



UNIVERSIDAD DEL MAR

campus Puerto Ángel

**ESTUDIO FICOFLORÍSTICO DE ALGAS VERDES
(CHLOROPHYTA, ULVOPHYCEAE) Y PARDAS
(HETEROKONTOPHYTA, PHAEOPHYCEAE) EN LAS
BAHÍAS SANTA CRUZ, LA ENTREGA Y MAGUEY,
OAXACA.**

TESIS

Que para obtener el Título Profesional de:

Licenciada en Biología Marina

Presenta

Adamari Guadalupe Sánchez Hernández

Director de Tesis

Dr. Julio Adolfo Acosta Calderón

Co-director

Dr. Sergio Díaz Martínez

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2025

Resumen

Se realizó un estudio ficoflorístico de macroalgas verdes (Chlorophyta, Ulvophyceae) y pardas (Heterokontophyta, Phaeophyceae) en las bahías Santa Cruz, La Entrega y Maguey, Oaxaca, durante agosto (lluvias) y diciembre (secas) de 2023. Las recolectas se efectuaron en zonas intermareales y submareales someras (2 m de profundidad) mediante buceo libre y recorridos. La determinación taxonómica se basó en caracteres morfológicos, anatómicos y reproductivos, y los ejemplares se depositaron en los herbarios de la Universidad del Mar (UMARPA) y de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FESZA). Se identificaron 33 taxones infragenéricos: 26 de Chlorophyta y siete de Phaeophyceae. El orden Cladophorales y el género *Cladophora* fueron los más diversos entre las algas verdes, mientras que el género *Padina* destacó entre las pardas. La Bahía Santa Cruz presentó la mayor riqueza específica en ambas temporadas. Las condiciones ambientales variaron estacionalmente: en agosto la temperatura promedio del agua fue de 30.7 °C y la salinidad de 30 ppm, mientras que en diciembre disminuyó a 29.3 °C y aumentó a 35 ppm, respectivamente. El pH osciló entre 6 y 7. Las concentraciones de nutrientes variaron entre meses de estudio, mientras que el oxígeno disuelto promedió 4.7 mg/L y 5.0 mg/L, respectivamente. Se observaron diferencias florísticas entre bahías y temporadas que reflejan una notable heterogeneidad espacial. Se registraron tres nuevos taxones para las bahías estudiadas y tres para el litoral de Oaxaca: *Cladophora coelothrix*, *Cladophora columbiana* y *Ulva californica*. Estos resultados evidencian la necesidad de monitoreos periódicos para evaluar la variabilidad temporal de la ficoflora, así como su potencial respuesta a factores ambientales y eventos oceanográficos.

Palabras clave: riqueza de especies, *Cladophora*, florística, registros nuevos, similitud, Pacífico tropical mexicano.

Abstract

A phycofloristic study of green (Chlorophyta, Ulvophyceae) and brown (Heterokontophyta, Phaeophyceae) macroalgae was carried out in the bays of Santa Cruz, La Entrega and Maguey, Oaxaca, during August (rains) and December (dry) of 2023. Collections were carried out in shallow intertidal and subtidal zones (2 m deep) by free diving and tours. The taxonomic determination was based on morphological, anatomical and reproductive characters, and the specimens were deposited in the herbariums of the Universidad del Mar (UMARPA) and the Faculty of Higher Studies Zaragoza (FESZA). 33 infrageneric taxa were identified: 26 from Chlorophyta and seven from Phaeophyceae. The order Cladophorales and the genus *Cladophora* were the most diverse among green algae, while the genus *Padina* stood out among brown algae. Santa Cruz Bay presented the greatest specific richness in both seasons. Environmental conditions varied seasonally: in August the average water temperature was 30.7 °C and salinity was 30 ppm, while in December it decreased to 29.3 °C and increased to 35 ppm, respectively. The pH ranged between 6 and 7. Nutrient concentrations were low in August and increased in December, while dissolved oxygen averaged 4.7 mg/L and 5.0 mg/L, respectively. Floristic differences were observed between bays and seasons, with low similarity values reflecting remarkable spatial heterogeneity. Three new taxa were recorded for the bays studied and three for the coast of Oaxaca: *Cladophora coelothrix*, *Cladophora columbiana* and *Ulva californica*. These results show the need for periodic monitoring to evaluate the temporal variability of the phycoflora, as well as its potential response to environmental factors and oceanographic events.

Keywords: Diversity, Phycoflora, *Cladophora*, Floristics, New Records, Similarity, Mexican Tropical Pacific.

A mí,
por no rendirme,
por volver a empezar todas las veces que fue necesario
y por seguir creyendo que valía la pena.
Al mar,
por ser mi refugio,
mi inspiración constante.
Porque en cada ola encontré una lección,
y en cada marea,
una razón para continuar, paciencia y fortaleza.
A ese ir y venir
he aprendido a habitarme, a descubrirme,
y a fluir con la vida, siempre en transformación.

- Adamari

Agradecimientos

A la Universidad del Mar (UMAR), Campus Puerto Ángel, por el apoyo brindado con la infraestructura y equipo de laboratorio para realizar este estudio.

Al Parque Nacional Huatulco (PNH), a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y a la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA), por los permisos otorgados para la realización de las recolectas en el área de estudio (PPF/DGOPA-100/22) para el desarrollo de este trabajo.

Al Dr. Julio Acosta Calderón por llegar a la universidad con ganas de enseñar el increíble mundo de las macroalgas y alentarme a ser ficóloga, por haberme integrado al equipo de la Colección de macroalgas Marinas actualmente Herbario UMAPA, porque me ayuda a entender que todos vamos a nuestro paso sin empujar a los demás.

Al mi codirector Dr. Sergio Díaz Martínez y a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FESZA), por la información brindada para la determinación de mis especies de *Cladophora* y la revisión del documento.

A mis revisores, por ayudarme acomodar mis ideas y darme respuestas donde no las encontraba M.C. Francisco Becerril Bobadilla, por destacar mi trabajo taxonómico y ayudarme a ver avance, M.C. Jorge Herrera Galindo y por el apoyo en temas estadísticos a M.C. Gerardo Leyte.

A mis profesores de la Universidad del Mar, gracia por su apoyo.

A mis compañeros ficólogos (Bere, Ana Karen, Uriarte, Pavel) por la ayuda en los muestreos, por las risas en el servicio social y por ser colegas en esté mundo de las algas.

Y dentro de mi larga lista de agradecimientos a las personas más importantes de mi vida, mi familia...

Con mucho amor, orgullo y admiración para mis padres Gabriel Sánchez Castellanos y Margarita Hernández Reyes los cuales siempre han creído en mí y me apoyaron en este largo camino.

Para mis hermanos a los cuales amo demasiado, ellos siempre serán parte de mis logros: Ángel Gabriel, Francisco Javier, Margarita Monserrat, Alan Vicente y Carmen Michelle.

A mis mejores amigas Arely Salinas, Adriana Abraham porque son lo más especial de esté largo caminar, por la paciencia y las anectotas; las amo,

A mi mejor amigo desde el primer día de uni, Irving (Dj Merwin) por vernos crecer juntos, por los días increíbles y sentarse conmigo a contemplar el mar.

A Abi Vera porque un día nos tomamos de la mano, fuímos a La Paz y desde ahí nos acompañamos en cada momento importante para no sentir miedo.

A Nadia Vega porque te conocí 8 seg y ya me estaba riendo contigo.

A Daniel, por alentarme para hacer cosas grandes, ser mi compañero de mil risas y aventuras.

A Vale y Pao, porque estuvimos presentes en eventos memorables de la universidad; los caminos siempre se separan, pero nos seguimos apoyando.

A Ame, Fátima, Josafat, Manu, Nelly, Moy y Gabo, gracias por la vida universitaria tan divertida, tan interesante y llena de su cariño.

A mi equipo de fut “Las Plásticas” y a su increíble porra, nunca ganamos, pero como nos divertimos.

A mi grupo de Buceo (Wen, Ari, Alfredo, Abraham, Matus y Daniela), sus tardes de ceviche y su compañerismo tan bonito.

Y a mi amado **Titán**, por permanecer siempre en mi corazón, por todo el amor que me dejaste, te voy a extrañar toda mi vida.

Índice

	Página
Resumen	ii
Abstrac	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Índice	vii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
1. Introducción	1
1.1 <i>Ulvophyceae, Chlorophyta</i>	1
1.2 <i>Phaeophyceae, Heterokontophyta</i>	2
1.3 <i>Estudios ficoflorísticos</i>	3
2. Antecedentes	4
3. Justificación	13
4. Hipótesis	13
5. Objetivos	14
6. Material y métodos	15
6.1 <i>Área de estudio</i>	15
6.2 <i>Sitios de muestreo</i>	16
6.3 <i>Trabajo de campo</i>	18
6.4 <i>Trabajo laboratorio</i>	18

6.5 Análisis de datos	19
6.5.1. Inventario taxonómico.....	19
6.5.2. Caracterización de los sitios de muestreo	20
6.5.3. Variación espacio temporal de la riqueza y composición	20
7. Resultados	21
7.1 Florística.....	21
7.1.1. Chlorophyta, Ulvophyceae	21
7.1.2. Heterokontophyta, Phaeophyceae	29
7.1.3. Descripción de especies de Cladophora.....	32
7.2 Variación espacio temporal de especies.....	51
7.2.1 Caracterización ambiental.....	54
7.2.1.1 Temperatura.....	54
7.2.1.2. Salinidad y pH.....	55
7.2.1.3. Nutrientes	56
7.2.1.4. Oxígeno disuelto.....	57
7.3.1. Chlorophyta.....	58
7.3.2. Phaeophyceae.....	60
8. Discusión	57
8.1.1 Chlorophyta, Ulvophyceae.....	61
8.1.2 Phaeophyceae	64
8.1.3. Registros nuevos	65

8.2. Variables espaciotemporales	67
8.2.1. Temperatura.....	67
8.2.2. Parámetros químicos.....	68
8.3. Composición y riqueza florística.....	69
8.3.1. Chlorophyta.....	69
8.3.2. Phaeophyceae.....	70
9. Conclusión	71
10. Literatura Citada	72
11. Anexos	86

Índice de tablas

Tabla		Página
I	Lista actualizada de especies de algas Chlorophyta y Heterokontophyta citadas previamente para las tres bahías de estudio: Bahía Santa Cruz (BSC), Bahía La Entrega (BLE) y Bahía Maguey (BM).	9
II	Listado de algas verdes encontradss en Bahía Santa Cruz (BSC), Bahía La Entrega (BLE) y Bahía Maguey (BM) en agosto (A) y diciembre (D; y zona de colecta Intermareal (I) o Submareal (S). Sustrato: Rocoso (R), Arenoso (A), Flotando (F) o Epifito (E) el superíndice es la especie.	23
III	Listado de algas pardas encontradas en Bahía Santa Cruz (BSC), Bahía La Entrega (BLE) y Bahía Maguey (BM) en agosto (A) y diciembre (D; y zona de colecta Intermareal (I) o Submareal (S). Sustrato: Rocoso (R), Arenoso (A), Flotando (F) o Epifito (E) el superíndice es la especie.	30
IV	Valores de nitratos (NO_3), nitritos (NO_2), amonio (NH_4), fosfatos (PO_4) registrados en los dos muestreos agosto y diciembre: Bahía Santa Cruz (BSC), Bahía La Entrega (BLE) y Bahía Maguey (BM).	56

Índice de figuras

Figura		Página
1	Ubicación de las bahías Santa Cruz, La Entrega y Maguey en la costa de Oaxaca, México.	17
2	Número total de especies de cada familia de Chlorophyta durante los dos meses de estudio en Bahía Santa Cruz, Bahía La Entrega y Bahía Maguey.	22
3	Número de especies de cada género de Chlorophyta durante los dos meses de colecta en Bahía Santa Cruz, Bahía La Entrega y Bahía Maguey.	22
4	Número de especies de cada Género de Phaeophyceae durante las dos temporadas en Bahía Santa Cruz, Bahía La Entrega y Bahía Maguey.	29
5	<i>Cladophora albida</i>	34
6	<i>Cladophora brasiliiana</i>	36
7	<i>Cladophora coelothrix</i>	38
8	<i>Cladophora columbiana</i>	40
9	<i>Cladophora lehmanniana</i>	42
10	<i>Cladophora microcladioides</i>	44
11	<i>Cladophora sericea</i>	46
12	<i>Cladophora vagabunda</i>	48
13	<i>Cladophora sp</i>	50
14	Comparación de número de taxones durante los dos meses de estudio	51

15	Porcentajes de especies encontradas en zona intermareal y submareal. A. Agosto. B. Diciembre.	52
16	Porcentaje de especies registradas según el tipo de sustrato: rocoso, arenoso, epifítico y flotante. A) recolecta realizada en agosto. B) recolecta realizada en diciembre.	53
17	Temperatura del agua y del ambiente de la Bahía Santa Cruz, Bahía La Entrega y Bahía Maguey en los meses de agosto y diciembre 2023	54
18	Registro de la salinidad en cada una de las bahías durante los dos muestreos de agosto y diciembre 2023	55
19	Concentración de oxígeno disuelto presente en las tres bahías: BSC (Bahía Santa Cruz), BLE (Bahía La Entrega) y BM (Bahía Maguey) durante los dos muestreos en agosto y diciembre 2023.	57
20	Dendogramas de similitud de especies Chlorophyta entre temporadas y bahías: A) Agosto y B) Diciembre.	59
21	Dendogramas de similitud de especies de Heterokontophyta en temporada de secas.	60