

¿*Amphiroa*?:

Soy de la familia Corallinaceae

Susana Sánchez-Palestino¹* & Edgar Francisco Rosas-Alquicira*

Las algas rojas coralinas pertenecen a la división Rhodophyta y se distinguen de otras algas rojas, por la presencia de paredes celulares impregnadas con carbonato de calcio en forma de calcita. Las algas coralinas se distribuyen mundialmente y abundan en varios hábitats marinos, incluyendo las costas rocosas, praderas de pastos marinos, arrecifes y mantos de rodolitos (Harvey *et al.* 2005).

Dentro de las algas rojas coralinas, se tiene al género *Amphiroa*. El género fue descrito por Lamouroux en 1812, siendo incluida en la descripción del taxón: presencia de regiones articuladas, ramificación dicotómica, verticilada u otras, con articulaciones completamente separadas por una sustancia córnea. Cuando Lamouroux describió al género, lo incluyó dentro del grupo de organismos Corallinae, en donde también agrupó a los corales. Lo anterior, dada su estructura pétreo, no antes conocida en el mundo vegetal vivo.

El género es actualmente reconocido en la familia Corallinaceae, la cual se caracteriza por presentar estructuras reproductivas con un solo poro. Dentro de la familia Corallinaceae, el género *Amphiroa* se ubica dentro de la subfamilia Lithophylloideae. Las características distintivas de la subfamilia son la presencia de conexiones entre células de filamentos adyacentes, y las cuales se denominan conexiones pit secundarias (Fig. 1a). Cabe mencionarse,

que la presencia de fusiones entre las paredes celulares de células contiguas (Fig. 1b), ha sido reportado pero sólo para una especie del género (Harvey *et al.* 2009).

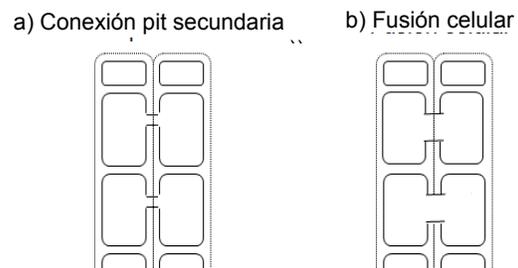


Figura 1.- Uniones intercelulares a) Conexiones pit secundarias y b) Fusión celular. Modificado de Harvey *et al.* (2005).

¿Cómo está estructurada una *Amphiroa*?

Al respecto de la morfología del género, el cuerpo del alga se caracteriza por presentar frondas ramificadas que parten de una porción basal costrosa (Mateo-Cid *et al.* 2008). Las frondas pueden ser erguidas o postradas. El tipo de ramificación comúnmente es dicotómica (Guiry & Guiry 2014), aunque también se cita un tipo de ramificación verticilada (Lamouroux 1812). Las frondas están divididas en una sucesión de segmentos no calcificados (genículas) y segmentos calcificados (intergenículas). Por lo general, las

*Universidad del Mar, campus Puerto Ángel, Instituto de Recursos. Ciudad Universitaria s/n, San Pedro Pochutla, C.P. 70902, Oaxaca, México.

¹Autor para correspondencia: susie_satino@hotmail.com

intergenículas son cilíndricas, pero a veces puede ser aplanadas o mostrando una vena central gruesa y un margen más delgado (Fig. 2) (Dolan 2001).

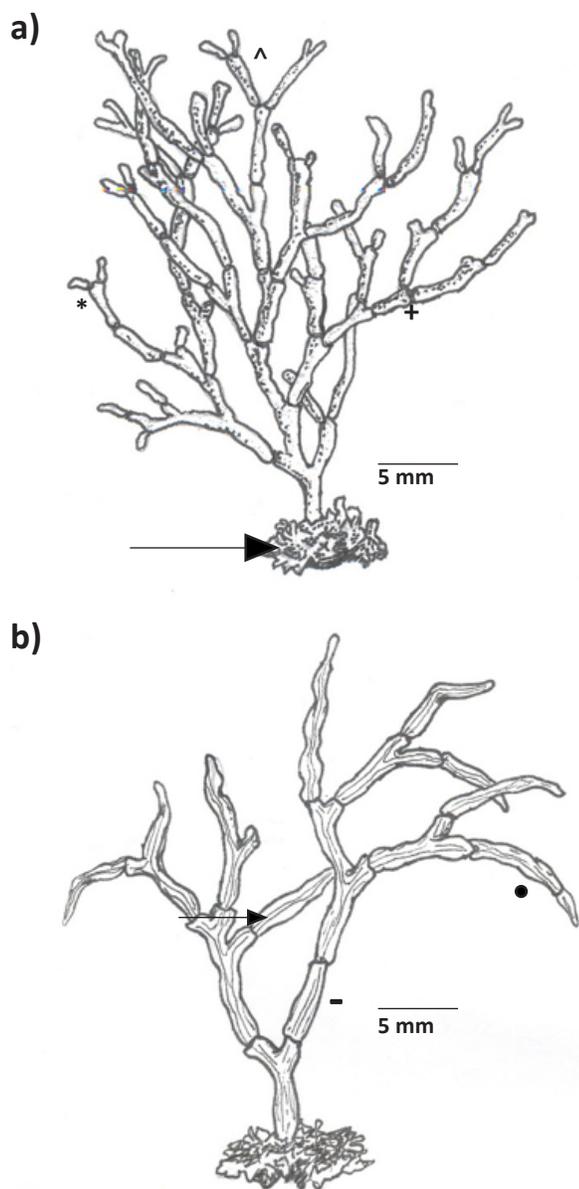


Figura 2.- *Amphiroa*: Estructuras morfológicas: a) porción basal costrosa (flecha), ramas erguidas con una ramificación dicotómica (Λ), genículas (+) e intergenículas (*). b) frondas postradas (•), con intergenículas cilíndricas (-), mostrando una vena central (flecha delgada). Modificado de Riosmena-Rodríguez & Siqueiros-Beltrones (1996).

A nivel anatómico vegetativo, las frondas del género se componen de grupos de filamentos derivados de las áreas de crecimiento denominadas meristemas (Dolan 2001). El meristemo apical y el meristemo intercalar producen células tanto en la región central como en el epitelio (Cabiocch 1969, 1971, Johansen 1981). En el caso del meristemo lateral, éste producirá células cortas fotosintéticas en la región periférica (Taylor 1945, Dolan 2001). Los filamentos de células en la región central se organizan en niveles, cada uno formado por estratos transversales de células cortas vs células largas (Kützing 1858, Zanardini 1871, Johansen 1976, Dolan 2001). La disposición de los estratos en las intergenículas, así como el número de los mismos en la genícula, se han utilizado para distinguir los géneros de coralinas articuladas (Dolan 2001, Harvey *et al.* 2009).

Al respecto de la anatomía reproductiva, el género *Amphiroa* forma estructuras reproductoras en cavidades denominadas conceptáculos. Los conceptáculos son protuberancias observables en la superficie del talo o inmersos en él. De acuerdo a la fase del ciclo de vida, los conceptáculos pueden ser esporangiales, gametangiales-carpoesporangiales y tetra o bisporangiales (Harvey *et al.* 2003, Mateo-Cid *et al.* 2008).

Los caracteres que han sido utilizados en la segregación de especies del género *Amphiroa*, son del tipo morfológicos y anatómicos. Inicialmente los caracteres se basaban en cuestiones morfológicas (Taylor 1945, Gayral 1958). Posteriormente, se han tomado caracteres anatómicos, tanto vegetativos (Dawson 1953) como reproductivos (Harvey *et al.* 2009), los cuales han demostrado ser contundentes en la diferenciación de especies del género.

¿Cómo se reproducen las especies de *Amphiroa*?

La reproducción de algas rojas coralinas geniculadas presenta un ciclo de vida trifásico, es decir en tres fases. La primera fase (sexual), llamada haploide gametangial, forma los espermatangios o carpogonios; la segunda

fase diploide carpoesporangial parásita del gametofito femenino, que se origina a partir de la fecundación del carpogonio por parte de las espermatídes; y una tercera fase (asexual) diploide esporangial, donde se producen tetra o biesporas (Antonio-Sánchez & Rosas-Alquicira 2014) (Fig. 3).

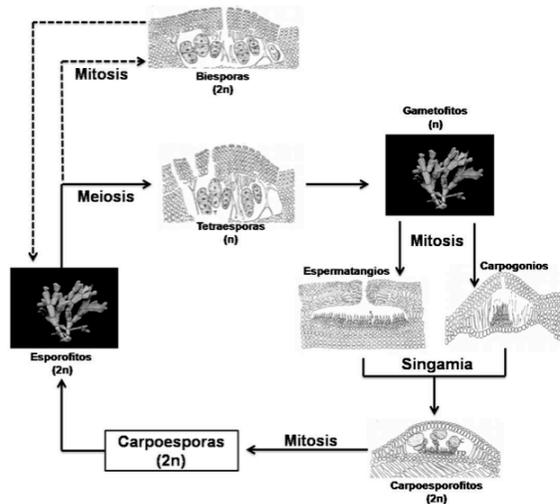


Figura 3.- Ciclo de vida trifásico del género *Amphiroa*. Modificado de Rosas-Alquicira (2002).

¿Quiénes son los parientes cercanos de *Amphiroa*?

A una escala filogenética, el carácter estructura de la genícula, ha sido utilizado para determinar las relaciones filogenéticas entre algas rojas coralinas geniculadas (Johansen & Garbary 1987). Al respecto, el género *Amphiroa* presenta similitudes con el género *Lithothrix*, al poseer conexiones pit secundarias; sin embargo la manera del crecimiento de las células en la intergenícula y el crecimiento cortical lo ponen en un grupo diferente. No obstante lo anterior, Johansen & Garbary (1987), mencionan que *Amphiroa* y *Lithothrix* presentan una homología, siendo la intergenícula de *Amphiroa* una estructura equivalente de varias genículas de *Lithothrix*.

Durante muchos años los ficólogos han reconocido que la presencia o ausencia de zonas no calcificadas, debieron ser utilizadas para la separación de la familia en dos grupos, el de coralinas articuladas y el de no articuladas (Johansen 1969). Con base en lo anterior, el

género no geniculado *Lithophyllum*, no debiera estar relacionado con géneros geniculados (ej. *Amphiroa*, *Lithothrix*). Sin embargo estudios filogenéticos recientes han demostrado que dentro de la subfamilia Lithophylloideae se agrupan los géneros *Lithophyllum*, *Amphiroa* y *Lithothrix*. Además de la evidencia molecular, a nivel anatómico *Lithophyllum* comparte con otros géneros geniculados el poseer conexiones pit secundarias y fusiones celulares ausentes (Woelkerling 1983, Harvey *et al.* 2009).

¿Dónde viven las *amphiroas*?

Se distribuye ampliamente en las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Norris & Johansen 1981). Se han descrito para el género un total de 226 especies y de las cuales solo 49, se consideran aceptadas taxonómicamente (Guiry & Guiry 2014). Para el caso de México, se han registrado para ambas costas, 13 especies válidas. En lo que respecta a las costas rocosas del Pacífico de México, las especies del género son un componente frecuente (Mateo-Cid & Mendoza-González 1991, González-González *et al.* 1996, Mateo-Cid & Mendoza-González 2001, Ortega *et al.* 2001). Mientras que para las costas del Atlántico mexicano, su distribución se encuentra restringida a los arrecifes coralinos de Yucatán y Quintana Roo (Mateo-Cid *et al.* 2008).

Importancia del género *Amphiroa*

A nivel ecológico, radica en varios aspectos: En primer lugar se citan a las especies como importantes en la conformación de arrecifes coralinos, y debido a su aporte de carbonato de calcio al sistema (Dolan 2001). En segundo lugar, se citan a las especies como inductoras en la fijación de larvas de diferentes invertebrados. Se ha detectado en talos del género, la presencia de histamina, una sustancia reportada como importante en la inducción de la metamorfosis en especies de erizos de mar (Swanson *et al.* 2012). Para el caso del abulón *Haliotis asinina* Linnaeus 1758, se reporta que sus larvas presentan una alta inducción a fijarse y metamorfosearse en especies del género *Amphiroa* (Williams *et al.* 2008). Finalmente, una especie del género presenta

una asociación simbiótica con una esponja, la cual carece de silicato, y depende del alga coralina para sostenerse (Calcinai *et al.* 2006).

A nivel de importancia económica directa, si bien las especies del género no son consumidas por el hombre, se ha reportado que *Amphiroa dilatata* J.V. Lamouroux 1816, posee propiedades antioxidativas (Khan *et al.* 2010). Asimismo, se conoce que ciertas especies del género, presentan propiedades antimicrobianas, anti-inflamatorias (Boonchum *et al.* 2011a,b), antifúngicas y antibacterianas (Stirk *et al.* 2007).

Referencias

- Antonio-Sánchez, J.M. & E.F. Rosas-Alquicira. 2014. Rodolitos (Corallinales: Rhodophyta): vida y obra. *Ciencia y Mar* XVI (46):59-61.
- Boonchum, W., Y. Peerapornpisal, D. Kanjanapothi, J. Pekkoh, C. Pumas, U. Jamjai, D. Amornlerdpison, T. Noiraksar & P. Vacharapiyasophon. 2011a. Antioxidant activity of some seaweed from the Gulf of Thailand. *International Journal of agriculture and biology* 13: 95-99.
- Boonchum, W., Y. Peerapornpisal, D. Kanjanapothi, J. Pekkoh, C. Pumas, U. Jamjai, D. Amornlerdpison, T. Noiraksar & P. Vacharapiyasophon. 2011b. Antimicrobial and anti-inflammatory properties of various seaweeds from the Gulf of Thailand. *International Journal of agriculture and biology* 13:100-104.
- Cabioch, J. 1969. Sur le mode de développement de quelques *Amphiroa* (Rhodophyceles, Corallinales). *Compte Rendu Hebdomadaire des Séances de l'Académie des Sciences* 269D: 2338-2340.
- Cabioch, J. 1971. Etude sur les Corallinales. I. Caracteres generaux de la cytologie. *Cahiers Biologie Marine* 12: 121-186.
- Calcinai, B., C. Cerrano, C. Totti, T. Romagnoli & G. Bavestrello. 2006. Symbiosis of *Mycale* (*Mycale*) *vansoestispn* (Porifera, Demospongiae) with a coralline alga from North Sulawesi (Indonesia). *Invertebrate Biology* 125: 195-204.
- Dawson, E. Y. 1953. Marine red algae of Pacific Mexico I. Bangiales to Corallinoideae. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 17:1-239.
- Dolan, S. 2001. The use of medullary unit patterns of intergenicula and genicula in the taxonomy of *Amphiroa* (Corallinales, Rhodophyta). *European Journal of Phycology* 36: 397-407.
- Gayral, P. 1958. Algues de la côte atlantique marocaine. La nature au Maroc, II. Société des Sciences naturelles et physiques du Maroc, Rabat. 523pp. In: Rosas-Alquicira, E.F. R. Riosmena-Rodríguez & A. I. Neto. 2010. Segregating characters used within *Amphiroa* (Corallinales, Rhodophyta) and taxonomic reevaluation of the genus in the Azores. *Journal of Applied Phycology* 23 (3):475-488.
- González-González, J., M. Gold-Morgan, H. León-Tejeda, C. Candelaria, D. León-Álvarez, E.S. Zaragoza y D. Fragoso. 1996. Catálogo onomástico (nomenclátor) y bibliografía indexada de las algas bentónicas marinas de México, Cuadernos No. 34, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F, México, 492 pp.
- Guiry, M.D., G.M. Guiry. 2014. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; consultado el 27 de enero del 2014.
- Harvey, A.S., S.T. Broadwater, P.J. Mitrouski & W.J. Woelkerling. 2003. *Choreonema* (Corallinales, Rhodophyta): 18S rDNA phylogeny and resurrection of the Hapalidiaceae for the subfamilies choreonematoideae, austrolithoideae, and melobesioideae. *Journal of Phycology* 39:988-998.
- Harvey, A. S., W.J. Woelkerlin, T. Farr, K. Neill & W. Nelson. 2005. Coralline algae of central New Zealand: an identification guide to common "crustose" species. *NIWA Information series* 57:145.
- Harvey, A.S., W.J. Woelkerling, J.K. Alan & J.K. Millar. 2009. The genus *Amphiroa* (Lithophylloideae, Corallinales, Rhodophyta) from the temperate coasts of the Australian continent, including the newly described *A. klochkovana*. *Phycologia* 48: 258-290.
- Johansen, H.W. 1969. Patterns of genicular development in *Amphiroa* (Corallinales). *Journal of Phycology* 5:118-123.
- Johansen, H.W. 1976. Current status of generic concepts in coralline algae (Rhodophyta). *Phycological Reviews* 4.15: 221-244. In: Dolan, S. 2001. The use of medullary unit patterns of intergenicula and genicula in the taxonomy of *Amphiroa* (Corallinales, Rhodophyta). *European Journal of Phycology* 36: 397-407.
- Johansen, H.W. 1981. Coralline Algae, A First Synthesis. Boca Raton, Florida: CRC. 239pp. In: Dolan, S. 2001. The use of medullary unit patterns of intergenicula and genicula in the taxonomy of *Amphiroa* (Corallinales, Rhodophyta). *European Journal of Phycology* 36: 397-407.
- Johansen, H.W., J.D. Garbary. 1987. Morphogenesis and Evolution in the *Amphiroideae* (Rhodophyta, Corallinales). *British Phycological Society* 22:1-10.
- Khan, B. S., C.S. Kong, J.A. Kim & S.A. Kim. 2010. Protective effect of *Amphiroa dilatata* on ROS induced

- oxidative damage and MMP expressions in HT1080 cells. *Biotechnology and Bioprocess Engineering* 15: 191-198.
- Kützing, F.T. 1858. *Tabulae phycologicae* oeder Abbildungen der Tange. Vol. 8. Nordhausen. In: Dolan, S. 2001. The use of medullary unit patterns of intergenicula and genicula in the taxonomy of *Amphiroa* (Corallinaceae, Rhodophyta). *European Journal of Phycology* 36: 397-407.
- Lamouroux, M. 1812. *Histoire Naturelle Zoologie*. Nouveau bulletin des sciences, par la société philomatique. 63.
- Mateo-Cid, L. E. & A. C. Mendoza-González. 1991. Algas marinas bénticas de la costa del estado de Colima, México. *Acta Botánica Mexicana* 13:9-30. In: Mateo-Cid, L.E., R. Aguilar-Rosas, A.C. Mendoza-González, L.E. Aguilar-Rosas. 2008. Distribución y variación morfológica de *Amphiroa beauvoisii* (Corallinales, Rhodophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 7- 22.
- Mateo-Cid, L. E. & A. C. Mendoza-González. 2001. Algas marinas bentónicas de la costa de Oaxaca, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas México* 47:11-26.
- Mateo-Cid, L.E., R. Aguilar-Rosas, A.C. Mendoza-González & L.E. Aguilar-Rosas. 2008. Distribución y variación morfológica de *Amphiroa beauvoisii* (Corallinales, Rhodophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 7- 22.
- Norris, N.J. & H.W. Johansen. 1981. Articulated Coralline Algae of the Gulf of California, Mexico, I *Amphiroa* Lamouroux. *Smithsonian Contributions to the Marine Sciences* 9: 1-23.
- Ortega, M. M., J. L. Godínez & G. Garduño-Solórzano. 2001. Catálogo de algas bénticas de las costas mexicanas del golfo de México y mar Caribe. Cuadernos 34. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 594 p. In: Mateo-Cid, L.E., R. Aguilar-Rosas, A.C. Mendoza-González, L.E. Aguilar-Rosas. 2008. Distribución y variación morfológica de *Amphiroa beauvoisii* (Corallinales, Rhodophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 7- 22.
- Riosmena-Rodríguez, R. & A.D. Siqueiros-Beltrones. 1996. Taxonomy of the genus *Amphiroa* (Corallinales, Rhodophyta) in the southern Baja California Peninsula, México. *Phycologia* 35 (2): 135-147.
- Rosas-Alquicira, E.F. 2002. Dinámica de frondas y reproducción de *Amphiroa beauvoisii* Lamouroux (Corallinales: Rhodophyta) en bahía Asunción, B.C.S. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar, Oaxaca, México, 69 pp.
- Stirk, W.A., D.L. Reinecke & J. van Staden. 2007. Seasonal variation in antifungal, antibacterial and acetylcholinesterase activity in seven South African seaweeds. *View Journal Information* 19:271-276.
- Swanson, R.L., M. Byrne, T.A.A. Prowse, B. Mos, S.A. Dworjanyn & P.D. Steinberg. 2012. Dissolved histamine: a potential habitat marker promoting settlement and metamorphosis in sea urchin larvae. *Marine biology* 159: 915-925.
- Taylor, W. R. 1945. Pacific marine algae of the Allan Hancock Pacific Expeditions to the Galapagos Islands. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 12:528 pp.
- Williams, E.A., A. Craigie, A. Yeates & S.M. Degnan. 2008. Articulated coralline algae of the genus *Amphiroa* are highly effective natural inducers of settlement in the tropical abalone *Haliotis asinina*. *Biological bulletin* 215:98-107.
- Woelkerling, J.Wm. 1983. A taxonomic reassessment of *Lithophyllum* (Corallinaceae, Rhodophyta) based on studies of R. A. Philippi's original collections. *British Phycological Journal* 18: 299-328.
- Zanardini, G. 1871. *Iconographia Phycologica Mediterraneo- Adriatica*. Nello Stabil, Tip. Di G. Antonelli, Venezia, 3: 72-84. In: Dolan, S. 2001. The use of medullary unit patterns of intergenicula and genicula in the taxonomy of *Amphiroa* (Corallinaceae, Rhodophyta). *European Journal of Phycology* 36: 397-407.

Recibido: 17 de abril de 2015

Aceptado: 2 de julio de 2015