

**UNIVERSIDAD DEL MAR**  
*campus Puerto Ángel*



**DETERMINACIÓN DE ESPECIES FORMADORAS DE  
RODOLITOS (CORALLINOPHYCIDAE: RHODOPHYTA) DE  
HAWÁI**

TESIS

Que para obtener el Título Profesional de  
**Licenciada en Biología Marina**

Presenta

**María Guadalupe Masés Solís**

Director

**Dr. Edgar Francisco Rosas Alquicira**

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2018.

## Dedicatoria

A mis padres, la razón de mi existencia y el  
motor que me impulsa en cada momento.  
a través de su ejemplo y sabiduría,  
por su amor incondicional y siempre  
estar dispuestos a dar todo  
en cada etapa de mi vida.  
¡Una vez más lo logramos!

A mis hermanos y mis mejores  
compañeros de vida, quienes con su  
ejemplo me han enseñado a ir en busca  
de mis sueños sin rendirme a pesar de las adversidades.

A mis amigos, los cómplices de esta travesía.  
Por hacer más ameno el camino.  
“Hay amistades hechas de risas o dolores compartidos;  
otras de un momento clave vivido en coincidencia;  
y luego están aquellas que nacen sin saber por qué  
incluso de silencios comprendidos  
o de simpatía mutua sin explicación”.  
Antoine de Saint-Exupéry

A la memoria del Dr. Rafael Riosmena Rodríguez  
¡Nada nos detiene!

## **Agradecimientos**

A la Dra. Isabella A. Abbott y el Dr. Rafael Riosmena Rodríguez a cargo de la Iniciativa de Arrecifes de Coral de Hawái (NOAA-06NOS4260200), a la Dra. Abbott por el financiamiento obtenido tanto de la Fundación Packard (2006-30569, 438379) como del Programa Nacional de Santuario Marino (NMSP) (651147) de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), ya que con el financiamiento obtenido fue posible realizar la recolecta de las muestras analizadas en el presente estudio.

Al Proyecto SEP-CONACYT (2010) “Biodiversidad nomenclatural y taxonómica del género *Amphiroa* Lamouroux (Corallinales, Rhodophyta) en el Pacífico Tropical Mexicano” por financiar el procesamiento de las muestras.

A la Universidad Autónoma de Baja California Sur y a la colección ficológica de esta universidad por facilitarme el uso de sus instalaciones y proporcionarme las muestras para la realización de este trabajo.

A mi alma máter, la Universidad del Mar y al cuerpo de profesores-investigadores que contribuyó a mi formación académica, la cual sin duda considero es de calidad.

A los Laboratorios de Histología y Sistemática de Invertebrados Marinos de la Universidad del Mar, campus Puerto Ángel, por facilitarme el uso de las instalaciones para el preprocesamiento y observación de las muestras.

Al Dr. Rafael Riosmena Rodríguez por su confianza para realización de este trabajo. Por todas sus enseñanzas e impulsarme a desarrollar mi parte autodidáctica y sentido autocrítico y con ello ayudarme a superar algunos miedos. “Nada nos detiene, solo nosotros mismos con nuestros miedos, angustias y limitantes”.

A mi director de tesis Dr. Edgar F. Rosas Alquicira por mostrarme el maravilloso mundo de las macroalgas. “Para muestra un rodolito”. Por la forma tan apasionada en la que siempre desempeña su trabajo y su actitud tan optimista en cada situación. Me mostró a través de su ejemplo que la realización personal y profesional pueden ir de la mano. ¡Cuando sea grande quiero ser como usted! Pero sobre todo, gracias por aceptar este reto. Por su paciencia y dedicación a lo largo de este arduo camino lleno de aprendizaje. Por todos esos momentos difíciles en los que de diferentes maneras me brindó su apoyo y

amistad incondicionales. Gracias por siempre tener palabras de aliento en aquellos momentos de desmotivación y por siempre creer en mí.

A mi comité revisor, Dr. J. Rolando Bastida Zavala, M. en C. Darla Alejandra Torres Ariño, M. en C. Nestor Ruiz Robinson y M. en C. Francisco J.U. Becerril Bobadilla por el tiempo dedicado a la revisión de esta tesis y por el aporte de críticas constructivas para mejoramiento de la misma.

Al Dr. J. Rolando Bastida Zavala por ayudarme a resolver mis dudas acerca del área de sistématica y por toda su motivación a lo largo de mi formación académica. ¡Ánimo!

A la M. en C. Darla Alejandra Torres Ariño por su apoyo incondicional cada vez que requirí de su ayuda a lo largo de mi formación y durante la revisión de este trabajo.

A la Dra. María del Socorro García Madrigal por el tiempo dedicado a dar su punto de vista acerca de este trabajo. Por los acertados comentarios que enriquecieron el mismo y por enseñarme a siempre a hacer un esfuerzo por dar el extra en cada proyecto profesional.

A los Biólogos marinos Jesús Marino Antonio Sánchez y Susana Sánchez Palestino por su apoyo en mi proceso de aprendizaje de la técnica histológica aplicada a algas rojas coralinas. Por dedicar su tiempo y paciencia a compartir su experiencia conmigo y darme consejos cada que recurrí a ustedes.

A mi familia, por ayudarme a tejer mi par de alas y dejarme volar aun en medio de la nostalgia. Por enseñarme a afrontar con valentía las adversidades y ser mi punto de apoyo ante cada caída. Gracias por lo que cada uno sacrificó para hacer esto posible.

Al “fico team” (Mafer, María, Marino y Susi), a las señoritas técnicos (Cindy y Mago) y a Sairi por hacer muy amenas mis jornadas en el laboratorio, las agradables pláticas y la terapia en momentos de estrés. La *risoterapia* fue siempre el mejor remedio.

A mis amigos de la Universidad, Citlalli. Eres mi roomie favorita. Miriam mi porrista oficial, ¡si se pudo! Gauvain por tu cuidado y orientación cada que hacia falta. Adair, mi compañero de parranda. A los cuatro por ser mi familia umarina y demostrarme su amor y apoyo incondicional en cada una de mis facetas a lo largo de esta carrera. Gracias por estar conmigo en las buenas y en las malas. Los amo.

Al “lichas team” (Alejandra, Citalli, Laurita, Miriam, y Sara) por todos los momentos antiestrés juntas, las fiestas hasta la madrugada, las horas de chisme pero sobre todo por las sesiones de TA cuando no le hallaba pies ni cabeza al trabajo de tesis.

A mis padrinos, Rocío y Gustavo por su apoyo incondicional con la promesa de seguir siempre adelante.

A la familia Jarquín-Mijangos, porque no únicamente me rentaron un cuarto sino además me provieron de un segundo hogar durante los últimos cuatro años. En los que me han cuidado en momentos de enfermedad y brindado apoyo en momentos de austeridad. Además de invitarme a ser parte de sus momentos más importantes y sus domingos en familia.

A mis amigos de “El cafecito”, Pedro, Ismael, Eli, Juan Luis, Victor, Marcos, Auli, Gibran, Heriberto, Horacio, Majo y Eliseo. Por ser la balsa que me llevo a puerto seguro en el momento de mayor tempestad y oscuridad. Llegaron cuando más desesperada estaba. Me guiaron hacia el sitio donde aprendí que para poder recibir hay que saber pedir, pero sobre todo saber dar. Solo olvidándome un poco de mí encontré la claridad de mente que me faltaba para salir del bache y llegar a la meta. Con “amor adulto”.

Y a todas las personas que de distintas maneras me brindaron directa e indirectamente su apoyo para sobrepasar algunos de los obstáculos que se presentaron en el camino, a Pavel, Jimmy, Teresita, Sara, “Doña Loise”, Lino, Lindsey, Lendi, Ana, Frank. ¡A todos ustedes infinitas gracias!

## Índice

	<b>Página</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>Agradecimientos</b> .....	iii
<b>Índice</b> .....	vi
<b>Resumen</b> .....	vii
<b>Abstract</b> .....	viii
<b>Introducción</b> .....	1
<b>Antecedentes</b> .....	7
<b>Justificación</b> .....	9
<b>Hipótesis</b> .....	10
<b>Objetivo</b> .....	10
<b>Materiales y método</b> .....	11
<i>Área de estudio</i> .....	11
<i>Obtención de los organismos</i> .....	12
<i>Determinación taxonómica</i> .....	12
<b>Resultados</b> .....	15
Corallinophycidae sp. ....	16
Corallinaceae sp.....	17
<i>Hydrolithon cf. boergeseni</i> (Foslie) Foslie, 1909: 56.....	19
<i>Lithophyllum pallescens</i> (Foslie) Foslie, 1900: 20.....	25
<i>Lithophyllum cf. kotschyannum</i> Unger, 1958: 22.....	28
<i>Lithophyllum</i> sp. ....	30
<i>Lithothamnion</i> sp.....	33
<i>Sporolithon episoredion</i> (W.H. Adey <i>et al.</i> ) Verheij, 1992: 501. ....	36
<b>Discusión</b> .....	39
<b>Conclusiones</b> .....	42
<b>Referencias</b> .....	43

## Resumen

Los rodolitos son estructuras de vida libre constituidas por más del 50% de algas rojas coralinas no geniculadas (Corallinophycidae, Rhodophyta), las cuales crecen alrededor de un núcleo sólido. Estas algas juegan un papel importante a nivel ecológico, ya que al ser organismos calcificadores, favorecen la conformación de comunidades bentónicas. Además, las especies formadoras de rodolitos sirven como bioindicadores del cambio climático. Su importancia comercial es en las industrias cosmética, farmacéutica, médica y nuclear, entre otras. Sin embargo, a pesar de su importancia ecológica y económica, el conocimiento acerca de las especies formadoras de rodolitos en diferentes regiones del mundo es escaso. Las especies de algas rojas coralinas no geniculadas formadoras de rodolitos de Hawái han sido poco estudiadas. En el periodo comprendido entre 1982 a 2012, solamente han sido descritos tres trabajos acerca la ocurrencia de especies formadoras de rodolitos en la región. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue incrementar el conocimiento taxonómico de las especies de algas rojas coralinas no geniculadas formadoras de rodolitos de Hawái, a través de la identificación de estos organismos hasta el nivel taxonómico máximo posible. Para ello, se obtuvieron 59 rodolitos pertenecientes a tres localidades de la isla Kauai (Anahola, Mahaulepu y Saltpond) y una localidad de la isla Oahu (Ewa). Para la determinación taxonómica, las muestras se procesaron de acuerdo a una técnica histológica estandarizada y se identificaron con claves dicotómicas y literatura especializada. Como resultado se logró reconocer al 100% de los géneros y al 28.5% de las especies formadoras de rodolitos enlistadas previamente para Hawái. A nivel de especie, se obtuvieron diez ejemplares, nueve monoespecíficos conformados por *Lithophyllum* cf. *kotschyenum* y *Lithophyllum pallescens* ambas pertenecientes a la familia Corallinaceae, subfamilia Lithophylloideae; así como *Sporolithon episoredion*, taxón perteneciente a la familia Sporolithaceae. Uno de los ejemplares resultó ser multiespecífico y conformado por el género *Lithophyllum* sp. e *Hydroliton* cf. *boergesenii*. Un ejemplar más se determinó como *Lithothamnion* sp. La efectividad de identificación en este estudio utilizando técnicas morfológicas fue del 17%. Un factor determinante en el número de organismos que pudieron ser identificados a nivel de especie fue que la mayoría se encontró en estado vegetativo. Por lo que surge la necesidad de trabajos donde se realice una reevaluación taxonómica que permita establecer

caracteres vegetativos estables y persistentes útiles para la identificación de especies. Si bien la base para todo estudio taxonómico es la taxonomía clásica, dada la plasticidad morfológica de este grupo y dificultad de encontrar material reproductivo, se sugiere también realizar estudios donde se incluyan técnicas moleculares que permitan determinar y/o confirmar la presencia de algunas especies en la región.

**Palabras clave:** Coralinas, *Hydrolithon* cf. *boergesenii*, Indo-Pacífico occidental tropical, *Lithophyllum* cf. *kotschyanum*, taxonomía.

### **Abstract**

Rhodoliths are free-living structures made up of more than 50% of non-geniculate red coralline algae (Corallinophycidae, Rhodophyta), which grow around a solid core. These algae sustain benthic communities due to their ability to form complex calcified structures. The rhodolith forming species also serve as bioindicators of climate change. Their commercial importance is in the cosmetic, medical, pharmaceutical, nuclear industries, among other ones. However, despite its importance ecological and economic, there is little knowledge about rhodolith-forming species in different regions of the world. Rhodolith-forming species in Hawaii have been poorly documented. In the period between 1982 and 2012, only three publications have documented the occurrence of rhodolith-forming species in the region. Therefore, the goal of this study was to increase the taxonomic knowledge of Hawaiian rhodolith-forming species. A total of 59 rhodoliths were obtained from three localities in the Kauai island (Anahola, Mahaulepu and Saltpond) and a locality in the Oahu (Ewa) Island. For the taxonomic identification, the samples were processed according to a standardized histological technique and identified with the specialized dichotomous keys. As a result, it was possible to recognize 100% of the genera and 28.5% of the Hawaiian rhodoliths species previously reported for the region. To species level, ten specimens were obtained, nine monospecific from *Lithophyllum* cf. *kotschyanum* and *Lithophyllum pallescens* of the family Corallinaceae, subfamily Lithophylloideae and *Sporolithon episoredion* of the family Sporolithaceae. One specimen was found to be multispecific and composed by the genus *Lithophyllum* sp. and *Hydrolithon* cf. *boergesenii*. One more specimen was determined as *Lithothamnion*. The efficacy of identification in this study using morphological techniques was 17%. A determining factor in the number of organisms that could be identified at the species level was that most of them found in a



vegetative state. Therefore, there is a need for work where a taxonomic reassessment is carried out to establish stable and permanent useful vegetative characters for the identification of species. Although the basis for any taxonomic study is the classical taxonomy, given the morphological plasticity of this group and difficulty in finding reproductive material, it is also suggested to carry out studies that include molecular techniques that allow both, to determine and to confirm the presence of some species in the region.

**Keywords:** Coralline, *Hydrolithon* cf. *boergesenii*, Indo-Western Tropical Pacific, *Lithophyllum* cf. *kotschyannum*, taxonomy.