

Los arrecifes coralinos: un mundo microbiológico por descubrir

Por: Milagro Fernández D., Andreina Bendayan, Rosamar Lugo
Investigadoras del Centro de Ingeniería de Materiales y Nanotecnología
Imágenes: Jorge Méndez, fotógrafo U/W; instructor PADIF
Oficina de Gestión Comunicacional del INEA. MSc. Ana Yranzo, Instituto
de Zoología y Ecología Tropical-Sociedad UCV, Programa EDGE
of Existence-Sociedad Zoológica de Londres (ZSL). 2018-2020

¡Los arrecifes coralinos están llenos de vida!

Los arrecifes coralinos se encuentran distribuidos a lo largo de las costas tropicales del mundo, ocupando solamente el 1 % del ambiente marino. No obstante, son ecosistemas con alta biodiversidad e importancia ecológica global debido a que albergan una cuarta parte de todas las especies marinas conocidas, calculada en más de nueve millones de especies sin contar microorganismos. En su estructura calcárea habita una asociación diversa de plantas y animales, funcionando como refugio, zona de alimentación, cría, reproducción, asentamiento larval y sustrato duro para las comunidades más complejas de organismos marinos (Glynn 1996). Por ello, son considerados unos de los ecosistemas de mayor productividad en el mundo, incluso superior a la aportada por los cultivos que proveen alimento al hombre. Así mismo, proporcionan protección costera frente al aumento de los fenómenos meteorológicos extremos, medios de vida y oportunidades económicas a más de 500 millones de personas en más de 100 países (Gil-Agudelo *et al.* 2009).

El microbioma: ¡la clave para la vida del coral!

Los ambientes de arrecifes tropicales son reconocidos no solo por su diversidad, sino también por lo intrincado de los procesos físicos y biológicos que ocurren en ellos, principalmente por sus asociaciones mutualistas (Knowlton y Rohwer 2003). En los últimos años, el entendimiento de estas asociaciones ha cambiado debido al reconocimiento de la diversidad de la comunidad microbiana de los corales, lo cual ha impulsado su estudio a fin de establecer el papel de los microorganismos tanto en la biología del coral como en el arrecife. Se conoce que un determinante crítico de la salud y supervivencia de los corales es la composición de las comunidades microbianas (bacterias, arqueas, virus, hongos, protistas y otros invertebrados) que interactúan con el anfitrión coralino, conocidas como microbioma. Estos organismos tan diminutos intervienen en procesos metabólicos de nutrición y defensa del coral, formando parte esencial de la vida del mismo. Además, existen microorganismos dinoflagelados (microalgas),

Vista de colonias sanas de *Orbicella* en Cayo Sombrero,
Parque Nacional Morrocoy, estado Falcón



llamados zooxantelas, que viven en simbiosis con el coral y le proporcionan del 75-90 % del alimento que requiere diariamente. El conjunto de todos estos organismos microscópicos que interactúan entre sí a través de las diferentes vías metabólicas y que producen beneficios para cada una de las partes del coral es lo que se denomina el holobionte coralino (variedad de especies de microorganismos que cohabitan en completa armonía y salud con el coral anfitrión). Es sorprendente saber que la asociación con los microorganismos ha estado presente a largo plazo durante la evolución de los corales y que estos desempeñan un papel fundamental en la longevidad de su anfitrión. Por lo tanto, para la supervivencia del holobionte es vital mantener estas delicadas relaciones con los microorganismos, que en las últimas décadas se han afectado en gran medida por los cambios climáticos y los factores de estrés antropogénico. Muchos de estos microorganismos pueden ser patógenos potenciales para los invertebrados sésiles, peces y otros vertebrados cuando las condiciones ambientales en los arrecifes se ven alteradas (Van de Water *et al.* 2018).

¡No es tarea fácil ser un coral sano!: la amenaza de las enfermedades en corales

A pesar de su fuerte apariencia rocosa, los corales son animales muy sensibles. Debido a la estabilidad de la comunidad de los arrecifes coralinos y su cercanía al clímax ecológico (situación más estable que es capaz de alcanzar un cierto ecosistema), estos son muy frágiles ante la acción de agentes perturbadores externos. El mundo ya ha perdido al menos una quinta parte de los arrecifes de coral y enfrenta la amenaza real de perder hasta el 90 % de todos sus arrecifes de coral en los próximos 30 años (Hoegh-Guldberg *et al.* 2007). Existen alteraciones de origen natural y antropogénico que los afectan negativamente y han provocado una considerable disminución de la salud coralina en las últimas décadas. Entre las más importantes se encuentran el cambio climático, tormentas, huracanes, estrés térmico, contaminación, eutrofización, acidificación de los océanos, alta sedimentación por deforestación y sobrepesca (Villamizar 2021). En general, todo factor que disminuya la calidad del agua donde habitan los corales puede afectar su crecimiento. Durante los últimos tiempos se han descrito varios fenómenos que pueden afectar su salud, como el blanqueamiento (no relacionado con procesos infecciosos) y la aparición de nuevas enfermedades coralinas (Gil-Agudelo *et al.* 2009). Estas se definen como

alteraciones permanentes o transitorias de la fisiología del anfitrión coralino (Sutherland *et al.* 2004). Principalmente han sido asociadas con infecciones de bacterias (por ejemplo: *Vibrio coralliilyticus*, *V. shiloi*, *V. fortis*, *Serratia marcescens*, *Desulfovibrio* spp. y cianobacterias), hongos (*Aspergillus* spp. y *Fusarium* spp.) (Gil-Agudelo *et al.* 2009), ciliados (*Halofolliculina corallasia*) (Verde *et al.* 2016) o consorcios de diferentes microorganismos (Richardson *et al.* 1998). A pesar de no existir consenso entre los científicos en definir si estas enfermedades son realmente nuevas o no, si se conoce que algunas de ellas están creando cambios en los arrecifes coralinos sin precedentes en más de cuatro mil años.

En algunos casos se cree que estas enfermedades han sido relativamente bien caracterizadas, como es el caso de la Aspergilosis y la Plaga Blanca, pero otras han sido poco estudiadas hasta la fecha, como es el caso de la Banda Amarilla, la enfermedad de los Lunares Oscuros y la más reciente enfermedad de pérdida de tejido en corales duros. Esta última es una enfermedad que mata el tejido blando de más de 25 especies de coral y ha estado causando estragos bajo el agua en la región del Arrecife Mesoamericano. Hasta la fecha, es considerada la enfermedad en corales más contagiosa y letal. Todavía no se conoce cuál es el patógeno responsable, pero se sospecha que su origen sea bacteriano. Debido a su rápida expansión y prevalencia, no se ha podido identificar un patrón de dispersión. Estudios recientes sugieren que su propagación puede ser facilitada por el agua de lastre de los barcos (Studivan *et al.* 2022). Recientemente, los científicos están aplicando antibióticos tópicos alrededor de los parches de coral enfermos con el fin de restaurar las poblaciones de corales (Neely *et al.* 2020).

¿Cuál es la situación de los corales en el mar Caribe y Venezuela?

Los arrecifes del Caribe no son ajenos a la influencia de enfermedades. Desde la década de los años 80 varias de ellas han sido observadas y estudiadas e incluso muchas de estas fueron descritas por primera vez en áreas de arrecifes de la región. Por ejemplo, el síndrome de la banda amarilla, la plaga blanca tipo II y la enfermedad de los puntos negros (Weil 2004). El blanqueamiento de corales ha sido observado en el Caribe con eventos más

el retroceso de la salud en los arrecifes de esta región está causando alarma en la comunidad científica.

En Venezuela, los arrecifes de coral continentales más extensos se encuentran en la zona centro-oeste, Parques Nacionales San Esteban y Morrocoy (Villamizar 2000), mientras que los arrecifes oceánicos más extensos se encuentran en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques, donde prevalecen las condiciones para su crecimiento (Weil 2003; Cróquer *et al.* 2009). Este es considerado uno de los sistemas de arrecifes más desarrollados, diversos y saludables en la región del Caribe (Weil 2003). Sin embargo, no ha estado ajeno a la influencia del cambio climático, el blanqueamiento y las enfermedades. Durante las últimas décadas, los arrecifes de coral del Caribe, así como en Venezuela, han declinado parcialmente debido al incremento de enfermedades altamente virulentas y emergentes. Pocos estudios han identificado los agentes causales de estas enfermedades o infecciones microbianas que han diezariado sus poblaciones de corales (Verde *et al.* 2016). En relación con la enfermedad de pérdida de tejido en corales duros, se desconoce su llegada a Venezuela, constituyendo una nueva amenaza para estos ecosistemas de arrecifes y organismos marinos asociados.

¡Es hora de actuar! ¡Busquemos soluciones!

Dado que la microbiota y la mayoría de los agentes causales de enfermedades en corales siguen siendo desconocidos en los sistemas de arrecifes coralinos de Venezuela, el Laboratorio de Microbiología Aplicada a Materiales y Ambiente del IVIC ha iniciado una nueva línea de investigación referente al estudio de la diversidad microbiana en arrecifes coralinos de Venezuela y los principales microorganismos patógenos asociados a especies de corales de importancia endémica y mundial. Este estudio se desarrolla con la colaboración del Servicio de Microscopía de Luz del Centro de Biofísica y Bioquímica y el Laboratorio de Fisiología de Parásitos de nuestra institución, el Instituto de Zoología y Ecología Tropical de la Universidad Central de Venezuela (IZET-UCV), la Funda-

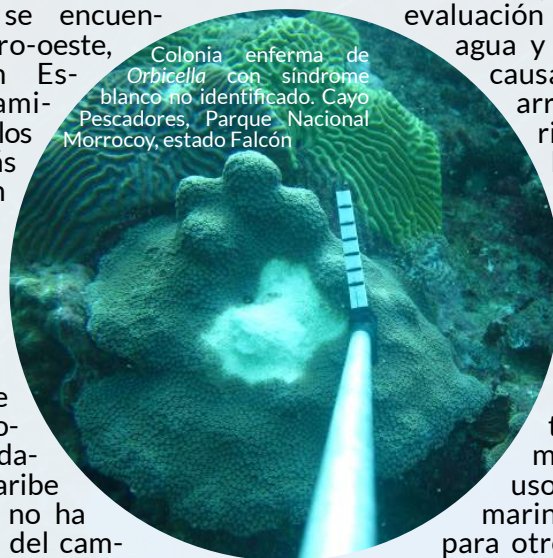
ción para la Defensa de la Naturaleza (Fudena) y el Instituto Nacional de Espacios Acuáticos (INEA). Debido a la asociación de enfermedades en corales con la contaminación del agua (Studivan *et al.* 2022), se plantea por primera vez la evaluación de indicadores de calidad del agua y la identificación de agentes causales de morbilidad en arrecifes coralinos y áreas marinas protegidas de Venezuela. Los resultados de estos estudios contribuirán al desarrollo de una base de datos microbiológicos en estos ecosistemas marinos, al conocimiento de su estado de salud, la identificación y control de sus principales amenazas y fuentes de contaminación, la promoción de su preservación y uso sustentable de los recursos marinos, como modelo de estudio para otros ecosistemas coralinos del sur del mar Caribe.

La conservación de las especies clave del coral tendrá como resultado la protección de los peces e invertebrados de los arrecifes de coral, los tiburones, las tortugas marinas y otras especies amenazadas; así mismo, tendrá un impacto económico positivo en la pesca sostenible, el turismo y el buceo. Además, el aseguramiento de la calidad del agua en los entornos marinos recreativos beneficiará a la salud pública. Por último, la supervivencia de nuestros arrecifes coralinos dependerá de la concientización y participación de las comunidades, entes gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, empresas privadas y otros sectores clave de la sociedad a nivel local y mundial. ¡Está en nuestras manos marcar la diferencia y ayudar a conservar los arrecifes coralinos y los ecosistemas marinos!

Referencias

Cróquer A y E Weil (2009) Local and geographic variability in distribution and prevalence of coral and octocoral diseases in the Caribbean II: genera-level analysis. *Diseases of Aquatic Organisms* 83:209-223.

García A, Cróquer A y SM Paulset (2003) Estado actual de las enfermedades y otros signos de deterioro coralino en siete arrecifes del Parque Nacional Archipiélago de Los Roques, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 51:173-180.



Gil-Agudelo DL, Navas-Camacho R, Rodríguez-Ramírez A, Reyes-Nivia MC, Bejarano S, Garzón-Ferreira J y GW Smith (2009) Enfermedades coralinas y su investigación en los arrecifes colombianos. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-97612009000200010#* *Boletín de Investigaciones Marinas Costeras* 38:189-224.

Glynn PW (1996) Coral reef bleaching: facts, hypotheses and implications. *Global Change Biology* 2:495-509.

Hoegh-Guldberg O, Mumby PJ, Hooten AJ, Steeneck RS, Greenfield P, Gomez E, Harvell CD, Sale PF, Edwards AJ, Caldeira K, Knowlton N, Eakin CM, Iglesias-Prieto R, Muthiga N, Bradbury RH, Dubi A y ME Hatzioiols (2007) Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science* 318:1737-1742.

Knowlton N y F Rohwer (2003) Multispecies Microbial Mutualisms on Coral Reefs. *The American Naturalist* 162:(S4)S51-S62.

Neely KL, Macaulay KA, Hower EK y MA Doble-ret (2020) Effectiveness of topical antibiotics in treating corals affected by Stony Coral Tissue Loss Disease. *PeerJ* 8:e 9289.

Richardson LL, Goldberg WM, Carlton RG y JC Halas (1998) Coral disease outbreak in the Florida Keys: Plague 1. *Revista de Biología Tropical* 46 (5):187-198.

Studivan MS, Baptist M, Molina V, Riley S, First M, Soderberg N, Rubin E, Rossin A, Holstein DM, IC Enochs (2022) Transmission of stony coral tissue loss disease (SCTLD) in simulated ballast water confirms the potential for ship-born spread. *Scientific Reports* 12:19248.



Sutherland WJ, Pullin AS, Dolman PM y TM Knight (2004) The need for evidence-based conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 19 (6):305-308.

Van de Water JA, Voolstra CR, Rottier C, Cocito S, Peirano A, Allemand D y C Ferrier-Pagés (2018) Seasonal Stability in the Microbiomes of Temperate Gorgonians and the Red Coral *Corallium rubrum* Across the Mediterranean Sea. *Microbial Ecology* 75(1):274-288.

Verde A, Bastidas C y A Croquer (2016) Tissue mortality by Caribbean ciliate infection and white band disease in three reef-building coral species. *PeerJ* 4:e2196.

Villamizar E, Camisotti H, Rodríguez B, Pérez J y M Romero (2008) Impacts of the 2005 Caribbean bleaching event at Archipiélago de Los Roques National Park, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 56(1):255-270.

Villamizar E (2021) Impactos de los derrames de petróleo sobre los arrecifes coralinos y sus bienes y servicios ecosistémicos. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales LXXXI*(1):45-52.

Weil E (2003) The corals and coral reef of Venezuela. En: J. Cortes (ed.) *Latin American Coral Reefs*. Elsevier, Amsterdam, Netherland. Pp.303-330.

