

Maravillas del océano: secretos de la reproducción y desarrollo de los pulpos

Wonders of the ocean: secrets of octopus reproduction and development

Diana Judith López Peraza y Mónica Hernández Rodríguez

Resumen

Los pulpos son animales marinos reconocidos por su inteligencia, camuflaje, capacidad de expulsar tinta al sentirse amenazados, así como por el desarrollo de sus crías, que puede ser directo o indirecto. En este texto se habla sobre las características principales de ambos tipos de desarrollo, para facilitar su entendimiento en estudios de biología, reproducción y ecología. Las especies con desarrollo directo tienen crías conocidas como *juveniles*, que habitan el fondo marino desde su nacimiento; por el contrario, las especies con desarrollo indirecto tienen crías llamadas *paralarvas*, que viven en la columna de agua. Los juveniles y las paralarvas también difieren en la conducta, alimentación, fisiología, nutrición, morfología, entre otras características. Aún es indispensable realizar más investigaciones para entender las características biológicas de los pulpos en etapas tempranas del desarrollo con fines de cultivo, para su consumo y comercialización.

Palabras clave: desarrollo, paralarvas, pulpos, reproducción, océano.

CÓMO CITAR ESTA COLABORACIÓN

López Peraza, Diana Judith, y Hernández Rodríguez, Mónica. (2024, mayo-junio). Maravillas del océano: secretos de la reproducción y desarrollo de los pulpos. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 25(3). <http://doi.org/10.22201/ceide.16076079e.2024.25.3.6>

Abstract

Octopuses are animals recognized for their intelligence, camouflage, ability to expel ink when they feel threatened, as well as for the development of their offspring, which can be direct and indirect. In this text, we describe the main characteristics of these two types of development, to facilitate their understanding in biology, reproduction, and ecology studies. Species with direct development have offspring known as *juveniles*, that inhabit the seabed from birth; on the contrary, those species with indirect development have offspring are called *paralarvae* and live in the water column. Juveniles and paralarvae also differ in behavior, feeding, physiology, nutrition, morphology, among other characteristics. More research is still needed to understand the biological characteristics of octopuses in early stages of development for farming, consumption and marketing.

Keywords: development, paralarvae, octopuses, reproduction, ocean.

Diana Judith López Peraza

Facultad de Ciencias (FACIMAR), Universidad de Sinaloa (UAS)

Licenciado Biólogo Acuicultor, egresada de la FACIMAR de la UAS. Maestría y Doctorado en Ciencias en Acuicultura en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada Baja California (CICESE B.C.). Adscrita a la FACIMAR-UAS como Profesor e Investigador de Tiempo Completo. Las líneas de investigación que desarrolla son ecofisiología de organismos acuáticos, producción de alimento vivo para la acuicultura y nutrición de organismos acuáticos.

 dianalopez@uas.edu.mx

 [0000-0002-7344-4134](https://orcid.org/0000-0002-7344-4134)

Mónica Hernández Rodríguez

Departamento de Acuicultura, Centro de investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)

Bióloga de la Facultad de Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Maestra en Ciencias en Ecología Marina y Doctor en Ciencias en Acuicultura por el CICESE y Posdoctorado en la Universidad de Barcelona, España. Actualmente es Investigador Titular en el Departamento de Acuicultura en CICESE. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. La línea de investigación que desarrolla es ecofisiología y fisiopatología de organismos acuáticos. Actualmente su interés científico se centra en estrés, fisiopatología, cultivo de peces, aspectos fisiológicos y nutricionales en pulpos y en el uso de plantas medicinales en acuicultura.

 mhernand@cicese.mx

 [0000-0001-7496-7140](https://orcid.org/0000-0001-7496-7140)

Introducción

Los pulpos son animales marinos pertenecientes a los moluscos. Aquellos dentro del género *Octopus* viven asociados al fondo marino, es decir, son organismos *bentónicos*, en etapa adulta. Comúnmente se encuentran en refugios como rocas, arrecifes, conchas vacías, e incluso en objetos de origen antrópico, disponibles por la contaminación de los mares (Boyle y Rodhouse, 2005). Dentro de las diversas especies de *Octopus* existen dos tipos de estrategias reproductivas únicas y distintivas. Aquí, señalaremos las características principales que las distinguen, haciendo énfasis en las crías. Esta información será útil durante los estudios de la biología, reproducción y ecología de las especies que presentan estas estrategias, así como para conocer, en las especies que son de importancia económica, su desempeño en cultivo en condiciones de laboratorio.

Diferencias entre estrategias reproductivas

El primer tipo de estrategia corresponde a aquellas hembras que ponen pocos huevos: entre 100 y 800, con tamaño relativamente grande, de aproximadamente 2 cm de longitud, aunque esto depende de la talla de la hembra (Forsythe y Hanlon, 1988; Monsalvo-Spencer et al., 2021). En el segundo tipo de estrategia reproductiva, las hembras ponen una enorme cantidad de huevos: hasta 700,000 (Van Heukelem 1983), con un tamaño mucho menor, de entre 1.5 y 6 mm de longitud (Villanueva y Norman, 2008), como ocurre con el pulpo azul (*O. cyanea* Gray, 1849) y el pulpo de dos manchas (*O. bimaculatus* Verrill, 1883). No obstante, en ambas estrategias, la hembra cuida los huevos durante todo el desarrollo embrionario (ver figura 1).

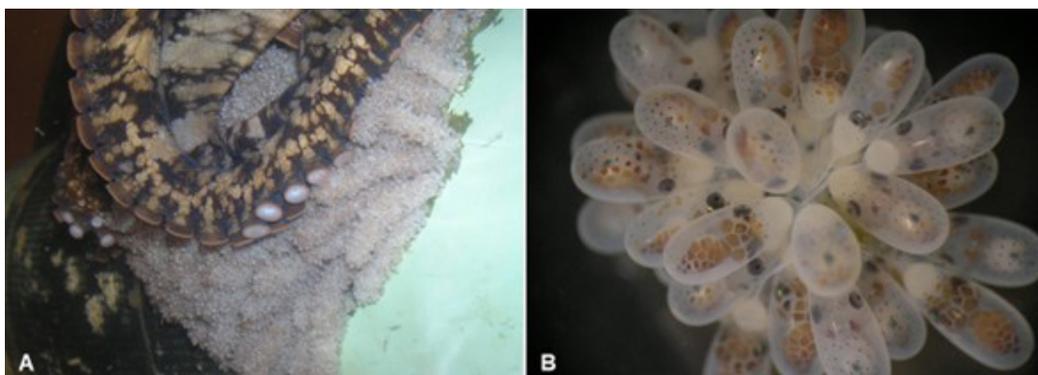


Figura 1. A) Hembra del pulpo *Octopus bimaculatus* Verrill, 1883, protegiendo la puesta de huevos. **B)** Ampliación de una sección del cordón de huevos. Crédito: elaboración propia.

Diferencias entre juveniles y paralarvas

Entre las especies que ponen huevos grandes (primer tipo de estrategia) están *Octopus bimaculoides* Pickford y McConnaughey, 1949 y *O. maya* Voss y Solís-Ramírez, 1966, esta última descrita y endémica de México (SEMARNAT, 1999;

CONAPESCA, 2011). Sus huevos dan origen a pulpos pequeños con hábitos bentónicos, como los adultos, es decir, tiene desarrollo directo, y se les conoce comúnmente como *juveniles*. Por ejemplo, los juveniles recién eclosionados de *O. bimaculoides* (ver figura 2A) pueden pesar en promedio entre 51.6 y 75.8 mg, dependiendo de la temperatura del agua durante su incubación (Suárez-Salcido, 2016). En cada uno de sus ocho brazos presentan alrededor de 32 ventosas, dispuestas en dos hileras (ver figura 3A; Gómez-Fierro, 2017).

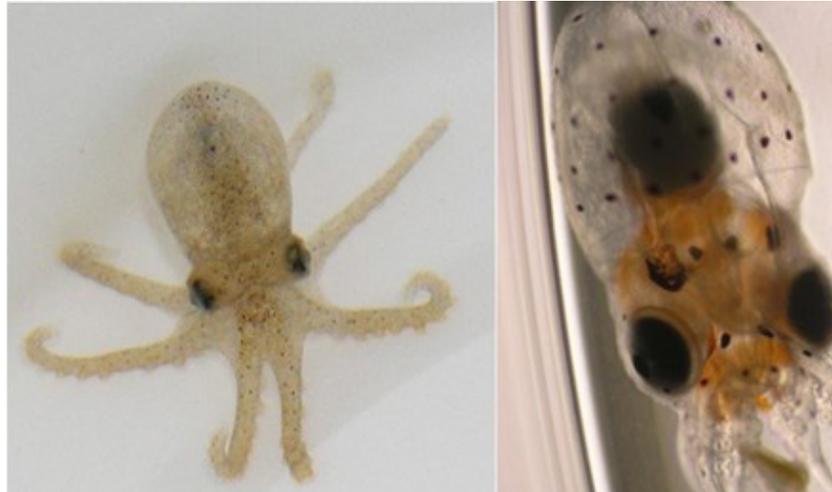


Figura 2. Pulpos recién eclosionados. **A)** Juvenil bentónico de *Octopus bimaculoides* (5 horas). **B)** Paralarva planctónica de *O. bimaculatus* (4 horas). Crédito: elaboración propia.

En cambio, los pulpos que nacen de huevos diminutos (segundo tipo de estrategia) son de hábitos planctónicos (desarrollo indirecto) y se les conoce como *paralarvas* (Young y Harman, 1988), como ocurre en *O. bimaculatus* Verrill, 1883 y *O. vulgaris* Cuvier, 1797. El tamaño de sus crías es alrededor de entre 3 y 4 mm de longitud. Las crías de ambas especies pueden distinguirse por la cantidad y desarrollo de las ventosas. Por ejemplo, *O. bimaculatus* presenta cinco ventosas, una de ellas apenas en desarrollo, en cada uno de sus brazos (ver figuras 2B y 3B); mientras que *O. vulgaris* presenta sólo tres ventosas (Itami et al. 1963). Las ventosas de las paralarvas están dispuestas en una sola hilera, contrario a las dos hileras en los juveniles de *O. bimaculoides*. Es interesante que el tamaño de los juveniles es hasta cuatro veces más grande en comparación con aquellas especies que presentan paralarvas.

Las paralarvas se alimentan de organismos que forman parte del zooplancton, con preferencia hacia crustáceos, y permanecen en la columna de agua por períodos que dependen principalmente de la temperatura del agua (Villanueva y Norman, 2008). En esta etapa de nado libre difieren de los adultos en su morfología, fisiología, ecología y conducta. La vida planctónica juega un papel importante en la capacidad de dispersión de estas especies. Asimismo, durante esta etapa son susceptibles a depredadores, como los peces (Boyle y Rodhouse, 2005). Entre los mecanismos de defensa de las paralarvas están los cambios en la velocidad del nado, el uso de señuelos de tinta para confundir a los depredadores y el camuflaje (Hanlon et al. 1985, Kaneko et al., 2006). Los sistemas

sensoriales de las paralarvas incluyen receptores de luz (fotorreceptores), receptores de movimiento (mecanorreceptores) y receptores de sustancias químicas (quimiorreceptores), controlados por un sistema nervioso altamente evolucionado que sigue el patrón general descrito para los cefalópodos¹ adultos (Wells, 1978).

Al igual que otros moluscos, una vez que las paralarvas están más desarrolladas presentan un *asentamiento*, es decir, cambian de hábitos planctónicos a hábitos bentónicos, que conservarán el resto de su vida. En el asentamiento, se produce una importante metamorfosis en la morfología, la fisiología y el comportamiento. Entre los cambios morfológicos se encuentran el crecimiento en la longitud de los brazos, el desarrollo de las ventosas y su posicionamiento en dos hileras (Villanueva y Norman, 2008). Al mismo tiempo, los pulpos pierden los órganos de Kölliker que cubren la superficie del cuerpo, el sistema de línea lateral y los dientes de los picos orales (Villanueva y Norman, 2008). Las paralarvas recién eclosionadas son fuertemente atraídas a la luz (*fototropismo positivo*); sin embargo, en etapas tardías esta respuesta se reduce, desaparece o se revierte después del asentamiento (Ambrose 1981, Villanueva 1995, Nixon y Mangold 1998).

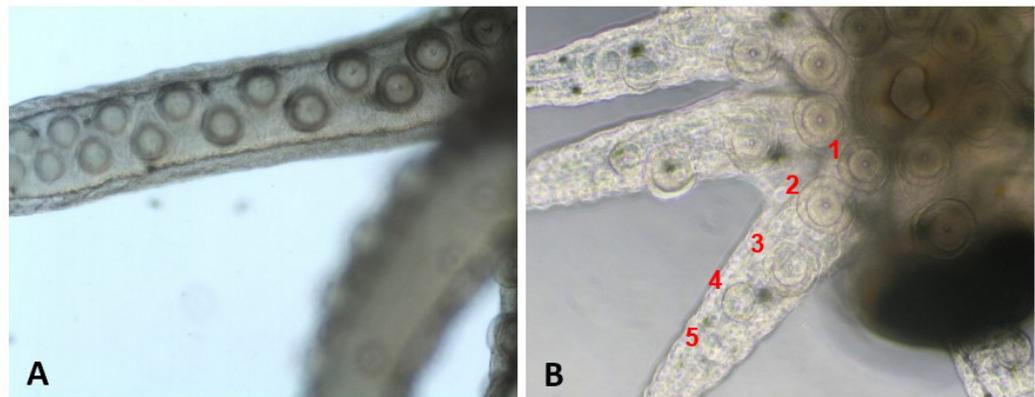


Figura 3. Ventosas en los brazos de pulpos recién eclosionados. **A)** Juvenil bentónico de *Octopus bimaculoides*. Crédito: Ana Liliana Gómez-Fierro. **B)** Paralarva planctónica de *O. bimaculatus*. Crédito: Diana Judith López-Peraza.

Situación general del cultivo de las etapas tempranas de los pulpos

Acerca del cultivo de pulpos, se ha visto que hay altas tasas de mortalidad durante las etapas tempranas del desarrollo, en particular en aquellas especies con una etapa de vida planctónica. Esta mortalidad está relacionada, principalmente, con la nutrición y con las condiciones de cultivo de los organismos. En los estudios realizados en paralarvas, específicamente en *O. vulgaris*, que es la especie de la que se tiene más información, las condiciones de cultivo que se han experimentado incluyen volumen y color del tanque, con o sin aireación, intensidad de luz, temperatura, densidad de organismos, tamaño de la presa y limpieza del tanque de cultivo, entre otros. La supervivencia en esta etapa es de entre 8 hasta 93%, porcentajes que dependen del tipo de dieta y de la duración del cultivo (Iglesias et al. 2007).

¹ Grupo de moluscos marinos que presenta nado libre, donde se incluyen las especies de pulpos, calamares, sepias y nautilus.

En México, la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación (UMDI) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en conjunto con la cooperativa de Moluscos del Mayab, ambos ubicados en Sisal, Yucatán, han estudiado al pulpo *O. maya* desde hace 19 años. Han creado una incubadora efectiva de los huevos, que garantiza el desarrollo y eclosión de los juveniles de esta especie. Además cuentan con un sistema de producción de juveniles de pulpo, de 150 a 200 gramos en aproximadamente cuatro meses (Santillán, 2019). En el Norte del país, el Laboratorio de Ecofisiología de Organismos Acuáticos del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), en colaboración con la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), han trabajado con diferentes especies de pulpo desde hace varios años: *Octopus rubescens*, *O. bimaculoides* y *O. bimaculatus*.

No obstante, a pesar de los avances en el estudio de la biología, fisiología y técnicas de cultivo de las etapas tempranas de los pulpos, éstos no han sido suficientes para garantizar mayores rendimientos en los cultivos experimentales o comerciales a nivel piloto. Por ello, es de suma importancia continuar con los estudios relacionados con estas líneas de investigación, con la finalidad de crear nuevas tecnologías de cultivo, así como perfeccionar las ya existentes, y así lograr mejores resultados en relación con la producción de estos organismos durante esta etapa del desarrollo y, de esta forma, en un futuro, poder escalar su producción a niveles comerciales.

Conclusiones

Los pulpos de género *Octopus* presentan dos estrategias reproductivas, diferentes entre sí por la fecundidad de la hembra, el tamaño de los huevos, así como por el desarrollo de las crías (directo e indirecto). En la primera estrategia las hembras ponen pocos huevos (entre 100 y 800), de un tamaño de alrededor de 2 cm de longitud, y dan origen a organismos de desarrollo directo, también conocidos como juveniles. Mientras que en la segunda estrategia, dependiendo del tamaño de la hembra, se ponen hasta alrededor de 700,000 huevos, los cuales tienen un tamaño de entre 1.5 a 6 mm de longitud, y dan origen a pulpos con desarrollo indirecto o paralarvas.

Las paralarvas presentan una etapa plantónica, miden menos de 4 mm de longitud en total, y difieren en morfología, fisiología, ecología y conducta con respecto a los juveniles. Por otro lado, los juveniles son crías con desarrollo directo, presentan hábitos bentónicos desde su nacimiento; asimismo, comparten todas las características propias de un organismo adulto.

Se han realizado diversos estudios para conocer la biología, fisiología y nutrición de los pulpos en etapas tempranas, así como diversos cultivos experimentales (por ejemplo, *O. vulgaris* y *O. bimaculatus*) y nivel comercial piloto (*O. maya*) en los que se buscan establecer las condiciones óptimas para una

mayor producción de estos organismos. Sin embargo, aún no se ha logrado tener producciones rentables, particularmente en aquellas especies que presentan un desarrollo indirecto, como es el caso de *O. vulgaris* y *O. bimaculatus*. Por estos motivos es necesario continuar las investigaciones para entender las características biológicas de los pulpos en etapas tempranas del desarrollo, con el fin de mejorar los rendimientos de los cultivos pilotos experimentales de las especies de interés para su consumo y comercialización.

Referencias

- ❖ Ambrose, R. F. (1981). Observations on the embryonic development and early post-embryonic behaviour of *Octopus bimaculatus* (Mollusca, Cephalopoda). *The Veliger*, 24(2), 139-146. <https://www.biodiversitylibrary.org/part/93782>
- ❖ Boyle, P. R., y Rodhouse, P. (2005). *Cephalopods. Ecology and Fisheries*. Blackwell Science. <https://doi.org/10.1002/9780470995310>
- ❖ Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca [CONAPESCA]. (2011). *Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación*. <https://goo.su/0WtY0>
- ❖ Forsythe, J. W., y Hanlon, R. T. (1988). Behavior, body patterning and reproductive biology of *Octopus bimaculoides* from California. *Malacologia*, 29(1), 41-55.
- ❖ Gómez-Fierro, A. L. 2017. *Crecimiento y supervivencia de juveniles de Octopus bimaculoides alimentados con dietas naturales* [Tesis de Maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE B.C.]. Repositorio CICESE. <http://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/1595>
- ❖ Hanlon, R. T., Forsythe, J. W., y Boletzky, S. V. (1985). Field and laboratory behaviour of “Macrotritopus larvae” reared to *Octopus defilippi* Verany, 1851 (Mollusca: Cephalopoda). *Vie et Milieu*, 35, 237-242. <https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-03022150>
- ❖ Iglesias, J., Sánchez, F. J., Bersano, J. G. F., Carrasco, J. F., Dhont d, J., Fuentes L., Linares, F., Muñoz, J. L., Okumura, S., Roo, J., van der Meer, T., Vidal, T., y Villanueva, R. (2007). Rearing of *Octopus vulgaris* paralarvae: Present status, bottlenecks and trends. *Aquaculture*, 266, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.02.019>
- ❖ Itami, K., Izawa, Y., Maeda, S., y Nakai, K. (1963). Notes on the laboratory culture of octopus larvae. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 29, 514-520. <https://oceanrep.geomar.de/id/eprint/50814>
- ❖ Kaneko, N., Oshima, Y., y Ikeda, Y. (2006). Egg brooding behavior and embryonic development of *Octopus laqueus* (Cephalopoda: Octopodidae). *Molluscan Research*, 26(3), 113-117. <https://doi.org/10.11646/mr.26.3.1>
- ❖ Monsalvo-Spencer, P., Salinas-Zavala, C. A., y Reinoso-Granados, T. (2013). Morfología de la membrana coriónica de los huevos de *Octopus bimaculoides* y *Octopus hubbsorum* (Cephalopoda: Octopodidae). *Hidrobiológica*, 23(1): 124-129. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57828350012>

- ❖ Nixon, M., y Mangold, K. (1998). The early life of *Sepia officinalis*, and the contrast with that of *Octopus vulgaris* (Cephalopoda). *Journal of Zoology London*, 245(4), 407-421. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1998.tb00115.x>
- ❖ Santillán M. L. (2019, 9 de diciembre). Cosecha de pulpo, tecnología innovadora. *Ciencia UNAM*. Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM. <https://tinyurl.com/5eb5hy6z>
- ❖ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (1999). *Estadísticas pesqueras básicas, Dir. Gral. De Informática y Reg. Pesq.*
- ❖ Suárez-Salcido, A. L. (2016). *Efecto de la temperatura de incubación sobre la tolerancia térmica y composición de ácidos grasos de juveniles recién eclosionados de Octopus bimaculoides* [Tesis de Maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE B.C.]. Repositorio CICESE. <http://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/75>
- ❖ Van Heukelem, W. F. (1983). *Octopus cyanea*. En P. R. Boyle (Ed.), *Cephalopod Life Cycles. Volume 1. Species Accounts* (pp. 267-276). Academic Press.
- ❖ Villanueva, R., y Norman, M. (2008). Biology of the planktonic stages of benthic octopuses. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 56, 105-202. <https://tinyurl.com/485cky5y>
- ❖ Villanueva, R. (1995). Experimental rearing and growth of planktonic *Octopus vulgaris* from hatching to settlement. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52(12), 2639-2650. <https://doi.org/10.1139/f95-853>
- ❖ Voss, G., y Solís-Ramírez, M. (1966). *Octopus maya*, a new species from the Bay of Campeche, Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 16(3), 615-625. <https://goo.su/KQayOt>
- ❖ Wells, M. J. (1978). *Octopus - Physiology and Behaviour of an Advanced Invertebrate*. Chapman & Hall. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-2468-5>
- ❖ Young, R. E., y Harman, R. F. (1988). Larva, paralarva and subadult in cephalopod terminology. *Malacologia*, 29, 201-207. <https://tinyurl.com/ynmepp2j>

