

**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**INFORME FINAL DEL SERVICIO SOCIAL
POR ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA PROFESIÓN**

Arrecifes coralinos del caribe mexicano: De la degradación a la conservación

QUE PRESENTA LA ALUMNA

Gabriela González López

Matrícula

2143062615

ASESOR INTERNO

**Dr. Gilberto Vela Correa (No. Econ.: 27970)
Depto. El Hombre y su Ambiente**

ASESORA EXTERNA

**Dra. Nancy Cabanillas Terán
Cátedras CONACYT**

Ciudad de México a 19 de septiembre 2019

RESUMEN

Las actividades realizadas durante el servicio social consistieron en la colaboración de la caracterización de los sitios de muestreo previa al muestreo, la identificación taxonómica *in situ* y/o en laboratorio de los organismos recolectados (erizos, algas y cianobacterias).

Durante las salidas destinadas al muestreo, se recolectaron: sargazo pelágico (siempre el que se encontraba en la superficie); cinco bolsas de algas y cinco erizos adultos de cada especie, encontrados en diferentes parches de las lagunas arrecifales someras de Xcalak, Xahuayxol y Mahahual; colonias cianobacterias encontradas sobre corales en los diferentes sitios. Con ayuda de transectos de 50 m. se midió la densidad poblacional de erizos (de diferentes especies y diferentes estadios de vida).

Se colocó una marca no invasiva en diez colonias de coral de Xahuayxol, que se seleccionaron aleatoriamente, para realizar un monitoreo sistemático.

Se tomaron fotografías de los cuadrantes, de las colonias de cianobacterias recolectadas, de las colonias de coral marcadas, de los transectos y de las arribazones de sargazo para su posterior procesamiento en laboratorio y comparación temporal.

Las muestras obtenidas se procesaron en el laboratorio: de los erizos se obtuvieron valores morfométricos, se desprendieron, limpiaron y secaron los músculos de la linterna de Aristóteles, para poder triturarlos y analizarlos en laboratorio. Las algas se limpiaron, identificaron, descalcificaron y secaron para triturarlas y analizarlas. Las cianobacterias fueron fotografiadas utilizando cámara de microscopio Zeiss.

Para medir de los porcentajes de cobertura algal y coralina sobre el fondo rocoso, se procesaron los fotocuantros con ayuda del *software* ImageJ.

El sargazo recolectado, se identificó, limpió, secó y trituro para poder realizar la medición de los metales pesados contenidos en las muestras con *Thermo Scientific Niton XL2 x-ray fluorescence (XRF)*.

Después de cada salida de campo y procesamiento de muestras se realizaba la sistematización de los datos y elaboración de bases de datos para su posterior análisis. Asimismo, hubo una constante revisión de bibliografía.

Con mi participación en este proyecto científico puse en práctica los conocimientos adquiridos en la Licenciatura de Biología de esta Casa de Estudios, para integrarlos en este proyecto desde un enfoque social y multidisciplinario, atendiendo a la búsqueda e implementación de soluciones para esta problemática.

Arrecifes coralinos, Sargassum sp., grupos morfofuncionales, cambio de fase.

ÍNDICE

1. Marco institucional.....	4
2. Introducción.....	4
3. Antecedentes del proyecto.....	5
4. Ubicación geográfica.....	6
5. Objetivos del proyecto.....	6
6. Actividades desarrolladas de acuerdo con el calendario propuesto.....	6
7. Impacto de las actividades del servicio social.....	8
8. Aprendizaje y habilidades obtenidas durante el desarrollo del servicio social.....	8
9. Fundamento de las actividades del servicio social.....	8
10. Bibliografía.....	9

1. Marco institucional

El servicio social se realizó conforme a las necesidades teóricas y prácticas del proyecto: “Arrecifes coralinos del caribe mexicano: De la degradación a la conservación”, apegándose a los requerimientos del Departamento de Sistemática y Ecología Acuática dentro del grupo académico Estructura y Función del Bentos, en El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Chetumal.

2. Introducción

Los arrecifes de coral son ecosistemas abiertos ya que intercambian organismos y nutrientes entre arrecifes y con otros sistemas; su riqueza, diversidad y procesos ecológicos son parte de una dinámica compleja (Chávez-Hidalgo, 2009), proveen hábitat a miles de especies; por ejemplo, en un solo arrecife pueden encontrarse de 1,500 a 4,000 especies de peces (Basurto-Lozano, s.f).

En México las mayores formaciones arrecifales están localizadas en el estado de Quintana Roo; se encuentran en la parte norte del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) (Hernández-Arana *et al.*, 2015). El SAM es una cadena discontinua de arrecifes de una extensión aproximada de 1000 km. Inicia en México, bordea las costas de Belice y Guatemala y finaliza en la costa norte de Honduras. Comprende 60 áreas naturales protegidas (ANP) que proveen hábitat para la alimentación, anidación y crianza de un elevado número de especies de flora y fauna de importancia comercial, amenazadas o en peligro de extinción (Ardisson *et al.*, 2011).

En Mahahual, Xcalak y Xahuayxol hay arrecifes de coral que son parte del SAM y serán las zonas de estudio en este servicio social.

3. Antecedentes del proyecto

Se designó como “el año internacional de los arrecifes”, 1997 (Wilkinson y Souter, 2008); ya que debido a las amenazas que enfrentan los arrecifes coralinos, se encuentran ahora entre los ecosistemas marinos más vulnerables del mundo (Pandolfi *et al.*, 2003; Mumby, 2016). Actualmente, más de 60% de los arrecifes coralinos mundiales están amenazados por presiones tanto globales como locales (Burke *et al.*, 2012 ; Jackson *et al.*, 2014).

En 2016, debido al calentamiento del agua superficial, centenas de kilómetros de la Gran Barrera de Coral Australiana fueron determinados como muertos. Esto resultó en que el Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), que se extiende de México hasta Honduras, se haya vuelto la formación coralina más grande del mundo. En este contexto, es importante

estudiar este ecosistema para entender su respuesta ante los cambios climáticos, y emplear las medidas adaptadas para su conservación eficaz.

En la costa sureste de Quintana Roo, México (parte del SAM), las consecuencias ecológicas y socioeconómicas asociadas a las pérdidas del ecosistema coralino, son importantes (Pratchett *et al.*, 2008). El desarrollo turístico es una de las principales causas del declive de los arrecifes coralinos (Mumby & Hastings, 2008; Bozec *et al.*, 2008; Jackson *et al.*, 2014): la construcción de infraestructuras con fines turísticos (hoteles, restaurantes, playas artificiales, etc.), la sobrepesca para satisfacer necesidades turísticas y la salidas de buceo no reglamentadas, significan fuentes de estrés importante para las estructuras coralinas (Brander, 2007; Burke *et al.*, 2012). En este sentido, existen varios estudios científicos que muestran el cambio de estado de los arrecifes coralinos en esta región, como respuesta a las perturbaciones (Martínez-Rendis *et al.*, 2015). Lo que significa que arrecifes antes dominados por corales, ahora son dominados por algas (Acosta-González *et al.*, 2013; Gardner *et al.*, 2003; Bellwood *et al.*, 2004).

La aceleración del desarrollo urbano y de la actividad turística llevó a la fragmentación y alteración de los hábitats costeros de Mahahual (Montefalcone *et al.*, 2010), Xahuayxol e Xcalak en Quintana Roo. Un estudio de 2006 muestra que 85 hectáreas de manglares fueron taladas para dar paso a instalaciones turísticas y a la construcción de caminos y carreteras. Con la construcción del muelle y la del canal de dragado en Mahahual, el arrecife perdió una superficie de 43 hectáreas entre 2000 y 2006 (Martínez-Rendis *et al.*, 2015). Aunado a lo anterior, la contaminación ligada al mal tratamiento de aguas negras, la utilización de protector solar, el aumento del tráfico marítimo y las arribaciones masivas de sargazo debido a la eutrofización de los océanos perturba la biología de los corales, y con ello la cadena trófica (Baker *et al.*, 2013).

Por todo lo tanto, existe una gran preocupación sobre el impacto y consecuente deterioro de estos ecosistemas. En este sentido, resalta el interés para la investigación y el monitoreo científico que contribuyan de forma sustancial a comprender aspectos de tipo biológico, ecológico y oceanográfico del SAM (Ardisson, 2011).

4. Ubicación geográfica

El trabajo de campo se realizó en Xcalak, Xahuayxol y Mahahual (Fig. 1) y el trabajo de gabinete y laboratorio se llevaron a cabo en la unidad de Ecosur que se encuentra ubicada en Av. Centenario Km 5.5 Chetumal, Quintana Roo.

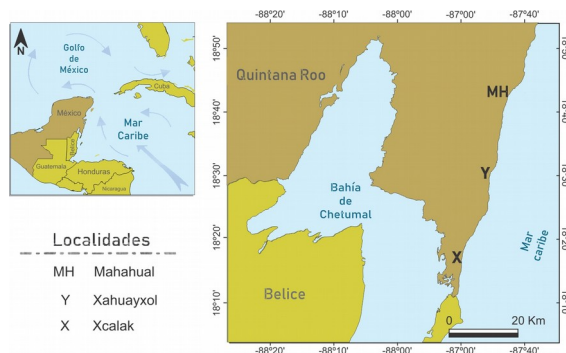


Fig. 1: Mapa de los sitios de muestreo Fuente: Elaboración propia

5. Objetivos del proyecto

El objetivo general del proyecto “Arrecifes coralinos del caribe mexicano: De la degradación a la conservación” es generar, a través del estudio y análisis de las interacciones tróficas, un panorama actual que permita contribuir en la construcción de estrategias para la conservación del ecosistema coralino.

Los objetivos particulares del proyecto son:

1. Identificar los grupos morfofuncionales de algas presentes en los diferentes parches de coral de cada sitio.
3. Determinar la densidad de las poblaciones de erizos asociadas a los parches de arrecife de coral.
4. Analizar la influencia de las arribazones masivas de sargazo en la salud del arrecife de coral, comparando el estado del arrecife con años de no sargazo.

6. Actividades desarrolladas de acuerdo con el calendario propuesto

El servicio social se realizó en la temporada de secas; tuvo una duración total de 480 horas, del 18 de febrero al 19 de agosto de 2019.

	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Caracterización sitios	X						
Muestreo		X	X	X	X		
Marcaje de colonias		X					
Monitoreo colonias				X		X	
Procesamiento muestras		X	X	X	X	X	

Fotografías cianobacterias		X		X		X	
Medición metales pesados en sargazo					X	X	
Elaboración base de datos			X	X	X	X	
Revisión bibliográfica	X	X	X	X	X		
Informe final							X

Las actividades realizadas fueron las siguientes:

- Ayuda en la caracterización de los sitios de muestreo.
- Identificación taxonómica *in situ* y/o en laboratorio de los organismos recolectados.
- Muestreo:
 - De sargazo pelágico.
 - De algas y erizos en las lagunas arrecifales de Xcalak, Xahuayxol y Mahahual.
 - De cianobacterias.
 - Toma de fotografías de los cuadrantes para su posterior procesamiento en laboratorio.
 - Medición de la densidad poblacional de erizos con transectos.
- Colocación de marcajes a 10 colonias de coral en Xahuayxol.
- Monitoreo sistemático de las colonias de coral seleccionadas.
- Ayuda logística en laboratorio y campo.
- Procesamiento de las muestras provenientes de los sitios de estudio:
 - Obtención de valores morfométricos de los erizos.
 - Obtención de microfotografías de muestras de cianobacterias provenientes de las colonias coralinas utilizando cámara de microscopio Zeiss.
 - Medición de los porcentajes de cobertura algal sobre el fondo rocoso, mediante fotocuadrantes con ayuda del *software* ImageJ.
 - Procesamiento del sargazo recolectado (identificación, limpieza y secado).
- Medición de los metales pesados contenidos en las muestras de sargazo con *Thermo Scientific Niton XL2 x-ray fluorescence (XRF)*.
- Sistematización de los datos y elaboración de bases de datos para su posterior análisis.

- Revisión de bibliografía para complementar los objetivos propuestos en el proyecto general.

7. Impacto de las actividades del servicio social

Las múltiples actividades realizadas fundamentan los objetivos e hicieron realizable este servicio social. Además, quedan como referente para cualquier servicio social o investigación cuyo objeto de estudio sea la ecología de los ecosistemas costeros.

Particularmente, las actividades realizadas en este servicio se ajustaron a los tiempos programados, lo que significa la obtención de una serie de conocimientos útiles para el ejercicio profesional.

8. Aprendizaje y habilidades obtenidas durante el desarrollo del servicio social

Mi aprendizaje en este servicio social consistió en el fortalecimiento de una conciencia ética y humanista, la puesta en práctica de mis capacidades para la identificación de problemáticas específicas y la cooperación recíproca con miembros de la Academia y de las comunidades en los sitios de estudio.

Las habilidades técnicas obtenidas fueron entorno al conocimiento de metodologías útiles para la investigación en ecosistemas costeros, así como la experiencia adquirida en el manejo de herramientas propias de esas metodologías.

Por otra parte, las habilidades sociales adquiridas fueron la capacidad comunicativa, sensibilidad hacia diferentes problemáticas, la creatividad para solucionar problemas no contemplados.

9. Fundamento de las actividades del servicio social

Las actividades planteadas y realizadas en este servicio social tuvieron la finalidad de contribuir en el proyecto, recaudando información sobre las comunidades coralinas en la temporada de secas, para posteriormente analizar, comparar, discutir y formular conclusiones.

La caracterización previa de los sitios es importante para reducir el riesgo de error al tomar datos. Durante la misma se realizó la identificación *in situ* de los principales grupos morfofuncionales de corales y algas, lo que proporciona información previa al muestreo sobre la complejidad estructural del arrecife (Álvarez-Filip *et al.*, 2011).

Los transectos se usaron para calcular la densidad poblacional de los erizos asociados al arrecife: son líneas que pueden medir cintas, cuerdas o cadenas, y están dispuestas en el lecho marino.

Para obtener porcentajes de cobertura, se usaron fotocuadrantes: son unidades de muestreo cuadradas o rectangulares utilizadas para contar y medir organismos. Para reforzar las estimaciones visuales, las fotos de los cuadrantes se pueden tomar y analizar de regreso al laboratorio.

La toma de fotografías es importante para tener un registro perdurable de las condiciones del sitio en el momento del muestreo y una herramienta para percibir cambios a través del tiempo.

Los marcajes de las colonias de coral se realizaron con la finalidad de tener un registro, seguimiento y comparaciones más precisas.

En este proyecto es útil el muestreo de ejemplares (erizos y algas), ya que con su procesamiento en el laboratorio se obtiene su huella isotópica que determina su posición en la red trófica y sus posibles cambios relacionados con las perturbaciones del ecosistema.

La medición de los metales pesados contenidos en las muestras de sargazo con *Thermo Scientific Niton XL2 x-ray fluorescence (XRF)* contribuyó a la obtención de datos duros para su posterior análisis.

Con la revisión bibliografía se información comprobable sobre la problemática, así como la consulta de metodologías existentes que se ajusten al proyecto en cuestión.

10. Bibliografía

Acosta-González, G., Rodríguez-Zaragoza, F. A., Hernández-Landa, R. C., & Arias-González, J. E. (2013). Additive diversity partitioning of fish in a Caribbean coral reef undergoing shift transition. *PloS one*, 8(6).

Álvarez-Filip, L., Cote, I. M., Gill, J. A., Watkinson, A. R., & Dulvy, N. K. (2011). Region-wide temporal and spatial variation in Caribbean reef architecture: is coral cover the whole story?. *Global Change Biology*, 17(7), 2470-2477.

Ardisson, P. L., May-Kú, M., Herrera-Dorantes, M. T. y Arellano-Guillermo, A. (2011). El Sistema Arrecifal Mesoamericano-México: consideraciones para su designación como Zona Marítima Especialmente Sensible. *Hidrobiológica* 2011, 21 (3): 261-280. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v21n3/v21n3a5.pdf>

Baker, D. M., Rodriguez-Martinez, R. E., & Fogel, M. L. (2013). Tourism's nitrogen footprint on a Mesoamerican coral reef. *Coral Reefs*, 32(3), 691-699.

Basurto-Lozano, D. (s.f.). Arrecifes coralinos. *Inecol*. UNAM. México
Consulta: 17 septiembre 2019 Disponible en:
<http://www1.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/pdfs/Publicaciones/VOLI/SECCIONII/ArrecifesCoralinos.pdf>

Bellwood, D. R., Hughes, T. P., Folke, C., & Nyström, M. (2004). Confronting the coral reef crisis. *Nature*, 429(694), 827-833.

Bozec, Y., M., Acosta-González, G., Núñez-Lara, E., & Arias-González, J. E. (2008). Impacts of coastal development on ecosystem structure and function of Yucatan coral reefs, Mexico. In *Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium* (pp. 691-695).

- Brander, L. M., Van Beukering, P., & Cesar, H. S. (2007). The recreational value of coral reefs: a metaanalysis. *Ecological Economics*, 63(1), 209-218.
- Burke, L., Reytar, K., Spalding, M., & Perry, A. (2012). *Reefs at risk*. *World Resources Institute*, Washington, DC, 124.
- Chavez-Hidalgo, A. (2009). Conectividad de los arrecifes coralinos del Golfo de México y Caribe mexicano (Doctoral dissertation).
- Gardner, T.A., Côté, I.M., Gill, J.A., Grant, A. Watkinson A.R. (2003). Long-term region-wide declines in Caribbean corals. *Science* 301, 958–960.
- Hernández-Arana, H. A., Vega-Zepeda, A., Ruíz-Zárate, M. A., Falcón-Álvarez, L. I., López-Adame, H., Herrera-Silveira, J., & Kaster, J. (2015). Transverse Coastal Corridor: From Freshwater Lakes to Coral Reefs Ecosystems. In *Biodiversity and Conservation of the Yucatán Peninsula*. *Springer International Publishing*.
- Jackson, J., Donovan, M., Cramer, K., & Lam, V. (2014). Status and trends of Caribbean coral reefs: 1970-2012. *Global Coral Reef Monitoring Network*.
- Montefalcone, M., Parravicini, V., Vacchi, M., Albertelli, G., Ferrari, M., Morri, C., & Bianchi, C. N. (2010). Human influence on seagrass habitat fragmentation in NW Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 86(2), 292-298.
- Martinez-Rendis, A., Acosta González, G., Hernández-Stefanoni, J. L., & Arias González, J. E. (2015). Quantifying the reefscape transformation of a coastal Caribbean coral reef during a phase shift and the associated coastal landscape change. *Marine Ecology*.
- Mumby, P. J., & Hastings, A. (2008). The impact of ecosystem connectivity on coral reef resilience. *Journal of Applied Ecology*, 45(3), 854-862.
- Mumby, P. J. (2016). Ecosystem Functioning in Coral Reefs of the Future. *Annual Review of Marine Science*, 9(1)
- Pandolfi, J.M., Bradbury, R.H., Sala, E., Hughes, T.P., Bjorndal, K.A., Cooke, R.G., & Warner, R.R. (2003). Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science*, 301(535), 955-958
- Pratchett, M. S., Munday, P., Wilson, S. K., Graham, N. A., Cinner, J. E., Bellwood, D. R., & McClanahan, T. R. (2008). Effects of climate-induced coral bleaching on coral-reef fishes. Ecological and economic consequences. *Oceanography and Marine Biology: Annual Review*, 46, 251-296.
- Wilkinson, C., Souter, D. (2008). Status of Caribbean coral reefs after bleaching and hurricanes in 2005. *Global Coral Reef Monitoring Network, and Reef and Rainforest Research Centre*, Townsville, 152 p.