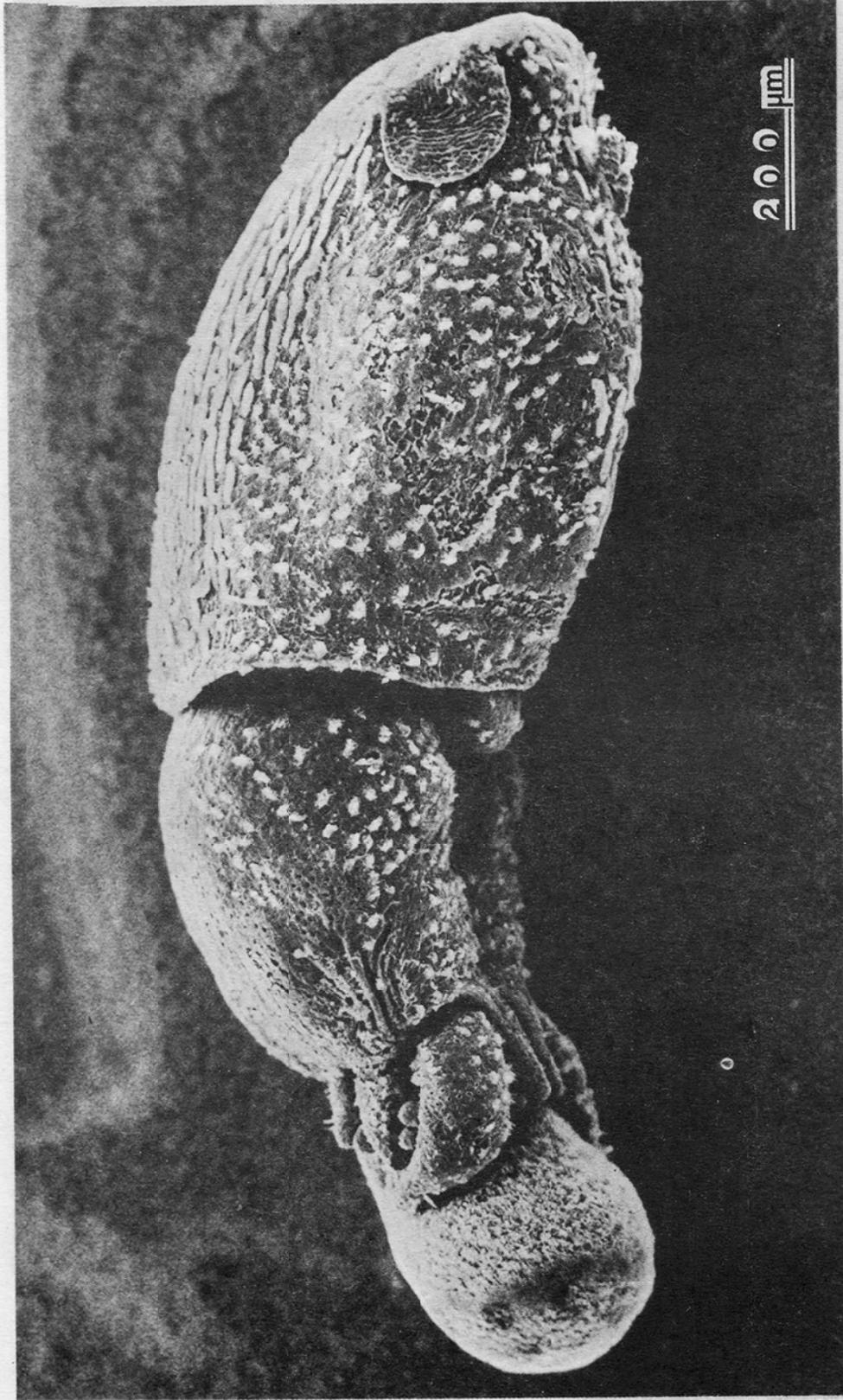


Fig. 13. Un embrión de Loligo pealei preparado para el microscopio electrónico pocos días antes de la eclosión. Nótese las hileras de cilios en las partes dorsal y ventral del manto. Entre las aletas, la cola del manto funciona como un órgano protractil.

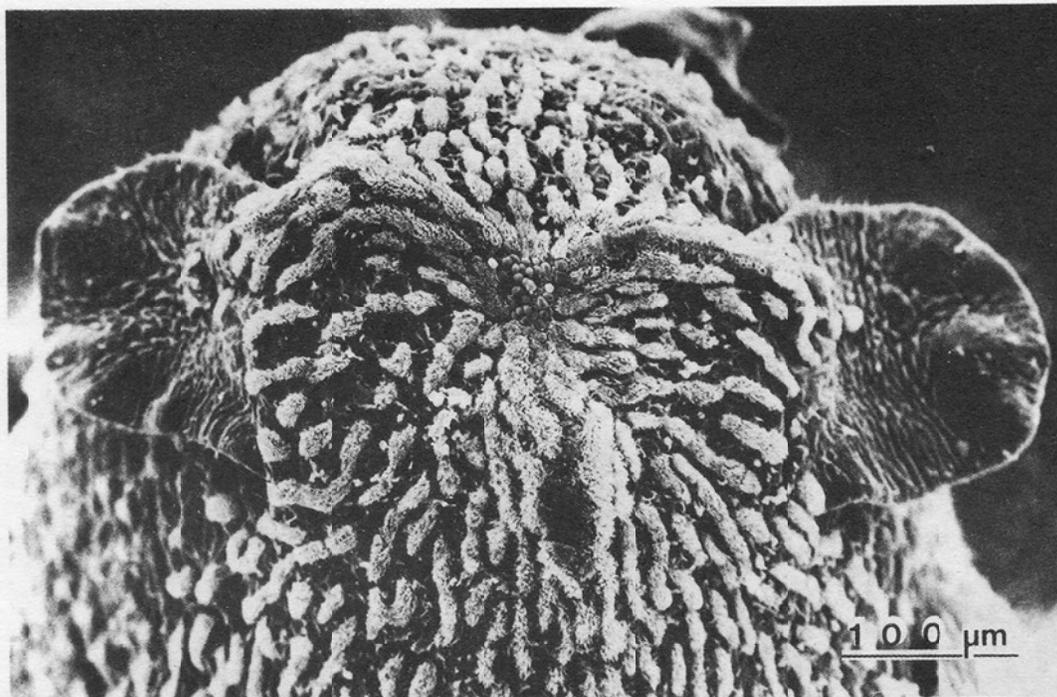


Fig. 14. Los embriones de *Loligo pealei* y otras especies de la familia Loliginidae tienen un órgano especial para la eclosión. Este órgano no se llama el órgano de Hoyle y tiene la forma de un ancla.

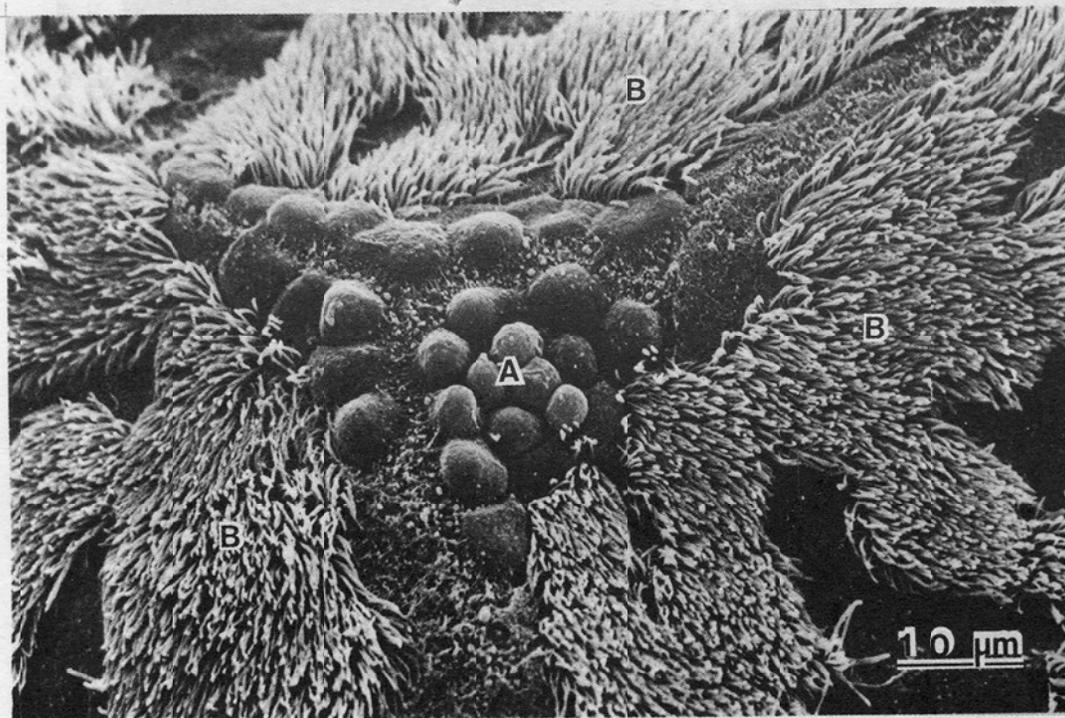


Fig. 15. Las células del órgano de Hoyle (A) están llenas de enzimas para disolver el corion al momento de la eclosión. Las hileras de cilios (B) están en movimiento continuo.

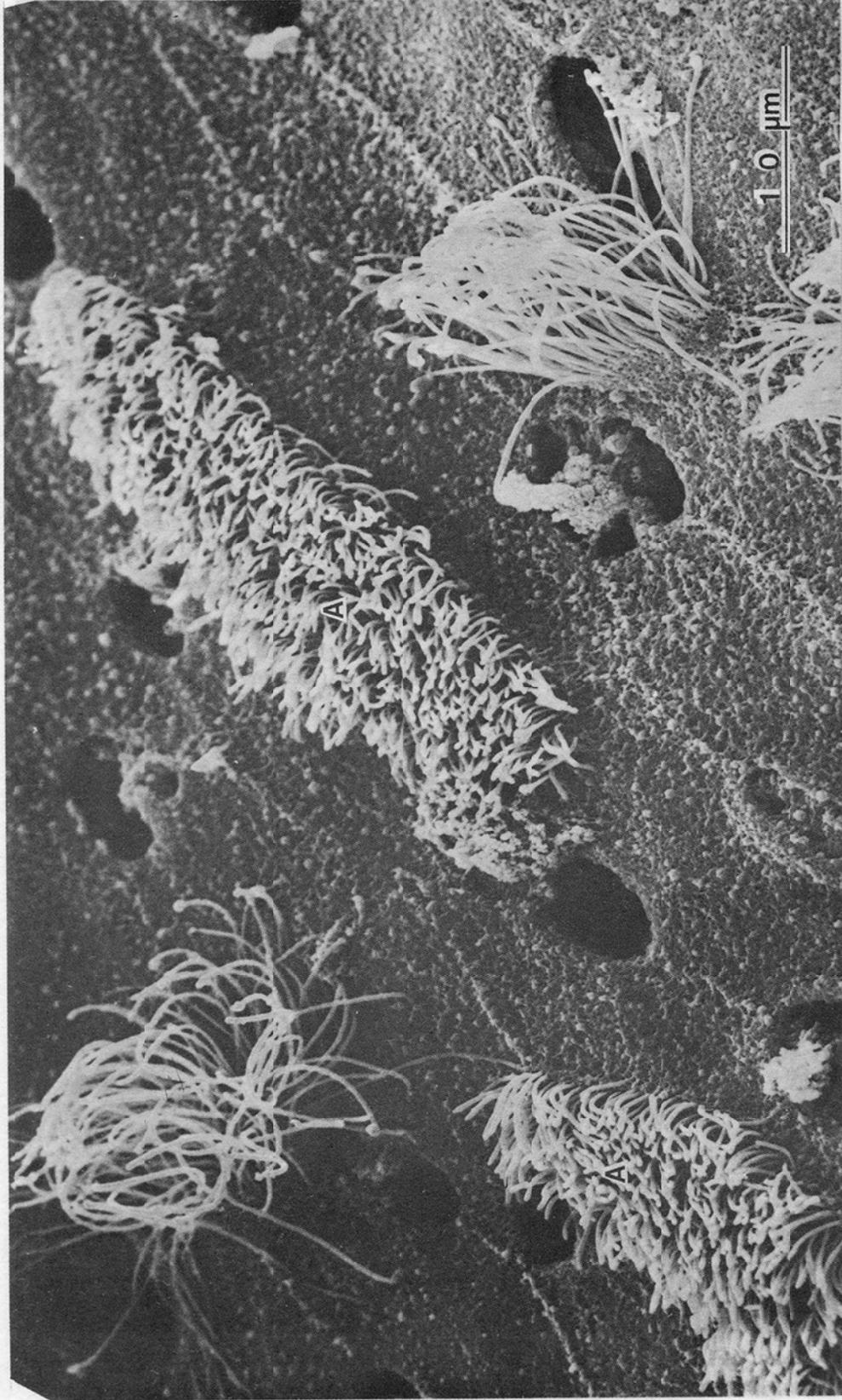


Fig. 16. La parte dorsal del manto de un recién nacido de *Loligo pealei*. Las hileras de cilios móviles (A) que casi cubren el manto se desprenden a las pocas horas de la eclosión.

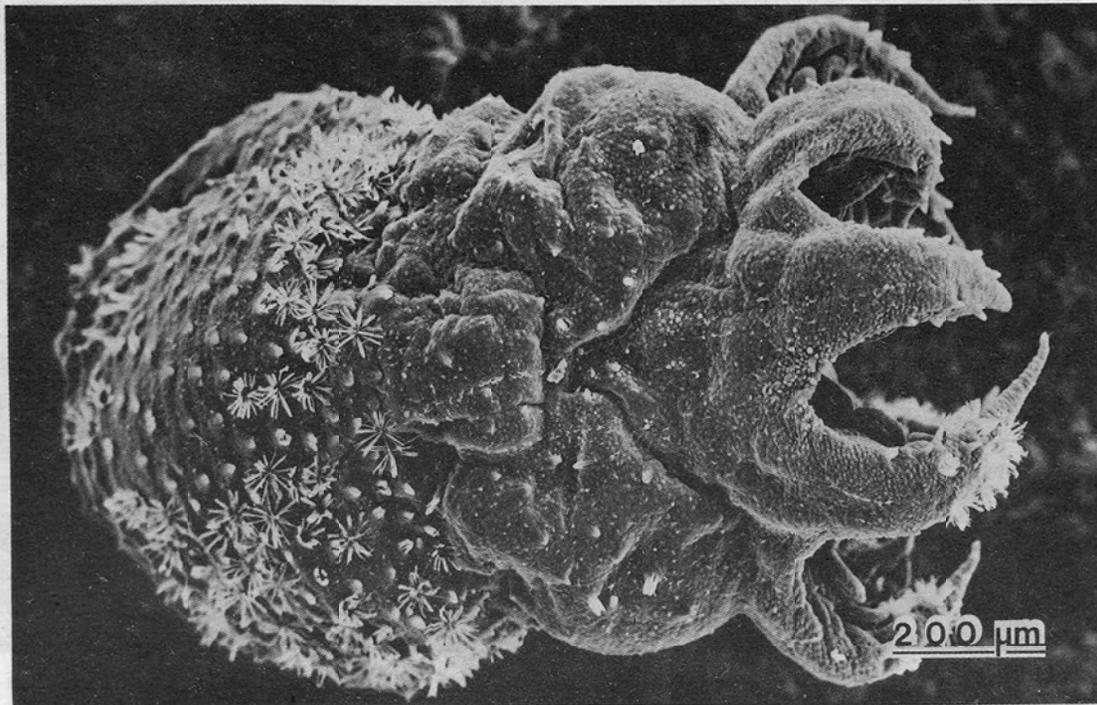


Fig. 17. La epidermis de un pulpo recién nacido es muy diferente de la de un calamar. Aquéllos pulpos que viven inicialmente en el plancton tienen la piel cubierta con grupos de filamentos en forma de penachos (órganos de Kölliker). Microfotografía electrónica de un recién nacido de Octopus burryi.

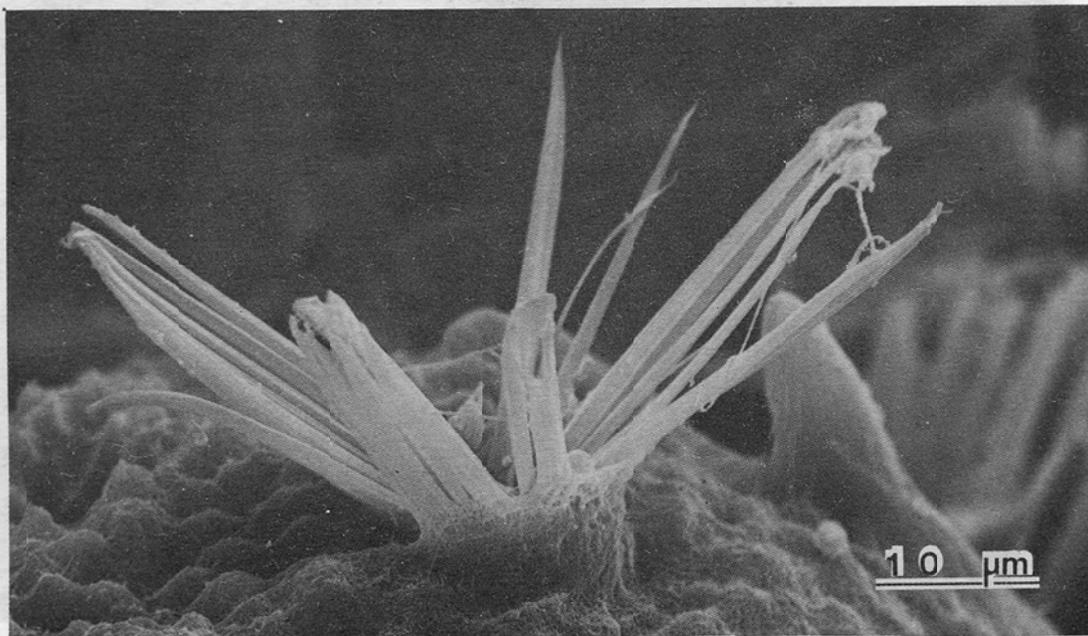


Fig. 18. Los órganos de Kölliker son retráctiles y están controlados por músculos de la piel. Se cree que la función de estos órganos sea la de controlar la flotación. Recién nacido de Octopus burryi.

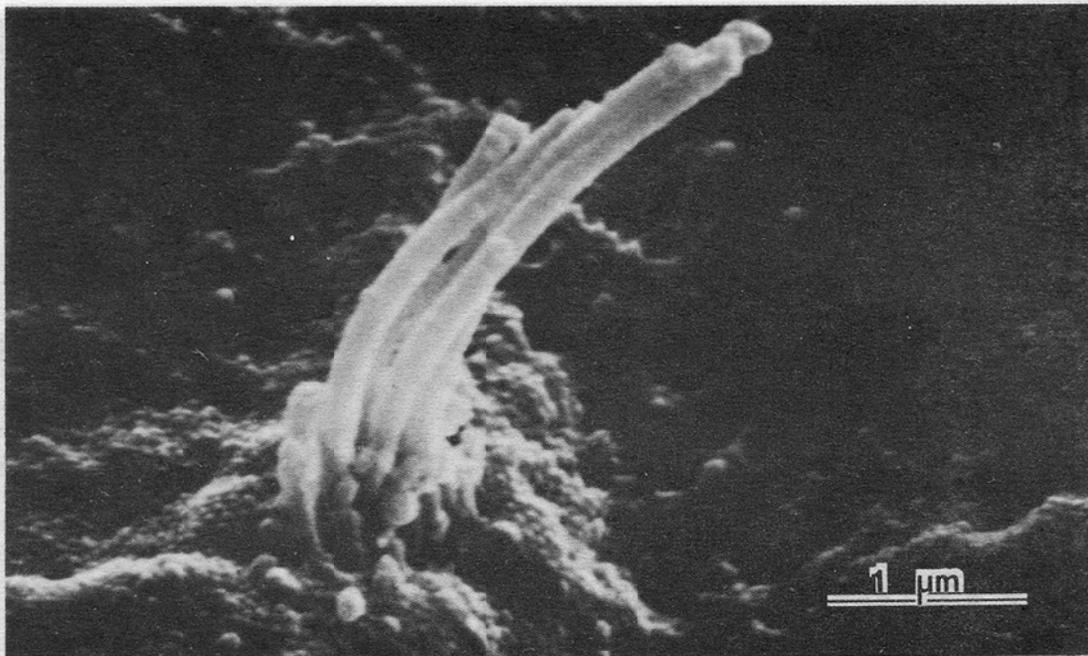


Fig. 19. La célula ciliada vista en esta microfotografía electrónica pertenece al manto de un calamar adulto de la especie Loligo plei. Es posible que estas células funcionen como receptores sensoriales de movimiento similar, en algunos aspectos, a la línea lateral de los peces.

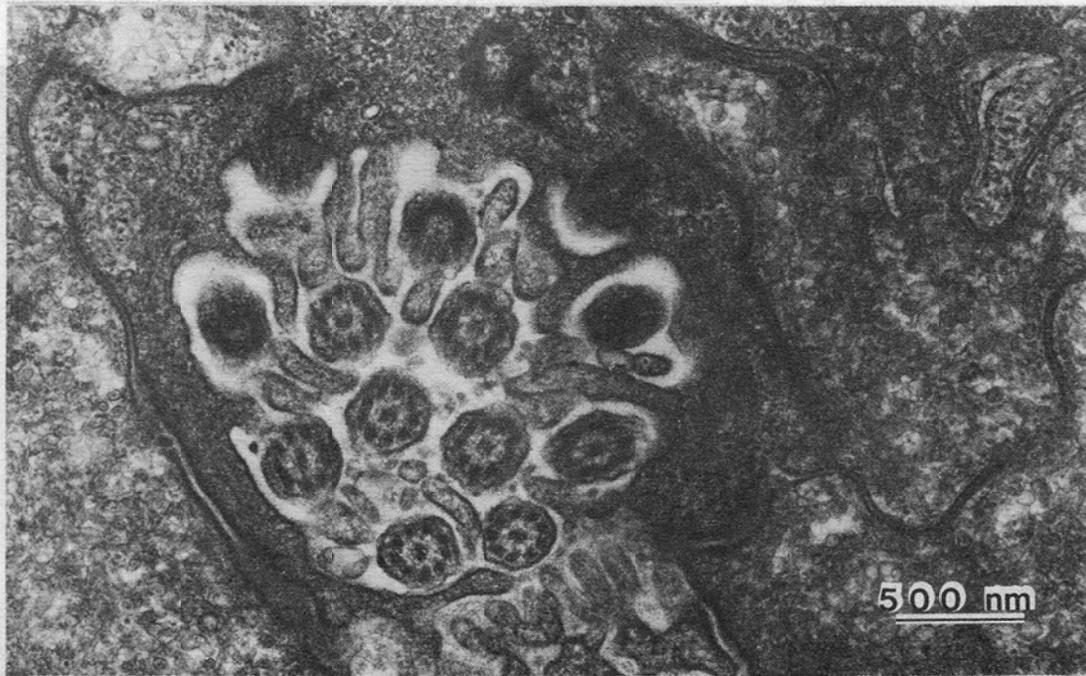


Fig. 20. Una microfotografía electrónica del tipo de célula epitelial mostrado en la figura 19. El patrón "9 + 2 dobles" nos da la clave de la función de estos cilios.

PRINCIPALES CONSIDERACIONES  
EN EL CULTIVO DE PULPOS EN LABORATORIO.

Por

John W. Forsythe

Marine Biomedical Institute

Galveston, Texas 77550 USA

INTRODUCCION.

Por casi cien años, los pulpos han sido llevados a laboratorios a fin de permitir el estudio detallado de varios aspectos de su biología, particularmente su comportamiento y fisiología. Conforme el conocimiento de estos invertebrados se ha incrementado. Así ha aumentado la necesidad de estudiarlos a través de su ciclo completo de vida, o bien, pulpos de edad conocida. El cultivo en laboratorio es el método más confiable para satisfacer éstas necesidades y en los últimos veinte años, numerosos proyectos sobre el cultivo de ellos han sido llevados a cabo. Unicamente en los últimos diez años ha habido éxito substancial al criarlos a través de un ciclo completo. La lista de especies de pulpos cultivados con éxito en el laboratorio continúa creciendo, así como la información concerniente a su cultivo en literatura. (Tabla I) En el listado de estudios, varios tópicos muestran, repetidamente, ser de importancia crítica y deben ser considerados antes de iniciar un programa de cultivo de pulpos. Cuatro tópicos serán discutidos aquí: (1) Tamaño del huevo de la especie de pulpo a cultivar, (2) diseño del sistema de agua marina, (3) alimentos, y (4) análisis de calidad del agua. Una --

vez que estas consideraciones han sido evaluadas con respecto a la situación particular de un laboratorio, la posibilidad del éxito de un programa de cultivo, puede ser más factible.

#### TAMAÑO DEL HUEVO:

En cualquier intento de cultivo de octópodos, el tamaño del huevo y el tipo de vida de los recién nacidos son de importancia crítica. Los octópodos presentan dos tipos diferentes de estrategia de desarrollo: -- (1) la producción de pocos huevos grandes y de crías bentónicas o epibentónicas semejantes a los adultos, o (2) la producción de un gran número de huevos pequeños, con escaso vitelo que resultan en crías pequeñas y de vida planctónica (ver revisión de Boletzky, 1974). Dentro del primer grupo existen varias especies con huevos grandes que han sido criadas a través de todo su ciclo de vida con relativa facilidad (Tabla 1). Entre los octópodos con huevos grandes que han sido cultivados en Norteamérica se incluyen: Octopus joubini, Octopus briareus y Octopus maya originarios de las costas occidentales del Atlántico. En el Pacífico oriental Octopus bimaculoides también produce huevos grandes, pero hasta el momento no han sido reportados en la literatura intentos de su cultivo.

En el segundo grupo de especies con huevos pequeños con estado juveniles planctónicos, se han hecho muchos intentos de cultivo, frecuentemente infructuosos y no publicados (Tabla 1).

Solo una especie en este grupo, Octopus vulgaris (Itami et. al., -- 1963) ha sido criada exitosamente, pero no ha sido posible repetir esta experiencia desde que fue publicada.

Por lo tanto, el tamaño del huevo indicará si una especie local -- puede ser cultivada con éxito o si será necesario seleccionar especies de otra localidad que tenga huevos grandes. La determinación de esta -- característica pueden realizarse fácilmente por observación directa de los huevos o de crías recién nacidas. Si los huevos son evaluados, los recién puestos son mejores; sin embargo huevos viejos o posiblemente -- los existentes en los oviductos de hembras maduras podrían también ser adecuados para ser medidos. Los huevos se miden del extremo distal a -- la base del pedúnculo (ver Fig. 1). Boletzky (1974) usa la relación longitud del huevo-longitud del manto (ML) para diferenciar huevos grandes de huevos pequeños. Si la longitud del huevo es mayor del 10% de la ML del adulto, el huevo es considerado pequeño. Comúnmente, los huevos pequeños miden 2-3 mm, en tanto que los grandes tienen un rango de 6 a 17 mm. de longitud. La observación en vivo de las crías es la forma más -- sencilla para determinar la estrategia de desarrollo. Las crías planctónicas de huevos pequeños nadan constantemente, mientras que las crías bentónicas procedentes de huevos grandes pueden nadar distancias cortas, pero permanecen predominantemente en el fondo y pueden moverse fácilmente a través del sustrato mediante el uso de sus brazos. Además, las -- crías bentónicas semejan pulpos adultos en forma y hábitos mientras que las planctónicas tienen muy diferentes proporciones corporales con respecto a los pulpos adultos (Fig. 2).

#### DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA MARINA.

Sistemas de agua marina, abiertos o cerrados, de agua natural o artificial han sido usados con éxito para mantener y criar pulpos. La --

consideración más importante es que la calidad del agua debe mantenerse alta, pues los pulpos son intolerantes a condiciones pobres de agua, niveles bajos de oxígeno disuelto, fluctuaciones en temperatura o salinidad y acumulación de desechos nitrogenados.

La mayoría de los trabajos sobre cultivo de pulpos han sido llevados a cabo en sistemas de agua marina abiertos, en los cuales agua de mar fresca y limpia es constantemente bombeada a través de los tanques de cultivo evitando así el reciclamiento. Tales sistemas son probados y seguros, pero requieren una ubicación costera con una buena y confiable calidad de agua. La acumulación de desechos nitrogenados se evita en sistemas abiertos, pero ofrecen poco o nulo control sobre condiciones de temperatura y salinidad, organismos enfermos, turbidez y contaminantes que pueden ser introducidos por las tomas de agua de mar. Estos problemas potenciales deben ser previstos y reducidos o eliminados.

Un sistema cerrado o de reciclamiento de agua puede proveer un medio estable, controlable y reproducilbe, una vez que se ha establecido.

Con el uso de agua de mar artificial, los sistemas cerrados pueden operar exitosamente en cualquier localidad incluyendo laboratorios elegidos de la costa. La principal dificultad con sistemas cerrados de agua marina es mantener una alta calidad del agua evitando que los desechos nitrogenados alcancen niveles tóxicos.

En el Marine Biomedical Institute (MBI) usamos exclusivamente sistemas cerrados para el cultivo de pulpos. Esto se hace debido a que la baja salinidad y alta turbidez predominantes en los alrededores de la

Por lo tanto, el tamaño del huevo indicará si una especie local -- puede ser cultivada con éxito o si será necesario seleccionar especies de otra localidad que tenga huevos grandes. La determinación de esta característica pueden realizarse fácilmente por observación directa de los huevos o de crías recién nacidas. Si los huevos son evaluados, los recién puestos son mejores; sin embargo huevos viejos o posiblemente -- los existentes en los oviductos de hembras maduras podrían también ser adecuados para ser medidos. Los huevos se miden del extremo distal a -- la base del pedúnculo (ver Fig. 1). Boletzky (1974) usa la relación longitud del huevo-longitud del manto (ML) para diferenciar huevos grandes de huevos pequeños. Si la longitud del huevo es mayor del 10% de la ML del adulto, el huevo es considerado pequeño. Comúnmente, los huevos pequeños miden 2-3 mm, en tanto que los grandes tienen un rango de 6 a 17 mm. de longitud. La observación en vivo de las crías es la forma más sencilla para determinar la estrategia de desarrollo. Las crías planctónicas de huevos pequeños nadan constantemente, mientras que las crías bentónicas procedentes de huevos grandes pueden nadar distancias cortas, pero permanecen predominantemente en el fondo y pueden moverse fácilmente a través del sustrato mediante el uso de sus brazos. Además, las -- crías bentónicas semejan pulpos adultos en forma y hábitos mientras que las planctónicas tienen muy diferentes proporciones corporales con respecto a los pulpos adultos (Fig. 2).

#### DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA MARINA.

Sistemas de agua marina, abiertos o cerrados, de agua natural o artificial han sido usados con éxito para mantener y criar pulpos. La --

Isla Galveston donde se encuentran nuestras instalaciones. En nues---  
tros cultivos experimentales ha sido usada con éxito agua de mar natu-  
ral y artificial (Instant Ocean Brand). Sin embargo, ahora dependemos  
del agua de mar artificial debido a que para coleccionar agua marina de -  
alta calidad, es necesario hacerlo a una distancia mínima 20 km.

Cuando haya que decidir que sistema de cultivo usar, hay que re--  
cordar que cualquier sistema es adecuado si está disponible y es fun--  
cional. Por otra parte, si no existe un sistema de cultivo estableci-  
do, el sistema cerrado es en la mayoría de los casos el más rápido y -  
sencillo de instalar. Todo el equipo necesario para el inicio a peque-  
ña escala con 80 a 100 acuarios de vidrio, puede obtenerse a través de  
comerciantes distribuidores de acuarios. En la medida que más y mayo-  
res pulpos sean cultivados, acuarios adicionales o de mayor capacidad  
deberán añadirse al sistema. A la fecha, el cultivo en alta escala de  
pulpos en sistemas cerrados de agua de mar no se ha intentado, por lo  
que se carece de estimaciones confiables de la relación biomasa de pul-  
po volumen de agua requerida. Sin embargo, por experiencia propia, es  
posible cultivar un mínimo de 1 kg. de pulpo por cada 200 l de agua.  
Mayores densidades de pulpo pueden mantenerse en sistemas abiertos de  
agua marina, donde ésta es intercambiada en proporción elevada.

#### ALIMENTOS.

Los octópodos bentónicos son carnívoros activos que prefieren co-  
mo presa organismos vivos y en movimiento, por lo que abastecer estos  
organismos constituye el mayor esfuerzo en el cultivo de pulpos. En -

cualquier proyecto de cultivo, abastecer el tipo, talla, y cantidad -- adecuada de organismos alimenticios o alimento vivo para el cultivo de la especie, es la clave para criarlos rápida y eficientemente a talla completa. Además, los organismos alimenticios deben ser juzgados no solo por su efecto sobre el crecimiento y supervivencia de los pulpos cultivados, sino también por su disponibilidad estacional, la facilidad de colectarlos y mantenerlos en grandes cantidades y su tolerancia a las difíciles temperaturas y salinidades de los sistemas de cultivo de pulpos.

Actualmente, el éxito del cultivo de los pulpos depende de una -- confiable provisión de crustáceos vivos, principalmente cangrejos camarones. La especie de cangrejo o camarón, parece no ser de importancia, con tal que sean del tamaño apropiado para que los pulpos puedan en -- forma segura someterlos y comerlos. Otros crustáceos como los anfípodos han sido aceptados sin problema como alimento, pero no hay estudios de crecimiento a largo plazo que se hayan realizado al respecto. Es factible que aún crustáceos de agua dulce, como langostinos pudieran ser aceptados como alimento. Peces, moluscos bivalvos y gasterópodos y gusanos poliquetos han sido usados también como complemento dietético de los pulpos, pero no parecen ser adecuados como alimento primario en el cultivo de ellos. Es evidente la necesidad de un conocimiento completo de los habitats marinos y del potencial de los organismos alimenticios (alimento vivo) presente en estas áreas para el cultivo exitoso del pulpo todo el año. Generalmente los habitats estuarinos son las áreas más productivas para la colecta eficiente de organismos alimenticios en grandes cantidades; sin embargo, la salinidad en -

estas áreas es usualmente menor que la requerida para el cultivo de -- los pulpos. Por lo tanto, los organismos alimenticios deben usualmente ser aclimatados a salinidades más altas del sistema de cultivo, de otra manera morirán antes de ser comidos por los pulpos. Deberán considerarse también, los efectos estacionales sobre la abundancia de organismos-alimento. Así durante el invierno es frecuente que la colecta de dichos animales sea limitada, factor que debe considerarse con anticipación. Finalmente, suficiente espacio de acuarios deberá estar disponible en el laboratorio para mantener un mínimo de dos a tres --- días organismo-alimento debido a que el mal tiempo puede fácilmente impedir la colecta de ellos durante este período.

Algunos pulpos han sido mantenidos a base de alimento muerto por largos períodos, pero el crecimiento es mínimo. Ninguna especie de -- pulpo ha sido criada de la etapa de huevo a la madurez exclusivamente con alimento muerto. El canibalismo se incrementa cuando solo se dispone de alimento muerto. El investigador deberá usar alimento inerte solo cuando la comida viva no esté temporalmente disponible para manter pulpos adultos cuando no se desea mayor crecimiento. En este último caso, los pulpos deberán aislarse para evitar el canibalismo.

#### ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA.

La capacidad de medir los parámetros básicos de calidad de agua -- es esencial para el buen éxito del cultivo de pulpos a largo plazo, -- las mediciones mínimas que necesitan ser tomadas diariamente son temperatura, salinidad y pH. Además, los niveles de amonio ( $\text{NH}_3$ ), nitrito ( $\text{NO}_2$ ) y nitrato ( $\text{NO}_3$ ) deben determinarse semanal o quincenalmente, par

ticularmente en sistemas cerrados de agua marina en los cuales fluctuaciones rápidas pueden ocurrir. Por lo tanto, al planear un programa de cultivo, el equipo, material y espacio necesarios para los análisis de calidad del agua deben preverse. La temperatura, la salinidad y el pH son mediciones realizadas en forma rutinaria en la mayoría de los laboratorios marinos y son sencillas de efectuar. Sin embargo, las determinaciones de amonio, nitritos y nitratos son más difíciles. Para la medición precisa del amonio y de los nitritos, hemos encontrado que los métodos de Strickland y Parsons (1972) son muy prácticos. Para los nitratos (el menos tóxico de los productos nitrogenados), el estuche Hach (Hach Chemical Co., Ames, Iowa, U.S.A.) para análisis de nitratos de amplio rango es el adecuado. Las tres primeras pruebas son colorimétricas y pueden ser analizadas con un espectrofotómetro sencillo, con un rango de 400-700 nm (tal como el SPEC 20 de Bausch and Lomb).

No se han determinado categorías de calidad del agua para el cultivo de pulpos, pero los rangos que a continuación se mencionan pueden servir de guía. Tanto la temperatura como la salinidad deben mantenerse dentro de los rangos naturales encontrados para las especies de pulpo que vayan a ser cultivadas. El pH debe fluctuar entre 7.7 y 8.2. Los niveles de amonio y nitrito deberán permanecer por debajo de 0.10 ppm (Spotte, 1979), el nitrato puede llegar hasta 100 ppm (según nuestra experiencia).

#### CONCLUSION.

El cultivo de pulpo en laboratorio es todavía un campo nuevo don-

de hay mucho que aprender. Sin embargo, un razonable éxito puede esperarse en intentos iniciales de cultivo, si se hace un planteamiento --previo. Las cuatro áreas aquí discutidas son usualmente las más importantes en un anteproyecto y no deben de ser ignoradas. La importancia de los octópodos en investigación científica así como de pesquerías es considerable, y mientras más se sepa de estos organismos excepcionales ellos vendrán a constituir uno de los organismos marinos más fácilmente disponibles al científico para ser cultivados.

#### AGRADECIMIENTO.

Quiero dar las gracias a las autoridades de la Secretaría de Pesca y al personal del Centro de Investigaciones Pesqueras en Yucalpetén por su ayuda durante el simposio. Gracias también al Dr. Roger Hanlon por revisar el manuscrito y al Dr. Víctor M. Salceda por la traducción del mismo. Las figuras fueron preparadas por la Sra. Margarita Villoack Ackerson y la Srta. Esther Solís.

Esta investigación fue apoyada por la NTH Subsidio RR 01279-01 y el Marine Medicine General Budget Account 7-11500-765111-10 del Marine Biomedical Institute.

TABLA I. Cría y mantenimiento de pulpos.

A) Sistemas abiertos de agua marina.

* <u>Bathypolypus arcticus</u>	Macalaster, 1976
<u>Eledone cirrhosa</u>	Mangold & Boucher-Rodoni, 1973
* <u>Eledone moschata</u>	Boletzky, 1975
* <u>Hapalochlaena maculosa</u>	Tranter & Augustine, 1973
* <u>Octopus biareus</u>	Messenger, 1963, Borer, 1971; Wolterding, 1971; Hanlon, 1975 and 1977
<u>Octopus cyanea</u>	Wells & Wells, 1970; Van Heukelem, 1973 and 1976
<u>Octopus defilippi</u>	Grimpe, 1928
<u>Octopus dofleini martini</u>	Gabe, 1975; Marliave, 1981
* <u>Octopus joubini</u>	Boletsky & Boletzky, 1969; Thomas & Opresko, 1973; Opresko and Thomas, 1975
<u>Octopus macropus</u>	Voss & Phillips, 1957
* <u>Octopus maya</u>	Walker et al., 1970; Van Heukelem, 1976 and 1977
<u>Octopus salutii</u>	Mangold-Wirz et al., 1976
<u>Octopus tetricus</u>	Joll, 1976 and 1977
<u>Octopus vulgaris</u>	Itami et al., 1963; Nixon, 1966; Altman & Nixon, 1970; Mangold & Boletzky, 1973
<u>Pteroctopus tetracirrus</u>	Boletzky, 1976

B) Sistemas cerrados de agua marina.

<u>Eledone cirrhosa</u>	Boyle & Knobloch, in press
<u>Hapalochlaena lunulata</u>	Overath & Boletzky, 1974
* <u>Octopus briareus</u>	Hanlon, 1975 and 1977
<u>Octopus burryi</u>	Hanlon & Nixon, 1980
<u>Octopus defilippi</u>	Hanlon et al., 1980
* <u>Octopus joubini</u>	Mather, 1972; Bradley, 1974; Forsythe & Hanlon, 1980 and 1981; Forsythe, 1981
<u>Octopus macropus</u>	Taki, 1941
* <u>Octopus maya</u>	Solís, 1967
<u>Octopus ocellatus</u>	Taki, 1941
<u>Octopus rubescens</u>	Warren et al., 1974
<u>Octopus vulgaris</u>	Taki, 1941; Vevers, 1962; Itami et al., 1963; Hirayama, 1966

\*Especies con huevos grandes y juveniles bentónicos

#### LITERATURA REVISADA

- Altman, J.S. and Nixon, M. 1970. Use of the beaks and radula by Octopus vulgaris in feeding. J. Zool., Lond. 161: 25-38.
- Boletzky, S.v. 1974. The >>larvae<< of Cephalopoda: A review. Thalassia Jugosl. 10(1/2): 45-76.
- Boletzky, S.v. 1975. Le développement d'Eledone moschata (Mollusca, Cephalopoda) élevée au laboratoire. Bull. Soc. Zool. France 100(3): 361-367.
- Boletzky, S.v. 1976. Quelques observations sur Pteroctopus tetracirrhus (Mollusca, Cephalopoda). Rapp. Comm. int. Mer Médit 23(8): 95-102.
- Boletzky, S.v. and Boletzky, M.V.v. 1969. First results in rearing Octopus joubini Robson, 1929. Verhandl. Naturf. Ges. Basel 80: 56-61.
- Borer, K.T. 1971. Control of food intake in Octopus briareus Robson. J. Comp. Physio. Psychology 75(2): 171-185.
- Boyle, P.R. and Knobloch, D. In press. On growth of the octopus Eledone cirrhosa (Lamarck). J. Mar. Biol. Assoc. U.K.
- Bradley, E.A. 1974. Some observations of Octopus joubini reared in an inland aquarium. J. Zool., Lond. 173: 355-368.
- Forsythe, J.W. 1981. A study of the growth of Octopus joubini Robson, 1929 reared in controlled closed seawater systems. M.Sc. Thesis, Texas A&M University, College Station, Texas, 79 pp.
- Forsythe, J.W. and Hanlon, R.T. 1980. A closed marine culture system for rearing Octopus joubini and other large-egged benthic octopods. Lab. Animals 14: 137-142.

- Forsythe, J.W. and Hanlon, R.T. 1981. First rearing of Octopus joubini Robson, 1929 on mysidacean and caridean shrimps. Bull. Amer. Malac. Union, 1980: 42-45.
- Gabe, S.H. 1975. Reproduction in the giant octopus of the North Pacific, Octopus dofleini martini. The Veliger 18(2): 146-150.
- Grimpe, G. 1928. Pflege, Behandlung und Zucht der Cephalopoden für Zoologische und Physiologische Zwecke. Abderhalden's Handbuch Biol. Arbeitsmeth. 9(5): 331-412.
- Hanlon, R.T. 1975. A study of the growth in Octopus briareus, with notes on its laboratory rearing, mating, and field behavior. M.Sc. Thesis, University of Miami, Miami, Florida, 111 pp.
- Hanlon, R.T. 1977. Laboratory rearing of the Atlantic reef octopus, Octopus briareus Robson, and its potential for mariculture. Proceedings of the 8th Annual Meeting of the World Mariculture Society, at San José, Costa Rica (January, 1977), pp. 471-482.
- Hanlon, R.T. and Hixon, R.F. 1980. Body patterning and field observations of Octopus burryi Voss, 1950. Bull. Mar. Sci. 30(4): 749-755.
- Hanlon, R.T., Hixon, R.F. and Forsythe, J.W. 1980. The "Macrotritopus problem" solved: Octopus defilippi reared from a wild-caught, pelagic Macrotritopus. Bull. Amer. Malac. Union, 1979: 70. (Abstract).
- Hirayama, K. 1966. Influence of nitrate accumulated in culturing water on Octopus vulgaris. Bull. Jap. Sci. Fish. 32: 105-111.
- Itami, K., Izawa, Y., Maeda, S. and Nakai, K. 1963. Notes on the laboratory culture of the octopus larvae. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 29:(6): 514-520.

- Joll, L.M. 1976. Mating, egg-laying and hatching of Octopus tetricus (Mollusca: Cephalopoda) in the laboratory. Mar. Biol. 36: 327-333.
- Joll, L.M. 1977. Growth and food intake of Octopus tetricus (Mollusca: Cephalopoda) in aquaria. Aust. J. Mar. Freshwater Res. 28: 45-56.
- Macalaster, E.G. 1976. The natural history and biology of a deep-water octopus, Bathypolypus arcticus (Prosch). M.Sc. Thesis, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada, 80 pp.
- Mangold, K. and Boletzky, S.v. 1973. New data on reproductive biology and growth of Octopus vulgaris. Mar. Biol. 19: 7-12.
- Mangold, K. and Boucher-Rodoni, R. 1973. Role du jeune dans l'induction de la maturation g nitale chez les femelles d'Eledone cirrhosa (Cephalopoda: Octopoda). C. R. Acad. Sc. Paris 276(D): 2007-2010.
- Mangold-Wirz, K., Boletzky, S.v. and Mesnil, B. 1976. Biologie de reproduction et distribution d'Octopus salutii Verany (Cephalopoda, Octopoda). Rapp. Comm. int. Mer M dit 23(8): 87-93.
- Marliave, J.B. 1981. Neustonic feeding in early larvae of Octopus dofleini (W lker). The Veliger 23(4): 350-351.
- Mather, J.A. 1972. A preliminary study of the behavior of Octopus joubini Robson 1929. M.Sc. Thesis, Florida State University, Tallahassee, Florida, 120 pp.
- Messenger, J.B. 1963. Behaviour of young Octopus briareus Robson. Nature 197: 1186-1187.
- Nixon, M. 1966. Changes in body weight and intake of food by Octopus vulgaris. J. Zool., Lond. 150: 1-9.

- Opresko, L. and Thomas, R. 1975. Observations on Octopus joubini:  
Some aspects of reproductive biology and growth. Mar. Biol. 31:  
51-61.
- Overath, R. and Boletzky, S.v. 1974. Laboratory observations on  
spawning and embryonic development of a blue-ringed octopus.  
Mar. Biol. 27: 333-337.
- Solis, M. 1967. Aspectos biológicos del pulpo Octopus maya Voss y  
Solis. Inst. Nacional Investig. Biol. Pesqueras (Mexico),  
Publicacion Num. 18, 90 pp.
- Spotte, S. 1979. Fish and Invertebrate Culture: Water Management in  
Closed Systems. 2nd Edition, Wiley-Interscience, New York, 179 pp.
- Strickland, J.D.H. and Parsons, R.T. 1972. A practical handbook of  
seawater analysis. Fish. Res. Bd. Canada, Bull. 167, 310 pp.
- Taki, I. 1941. On keeping octopods in an aquarium for physiological  
experiments, with remarks on some operative techniques. Venus  
10(3/4): 139-156.
- Thomas, R.F. and Opresko, L. 1973. Observations on Octopus joubini:  
Four laboratory reared generations. The Nautilus 87(3): 61-65.
- Tranter, D.J. and Augustine, O. 1973. Observations on the life  
history of the blue-ringed octopus Hapalochlaena maculosa. Mar.  
Biol. 18: 115-128.
- Van Heukelem, W.F. 1973. Growth and life-span of Octopus cyanea  
(Mollusca: Cephalopoda). J. Zool., Lond. 169: 299-315.
- Van Heukelem, W.F. 1976. Growth, bioenergetics and life-span of  
Octopus cyanea and Octopus maya. Ph.D. Dissertation, University  
of Hawaii, Honolulu, Hawaii, 224 pp.

- Van Heukelem, W.F. 1977. Laboratory maintenance, breeding, rearing, and biomedical research potential of the Yucatan octopus (Octopus maya). Lab. Anim. Sci. 27(5): 852-859.
- Vevers, H.G. 1962. Maintenance and breeding of Octopus vulgaris in an inland aquarium. Bull. l'Inst. Océanogr. Monaco, Special No. 1A: 125-130.
- Voss, G.L. and Phillips, C. 1957. A first record of Octopus macropus Risso from the United States with notes on its behavior, color, feeding, and gonads. Q. J. Fla. Acad. Sci. 20(4): 223-232.
- Walker, J.J., Longo, N. and Bitterman, M.E. 1970. The octopus in the laboratory. Handling, maintenance, training. Behav. Res. Meth. and Instru. 2: 15-18.
- Warren, L.R., Scheier, M.F. and Riley, D.A. 1974. Colour changes of Octopus rubescens during attacks on unconditioned and conditioned stimuli. Anim. Behav. 22: 211-219.
- Wells, M.J. and Wells, J. 1970. Observations on the feeding, growth rate and habits of newly settled Octopus cyanea. J. Zool., Lond. 161: 65-74.
- Wolterding, M.R. 1971. The rearing and maintenance of Octopus briareus in the laboratory with aspects of their behavior and biology. M.Sc. Thesis, University of Miami, Miami, Florida, 120 pp.

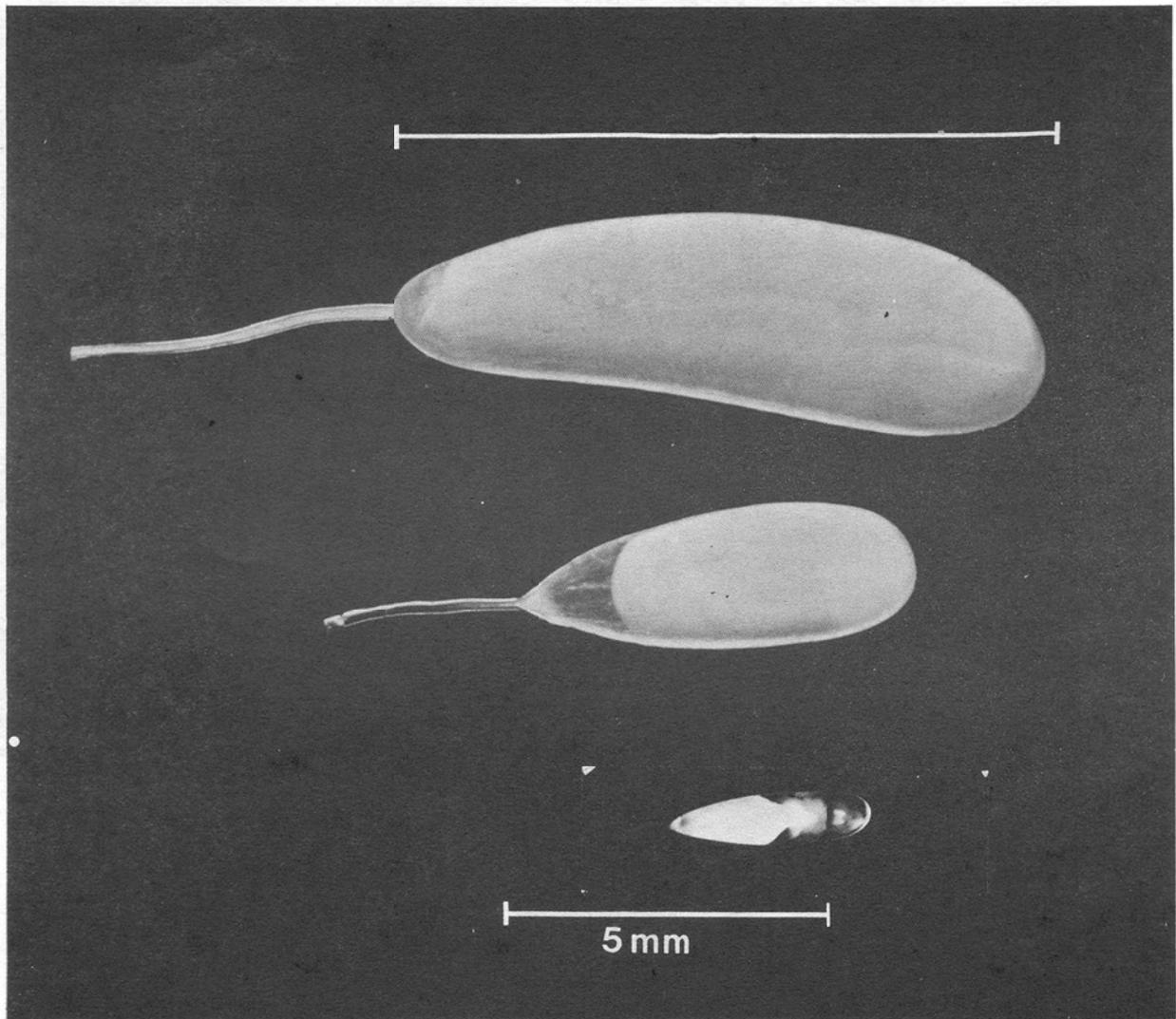


Fig. 1. Comparación del tamaño de los huevos. El mayor corresponde a **Octopus maya** y mide de 10 a 13 mm. El mediano es de **Octopus joubini** y su longitud promedio oscila entre 6 y 7 mm. El menor es el de **Octopus macropus** y es típico de pulpos con huevos pequeños, mide entre 2 y 4 mm. La longitud del huevo se mide de su extremo distal al inicio del pedúnculo del mismo, tal y como se indica con la línea del extremo superior izquierdo de la figura.

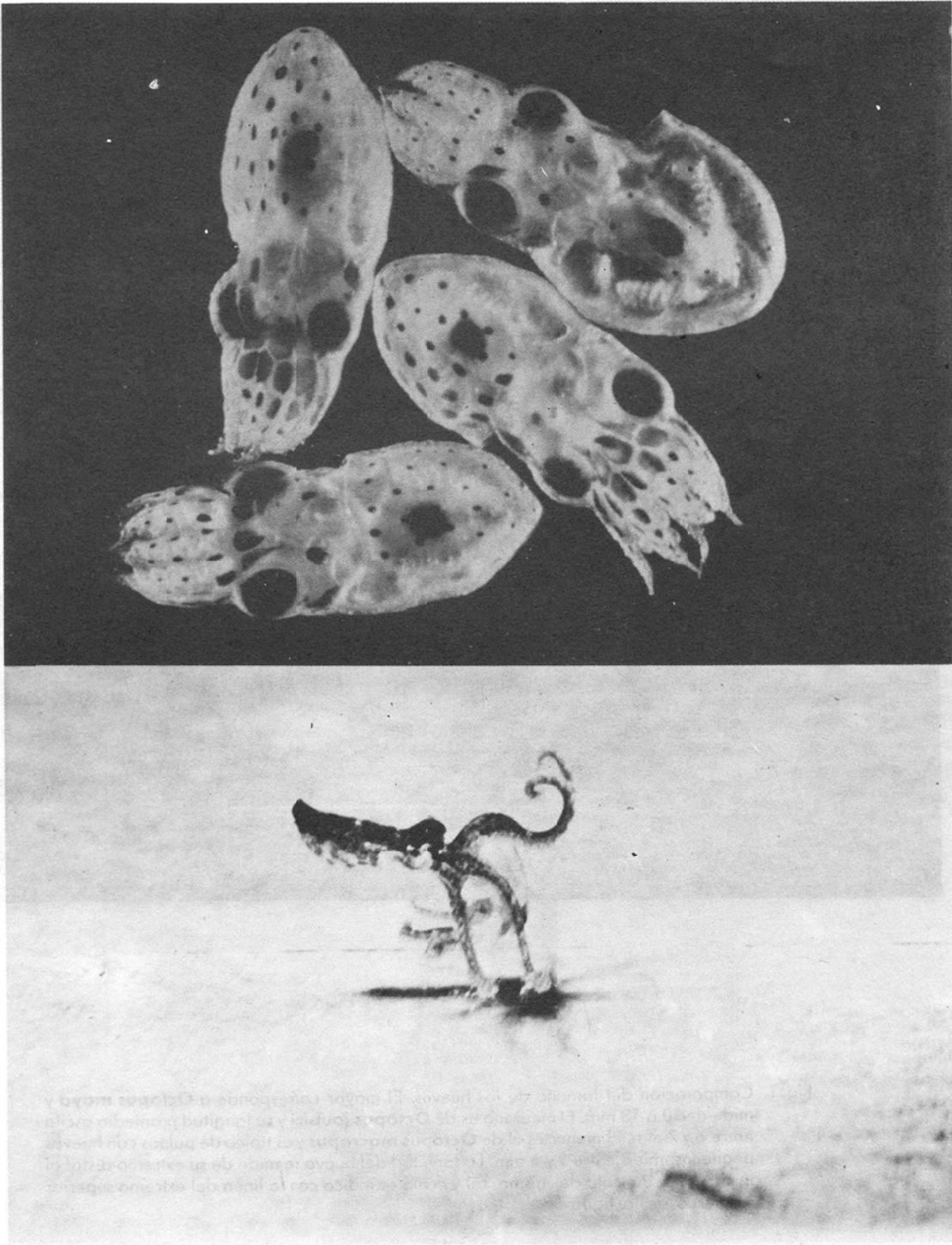


Fig. 2. Crías de pulpos planctónicas versus bentónicas. En la foto de arriba hay cuatro crías de **Octopus burryi**. Note sus brazos cortos. La foto inferior muestra a una cría de **Octopus joubini** sosteniendo a un cangrejo. Observe los brazos mucho más largos. Las crías bentónicas tienen una longitud del manto de 6 mm al brotar y son muchos mayores que las planctónicas, cuya longitud media del manto es de 1.8 mm.

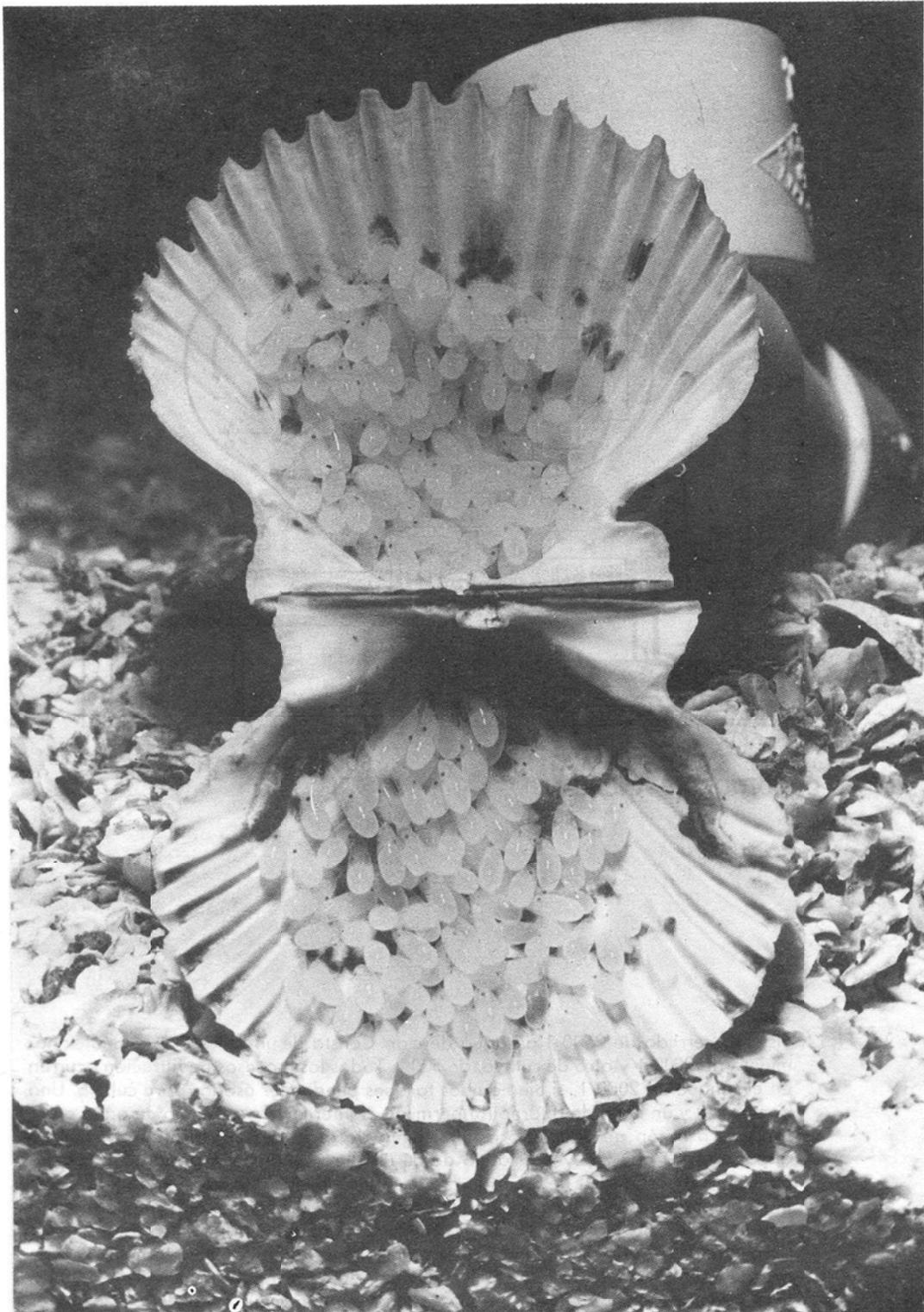


Fig. 3. Freza de **Octopus joubini** depositada dentro de una concha de un molusco bivalvo. Si se le suministra buena circulación y agua bien aireada, los huevos se desarrollarán normalmente sin que sean incubados por la madre.

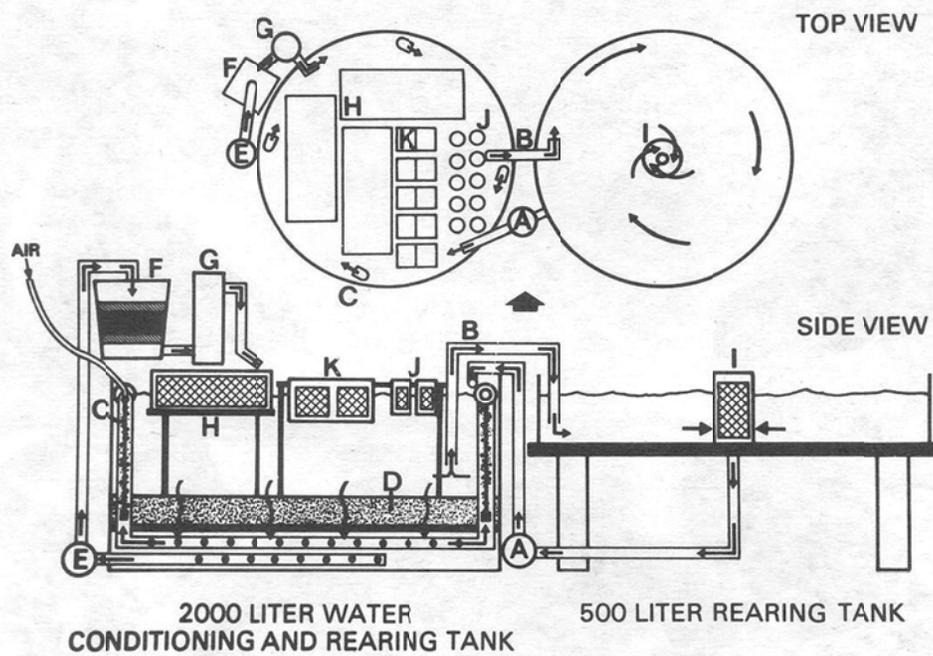


Fig. 4. Sistema cerrado de 2500 l de agua de mar. Consta de un tanque de acondicionamiento de 2000 l y otro de cultivo, de 500 l. Todos los procesos de filtración ocurren en el tanque de 2000 l, si bien ambos tanques pueden ser usados para cultivo. Una bomba (A) y un sifón de retorno (B) permiten el intercambio continuo de agua entre tanques a razón de 500 l/hora. El sistema de aire está constituido por cuatro aireadores (C) que mueven el agua desde un filtro de piso construido con concha quebrada de ostión (D) de 8 cm de altura. Agua adicional es bombeada (E) bajo el filtro de concha de un filtro de caja (F) conteniendo carbón activado colocado entre dos capas de un filtro de fibra poliéster y luego pasa por un filtro esterilizador ultravioleta de 253.7 nm (G) antes de retornar al tanque. El sifón de retorno (B) provee de agua al tanque de cultivo de 500 l. El agua retorna al tanque principal de 2000 l a través de un tubo central (I) cubierto con tela de malla fina que evita el paso de pulpos y alimentos. Las crías de pulpos pueden ser cultivadas en grupo empleando bandejas con cámaras (H) para los primeros tres meses y después son transferidos al tanque de cultivo de 500 l para ulterior crecimiento. Las crías individuales son cultivadas inicialmente en vasos de plástico de 5 cm de alto cubiertos con tela plástica de miriñaque, de malla muy fina (J) y transferidas luego a cámaras mayores cuando crecen.

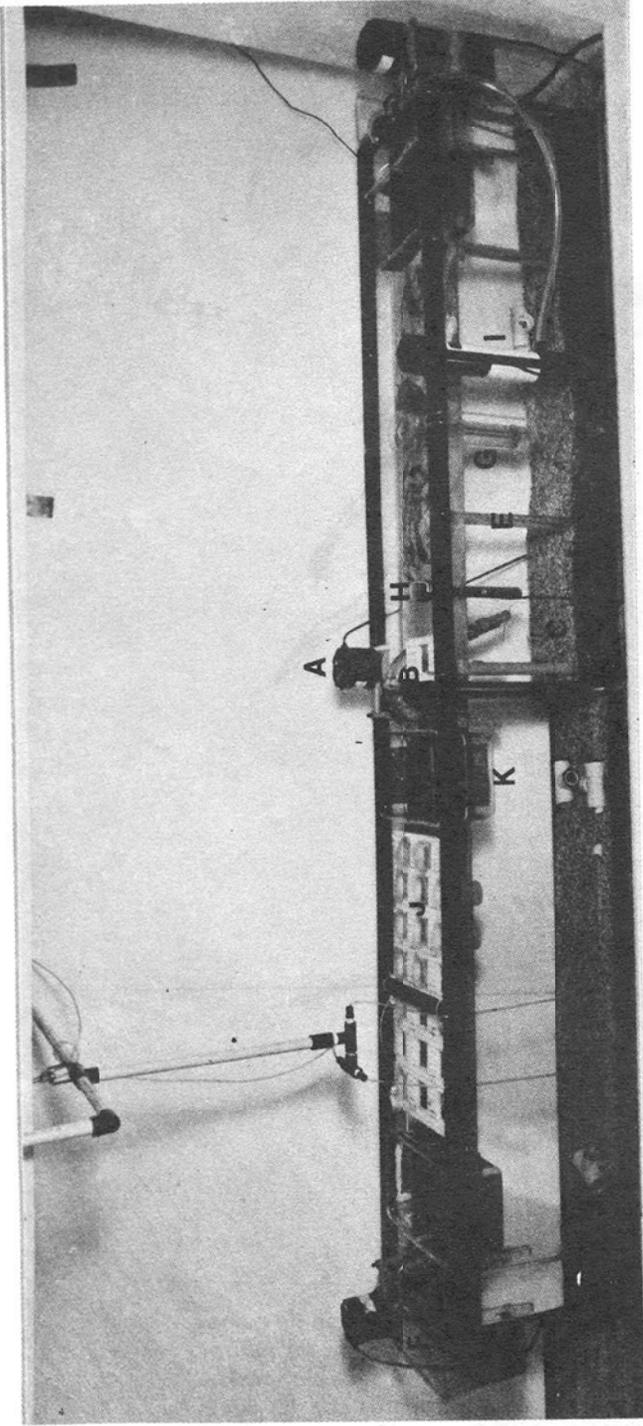


Fig. 5. Sistemas de acuarios de vidrio de 150 l usados en el cultivo en pequeña escala de **Octopus joubini**. Consta de dos acuarios de 80 l cada uno conectados por una bomba y un sifón de retorno. El tanque de la izquierda es tanque principal de cultivo, en tanto que el del lado derecho contiene la mayor parte del equipo de acondicionamiento. Los componentes del sistema son los siguientes: (A) bomba de intercambio de agua; (B) sifón de retorno; (D) sistema de aire; (E) tubos de burbujeo; (F) tanque auxiliar de filtrado; espumador de proteínas; (H) calentador; (I) esterilizador ultravioleta; (J) cámaras pequeñas de cultivo individual; (K) cámaras grandes de cultivo individual.

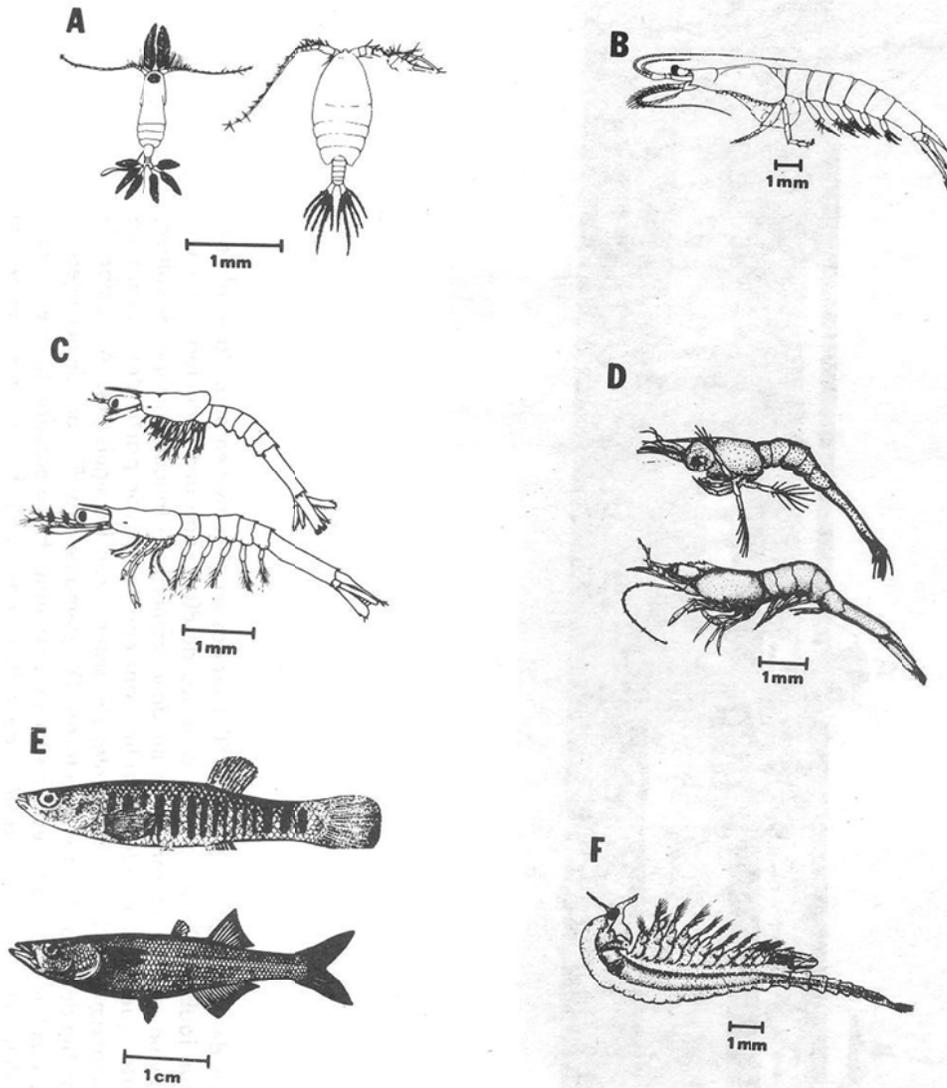


Fig. 6. Ejemplos de organismos diferentes a cangrejos usados para alimentación de pulpos recién brotados a adultos. (A) copépodos cancroides (para crías de pulpos planctónicos); (B) camarón misidáceo (Mysidacea); (C) camarón peneido, mysis y postlarva (**Peneneus** sp); (D) camarón palemónido (**Palaemonetes** sp); (E) peces pequeños (**Fundulus** sp y **Menidea** sp); y (F) camarón salmuera (**Artemia salina**).

## PROBLEMAS BIOLÓGICOS DE LA PESCA DE LOS CEFALÓPODOS

por

Gilbert L. Voss

Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science

University of Miami, Miami, Florida 33149

El requisito principal para el desarrollo y el manejo de la pesca de cefalópodos de Yucatán es el de disponer de información científica sobre los siguientes factores: (1) longevidad, (2) fecundidad, (3) reclutamiento, (4) poblaciones, (5) edad de madurez, (6) migraciones, (7) período de desove y (8) relaciones depredador-presa (Voss, 1983). Desgraciadamente, sabemos muy poco de estos factores con referencia a las pesquerías de Campeche y de otras áreas. No obstante, oficiales pesqueros de casi todas las naciones han establecido reglamentos y guías para el manejo de los recursos de cefalópodos, basados en escasos datos o en ninguno. El dato usado es frecuentemente falso y derivado de especies de cefalópodos poco relacionadas o sin relación alguna con las especies bajo consideración.

Un problema mayor para los administradores pesqueros es que frecuentemente están trabajando con información derivada de especies poco conocidas y, usualmente, especies atípicas. La mayoría de la información ha sido obtenida en estudios del "calamar del mercado" de California, Loligo opalescens, y el pulpo común, Octopus vulgaris, ambos frecuentemente considerados como representantes típicos de la biología de todos los calamares y pulpos. Pero veamos la información biológica derivada de éstos y como, si es posible, puede ser aplicada a los calamares y a los pulpos de Yucatán.

Longevidad. Es casi axiomático entre biólogos pesqueros que, calamares y pulpos viven solamente un año, desovan y mueren. Pero de donde se originan

estos conceptos? Para los calamares, son derivados de las publicaciones de Fields (1950, 1965), quien escribió que Loligo opalescens, el "calamar del mercado" de California, tenía una longevidad de un año, desovaba una vez y moría poco después. Esta idea ha sido reforzada por las observaciones de McGowan (1954) quien reportó acerca de los miles de calamares muertos en el cañón de Scripps, el resultado de una copulación y desove masivos, seguidos por una mortandad también masiva de ambos sexos. Pero, es ésta la verdad? A pesar de todos los estudios hechos en los años siguientes, ningún otro caso de copulación y desove masivos está documentado en la literatura para otros cefalópodos. Los datos de Fields y McGowan fueron tan espectaculares, que están establecidos sólidamente en la literatura y son aceptados extensamente como típicos para los calamares. Pero no son completamente verdaderos.

Estudios mas recientes (Spratt, 1978) han indicado que es posible que Loligo opalescens tenga una longevidad de dos o tres años, dependiendo del número de desoves de la hembra y de las condiciones hidrográficas en el momento de la eclosión.

En pulpos, la misma teoría de una longevidad de un año, basada en datos de experimentos en acuarios, está firmemente fijada en la literatura. En consecuencia, la longevidad de todos los cefalópodos está considerada como de un año. Sin embargo, la inspección de la tabla I (de Voss, 1983) de las especies seleccionadas, demuestra que ésta concepción no es válida. Es posible ver en la tabla que hay una gran diversidad de longevidades entre las diversas especies estudiadas, con consecuencias importantes para el manejo de las pesquerías. El caso extremo es el de Octopus joubini, el cual puede tener dos o tres generaciones por año (Thomas and Opresko, 1973), pero ésta especie es pequeña y no tiene ningún valor comercial. Pero en realidad, los cefalópodos en general

Tabla 1. Ciclos vitales seleccionados de varias especies de calamares y pulpos (de Voss, 1982).

---

<u>Loligo vulgaris</u>	machos 3-4 años hembras 2-3 años
<u>Loligo opalescens</u>	1-3 años
<u>Doryteuthis plei</u>	1-1½ años
<u>Sepioteuthis sepioidea</u>	menos de 1 año
<u>Octopus vulgaris</u>	1-5 años, promedio 2 años
<u>Octopus briareus</u>	1-1½ años
<u>Octopus joubini</u>	1/3-1 año

---

tienen vidas muy cortas y necesitan ser tratados de manera diferente a los animales de vida mas larga.

Fecundidad. El problema de la determinación de la fecundidad ha causado grandes dificultades. Anteriormente, ésta era determinada contando el número de huevos en el ovario de una hembra madura, pero ahora sabemos que no todos los huevos desovan. Similarmente, si todos los huevos son del mismo tamaño, esto indica una especie que desova en un período corto (una semana o menos), mientras que si los huevos son de varios tamaños, la hembra desovará por un período extendido, tal vez de meses. Veamos el número de huevos desovados por las mismas especies, como se indica en la tabla 1 (Tabla 2).

Tabla 2. El número de huevos desovados por especies seleccionadas de calamares y pulpos (de Voss, 1983).

---

<u>Loligo vulgaris</u>	aproximadamente 6,000
<u>Loligo opalescens</u>	14,000
<u>Doryteuthis plei</u>	14,300
<u>Sepioteuthis sepioidea</u>	260
<u>Octopus vulgaris</u>	127,000-402,000
<u>Octopus briareus</u>	100-500
<u>Octopus joubini</u>	40-95
<u>Octopus maya</u>	1,500-2,000

---

Para el biólogo pesquero será evidente que hay diferentes necesidades en el manejo de una especie como Sepioteuthis, que desova 260 huevos y Doryteuthis, que desova 14,300 huevos. Lo mismo es verdad para los pulpos. Octopus vulgaris, el pulpo común, del norte del Golfo de México, puede soportar un mucho mayor esfuerzo de pesca que O. briareus u O. joubini, mientras que O. maya estaría entre estas dos especies.

Reclutamiento. Prácticamente nada se conoce de este elemento esencial de la vida de los cefalópodos. Para conocerlo, necesitamos saber donde desova la especie, cuantos huevos están desovando y cuantos sobreviven desde la eclosión, hasta la etapa juvenil y la madurez. Este es un vacío mayor en nuestro conocimiento de estos animales. Se ha presupuesto que las especies con huevos grandes, como O. maya, tendrían una mucho mejor oportunidad de supervivencia que las de huevos pequeños, como O. vulgaris. Pero los huevos de éstas son mucho mas numerosos: por ejemplo, en el Banco Sahariano, la población de

O. vulgaris se ha mantenido a un nivel constante a pesar de un muy grande esfuerzo de pesca.

Poblaciones. Para el biólogo que trabaja en aguas tropicales, éste problema no es tan importante como ocurriría en aguas frías. La mayoría de las distinciones de poblaciones están basadas en el tiempo de desove y, en aguas frías, este tiempo está restringido a un período muy corto y las clases anuales son la regla. Pero en aguas tropicales, el desove puede ser extendido sobre gran parte del año y las clases anuales no se encuentran frecuentemente en las especies tropicales. Las poblaciones geográficas son mucho mas comunes en especies tropicales y aparecen frecuentemente en O. vulgaris. Las poblaciones pueden ser separadas también por profundidad, como en el caso de O. maya.

Edad de madurez. Actualmente hay muchas dificultades en la determinación de la edad en los cefalópodos. El método mas común emplea las frecuencias de talla. En los peces es posible determinar la edad por medio de la inspección de los anillos de crecimiento en las escamas o en los otolitos . Pero en los cefalópodos, ningún método satisfactorio ha sido desarrollado, aunque los anillos de los estatolitos parecen promisorios. En los pulpos, la mayoría de nuestros datos han sido derivados de estudios experimentales en acuarios, los cuales pueden ser muy traicioneros.

Migracion. Podemos dividir las migraciones en dos tipos: las estacionales y las de larga distancia causadas por cambios hidrográficos mayores. Este último tipo es conocido por el calamar de Humboldt, Dosidicus gigas, en el Páccifico occidental. Anteriormente esta especie estaba concentrada en aguas Chilenas y ahora es capturada en aguas Mexicanas (Ehrhardt et al 1983). Desde hace 15 años, ninguna concentración de este animal en Chile ha sido reportada.

Las migraciones estacionales son bien conocidas en muchos cefalópodos. En California, el "calamar del mercado" está mar afuera hasta el fin del verano,

cuando las surgencias los traen a las áreas de desove, como la Bahía de Monterey (McInnis and Broenkow, 1978). Doryteuthys plei se congrega en el Golfo de Campeche principalmente en los meses más fríos del año y está casi totalmente ausente en el resto del Golfo de México. Este calamar aparece primero en la parte occidental en enero y aumenta en número durante el verano, hasta el fin del otoño, cuando se encuentra distribuido en todas partes. La especie desaparece totalmente en los meses de noviembre y diciembre.

En Octopus una migración de mar adentro hacia la costa, ha sido bien documentada para O. vulgaris en varios lugares y aparentemente esta especie sigue el mismo proceso en el Golfo de México, a lo largo de la costa de la Florida. No tenemos ninguna información de los movimientos estacionales de O. maya en el Golfo de Campeche.

Relaciones depredador-presa. El factor final a ser examinado es la relación depredador-presa de varias especies. Sabemos que las larvas y los juveniles de todos los calamares y pulpos son comidas por peces grandes. Los cefalópodos jóvenes forman una importante parte de la dieta de los atunes en el Golfo de México. Por otra parte, las especies como Octopus maya y O. briareus tienen huevos grandes con crías que, inmediatamente después de eclosionar, se precipitan con propulsión a chorro hacia la protección del fondo, donde ocupan el mismo hábitat de los adultos. Así, la tasa de supervivencia de las crías provenientes de huevos grandes es mucho mayor que en el caso de las crías planctónicas nacidas de huevos pequeños, a pesar del menor número de huevos desovados por las primeras.

Los calamares adultos son devorados solamente por los peces más grandes y por los mamíferos marinos. Por otra parte, los calamares devoran los juveniles de muchos de los peces depredadores. En los pulpos, la mayor depredación ocurre en los juveniles grandes y en los adultos. En el Golfo de México los

depredadores mas importantes de los pulpos son los meros y los pargos. Parece que la fuerte presión de pesca sobre estos peces en el área, ha permitido un gran aumento en las poblaciones de O. vulgaris. Esto ha resultado en depredaciones masivas y a menudo desastrosas, en los "stocks" de cangrejo moro, con grandes pérdidas para la pesca. Es posible que estos grandes recursos de O. vulgaris continúen como una amenaza mas o menos permanente para estos cangrejos. Son conocidos varios casos donde tal agotamiento de los depredadores por sobrepesca, ha resultado en una inversión de especies y en el predominio de los pulpos, como ha ocurrido en el Banco Sahariano desde hace mas de 20 años al presente (García Cabrera, 1968).

#### Discusión

Así, podemos ver que las reglas y los principios para el manejo de muchos de nuestros recursos de cefalópodos, están basados en información de especies sin relación alguna con los ciclos vitales de las especies en cuestión. Si la pesca de cefalópodos de Yucatán va a ser mantenida y desarrollada hacia su producción máxima sostenida, se requieren muchos estudios para obtener los datos necesarios para el manejo del recurso. La longevidad de Octopus maya no ha sido determinada, pero es posible que ésta sea de uno a dos y medio años. Esta especie tiene huevos grandes y juveniles bentónicos reptantes, lo suficientemente grandes para su protección de los depredadores usuales. No obstante, poco es conocido de las migraciones estacionales y de las poblaciones, especialmente entre las de aguas someras y las de aguas mas profundas. Otra interrogante existe acerca de la relación entre la distribución de estas especies y el área de coincidencia con las poblaciones de O. vulgaris en la parte superior del Golfo de México, la costa de Veracruz y la costa del suroeste de la Florida. Que factores hidrográficos separan a estas dos especies?

Doryteuthys plei es una especie tropical cuya venta está aumentando en los mercados extranjeros. No se está explotando en Yucatán, aunque se piensa que existen recursos considerables, especialmente en los meses del invierno. La mayoría de la información sobre la ocurrencia de ésta especie está contenida en los trabajos por Hixon (1980) y Voss y Brakonietcki (1985). Ningún estudio de los recursos de ésta especie en aguas Mexicanas ha sido perseguido, aunque es capturada frecuentemente como pesca acompañante del camarón.

En resumen, es necesario descartar el ciclo vital "típico" de los cefalópodos, tan fuertemente fijado en la literatura de pesca y desarrollar estudios de las especies disponibles localmente (Solís, 1967), determinando para cada especie los factores necesarios para el desarrollo de la pesca, con base en datos válidos.

#### Agradecimiento

Quiero expresar mi sincero agradecimiento al Sr. Alberto Ramirez quien leyó el manuscrito y corrigió mi uso del Español.

#### Bibliografía

- Ehrhardt, N.M., P.S. Jacquemin, F. García B., G. Gonzales D., J.M. López B., J. Ortiz C. and A. Solís N. 1983. On the fishery and biology of the giant squid Dosidicus gigas in the Gulf of California, Mexico. FAO Fish. Techn. Pap. 231: 306-340.
- García Cabrera, R.C. 1968. Biología y pesca del pulpo (Octopus vulgaris) y choco (Sepia officinalis hierredda) en aguas del Sahara Español. Publ. Tecn. Junta Estud. Pesca, Madrid 7: 141-198.
- Fields, W.G. 1950. A preliminary report on the fishery and on the biology of the squid, Loligo opalescens. Calif. Fish & Game, Bull., 36: 366-377.
- 1965. The structure, development, food relations, reproduction and life history of the squid, Loligo opalescens Berry. Calif. Fish & Game, Bull., 131: 1-108.
- McGowan, John A. 1954. Observations on the sexual behavior and spawning of the squid, Loligo opalescens, at La Jolla, California. Calif. Fish & Game, 40: 47-54.

- McInnis, R.R. and W.W. Broenkow. 1978. Correlations between squid catches and oceanographic conditions in Monterey Bay, California. Calif. Fish & Game, Fish Bull., 169:161-170.
- Solís, M.J. 1967. Aspectos biológicos del pulpo Octopus maya Voss y Solís. Publ. Inst. Nac. Invest. Biol. Pesq. México No. 18: 1-90.
- Spratt, J.D. 1978. Age and growth of the market squid, Loligo opalescens Berry, In Monterey Bay. Calif. Fish & Game, Fish Bull., 169: 35-44.
- Thomas, R.F. & L. Opresko. 1973. Observations on Octopus joubini: Four laboratory reared generations. Nautilus 87: 61-65.
- Voss, G.L. 1983. A review of cephalopod fisheries biology. Mem. Natl. Mus. Victoria, 44: 229-241.

SITUACION ACTUAL DE LAS INVESTIGACIONES DE PULPO Y CALAMAR  
EN EL GOLFO DE MEXICO.

Por

MANUEL J. SOLIS RAMIREZ

Centro Regional de Investigación Pesquera de Yucalpetén.  
Apartado Postal 73. Progreso, Yucatán, México. C. P. 97320.

INTRODUCCION.

La explotación pesquera de los cefalópodos en aguas del Golfo de México y Mar Caribe, en México, se ha distinguido principalmente por el aprovechamiento de la especie pulpo, siendo en principio el Estado de Campeche el principal productor, particularmente las aguas adyacentes al puerto del mismo nombre y las del occidente del también puerto de Lerma (Carranza, - 1959).

El Puerto de Veracruz aporta también cierta producción de octópodos aún - cuando en menor escala que Campeche.

A partir de 1960, comienzan a registrarse capturas en los Puertos campechanos de Champotón y Ceibaplaya, posteriormente en 1972 al establecerse la Oficina de Pesca de Isla Arenas, se procede a registrar las capturas - de esta localidad y en forma -rregular aparecen datos estadísticos de la especie proidentes de Isla Aguada y Ciudad del Carmen.

Yucatán ingresa como productor destacado a partir de 1970, cuando pescado

res campechanos se desplazan a Celestún en busca del molusco que en ese año sufre importantes decrementos en sus aguas.

El estado de Quintana Roo, tiene amplias perspectivas en la porción norte de su litoral, así se tiene conocimiento que en 1971 como resultado de la aparición del fenómeno de la "Marea Roja", prácticamente se colectaron algunas toneladas de estos productos arrojados a las playas de Isla Holbox, y puede considerarse que allí se inicia una pesquería artesanal. Se estima que (Solís, 1975) la costa oriental de la península de Yucatán cuenta con importantes poblaciones de pulpo potencialmente explotables.

En lo que se refiere a la especie calamar, no existe prácticamente pesquerías, ya que las capturas registradas provienen en forma incidental del arrastre de redes camaroneras, destacando en este renglón Ciudad del Carmen, Camp. Sin embargo, una pequeña pesquería existe en Progreso, -- Yuc., la cual tiene lugar básicamente durante los meses de julio y agosto, siendo la captura consumida allí mismo por los veraneantes provenientes de la ciudad de Mérida.

#### ESTUDIOS EEECTUADOS.

La investigación científica de los moluscos cefalópodos en el Golfo de México y Mar Caribe, tiene sus antecedentes en Robson (1932), quien publicó un estudio sobre variación, huevos y hábitos de oviposición de octópodos de Florida; Adam (1937) identifica colectas del barco de investigación "Mercator"; Pickford (1945) realiza una de las primeras y más com

pletas contribuciones al conocimiento de los cefalópodos del Golfo de México; Burgess (1966) escribe acerca de la morfología y biología de Octopus hummelencki Adam. Corresponde, sin embargo, a Voss ser el más entusiasta promotor de la investigación de este recurso a través de una extensa bibliografía (a partir de 1949) y también como capacitador de especialistas.

En el caso particular de los cefalópodos de aguas mexicanas los trabajos registrados por investigadores nacionales son los siguientes: De la Peña (1957) presenta como tema de tesis profesional "Un Estudio Anatómico --- acerca del Pulpo (Octopus vulgaris Lamck) de la Sonda de Campeche, en la cual se abordan aspectos exclusivamente anatómicos; (Solís 1962) en su contribución al estudio del pulpo de la Sonda de Campeche aborda aspectos morfológicos, de artes y métodos de pesca, producción y comercialización, etc.

El mismo autor cambia su residencia al Puerto de Campeche a fin de reunir el material necesario para presentar como tema de su tesis profesional un estudio sobre estos moluscos; Fuentes, Solís y De la Garza (1965) presentan en el Segundo Congreso Nacional de Oceanografía celebrado en Ensenada, B.C.N.: Algunos aspectos de la reproducción de pulpo (Octopus vulgaris Lamck) de la Sonda de Campeche. Como se observan ciertas discrepancias o diferencias entre la descripción de tales aspectos reproductivos de O. vulgaris, la colección de huevecillos, base del estudio anterior y la captura de un pulpo hembra con su puesta o freza adherida a la bóveda de una roca coralina, mismas que se mantuvieron en laboratorio -- por espacio de dos meses, Solís envió a Voss algunos ejemplares de estos

pulpos colectados en aguas campechanas, pidiendo el segundo más muestras al advertir la posibilidad de la presencia de una nueva especie, lo cual se define al viajar el autor a Miami, Florida. Bajo la guía del Dr. Voss, la descripción se publica en el Bulletin of Marine Sciences con el título: Octopus maya, a New Species from the Bay of Campeche, Méx. Aplicando los conocimientos adquiridos en Miami, Solís (1966) escribe: "Dos nuevas localidades de colecta de O. maya Voss y Solís" y "Catalogación de los Octopoda del Golfo de México. I.- Los pulpos de Veracruz"; con base el primero, en material colectado en aguas del arrecife Alacranes (65 millas náuticas al norte de Progreso, Yuc.) y frente a Isla Holbox, y el segundo sobre material examinado de la colección de la entonces Estación de Biología Marina de Veracruz, Ver. Más tarde, (1967) en el marco del Tercer Congreso Nacional de Oceanografía, celebrado en Campeche, Camp., el mismo autor presenta: "Informe sobre el Estudio de los Octópoda de México" e "Incubación Parcial de O. maya en laboratorio", en los cuales se resumen experiencias obtenidas desde 1961. Ya en el mismo (1977) el autor logra presentar su tesis profesional con el tema: Aspectos Biológicos del Pulpo Octopus maya, Voss y Solís; destacando en este trabajo las observaciones sobre el comportamiento del pulpo hembra durante el período de reproducción, determinación de tiempo del desarrollo embrionario de los huevecillos y las características particulares de la eclosión (desarrollo directo), comportamiento de las crías, así como las experiencias del cultivo de la especie en laboratorio, logrando mantener un ejemplar vivo procedente de una puesta incubada en laboratorio, hasta 66 días. Esta última publicación motiva a Van Heukelem, investigador de la Universidad de Hawai, a realizar un estudio sobre cultivos de Octopus maya, obteniendo, mediante permiso de las autoridades mexicanas, dos mil huevecillos de esa especie que logra desarrollar en cuatro generaciones

Obteniendo valiosa información que resume en su informe preparado para el Instituto Nacional de la Pesca (1975), sobre: Rearing, Growth and Bioenergetics of Octopus maya, Voss y Solís, 1966.

Aún cuando en forma sistemática se ha tratado de intervenir en la tecnología de la captura, para lo cual se ha promovido la construcción de señuelos como substitutos de la carnada viva empleada para la captura mediante el sistema de gareteo, el cual, utiliza crustáceos como la jaiba y el cangrejo moro, cuya producción regional es insuficiente, siendo necesario adquirirla sobre todo la jaiba en puertos del Estado de Veracruz y Tamaulipas. Además la carne o pulpa de la jaiba tiene demanda y por ende, buen precio.

Se ha colaborado con el Instituto Mexicano de Comercio Exterior en la promoción del uso de ollas japonesas de plástico y bajo su patrocinio, se publicó: "Posibilidades de la Pesca del Pulpo en la Península de Yucatán", en el cual se escribe acerca de las especies principales de pulpo, centros de desembarque; volúmenes, valor, temporada de captura; comercialización, artes y métodos de pesca, etc. Solís (1975).

Por lo que se refiere a los calamares, se tiene conocimiento de la existencia del recurso a través de las capturas incidentales efectuadas con redes de arrastre camarereras y escameras. Así también, con redes cuchara a bordo del barco de investigación "Hernán Cortés" de la Universidad de St. Petesburgh, Flo., al participar el autor en uno de sus cruceros efectuado en aguas de Quintana Roo. En 1968, se intentó estudiar la pequeña pesquería existente en Progreso, Yuc., con la participación de Edward T. La Roe, investigador del Instituto de Ciencias Marinas de Miami,

desafortunadamente para ambos no contamos con el apoyo económico para hacerlo y solamente se logró clasificar el material colectado a partir de 1964, existente en la estación de investigación pesquera de Campeche, y se hicieron observaciones a bordo de una pequeña embarcación una noche - de agosto de 1968 en Progreso, Yuc.

Durante el período 1978-79, se participó en tres cruceros de pesca exploratoria experimental de calamar, abordo del barco de investigación "Onju ku", donado por el Gobierno de Japón, para lo cual se utilizaron poteras operadas con máquinas semi-automáticas y en algunos casos, redes de ---- arrastre camaroneras durante el día.

En 1977, se establece como proyecto, oficialmente, la investigación biológico-pesquera del pulpo y calamar, siendo suspendido este último en -- 1980 por falta de personal. A partir de entonces y hasta 1981, se ha--- bían realizado entre otras, las siguientes actividades:

- Muestreos biológicos de pulpo en por lo menos seis puertos de descarga del molusco en Campeche (Champotón, Ceibaplaya y Campeche) y Yucatán (Celestún, Sisal y Telchac Puerto). Estos muestreos incluyen determinación del sexo, estadíos de madurez gonadal de las hembras, medición de la longitud total y/o del manto y el peso total de cada organismo.
- Se ha colaborado con personal científico del Marine-Biomedical Institute en las siguientes acciones:
  - a) Viaje de estudio que los biólogos Hixon y Villoch realizaron en -

tres de los principales puertos de la Península, donde los calamares son parte de la fauna de acompañamiento del camarón.

- b) Se logró la participación de los investigadores antes citados en el crucero N°. 3 de calamar, a bordo del barco de investigación - "Onjuku".
  
  - c) Se viajó al MBI, donde además de conocer los logros de la institución en materia de cultivo en sistemas cerrados, de pulpos y calamares, se colaboró con los investigadores Hixon y Villoch en la elaboración del trabajo: "Aspects of Morphometrics and Reproduction of the Squid Ommastrephes pteropus Steenstrup, 1985, in the Western Gulf of México; el cual fué publicado en el boletín de la Unión Americana de Malacología, como parte de las contribuciones que se presentaron en la 46° Reunión Anual de dicha sociedad, celebrada en Louisville, Kentucky en 1980, teniendo como base 401 -- ejemplares de O. pteropus colectados durante 9 cruceros realizados a bordo de 4 barcos de investigación: Gillis, Iselin, Ledy Jones (Norteamericanos) y "Onjuku" (Mexicano) de 1975 a 1979, respectivamente.
  
  - d) Se ha apoyado también al personal científico del MBI, encargado -- del proyecto: "Laboratory Culture of Octopus for Biomedical Research", en lo relativo a la colecta en Campeche y Yucatán de ejemplares de Octopus maya.
- Se han mantenido también relaciones de intercambio con el Dr. Gilbert L. Voss, dependiente de the Rosenthal School Marine and Atmospheric

Science. Fué así como este año (1981) se viajó a Miami, Fla., donde el Dr. Voss actualizó al responsable del proyecto pulpo del Golfo de México, en el conocimiento de la biología pesquera de octopodo, así como también en el manejo de aspectos taxonómicos y al estudiar material del Museo del Centro de Investigaciones Pesqueras de Yukalpetén, se quedaron 3 ejemplares de pulpo capturados con red de arrastre escamero, los cuales dicho investigador sospecha correspondan a una -- nueva especie o variedad de alguna ya conocida.

- Se colaboró con los investigadores norteamericanos Walker, Longo y Bitterman (1970), de la Universidad Bryn Mawr, de Filadelfia en estudios de comportamiento de Octopus maya en laboratorio; labor que desarrollarán en el ahora Centro Regional de Investigación Pesquera de Campeche.
- El alto costo de la jaiba, cangrejo araña y moro, etc., utilizados como carnadas en el sistema de pesca de pulpo conocido como "al gareteo" abre la posibilidad de contar con la colaboración de los pescadores afectados, quienes ahora solicitan se les provea de señuelos de plástico, construidos en 1973 con el propósito de reducir el uso de la carnada natural, destinando la jaiba y el cangrejo moro para consumo humano.
- Aún cuando Solís (1967) establece la fecundidad del pulpo Octopus maya entre 1500 y 2000 huevecillos por hembra, se están colectando gonadas con el fin de revisar dicha información, ya que Van Heukelem (1977) dice que pueden contarse hasta 5000 huevos.

- Con la captación del esfuerzo de pesca en formas especialmente diseñadas, se espera conocer la captura por unidad esfuerzo del pulpo, - así como el número de pescadores por embarcación, de líneas pulperas empleadas por embarcación y por alijo, número de estos últimos por - embarcación nodriza, etc. Esta labor se inicia en 1979 con el apoyo de algunos industriales amigos.
- Se recopila información estadística de los volúmenes de captura por puerto, número de permisionarios, pescadores, embarcaciones, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Adam, W. (1937). Cephalopodes des Isles Bonaire et Curacao. Capita Zoología. 8:1-29.

Burgues, L.A. (1966). A Study of Morphology and Biology of Octopus hummelencki. Adam, 1936 (Mollusca: Cephalopoda). Bull of Mar. Sci. 16(4) :-762-813.

Carranza F., Jorge (1959). "Los Recursos Naturales del Sureste y su -- Aprovechamiento". II Parte. La Pesca, Tomo 3: 151-328. Ed. Inst. Nal. Rec. Nat. Ren. México, D. F.

De la Peña, M. E. (1957). Estudio Anatómico acerca del pulpo (Octopus vulgaris Lamck). Tesis Profesional. UNAM. Fac. de Ciencias. México.

Fuentes, Dilio; M. Solís R. y J. de la Garza S. (1965). Algunos aspectos de la Reproducción del Pulpo (Octopus vulgaris Lamarck) de la Sonda de - Campeche. Contr. del Inst. Nal. de Invest. Biol. Pesq. al II Congreso Na

cional de Oceanografía. Ensenada, B.C. 1-9 (mimeógrafo).

Hixon, R.F.; M.J. Solís y M. Villoch (1980). Aspects of Morphometrics and Reproduction of the Squid *Ommastrephes Pteropus*, Steemtrup, 1985, in the Western Gulf of México. Bull. of American Malacological Union Inc. 54-60.

Pickford, G.E. (1945). Le poulpe Americain: A Study of the Littoral - Octopoda of the Western Atlantic. Trans. Conn. Acad. Arts. Sci., 36: - 701-811.

Robson, G.C., (1932). Notes of the Cephalopoda N° 16, on the variation, egg and ovipository habits of Florida octopods. Ann. Mag. Nat. Hist. Vol. 10 (10): 368-374.

Solís, R. M. J., (1962). Contribución al estudio del pulpo (*Octopus vulgaris* Lam arck) de la Sonda de Campeche. Trabajos de divulgación. 3(24):1-30. Dirección General de Pesca. México, D.F.

Solís, R. M. J., (1967 a). Incubación parcial de *Octopus maya* en laboratorio. III Congreso Nacional de Oceanografía. 15-19 de marzo. - Campeche, Camp. (resúmen).

Solís, R. M. J., (1967 b). Aspectos Biológicos del Pulpo *Octopus maya* Voss y Solís. Publ. (18): 1-90 Inst. Nal. de Invest. Biol. Pesq. México, D.F.

Solís, R. M. J., (1975). Posibilidades de la Pesca de Pulpo en la Península de Yucatán. Inst. Mex. de Comercio Exterior. Publ. 347:1-20. México, D.F.

Voss, Gilbert L. (1949). Notes on a Specimen of *Octopus hummelencki* - Adam from the Florida Keys. Rev. Soc. Malacológica. 7(1):3-6.

- Voss, Gilbert L. Keys (1954). Cephalopoda of the Gulf of México, In: Gulf of México. It's origin, waters and marine life Fishery Bull. -- 55 (89): 475-478.
- Voss, Gilbert L. (1956). A Review of the Cephalopoda of the Gulf of - México Bull. Mar. Gulf and Caribb. 6 (2): 85-178.
- Voss, G. y M. J. Solís (1960). Octopus maya a new species from the -- bay of Campeche, México. Bull of Mar. Sci. 16(3): 615-625.
- Van Heukelem, W. F. (1975). Rearing, Growth and Bioenergetics of Octopus maya, Voss y Solís, 1966. A Report prepared for the Instituto Nacional de la Pesca. México, D.F. (Manuscrito).
- Van Heukelem, W.F. (1977). Laboratory maintenance, breeding, rearing - and biomedical research potential of the Yucatán Octopus (Octopus maya). Lab. Animal Science 27(5): 852-859.
- Walker, J.; N. Longo y M. E. Bitterman. (1970). The Octopus in the - Laboratory. Handling, Maintenance, Training. Beh. Res. Meth and Invest. (2): 15-18.

## APENDICE I.

Durante el período 1982-1986 se han logrado grandes avances, entre los cuales se pueden citar:

El procesamiento de los datos de muestreo correspondientes al período 1977-1983 y su análisis poblacional conducen a la Secretaría de Pesca a dictar entre otras medidas de administración de la pesquería:

- a) Modificación del período de veda que con caracter experimental regía desde 1972, abarcando del 16 de diciembre al 31 de julio (antes, del 16 de noviembre al 31 de julio).
- b) Establecimiento de una talla mínima de captura de 110 mm de longitud del manto.

Se ha participado en las últimas reuniones NEXUS-GOLFO, en la octava, celebrada en Yukalpetén, Yuc., se presentó el trabajo: "Evaluación y Regimen Optimo de Pesca del Pulpo en la Península de Yucatán"; actualmente en prensa (An. Inct. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, México 13 (3), elaborado por Solís y Chávez con base en el análisis de 3622 ejemplares muestreados durante la temporada de captura de 1980 en puertos de Campeche y Yucatán; en la novena, realizada en Cancun, Q. Roo en coautoría con Arreguín (1984) se presenta: Análisis de la Pesquería de Pulpo (Octopus maya) del Banco de Campeche y en las reuniones novena (Houston, Tex.) y once (Mérida, Yuc.) se presentaron sendos informes de actividades.

En el período 1977-1986 se han muestreado un total de 80384 ejemplares de pulpo.

Se tiene en prensa la Memoria del Simposium sobre Investigaciones - de Pulpos y Calamares se realizara en Yukalpetén en 1981, con la cooperación de tres investigadores norteamericanos y el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y de la Secretaría de Pesca.

También con el apoyo financiero del Conacyt se ha logrado:

- La elaboración de un Catálogo de Cefalópodos de la Bahía de Campeche (en proceso final para su publicación).
  
- Elaboración de un modelo de simulación de la pesquería del pulpo aplicando el modelo Simero diseñado por el Dr. Juan Carlos Seijo G. para la pesquería del mero (Pices, Epinephelus morio), el cual se tiene en proceso final para su presentación en una reunión a celebrar en La Paz, B.C. en abril de 1987, y por último se encuentra en proceso de desarrollo un estudio de revisión de la fecundidad de Octopus maya.