



PERFIL DE PROPUESTA

1. TÍTULO

Evaluación del estado de conservación de dos colonias de *Acropora cervicornis* utilizadas para la obtención de tejido vivo en acciones de restauración de coral en el Parque Nacional Portobelo, Provincia de Colón, Republica de Panamá.

2. DATOS DEL ESTUDIANTE

- a. Nombre: Jaclyn Ceshill Góngora García
- b. Número de cédula/pasaporte: 2-738-1754
- c. Título del programa: Licenciatura en Biología Marina
- d. Teléfono: 6568-0192
- e. Correo: jaclynceshill04@gmail.com

3. INSTITUCIONES PARTICIPANTES

- a. Institución/unidad principal: Universidad Marítima Internacional de Panamá
- b. Asesor principal: Beatriz Medina/ Yessenia González
- c. Asesor:
- d. Institución/unidad colaboradora: Reef2Reef Foundation
- e. Asesor/supervisor: Luis Bernal

4. ANTECEDENTES

Las áreas costeras tienen los ecosistemas más diversos y productivos del mundo, como los manglares, arrecifes de corallinos, pastos marinos (Carballo et. Al.,2010). En los arrecifes corallinos llamados las selvas pluviales tropicales del océano

podemos encontrar cerca de 25% de las especies marinas (Carballo et. al.,2010). Los arrecifes de coral albergan un numero excepcional de especies, a pesar de representar tan solo 0.1% de la superficie del planeta (Sánchez & López-Angarita, 2012). Existen dos tipos de corales, los corales escleractinarios o corales duros, los cuales son los principales constructores de arrecifes ya que producen esqueletos calcáreos y la mayoría tienen zooxantelas simbiotes. El otro tipo son los corales blandos, estos no construyen arrecifes sin embargo son comunes en ellos y a pesar de que la mayoría tienen zooxantelas simbiotes no producen esqueleto calcáreo rígidos (Castro & Huber, 2007).

Los corales son animales coloniales del grupo de los cnidarios que viven en simbiosis con algas microscópicas llamadas zooxantelas (Márquez, 1996), gracias a la simbiosis con la zooxantelas, los corales logran construir los arrecifes coralinos (Sánchez, 2012). Las zooxantelas fotosintéticas y las algas verdes filamentosas transfieren parte de su energía alimentaria directamente a los pólipos coralinos. Los animales del coral también se alimentan durante la noche del zooplancton que capturan con sus tentáculos (IPIECA, 1992). Las zooxantelas, son responsables de las diferentes coloraciones que presentan los corales; al desaparecer estas algas los corales se tornan blancos (Cortés *et al.*, 1984).

Entre los factores que mayormente afectan a los arrecifes de coral tenemos la contaminación por exceso de sedimentos y nutrientes debido al mal uso de las tierras en islas altas, agricultura, industrias, alcantarillado urbano y sobrepesca, El blanqueamiento en los corales se puede dar cuando las variaciones en el ambiente pueden afectar o debilitar a uno u otro socio, o puede ser causado por enfermedades ya sean por un virus o algún otro patógeno. Los corales pueden ser afectados por fenómenos naturales como el del Niño (Fenómeno de la oscilación del sur) que en 1997-1998 fue acusado de producir un gran blanqueamiento en muchos arrecifes alrededor del mundo, esto probablemente causado por el resultado de la temperatura caliente del agua (Castro & Huber, 2007; Wilkinson, 1998).

Los arrecifes en el Caribe de Panamá están distribuidos desde Punta Cabo Tiburón hasta Punta Boca del Drago a 27Km de la frontera con Colombia; con una superficie estimada en 754 Km², la mayoría correspondiendo a arrecifes en franja. (Guzmán, 2003). En un estudio realizado por H. Guzmán (2004) se encontró un total de 69 especies de corales escleractinidos, 38 octocorales, y 82 especies de esponjas que fueron registradas en las laderas exteriores de formaciones arrecifales en Kuna Yala.

El estado de salud de los arrecifes de coral a nivel mundial es preocupante esto ya sea por los eventos de blanqueamiento, enfermedades, cambios de fase de mayor a menos biodiversidad y exceso de macroalgas. Los corales también se ven afectados por alteraciones en la estructura de la red alimenticia y esto se debe la mayoría de las veces por la sobreexplotación de depredadores por efectos de arriba hacia abajo (Pikulak & Marcy, 2021).

Los corales pertenecientes a la especie *Acropora* se ven afectadas por enfermedades, daños causados por tormentas tropicales, y blanqueamiento que es causado por temperaturas extremas. Al pasar del tiempo se han probados diversas técnicas de restauración de coral, entre ellas la metodología de Jardín de Coral que es básicamente donde se cultivan los fragmentos en un vivero bajo el agua y luego se trasplantan de vuelta a los arrecifes.

Las corrientes marinas pueden afectar a los arrecifes de corales positivamente como en la interconectividad preservación natural de los mismos al determinar el transporte de las larvas de una localidad a otra lo que puede inducir la colonización de una zona donde existan condiciones óptimas para el crecimiento de un nuevo arrecife, induciendo la fluctuación de concentración de oxígeno y nutrientes favoreciendo así los procesos fotosintéticos y por lo tanto el incremento y decremento de la disponibilidad de alimentos al sistema ecológico conformado por corales y organismos asociados. Por otro lado, pueden ocasionar la fragmentación y/o erosión de las colonias de corales (Salas & Vargas, 2005). Las corrientes

marinas son factor clave para la descripción de diversos procesos físicos y dinámicos en las costas, para el análisis de estas existen diferentes métodos entre los que podemos mencionar el método euleriano que se enfoca en la medición de una corriente en un punto determinado durante un intervalo de tiempo y el método lagrangiano que registra la velocidad de una partícula de agua mientras cambia de posición en un intervalo de tiempo (Chavez, *et al.*, 2019).

5. JUSTIFICACIÓN

Actualmente el deterioro de este ecosistema se le atribuye a la falta de protección de este. En la República de Panamá existen un gran número de leyes y convenios que protegen el medio ambiente y a los corales como es el caso del Convenio Sobre el Comercio Internacional de fauna y flora silvestre en donde Panamá es firmante desde 1978. Incluye en su apéndice II a todas las especies de corales escleractínidos, corales de fuego, corales sedosos y corales negros (ARAP, 2010) y la ley 41 del 1 de julio de 1998, correspondiente a la Ley General del ambiente, que establece las medidas y estrategias para la conservación, uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales y del ambiente.

Recientemente en Panamá se aprobó la ley 304 del 31 de mayo de 2022 que establece la protección integral de los sistemas de arrecifes coralinos, ecosistemas y especies asociados en Panamá. Esta ley tiene como objetivo proteger, conservar, generar acciones de uso sostenible, restaurar, prevenir la contaminación y rehabilitar los ecosistemas de arrecifes de coral, comunidades coralinas, especies de coral y otros ecosistemas y especies asociados a los arrecifes de coral. Esta ley tiene prohibiciones como la construcción, modificación o cualquier tipo de actividad, sobre formaciones de coral como en el agua y la extracción, colección, explotación, importación y comercialización de cualquier especie y tipo de coral del medio natural. Por otro lado, esta ley indica que los resultados de los monitoreos de ecosistemas de arrecifes de coralinos, sus

ecosistemas y especies asociados deberán ser publicadas anualmente por el Ministerio de Ambiente.

Los arrecifes de coral a menudo llamados selvas del mar, nos fascinan por su colorida explosión de vida. Según el convenio RAMSAR (2015) sobre los humedales en su ficha informativa N°5 que el 75% de los arrecifes de coral del mundo están en situación los arrecifes de coral es debido a presiones humanas y naturales. Los arrecifes de coral caribeños representan solo el 7% del área total de los arrecifes de coral a nivel mundial (Mumby, et al. 2014). Estos arrecifes desempeñan un papel vital en la economía de la región y el sustento de millones de personas cuyos ingresos y empleos depende de ellos ya sea porque es hábitat de especies marinas de importancia comercial como también por la parte turísticas y que en ellos se realiza buceo con tanques y buceo en apnea. Los arrecifes coralinos además de ser una fuente de fascinación y admiración son ecológicamente importantes ya que son el ecosistema marino más diverso y soporta algas de las comunidades más productivas del mar (Kaiser, 2001), también son muy valiosos debido a sus recursos pesqueros, además son importantes en la protección de las costas y representan importantes centros para recreación y educación (Cortés & Risk, 1984).

6. OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar el estado de conservación y comportamiento de dos colonias de *Acropora cervicornis* utilizadas para el proceso de fragmentación en la acción de restauración de corales presentes en dos sitios del Parque Nacional Portobelo: Playa Huertas y Buenaventura, Provincia de Colón, República de Panamá.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado de conservación actual de dos colonias naturales de *Acropora cervicornis* en el área de Buenaventura y Huertas.

- Determinar la relación entre los factores fisicoquímicos y corrientes marinas en el desarrollo, crecimiento y comportamiento de las colonias naturales y los fragmentos sembrados en las estructuras artificiales
- Restablecer fragmentos resilientes de las guarderías hacia sus colonias originales para restablecer el ecosistema de arrecife funcional.

7. PROBLEMA A INVESTIGAR

Los ecosistemas de arrecife de coral son considerados bosques marinos, ya que en estos se encuentra la mayor biodiversidad de organismos marinos. Los ecosistemas de arrecife de coral brindan a muchos organismos alimento, refugio, entre otras cosas. Durante las últimas décadas han sido impactados severamente por eventos como cambio climático, calentamiento global, fenómeno del niño y la niña, pesca, sedimentación, construcciones realizadas en las costas cercanas a los parches de coral al igual que otros impactos antropogénicos como de la naturaleza. La restauración de corales es una alternativa utilizada hoy en día para mejorar la recuperación y mitigar la degradación de los ecosistemas de arrecifes de coral, razón por la cual nos preguntamos ¿Qué factores podrían determinar su estado de conservación? ¿Podría estar afectando la poda a las colonias de coral ya existentes? ¿Cuántas corrientes marinas podrían estar influyendo en los corales de la zona a investigar?

8. HIPÓTESIS (si aplica)

Las corrientes marinas influyen en la distribución de la especie.
Los fragmentos de estas colonias pueden ser restablecidos y así restablecer las colonias.

9. METODOLOGÍA

Área de estudio

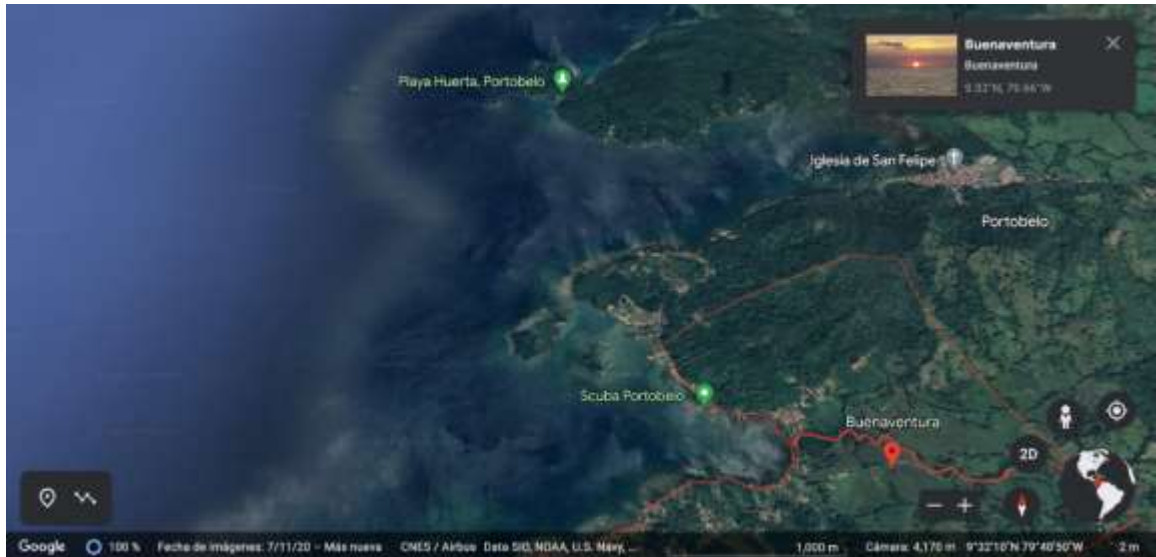


Figura No. 1. Localización de las áreas de estudio (Fuente: Google Earth Pro, 2023).

El estudio se realizará en dos áreas del Parque Nacional Portobelo, Buenaventura (9,53°N, 79,66°W) y Playa Huertas (9,56°N, 79,68°W), distrito de Portobelo en la provincia de Colón, República de Panamá. Portobelo está localizado en la costa norte del Istmo de Panamá, unos 50 km al noreste de Colón, más concretamente en 9°33'N 79°39'O. Limita al norte con el Mar Caribe, al sur con la provincia de Panamá, al este con el distrito de Santa Isabel y al oeste con la Ciudad de Colón. El Parque Nacional Portobelo fue creado en 1976, su extensión es de 35,929 hectáreas, aproximadamente un cuarto de su extensión son áreas marinas. En la actualidad Portobelo es el destino por excelencia para las actividades como el buceo y la pesca, entre otras.

Toma de datos en las colonias de coral

Se escogerán dos colonias naturales del área de Playa Huertas la AC288 y Buenaventura AC134 y una de las estructuras de la guardería la AC X. Para la toma de datos del estado de conservación de las colonias naturales con una cinta

métrica se tomarán las medidas cada tres meses (antes y después de la poda de los fragmentos) en forma de cruz y se realizarán video y fotografías con una cámara fotográfica GoPro 11. Durante este periodo se tomarán datos de los parámetros fisicoquímicos con una sonda multiparamétrica YSI (salinidad, temperatura, oxígeno etc.).

En laboratorio con ayuda de los datos y fotografías tomadas in situ, Se adaptará la metodología de corales del protocolo AGRRA 5.5 y los indicadores del protocolo para el monitoreo ecológico de formaciones coralinas para así analizar el estado de salud de estas. Todas las actividades de muestreo serán realizadas por tres estudiantes, cada uno con un equipo de buceo autónomo (SCUBA) Y la colaboración de estudiantes en pasantías.

Toma de datos de corrientes marinas

Para la toma de los datos de las corrientes marinas se implementará el método lagrangiano el cual describe las trayectorias de las partículas de un fluido en relación con el tiempo. Para esto se utilizará un derivador de corriente de bajo costo junto a un GPS para poder trazar la trayectoria y un sensor HOBO para medir la temperatura de esta, además de utilizará el programa de observación Copérnicus para así tener una referencia vía satelital.

El muestreo se realizará en dos puntos, en el área de Huertas, Buenaventura y la Bahía de Portobelo, donde se utilizará el derivador durante 45 minutos en cada punto. Estos muestreos de las corrientes se realizan en cada una de las salidas de campo, iniciado con el día previo a la primera fragmentación y siembra de fragmentos.

Para la medición de velocidad se utilizará la información suministrada por el GPS, utilizando la ecuación:

$$v = \Delta s / \Delta t$$

La velocidad (v) es una cantidad vectorial que mide el desplazamiento (o el cambio en la posición, Δs) sobre el cambio en el tiempo (Δt).

Toma de datos del crecimiento de los fragmentos en las estructuras

Se recolecta 40 fragmentos en total de las colinas naturales de *Acropora cervicornis* de las áreas de Huertas y Buenaventura y 20 de la colonia de la guardería. Los fragmentos por recolectar deben contar con un tamaño de 8 a 11 cm cada uno y se dividirán por área en 3 estructuras de tendedero localizadas en Playa Huertas (Figura No. 2) y se identificará cada colonia por códigos y cada fragmento mediante etiquetas de plástico (Figura No. 3). Se le colocará un Sensor de temperatura y luminosidad (HOBO) a cada estructura para medir la temperatura y luminosidad. Para la evaluación de crecimiento, ramificación y desarrollo de los fragmentos se implementará el método de Lima (2016) que nos permitirá realizar la sumatoria total de tejido vivo de cada fragmento, se tomarán medidas de crecimiento lineal. A los fragmentos se le tomarán fotografías y mediciones una vez al mes por un lapso de ocho meses y se le limpiará 2 veces al mes, la actividad de limpieza será realizada por estudiantes del programa de voluntariado.

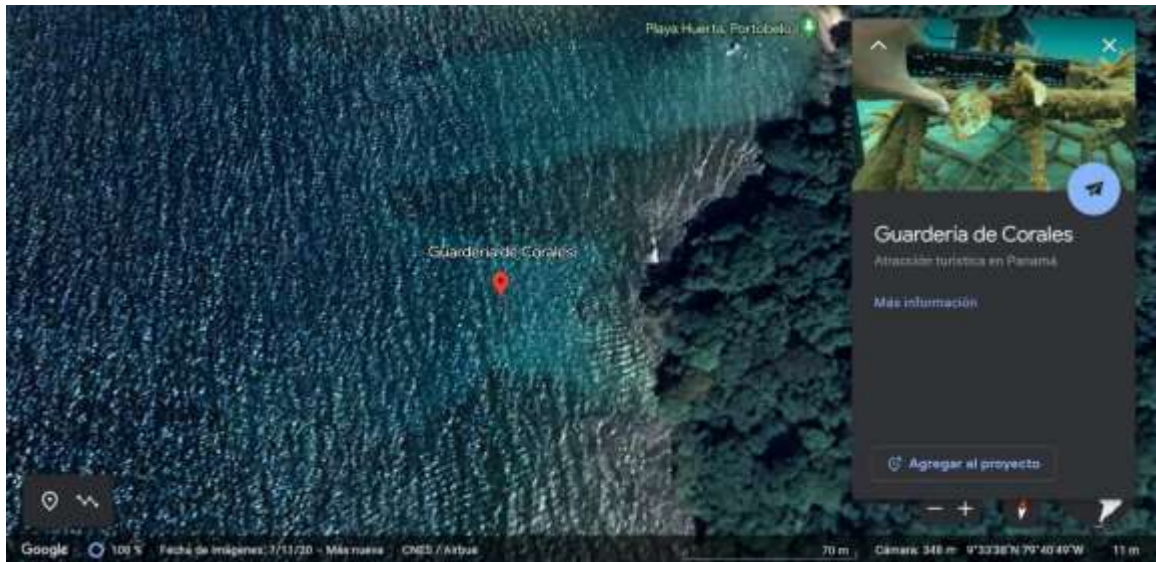


Figura No. 2. Localización de las estructuras de guardería de coral (Fuente: Google Earth, 2023).

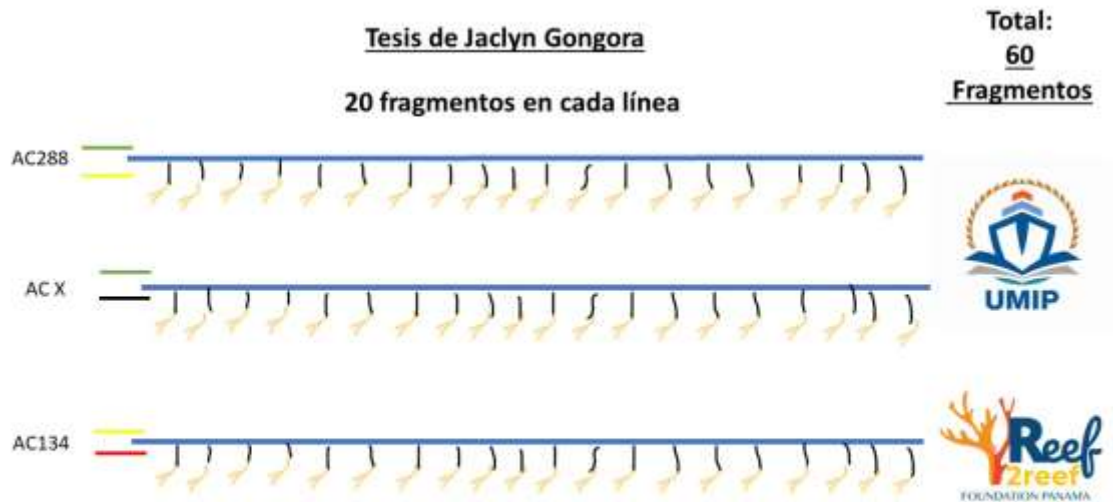


Figura No. 4. Estructuras divididas por área de colecta, primera estructura tiene los fragmentos del área de huertas, la segunda estructura los fragmentos de la guardería y la tercera estructura tiene los fragmentos del área de Buenaventura.

Metodología para el trasplante de Fragmentos

Para el trasplante de los fragmentos se escogerán 5 individuos de cada colonia presente en las estructuras y se restablecerán al área de su colonia donante, solo se trasplantarán fragmentos en buen estado, completamente libre de lesiones o enfermedades y que presenten buena coloración. Para fijar los fragmentos al sustrato se utilizará Epoxi Marino. Se realizará un monitoreo y mantenimiento a los 45 días de ser fijados realizando censo visual de supervivencia, color, presencia de enfermedades, depredación y rotura. Con una cámara fotográfica se documentará el avance de estos.

10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Mes												
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13
Coordinación y programación													
Solicitud de permiso de investigación													
Poda y Siembra de Fragmentos													
Limpieza y medición de Fragmentos en estructuras													
Monitoreo de colonias													
Trasplante de Fragmentos													
Informe de avance I													
Informe de avance II													
Encuestas													
Análisis de datos													
Confección de borrador de tesis													
Sustentación de tesis													

11. PRESUPUESTO

Ítem	Descripción	UMIP	Personal	R2R
Sonda Multiparamétrica	YSI	1000.00		
Equipos de Buceos	3 equipos completos			
GPS	Garmin GPSMAP 64s	400.00		
Cinta de Medir				
Transporte terrestre	40.00 por día/ 20 salidas	720.00		
Hospedaje	1 noche			50.00
Cámaras	Cámara GoPro /		400.00	
Transporte en Lancha	20 salidas/ 2 por mes			1000.00
Alimentación	10.00 por día / 2 por mes		200.00	
Materiales Derivador			25.00	
Materiales estructura y corte de fragmentos			100.00	
Laptop	HP Pavilion		700.00	
Hobo	3 HOBO		267.35	
Subtotales		2,120.00	1,692.35	1,050.00
Total				4,862.35

12. RESULTADOS ESPERADOS

Al realizar esta investigación se espera establecer una línea base de diversidad de especies, abundancia y estado de conservación de las colonias de corales a los alrededores de la isla y costa que sirva de utilidad para la actualización del plan de manejo del Parque Nacional Portobelo, como también para que los residentes de área conozcan cuales son las especies predominantes en el área. Se espera el fortalecimiento del conocimiento en la población cercana a la isla sobre los aspectos como educación ambiental, protección y conservación de los arrecifes coralinos y su importancia en relación con otros ecosistemas marinos costeros.

13. LIMITACIONES

En la realización de este proyecto de investigación nos podemos encontrar con algunas limitaciones como:

- Variaciones en el clima del área de estudio y fenómenos meteorológicos que pueden afectar la toma de datos.
- Transporte

14. BIBLIOGRAFÍA

Bravo, V., Saavedra, G. (2018). *Diversidad y condición de corales de Cacique e Isla Mamey, Portobelo, Provincia de Colón, Panamá* (Tesis de Licenciatura). Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Marítima Internacional de Panamá, Panamá.

Sánchez, J., López-Angarita, J. (2012). *Perspectivas en la ecología de arrecifes coralinos*. Colombia: Ediciones Uniandes.

Kaiser MJ et al. *Marine ecology: processes, systems, and impacts*. New York; Oxford University Press; 2005.

Mumby, P., Flower, J., Chollett, I., Box, S., Bozec, Y., Fitzsimmons, C., Williams, S. (2014) *Towards Reef Resilience and Sustainable Livelihoods: A handbook for Caribbean coral reef managers*. University of Exeter, Exeter. 10-23.

International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (IPIECA), 1992. *Impactos Biológicos de la Contaminación por Hidrocarburos: arrecifes de Coral*. Serie de informes de IPIECA Vol. 3 IPIECA-ARPEL. Londres. 16 pp.

Carballo, J. L., Bautista-Guerrero, E., Nava, H., & Cruz-Barraza, J. A. (2010). *Cambio climático y ecosistemas costeros. Bases fundamentales para la conservación de los arrecifes de coral del Pacífico Este*. La Biodiversidad en Ecosistemas Marinos y Costeros del Litoral de Iberoamérica y el Cambio Climático: I. Red Cytel Biodivmar, La Habana, 183-193.

Cortés, J., Murillo, M. M., Guzmán, H. M., & Acuña, J. (1984). *Pérdida de zooxantelas y muerte de corales y otros organismos*. 227-231.

Márquez, G. 1996. *Biodiversidad marina: aproximación con referencia al Caribe*. En: *Ecosistemas estratégicos y otros estudios de ecología ambiental*. Fondo FEN Colombia. Bogotá. 67-102pp.

Moreno, C. E. (2000). Métodos para medir la biodiversidad. Volumen 1. Manuales y tesis SEA.

SINAC. 2016. Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de formaciones coralinas. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), San José, Costa Rica. 61p.

Guerra, R., Aparicio, A., Espinosa, B., & Casas, J. J. (2019). Cobertura y estado de los arrecifes de coral e ictiofauna asociada en Playa Cacique e Isla Mamey, Portobelo, Colón. *Revista de Iniciación Científica*, 5, 14-22.

P. Castro y M. Huber. Biología Marina, 2007, pp. 298,302.

Wilkinson, C. R. (1998). Global coral reef monitoring network: status of coral reefs of the world in 1998. *Australian Institute of Marine Science, Townsville*.

Pikulak, Y., & Marcy, D. (2021). Caribbean Coral Restoration Center, Inc.

Salas, J. J., & Vargas, J. M. (2005, January 31). Las corrientes marinas y su efecto sobre los arrecifes coralinos del Golfo de México. *La Jornada*.[https://www.jornada.com.mx/2005/01/31/ecoi.html#:~:text=La%20preservaci%C3%B3n%20natural%20de%20los,un%20nuevo%20arrecife%20\(int%20erconectividad](https://www.jornada.com.mx/2005/01/31/ecoi.html#:~:text=La%20preservaci%C3%B3n%20natural%20de%20los,un%20nuevo%20arrecife%20(int%20erconectividad)

Chávez Paredes, J. J., Choque Areas, E., Debo Montero, Y. B., Feraldo Freitas, M., Ferrer Banda, C., Guzmán Zorrilla, E., ... & Yucra Zea, E. (2019). Bitácora Hidrográfica, No. 21, diciembre 2019.