

# La importancia de la biología y ecología larvaria: el caso particular de *Pocillopora damicornis* (Anthozoa:Scleractinia) en el Pacífico oriental

Denise A. Zavala-Casas\*, Francisco Benítez-Villalobos\*\*

## Resumen

**La importancia de la biología y ecología larvaria: el caso particular de *Pocillopora damicornis* (Anthozoa:Scleractinia) en el Pacífico oriental.** En este trabajo se describen algunos aspectos relevantes en el estudio de la biología y ecología larvaria de los invertebrados marinos. Posteriormente se discute la forma en que los estudios ecológicos de la larva plánula del coral escleractinio *Pocillopora damicornis* contribuirían al esclarecimiento de los mecanismos que sostienen a las poblaciones de dicha especie en el Pacífico oriental, los cuales a la fecha aún permanecen pobremente conocidos.

**Palabras clave:** Desarrollo ontogenético, trocófora, dipleurula, lecitotrofia, planctotrófica, corales, cnidarios.

## Abstract

**The importance of larval biology and ecology: the particular case of *Pocillopora damicornis* (Anthozoa:Scleractinia) in the eastern Pacific.** In this work we describe some relevant aspects for the study of larval biology and ecology of marine invertebrates. Furthermore, we discuss the way in which the ecological studies of the planula larva of the scleractinian coral *Pocillopora damicornis* would contribute to elucidate the mechanisms that sustain the populations of this species in the eastern Pacific, which to date are poorly known.

**Key words:** Ontogenetic development, trocophore, dipleurula, lecithotrophy, planktotrophy, corals, cnidarian.

La historia de vida de muchos organismos incluye un estadio larval que es morfológicamente distinto del adulto y/o habita un ambiente diferente. En la actualidad se reconocen dos tipos fundamentales de larvas de invertebrados marinos, los cuales corresponden a los dos modos de desarrollo ontogénico que son el protostomado y deuterostomado. La larva trocófora se observa en animales con desarrollo protostomado y segmentación espiral, mientras que la dipleurula es la forma hipotética ancestral de los animales con desarrollo embriónico deuterostomado (Hall & Wake 1999). No obstante, hasta hace apenas dos décadas aún existían ambigüedades e inconsistencias en la clasificación larvaria

tradicional y en la definición del concepto en sí (Mc Edward & Janies 1993). En este trabajo se analizan algunos aspectos relevantes en el estudio de la biología y ecología de las larvas de invertebrados marinos y posteriormente se describe de qué forma los estudios ecológicos de la larva plánula del coral escleractinio *Pocillopora damicornis* podrían contribuir al esclarecimiento de los mecanismos que sostienen a las poblaciones de dicha especie en el Pacífico oriental, los cuales hasta la fecha permanecen desconocidos.

## Adaptaciones Morfológicas

Las larvas pelágicas se desenvuelven en un entorno tridimensional en el que tienen que

\* Maestría en Ecología Marina, Universidad del Mar (UMAR), Campus Puerto Ángel, Distrito de San Pedro Pochutla, Puerto Ángel, Oaxaca, México. C.P. 70902. denisara\_dz@hotmail.com

\*\* Instituto de Recursos, Universidad del Mar (UMAR), Campus Puerto Ángel, Distrito de San Pedro Pochutla, Puerto Ángel, Oaxaca, México. C.P. 70902. fbv@angel.umar.mx

alimentarse hasta antes de asentarse. En el caso de aquéllas que son planctotróficas, su forma y comportamiento larval se ve afectado principalmente por los requerimientos de nado y alimentación. Por ejemplo, en el mecanismo de alimentación de bandas opuestas de las larvas trocóforas (Fig. 1), las características morfológicas que propician un incremento en la tasa de captura de partículas, lo hacen a expensas de la velocidad y capacidad de movimiento, puesto que incrementan el peso corporal y la resistencia al avance, afectando la forma hidrodinámica de la larva. En el caso de la larva dipleúrula (Fig. 2), la posición de la banda ciliada posterior a la boca, no permite que se realicen las dos acciones (alimentación y desplazamiento activo) al mismo tiempo, de esta forma las larvas básicamente no se alimentan de manera activa mientras nadan y viceversa (Strathman & Grünbaum 2006).

### Evolución del ciclo bento-pelágico

Quizá uno de los ejemplos más ilustrativos acerca del poder de la depredación como presión selectiva sea el de la explotación inicial del ámbito pelágico, el cual según el registro fósil (Chaffee & Lindberg 1986) y estudios filogenéticos detallados (Noremborg & Stricker 2002) estaba libre de depredadores y era habitado esencialmente por larvas lecitotróficas hasta el cámbrico temprano (hace ~ 540 m.a.). Una diferencia importante entre el cámbrico y principios del ordovícico (hace ~ 590 m.a.) es que el bentos cámbrico poseía relativamente pocos suspensívoros con la capacidad para alimentarse de plancton eucariótico y fue solo hasta principios del ordovícico que la comunidad de suspensívoros con la capacidad de alimentarse de larvas de metazoarios comenzó a representar una fracción importante de la fauna béntica (Signor & Vermeij 1994). Esta proliferación de depredadores bénticos dirigió el desarrollo larvario hacia la planctotrofia, seleccionando especies con una fecundidad extremadamente alta que pudiera sobrepasar la mortalidad larval por depredación durante el asentamiento, lo cual significó una disminución en el tamaño del huevo y menor provisión de energía, induciendo a la larva a tomar el alimento del medio y en consecuencia seleccionando aquellos individuos con

un desarrollo breve del intestino y un orificio secundario para la captación de alimento (boca) (Signor & Vermeij 1994, Peterson 2008).

### Importancia de la larva como fase dispersiva

Las larvas planctónicas representan el estadio de dispersión de los invertebrados marinos bénticos. La máxima distancia potencial a la que una larva se puede dispersar y la probabilidad de que sobreviva al asentamiento está relacionada tanto con la duración de su vida planctónica como con la velocidad y dirección de las corrientes que la transportan (Scheltema 1986). Con relación al primer aspecto no existe duda de que el flujo génico y la dispersión larval son mayores en especies con larvas planctotróficas que en especies con larvas no planctotróficas (Hedgecock 1986). Sin embargo, las especies que producen larvas no planctotróficas pueden afectar el potencial dispersivo de su descendencia mediante la manipulación del tamaño larval: la producción de larvas de mayor tamaño pareciera riesgosa (energéticamente costosa y por vulnerabilidad a depredadores) pero permitiría un incremento en la dispersión y asentamiento en hábitats de mejor calidad (Marshall & Keough 2003). En el caso de las larvas plámulas de corales escleractinios, adicionalmente al incremento del tamaño larval, la utilización de los productos fotosintéticos de sus zooxantelas simbiotas potencia su dispersión a gran distancia (Isomura & Nishihira 2001).

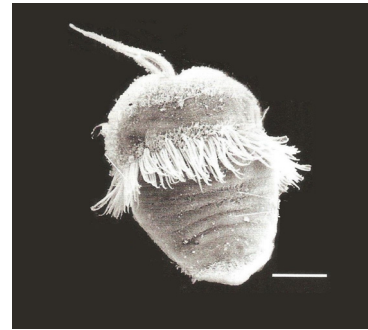
De acuerdo con Scheltema (1971) las larvas de invertebrados de aguas tropicales y cálido-templadas están ampliamente distribuidas en aguas superficiales de mar abierto. Adicionalmente dicho autor asegura que existe un intercambio recíproco de larvas entre el Atlántico este y oeste. De igual forma diversos datos de distribución larval sugieren que el Pacífico tropical podría no ser una barrera a la dispersión sino más bien un filtro (Scheltema 1988). Prueba de ello es el flujo génico que se ha documentado entre las poblaciones del Pacífico oriental y central de *Echinothrix diadema* (Linnaeus, 1758) (Lessios *et al.* 1998). Tal intercambio implica que las larvas actúan como conexiones genéticas entre poblaciones aisladas de especies marinas bénticas (Scheltema 1971), sin embargo, este flujo génico podría no ser el objetivo primordial de

la dispersión larval pelágica. Según Hedgecock (1986) el flujo génico entre poblaciones por dispersión larvaria puede ser interpretado como producto accidental de la selección de la migración, pues puede resultar detrimental para la adaptación a patrones espaciales de variación ambiental y selección diversificadora.

### ¿Las poblaciones de *Pocillopora damicornis* en el Pacífico oriental son mantenidas únicamente por fragmentación?

Hasta hace unas cuantas décadas las poblaciones de *P. damicornis* en el Pacífico oriental habían sido catalogadas como estériles pues no se había detectado la incubación de larvas plánulas (Richmond 1987). A la fecha se sugiere que en esta región la especie libera sus gametos al medio (Glynn *et al.* 1999, Chávez-Romo & Reyes-Bonilla 2007, Carpizo-Ituarte *et al.* 2011, Rodríguez-Troncoso *et al.* 2011). No obstante, los niveles de reclutamiento registrado para la especie han sido extremadamente bajos (un recluta en 292 muestras) (López-Pérez *et al.* 2007). Este panorama en el que se desconoce la forma en que la especie mantiene sus niveles poblacionales para ser una de las principales constructoras arrecifales en la región es ideal para recalcar la importancia de la ecología larvaria.

Teniendo en consideración que el desarrollo de los organismos es un proceso continuo y que el éxito de cada etapa del mismo esencialmente depende del éxito de etapas anteriores, se evidencia que una vez que se ha confirmado que la especie se reproduce sexualmente, la caracterización y análisis de la dinámica que rige los procesos de fecundación, desarrollo embrionario, y asentamiento larvario, podrían proporcionar la respuesta a la falta de reclutamiento sexual. Por ejemplo, para esta especie se desconoce el tiempo mínimo que debe transcurrir después de que la larva es competente para que pueda asentarse. Para algunas especies se ha reportado que los picos de asentamiento en condiciones experimentales ocurren entre 60 y 66 horas después de la fertilización (Miller & Mundy 2003). O más bien si la elección del momento y lugar de asentamiento depende de pistas ambientales. En un trabajo reciente (Tran & Hadfield 2011) se dio a conocer que, al igual que otros invertebrados, *P. damicornis* requiere



**Figura 1.** Fotografía en microscopio electrónico de una larva trocófora del quitón *Katharina tunicata*. Modificado de Young *et al.* 2002. Barra de escala: 50  $\mu$ m.



**Figura 2.** Fotografía en microscopio óptico de una larva equinopluteus de erizo de mar en etapa de dos brazos. (Tomada por Francisco Benítez V.) Barra de escala: 200  $\mu$ m.

de una biopelícula bacteriana superficial como pista para seleccionar un sustrato adecuado para asentarse, metamorfosearse y desarrollarse hasta la fase pólipa y que existe una capacidad diferencial de inducción entre especies bacterianas. Este y otros aspectos relacionados con la dispersión y asentamiento larvario de *P. damicornis* podrían esclarecer los mecanismos mediante los cuales la especie mantiene sus niveles poblacionales actuales.

Los estadios larvales pelágicos de los invertebrados marinos son responsables del mantenimiento de las poblaciones locales y de la colonización de nuevos hábitats mediante su dispersión y adecuada selección del sustrato para asentarse. Para cumplir este objetivo las larvas se ven obligadas a desempeñarse en un medio tridimensional en el que los requerimientos de nado, alimentación y evasión de depredadores han sido las principales fuerzas evolutivas

que han conducido a generar adaptaciones para responder dichas presiones. A gran escala temporal la importancia del estudio de la biología y ecología larvaria, radica principalmente en que aporta pistas importantes para el entendimiento de la evolución de los metazoarios. A escalas de tiempo cortas, dicho estudio puede proporcionar información importante sobre los mecanismos mediante los cuales las poblaciones se perpetúan en el tiempo y el espacio.

## Referencias

- Carpizo-Ituarte, E., V. Vizcaíno-Ochoa, G. Chi-Barragán, O. Tapia-Vásquez, A.L. Cupul-Magaña & P. Medina Rosas. 2011. Evidencia de reproducción sexual en los corales hermatípicos *Pocillopora damicornis*, *Porites panamensis* y *Pavona gigantea* en Bahía de Banderas, Pacífico mexicano. *Ciencias Marinas* 31:97-112.
- Chaffee, C. & D.R. Lindberg. 1986. Larval biology of Early Cambrian mollusks: The implications for small body size. *Bulletin of Marine Science* 39: 536-549.
- Chávez-Romo, H. & H. Reyes Bonilla. 2007. Reproducción sexual del coral *Pocillopora damicornis* al sur del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas* 33:495-01.
- Glynn, P.W., N.J. Gassman, C.M. Eakin, J. Cortes, D.B. Smith & H.M. Guzman. 1999. Reef coral reproduction in the eastern Pacific: Costa Rica, Panama, and Galapagos Islands (Ecuador). *Marine Biology* 109:355-368.
- Hall, B.K. & M.H. Wake. 1999. Introduction: Larval development, evolution, and ecology. Pp:417 In: B.K. Hall & M.H. Wake (eds.). *The origin and evolution of larval forms*. Academic Press.
- Hedgecock, D. 1986. Is gene flow from pelagic larval dispersal important in the adaptation and evolution of marine invertebrates?. *Bulletin of Marine Science* 39 (2): 550-564.
- Isomura, N. & M. Nishihira. 2001. Size variation of planulae and its effect on the lifetime of planulae in three pocilloporid corals. *Coral Reefs* 20: 309-315.
- Lessios H. A., B. D. Kessing & D. R. Robertson. 1998. Massive gene flow across the world's most potent marine biogeographic barrier. *Proceedings of the Royal Society of London B* 265: 583-588
- López-Pérez, R.A., M.G. Mora-Pérez & G.E. Leyte-Morales. 2007. Coral (Anthozoa: Scleractinia) recruitment at Bahías de Huatulco, Western México: Implications for Coral Community Structure and Dynamics. *Pacific Science* 61(3): 355-369.
- Marshall, D.J. & M.J. Keough. 3003. Variation in the dispersal potential of non-feeding invertebrate larvae: the desperate larva hypothesis and larval size. *Marine Ecology Progress Series* 255: 145-153.
- Miller, K. & C. Mundy. Rapid settlement in broadcast spawning corals: implications for larval dispersal. *Coral Reefs* 22: 99-106.
- Mc Edward, L. & D.A. Janies. 1993. Life cycle evolution in asteroids: What is a Larva?. *Biological Bulletin* 184: 255-268.
- Norenberg, J.L. & S.A. Stricker. 2002. Phylum Nemertea. Pp: 163-177. In Young, C.M. et al. (eds.) *Atlas of marine invertebrate larvae*. Academic Press.
- Peterson, K.J. 2008. Macroevolutionary interplay between planktic larvae and benthic predators. *Geology* 33(12): 929-932.
- Richmond, R.H. 1985. Variations in the population biology of *Pocillopora damicornis* across the Pacific. *Proceedings of the 5th. International coral Reef Conference* 6:101-106.
- Rodríguez-Troncoso A.P., E. Carpizo-Ituarte, G.E. Leyte-Morales, G. Chi-Barragán & O. Tapia-Vázquez. 2011. Sexual reproduction of three coral species from the Mexican South Pacific. *Marine Biology* 158:2673-2683.
- Signor, P.W. & G. Vermeij. 1994. The plankton and the benthos: origins and early history of an evolving relationship. *Paleobiology* 20(3): 297-319.
- Scheltema, R.S. 1971. The dispersal of the larvae of shoal-water benthic invertebrate species over long distances by ocean currents. In: D.J. Crisp (ed.). *Fourth European Marine Biology Symposium*. Cambridge University Press.
- Scheltema, R.S. 1986. On dispersal and planktonic larvae of benthic invertebrates: an election overview and summary of problems. *Bulletin of Marine Science* 39(2): 290-322.
- Scheltema, R.S. 1988. Initial evidence for the transport of teleplanic larvae of benthic invertebrates across the East Pacific Barrier. *Biological Bulletin* 174: 145-152.
- Strathmann, R.R. & D. Grünbaum. 2006. Good eaters, poor swimmers: compromises in larval form. *Integrative and Comparative Biology* 46 (3): 312-322.
- Tran, C. & M.G. Hadfield. 2011. Larvae of *Pocilloporadamicornis* (Anthozoa) settle and metamorphose in response to surface-biofilm bacteria. *Marine Ecology Progress Series* 433: 85-96.
- Young, C.M., M.A. Sewell & M.E. Rice. 2002. *Atlas of marine invertebrate larvae*. Academic Press.

**Recibido:** 2 de octubre de 2014

**Aceptado:** 7 de noviembre de 2014