



UNIVERSIDAD DEL MAR
campus Puerto Ángel

**Comparación de la complejidad estructural de corales
hermatípicos entre zonas someras y mesofóticas mediante
fotogrametría**

Tesis

Que para obtener el Título Profesional de
Licenciado en Biología Marina

Presenta

Samantha Lizette Martínez Caballero

Director

M.A.I.A. Eduardo Juventino Ramírez Chávez

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México a febrero de 2020.

Dedicatoria

*A mi madre: Andrómeda, que hasta cuando no me apoyaste,
también lo hiciste.*

A mis hermanos: Yeyo y César†

*A yeyo por ser todo a lo que aspiro ser, cuando eres y no te obligan a ser;
A César†, tu pasión por tus propias convicciones me ayudaron a forjar las mías
y aunque te fuiste, aquí siempre te quedas.*

*A León ♥, que aunque tal vez nunca vas a leer esto, me inspiras a todo
¿No te parece genial que desde que el mar es mar no sabe estarse quieto?
Igual que tú.*

*Y a ti, que no te puedo nombrar porque no tienes nombre.
Eres lo que se siente, nunca lo que se explica.*

Agradecimientos

A mi familia, incluyendo a aquellos que se volvieron familia. Horas compartidas y gestos de amor, comida calentita, idas a la playa, largas caminatas, abrazos en la cama, Coca-Colas heladas en el congelador, pijamadas improvisadas, ser quien eres con ellos, los que de veras importan, los que te aman, te aguantan y toleran de verdad, los que te levantan las alas, te sujetan los cordones, donde siempre eres bienvenido...

Quienes no te escogieron, ni tú a ellos, pero saben que estarán juntos por algo, por siempre y por todo...

A Chito y Marley†, no lo hubiera logrado sin sus colas moviéndose frenéticamente por todo el cuarto, sin los arranques de emoción cuando llegaba a casa o salíamos a caminar, ni sin el olor que sus patitas desprendían cuando se quedaban dormidos junto a mí.

A mi director Eduardo y a mi codirector Javier, por esta adopción académica que me dejó conocimientos y experiencias atesorados.

Al proyecto CONACYT: “Caracterización espacial de los ecosistemas arrecifales mesofóticos del sistema arrecifal veracruzano; implicaciones ecológicas y económicas para su conservación y manejo” con clave PDCPN 2015-606. Esta tesis es uno de los productos comprometidos dentro de este proyecto, ya que de este se recibió apoyo como asistente de proyecto, por un período de seis meses y capacitación, equipo y financiamiento para trabajo de campo. A todo el comité revisor por el tiempo dedicado, sus correcciones y comentarios lacónicos que ayudaron a mejorar este trabajo.

A la Universidad del Mar y a los profesores que le pertenecen, por compartir su conocimiento y entusiasmo por el mar. Y a los que no también, por enseñarme en qué no me quiero convertir.

A todas las personas con las que compartí energía. Gracias.

Resumen

Los ecosistemas arrecifales mesofóticos (EAM) son comunidades de coral que se encuentran en la zona fótica entre los 30 y 150 m de profundidad. La constante amenaza que los ecosistemas arrecifales presentan ante el calentamiento global y actividades antropogénicas ha atraído la atención hacia los EAM ya que se consideran una extensión de los arrecifes someros y fungen como refugio ante desastres naturales y antropogénicos. La fotogrametría puede ser una herramienta útil para evaluar y monitorear la complejidad estructural y cómo afecta la diversidad y abundancia de los ensamblajes bióticos sin ser invasivo ni restringido por tamaño de muestra. A pesar de que se conoce la existencia de EAM en el golfo de México, no hay estudios que reporten la existencia de arrecifes mesofóticos dentro del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Se espera que este trabajo sienta las bases para implementar el uso de la fotogrametría digital submarina en EAM, para entender su función, su estructura, y su relación con los arrecifes someros para que se incluyan en programas de manejo y se logren desarrollar técnicas de manejo y conservación efectivas.

Palabras clave: fotogrametría, ecosistemas arrecifales mesofóticos, PNSAV.

Abstract

The mesophotic coral ecosystems (MCE) are coral communities found in the photic zone between 30 and 150 m deep. The constant threat reef ecosystems face due to global warming and anthropogenic activities has attracted attention towards the MCEs since they're consider to be a extension of shallower reefs and serve as a refuge from natural and anthropogenic disasters. Photogrammetry can be a useful tool to evaluate and monitor structural complexity and how it affects diversity and abundance of biotic assemblages without being invasive or restricted by sample size. Despite the knowledge of the existence of MCEs in the gulf of Mexico, there are no studies that regards the existance of mesophotic coral reefs inside the National Park Sistema Arrecifal Veracruzano. We expect this study to lay the basis for implementing the use of underwater digital photogrammetry in MCEs, to understand its function, structure and its relationship with shallow reefs so that they are included in management programs and management techniques development and effective conservation are achieved.

Índice

1. Introducción	8
2. Antecedentes	13
3. Justificación.....	16
4. Hipótesis:	16
5. Objetivos	17
5.1 General:.....	17
5.2 Específicos:	17
6. Método	17
6.1 Área de estudio	17
6.2 Trabajo en campo	20
6.3 Trabajo en laboratorio.....	21
6.3.1 Obtención de fotogramas.....	21
6.3.2 Calibración de cámaras	21
6.3.3 Modelado.....	21
6.3.4 Evaluación del modelo	22
6.3.5 Métricas	25
7. Resultados	27
7.1 Modelado.....	27
7.2 Evaluación del modelo.....	28
7.3 Métricas	28
8. Discusión.....	33
8.1 Evaluación del método.....	33
8.2 Métricas.....	33
8.3 Modelado.....	36
9. Conclusiones	38
10. Recomendaciones	39
11. Referencias	40
12. Anexos	48

Índice de figuras

Figura 1. Área de estudio A) Santiaguillo y Anegadilla grupo de arrecifes más alejado a la costa B) Ortofoto de Santiaguillo elaboración propia Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota UMAR.

Figura 2. Vehículo operado remotamente (ROV) roVee por Roboteknik ®

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso fotogramétrico con resultados de cada proceso.

Figura 4. Gráficas con los perfiles de inclinación de las localidades de A) Santiaguillo B) Anegadilla, inclinación máxima e inclinación promedio. Las líneas indican el rumbo y la longitud del transecto que se siguió para obtener el perfil de inclinación en cada sitio.

Índice de tablas

Tabla 1. Procesamiento de imágenes en el software fotogramétrico de Agisoft PhotoScan.

Tabla 2. Matriz para el análisis de componentes principales.

Tabla 3. Matrices resultantes del análisis de ARLM para predecir rugosidad (R) y dimensión fractal (D) de las especies de coral modeladas según la profundidad y el sitio en donde fueron encontradas.

Tabla 4. Tabla de métricas obtenidas a partir de los modelos tridimensionales por especies y localidades.