



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

# **LICENCIATURA EN ECOLOGÍA**

Escuela Nacional de Estudios Superiores  
Unidad Morelia

Variación de la comunidad de epibiontes  
sésiles en macroalgas frecuentes de playa  
Punta Roca Caimancito, Bahía de La Paz,  
Baja California Sur

# **T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN ECOLOGÍA**

P R E S E N T A

JOSÉ ELÍAS ROJAS CRUZ

DIRECTORA DE TESIS:  
DRA. MARÍA DE LOS ANGELES MENDOZA BECERRIL

MORELIA, MICHOACÁN

DICIEMBRE, 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



ESCUELA  
NACIONAL  
de ESTUDIOS  
SUPERIORES  
**ENES**  
UNIDAD MORELIA

**10**  
años  
(2011-2021)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD MORELIA  
SECRETARÍA GENERAL  
SERVICIOS ESCOLARES

**MTRA. IVONNE RAMÍREZ WENCE**

DIRECTORA

DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR

**P R E S E N T E**

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la **sesión ordinaria 10** del **Comité Académico de la Licenciatura en Ecología** de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES), Unidad Morelia, celebrada el día **25 de septiembre de 2023**, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para la presentación del Trabajo Profesional del alumno **José Elías Rojas Cruz** de la Licenciatura en **Ecología**, con número de cuenta **420137719**, con el trabajo titulado: **"Variación de la comunidad de epibiontes sésiles en macroalgas frecuentes de playa Punta Roca Caimancito, Bahía de la Paz, Baja California Sur"**, bajo la dirección como tutora de la **Dra. María de los Ángeles Mendoza Becerril**.

El jurado queda integrado de la siguiente manera:

<b>Presidente:</b>	Dra. Nancy Calderón Cortés
<b>Vocal:</b>	Dra. Norma Angélica López Gómez
<b>Secretario:</b>	Dra. María de los Ángeles Mendoza Becerril
<b>Suplente:</b>	Dra. Elisa Serviere Zaragoza
<b>Suplente:</b>	M. en C. María del Carmen Estrada González

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Morelia, Michoacán a 15 de noviembre de 2023.

**DRA. YUNUEN TAPIA TORRES**  
SECRETARIA GENERAL

---

**CAMPUS MORELIA**

Antigua Carretera a Pátzcuaro N° 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta  
58190, Morelia, Michoacán, México. Tel: (443)689.3500 y (55)5623.7300, Extensión Red UNAM: 80614  
[www.enesmorelia.unam.mx](http://www.enesmorelia.unam.mx)

## **Agradecimientos institucionales**

A la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia y a la Licenciatura en Ecología, por brindarme la oportunidad de conocer y entender un poco de la gran diversidad biológica que existe.

A mis profesores, que no importaba la cantidad de preguntas que hiciera siempre me apoyaban explicándome o proporcionándome literatura, y me dieron un ejemplo de lo que quiero y lo que no quiero ser.

Al proyecto "Macroalgas introducidas: organismos modelo para analizar los patrones de éxito de especies con potencial de invasión en ambientes costeros". FORDECYT-PRONACES/428225/2020 por la beca otorgada y financiamiento para el desarrollo de esta tesis.

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR) por permitirme llevar a cabo la parte de campo y laboratorio de la tesis en sus instalaciones.

A los miembros del Laboratorio de Macroalgas, en particular a la Dra. Elisa y la M. en C. Alejandra Mazariegos Villarreal por todo el apoyo para la identificación de macroalgas y responder todas mis dudas.

A Medusozoa México por el financiamiento en el desarrollo del trabajo de campo, así como en la elaboración y publicación de material científico y de divulgación.

A los integrantes de Medusozoa México, Mariae, Pau, Leo, Odette, Darinka y Ari por apoyarme en campo, laboratorio y hacer muy agradable toda mi estadía en La Paz, B.C.S.

A los miembros del jurado: Dra. María A. Mendoza, Dra. Nancy Calderón Cortés, Dra. Norma Angélica López Gómez, Dra. Elisa Serviere Zaragoza y M. en C. Mariae del Carmen Estrada González por sus valiosos comentarios.

Y a la Dra. Angeles, por darme la oportunidad de trabajar con organismos marinos, por su paciencia y ayudarme a crecer, no solo académicamente, sino también como persona.

## **Agradecimientos personales**

A mi madre y hermanas por su cariño y apoyo brindados y siempre creer en mí a pesar de mis dudas.

A mis abuelos Lulú y Papá Beto por la ayuda con las prácticas de campo y el apoyo emocional durante la carrera y mi vida.

A mi abue y a mis tías Alicia y May por su cariño, ayuda y cuidados.

A Duquesa por desvelarse conmigo cuando tocaba, acompañarme siempre y ayudarme a continuar cuando me sentía cansado.

A Pastor por ser mi compañero y amigo en todo este tiempo, por su apoyo y cariño brindados y por permanecer conmigo a pesar de todas mis quejas, enojos y enfermedades.

A mis compañeros y amigos de la licenciatura, gracias por hacer de mis días tan variados.

A Jaime y Fernanda por hacerme reír en clases, por los tiempos de chisme, y las salidas. Sin ustedes la licenciatura no hubiera sido tan bella.

A Mariae por apoyarme tanto con comentarios, literatura, laboratorio, a no perderme en La Paz, chisme, y muchas cosas más. Gracias por ser mi amiga.

A Zaira y a Kinari por ser parte de mi vida y acompañarme todo este tiempo.

A mi Tía Manga, que, aunque ya no esté aquí espero pueda saber que sí se logró el objetivo.

## Índice

Resumen .....	1
Introducción.....	3
Marco teórico y antecedentes .....	6
Justificación.....	9
Objetivo .....	10
Hipótesis.....	10
Metodología.....	11
Resultados .....	18
Discusión.....	26
Referencias .....	31

## Resumen

Las macroalgas marinas tienen un papel importante en el bentos al aumentar el sustrato colonizable para diversos organismos denominados epibiontes. La supervivencia y desarrollo de los epibiontes sésiles son afectados por las características de su sustrato, por ejemplo, la variación en las características morfológicas y químicas de las macroalgas pueden influir en la comunidad de epibiontes sésiles. Con el fin de evaluar la variación de la comunidad de epibiontes sésiles en macroalgas frecuentes de la playa Punta Roca Caimancito (PPRC), se llevó a cabo el muestreo de macroalgas y sus epibiontes. Las macroalgas se identificaron y clasificaron morfológicamente, además, se analizaron las comunidades de epibiontes sésiles de tres géneros de macroalgas frecuentes y con distinta morfología: *Sargassum*, *Hydroclathrus* y *Padina*. Se registraron 20 taxones de macroalgas en PPRC, de los cuales 15 se identificaron a nivel de especie y cinco a nivel de género. Respecto a la comunidad de epibiontes sésiles, *S. horridum* contó con el mayor número de grupos de epibiontes (siete). Así mismo, los análisis multivariados denotaron diferencias en la estructura de la comunidad de epibiontes sésiles en función de la morfología de la macroalga basibionte. Este estudio es el primero en aportar al conocimiento de la ficoflora y sus epibiontes sésiles en PPRC, sentando las bases para futuros monitoreos de macroalgas y sus epibiontes. Por otra parte, las diferencias en las comunidades de epibiontes sésiles son atribuidas a la relación de la morfología de las macroalgas con la forma de crecimiento de los organismos asociados. Sin embargo, son necesarios estudios en los que se analice la influencia de otras características de las macroalgas sobre la comunidad de epibiontes sésiles.

## Abstract

Marine macroalgae are important in benthos, increasing the available substrate for many organisms, denominated epibionts. The survival and development of sessile epibionts are affected by substrate characteristics; for example, the variation in the morphological and chemical characteristics of the macroalgae can influence the sessile epibiont community. The sampling of macroalgae and their epibionts was carried out to evaluate the variation of the sessile epibiont community in frequent macroalgae of Punta Roca Caimancito Beach (PPRC). The macroalgae were identified and classified morphologically; the sessile epibiont communities of three frequent macroalgal genera with different morphologies, *Sargassum*, *Hydroclathrus*, and *Padina*, were also analyzed. Twenty macroalgal taxa were found in PPRC; 15 were identified at the species level, and five at the genus level. About the sessile epibiont community, *S. horridum* had the highest number of epibiont groups (seven). Also, the multivariate analysis indicated differences in the sessile epibiont community's structure according to the basibiont macroalgae's morphology. This work is the first to contribute to the knowledge of macroalgae and their epibionts in PPRC, setting the basis for future monitoring of macroalgae and epibionts. Furthermore, the differences in the sessile epibiont communities are attributed to the relationship between macroalgal morphology and the associated organisms' growth forms. Nevertheless, studies that analyze the impact of other characteristics of macroalgae on the sessile epibiont community are needed.



## Introducción

Las macroalgas son un grupo de algas eucariotas macroscópicas constituidas por una o más células, las cuales son comúnmente clasificadas en tres grupos con base en sus pigmentos fotosintéticos: verdes (Chlorophyta), rojas (Rhodophyta) y cafés (Heterokontophyta: Phaeophyceae) (Hurd et al., 2014). Las macroalgas como parte del bentos aumentan la disponibilidad del sustrato colonizable para otros organismos, y pueden formar parte de la interacción biótica de la epibiosis (Cacabelos et al., 2010; Harder, 2009). En la epibiosis, un organismo epibionte vive sobre otro denominado basibionte, este último es un rol que desempeñan diversas especies de macroalgas (Harder, 2009). La comunidad de epibiontes está conformada por especies móviles como crustáceos y equinodermos; así como epibiontes sésiles, por ejemplo, antozoarios, ascidias, braquiópodos, briozoos, bivalvos, esponjas, hidroides, poliquetos y tunicados (Cacabelos et al., 2010; Gutow et al., 2015; Mendoza-Becerril et al., 2020a, b; Mikhaylova et al., 2019).

La composición y estructura de la comunidad de epibiontes está influenciada por diversos factores, entre los que se encuentra la variación en las características morfológicas y químicas de las macroalgas (Amsler et al., 2015; Blight & Thompson, 2008; Liuzzi & Gappa, 2011; Schagerström et al., 2014; Wang et al., 2017), las cuales cambian según las condiciones ambientales en las que están presentes (Marinho-Soriano et al., 2006; Shibneva & Skriptsova, 2015) y como consecuencia varían sus propiedades como basibionte (Wang et al., 2017). Por ejemplo, el tamaño del talo está relacionado con la profundidad y exposición a las olas (Engelen et al., 2005), y esta variación actúa directamente en la disponibilidad de sustrato para los organismos asociados (Schagerström et al., 2014). Así mismo, los cambios en el nivel de la marea repercuten en la capacidad de la macroalga para proteger contra la desecación a sus epibiontes (Nishihira, 1965). En este sentido, el impacto de las características de la macroalga sobre la comunidad de epibiontes varía, ya que los epibiontes sésiles al permanecer fijos al basibionte dependen más de las características de éste, en comparación con los epibiontes móviles (Liuzzi & Gappa, 2011; López et al., 2018).

Por otra parte, los requerimientos de hábitat de los epibiontes también influyen en la composición de la comunidad de estos, puesto que la necesidad de

nutrientes, intervalos de temperatura, luminosidad, intensidad de corrientes marinas, al igual que las interacciones bióticas, entre otros, determinan la presencia o ausencia de epibiontes en una macroalga específica (Boero, 1984; Liuzzi & Gappa, 2011; López et al., 2018; Nishihira 1965).

Así mismo, los requerimientos de hábitat varían en función del grupo de epibiontes analizados, por ejemplo, existen especies de hidroides que solo se establecen en macroalgas y otras especies que solo se establecen en rocas (Nishihira, 1965), o hidroides que crecen en luz de baja intensidad mientras que otros necesitan de una intensidad luz mayor para subsistir (Boero, 1984). También se pueden encontrar briozoos que sólo crecen sobre algas filamentosas y otros que habitan sobre algas planas o costrosas (Liuzzi & Gappa, 2011), así como hidroides y briozoos que han sido registrados en sitios con diferente intensidad de corriente marina (Little et al., 2018) y puede existir especificidad en la selección del organismo basibionte por parte del epibionte (Maggioni et al., 2020; 2022).

En este contexto, conocer el papel de las macroalgas como sustrato en el establecimiento de otros organismos bentónicos (Hurd et al., 2014), así como identificar la influencia de su morfología en la comunidad de organismos asociados (Buschbaum et al., 2006; Gallardo et al., 2021), es de relevancia para entender el rol de las macroalgas en la estructura de la comunidad de epibiontes sésiles (Cacabelos et al., 2010; Gutow et al., 2015). Además, conocer las asociaciones entre macroalgas y epibiontes sésiles es de importancia social y económica; ya que, en playas turísticas, la presencia de macroalgas implica la disponibilidad de sustrato para epibiontes urticantes (p. ej. hidroides), lo cual puede ocasionar daños a los bañistas debido al contacto con los epibiontes, afectando negativamente el turismo (Marques et al., 2002).

En México se han estudiado las comunidades de epibiontes sésiles y móviles en organismos como tortugas (Lazo-Wasem, et al., 2011), moluscos (Alvarez-Cerrillo et al., 2021; Olabarria, 2000) y mangles (Castellanos-Pérez et al., 2020). En estos trabajos se ha analizado su diversidad y riqueza (Alvarez-Cerrillo et al., 2021; Lazo-Wasem, et al., 2011), la similitud de la composición y abundancia de epibiontes entre especies y sitios (Olabarria, 2000), y cómo las comunidades de organismos asociados se relacionan con las características ambientales

(Castellanos-Pérez et al., 2020). Sin embargo, aún son escasos este tipo de estudios en México.

Actualmente, existen cinco artículos publicados sobre organismos sésiles asociados a macroalgas (Carral-Murrieta et al., 2023; Méndez-Trejo et al., 2014; Mendoza-Becerril et al., 2018; Mendoza-Becerril et al., 2020a, b; Quiroz-González et al., 2023). En estos se describen las asociaciones entre macroalgas basibiontes y algas epífitas, así como la diversidad de ambos grupos en México, (Quiroz-González et al., 2023) y se aborda de forma general el rol de las macroalgas en la composición y estructura de la comunidad de epibiontes (Carral-Murrieta et al., 2023; Méndez-Trejo et al., 2014; Mendoza-Becerril et al., 2018; Mendoza-Becerril et al., 2020b). No obstante, aún falta por explorar el papel de la morfología de la macroalga basibionte en la composición y estructura de la comunidad de epibiontes sésiles.

## Marco teórico y antecedentes

### *Morfología de macroalgas*

Las macroalgas son un grupo de algas eucariotas cuya morfología externa es variable (Figura 1), debido a que sus talos pueden crecer en forma arbustiva, cilíndrica, costrosa, globosa, membranosa, vermiforme, vesicular entre otras formas de crecimiento según la especie (León-Álvarez et al., 2019; Pereira, 2021). Sin embargo, también se presenta variación morfológica dentro de una misma especie (intraespecífica), esta variación es producto de las características genéticas de los organismos y las condiciones ambientales de cada sitio (Por ejemplo, temperatura y disponibilidad de nutrientes; Shibneva & Skriptsova, 2015).

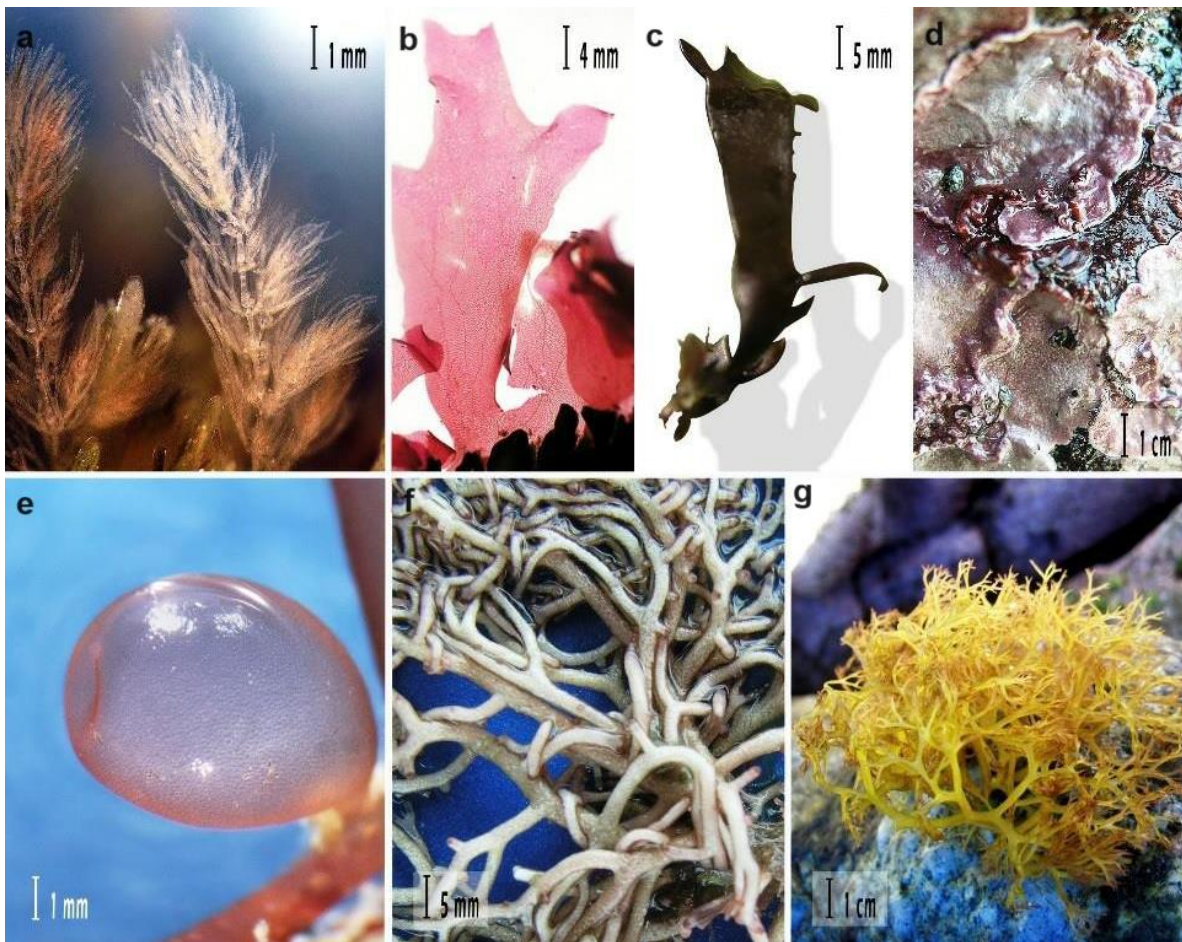


Figura 1. Distintas morfologías de macroalgas rojas: a) filamentosa, b) membranosa, c) foliar, d) costrosa, e) globosa, f) vermiforme y g) arbustiva. Modificado de León-Álvarez et al. (2019).

La morfología de las macroalgas influye en su fisiología, producción de biomasa (Littler et al., 1983), tasa de crecimiento y tasa de colonización (Hay, 1986). Esto tiene como consecuencia cambios en las interacciones bióticas entre las macroalgas y otros organismos. Por ejemplo, macroalgas con talos formados por múltiples capas de células muestran una mayor capacidad competitiva por espacio y recursos respecto a especies de macroalgas con talos compuestos por una sola capa de células (Hay, 1986).

#### *Macroalgas de la Bahía de la Paz*

En la Bahía de la Paz se han reportado como especies frecuentes a macroalgas verdes como *Caulerpa sertularioides*, *Codium simulans* y *Ulva intestinalis*; rojas como *Laurencia johnstonii*, *Spyridia filamentosa*, e *Hypnea* spp; y cafés como *Hydroclathrus clathratus*, *Sargassum sinicola* y *Padina durvillei* (Cruz-Ayala et al., 1998; Cruz-Ayala et al., 2001; Piñón-Gimate et al., 2020). Así mismo el grupo de macroalgas con el mayor número de especies en el área son las rojas, seguido por las cafés (Heterokontophyta) y las verdes con la menor riqueza (Cruz-Ayala et al., 2001; Piñón-Gimate et al., 2020).

#### *Estructura de hábitat y sustratos*

Los organismos sésiles dependen de las características de su sustrato, debido a que este último repercute tanto en la cantidad de recursos disponibles, como en las condiciones ambientales que enfrentan los distintos organismos (Sebens, 1991). Como consecuencia de lo anterior, la complejidad del hábitat de organismos sésiles se encuentra determinada por: 1) la heterogeneidad del sustrato, refiriéndose a la variación en las características ambientales de los parches que lo conforman; y 2) la estructura física del sustrato, que es definida por la forma de éste, la presencia y cantidad de crestas, canales, grietas, rugosidad entre otros elementos (Chee et al., 2021; Marchetti et al., 2023; Sebens, 1991). Así mismo, son considerados simples los sustratos con forma plana y continua, mientras que los sustratos que posean elementos que aumenten la superficie disponible en un área determinada son denominados complejos (Chee et al., 2021; Marchetti et al., 2023; Sebens, 1991).

### *Epibiontes sésiles*

Las interacciones bióticas son las relaciones que se llevan a cabo entre dos o más organismos, de una o más especies, en las cuales los interactuantes se pueden afectar de forma positiva, negativa o no afectarse (Del Val & Boege, 2012). Entre ellas se encuentra la epibiosis, que es una interacción biótica no trófica de facilitación de espacio (Ellison, 2019). Las interacciones bióticas pueden influir en la composición y estructura de las comunidades al favorecer la permanencia o exclusión de un grupo de organismos en una comunidad específica (Morin, 2011). Por lo que la estructura y composición de la comunidad de epibiontes sésiles y móviles de macroalgas puede estar relacionada con la complejidad morfológica de dichos basibiontes (Buschbaum et al., 2006; Cacabelos et al., 2010). Esto puede tener como consecuencia que macroalgas basibiontes de una misma región biogeográfica y que pertenezcan a grupos funcionales cercanos o presenten morfologías similares cuenten con comunidades de epibiontes semejantes (Liuzii & Gappa, 2011).

Además, para macroalgas que habitan las zonas pelágica y bentónica como *Fucus* y *Sargassum*, la estructura de la comunidad de epibiontes dentro de una misma especie de basibionte suele ser más homogénea en las macroalgas pelágicas que en las bentónicas (Gallardo et al., 2021). Por otra parte, la cantidad de algas epífitas puede intervenir en la comunidad de epibiontes, ya que estas aumentan la complejidad estructural del hábitat y pueden aumentar la diversidad de organismos (Buschbaum et al., 2006; Cacabelos et al., 2010).

### *Epibiontes sésiles de macroalgas en México*

En México se ha reportado la presencia de organismos sésiles (hidroides) sobre macroalgas (Carral-Murrieta et al., 2023; Estrada-González et al., 2023; Mendoza-Becerril et al., 2018; 2020a, 2023). Méndez-Trejo et al. (2014), examinaron el impacto del alga introducida *Acanthophora spicifera*, en epibiontes de La Paz, Baja California Sur, encontrando que la comunidad de epibiontes de *A. spicifera* presentaba cambios en su composición y abundancia en comparación de la epifauna asociada a una especie de sargazo nativo. Por su parte, Mendoza-Becerril et al. (2020b) estudiaron la variación de la comunidad de hidroides en distintas especies de sargazo en la playa de Puerto Morelos (Quintana Roo),

señalando que la abundancia de las especies de hidroides cambia estacionalmente, y la estructura de la comunidad de hidroides presenta diferencias en relación con la especie de sargazo basibionte y la temporada en la que se colectaron las muestras.

## **Justificación**

Las macroalgas desempeñan un papel clave en el bentos al servir de facilitadoras de sustrato para diversos organismos (Harder, 2009; Hurd et al., 2014), y como consecuencia su presencia influye en la diversidad, composición y estructura de la comunidad de organismos bentónicos epibiontes (Cacabelos et al., 2010; Gutow et al., 2015). El estudio de la epibiosis es de relevancia porque permite caracterizar la comunidad de macroalgas basibiontes que forman parte de la ficoflora de un sitio y posibilita analizar la influencia de las características de los organismos basibiontes como su morfología en el establecimiento de las comunidades de epibiontes (Cacabelos et al., 2010; Gutow et al., 2015; Liuzzi & Gappa, 2011). Lo anterior es de relevancia para futuros análisis de la comunidad de epibiontes y de la interacción macroalga-epibiontes.

Así mismo, los estudios de epibiosis en macroalgas sirven de precedente para futuros monitoreos que permitan seguir los cambios en la frecuencia de las macroalgas y detectar especies introducidas e invasoras que puedan impactar negativamente al ecosistema.

Desde el punto de vista aplicado, contar con un inventario de las macroalgas de un sitio permite estudiar y aprovechar los compuestos producidos por los organismos con fines biotecnológicos (Di Filippo-Herrera et al., 2018). Además, conocer las asociaciones entre epibiontes y macroalgas es de relevancia para el turismo ya que esta actividad puede verse afectada negativamente por la presencia de macroalgas con epibiontes urticantes (por ejemplo, hidroides) que pueden ocasionar lesiones en los turistas que se acerquen a ellos (Marques et al., 2002).

## **Objetivo**

Analizar la variación en la estructura de la comunidad de epibiontes sésiles de macroalgas frecuentes y con morfología diferente de playa Punta Roca Caimancito, Bahía de la Paz, Baja California Sur.

## **Objetivos específicos**

- Identificar las macroalgas frecuentes de playa Punta Roca Caimancito.
- Analizar los cambios en la estructura de la comunidad de epibiontes sésiles en macroalgas frecuentes en función de la morfología de la macroalga basibionte.

## **Hipótesis**

La estructura del hábitat, como lo es la morfología de las macroalgas basibiontes, influye en el establecimiento y desarrollo de los organismos sésiles. Por consiguiente, se espera que existan cambios en la composición y abundancia de la comunidad de epibiontes sésiles de acuerdo con la morfología de cada grupo de macroalga basibionte, y que las macroalgas con morfologías complejas presenten una mayor cantidad de grupos de epibiontes sésiles que las macroalgas con morfologías simples.



## Metodología

### Área de estudio

El estudio fue realizado en la playa Punta Roca Caimancito (La Concha), situada dentro de la Bahía de La Paz en el suroeste del Golfo de California (24.1° a 24.4°N, 110.2° a 110.8°W; Figura 2), en junio de 2022. La Bahía de la Paz es considerada como la bahía más importante del Golfo de California, por su tamaño de 80 km de largo y 35 km de ancho, por su profundidad de hasta 450 m, y por el intercambio de sus aguas (Obeso-Nieblas et al., 2004)

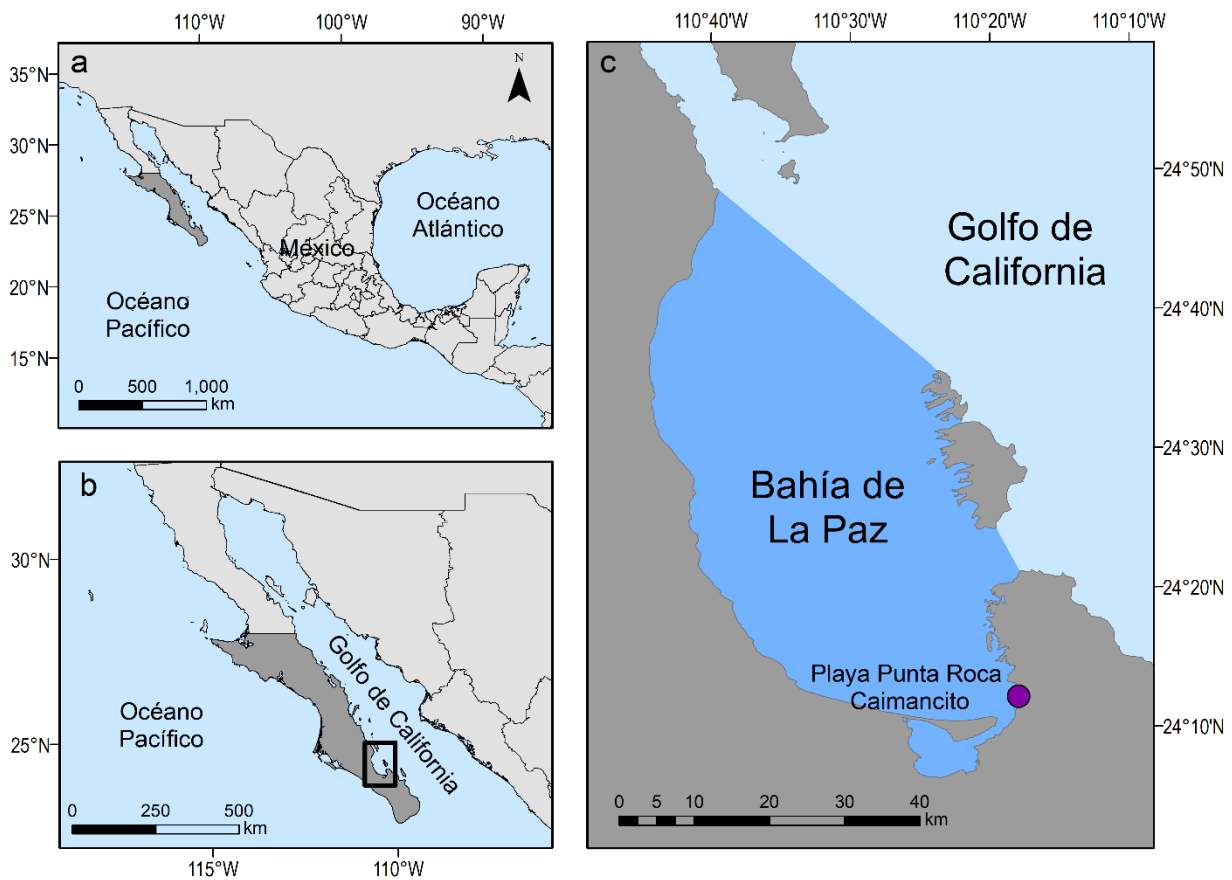


Figura 2. Mapa del sitio de estudio: a) México, b) Estado de Baja California Sur (gris oscuro) y c) Golfo de California (azul claro), la Bahía de La Paz (azul oscuro) y playa Punta Roca Caimancito (Punto morado).

Esta región presenta un clima tipo árido cálido (BWh), con lluvias en verano e invierno escasas e irregulares (Obeso-Nieblas et al., 2004). Así mismo, presenta una estacionalidad en la temperatura oceánica, contando con un periodo cálido con

un rango de temperaturas de 26.0°C a 31.0°C en el transcurso de junio a noviembre, y con un periodo frío con un rango de temperaturas de 20.5°C a 26°C durante diciembre a mayo (Guevara-Guillén et al., 2015). La Bahía de La Paz cuenta con un mayor número de especies de macroalgas rojas, en comparación con macroalgas cafés y verdes (Cruz-Ayala et al., 2001; Piñón-Gimate et al., 2020). Sin embargo, la especie más abundante en la temporada de primavera-verano es el alga café *S. sinicola*, mientras que en la temporada de otoño-invierno destacan el alga verde *Caulerpa sertularioides* y la roja *Spyridia filamentosa* (Cruz-Ayala et al., 1998).

#### *Muestreo de macroalgas y epibiontes*

El muestreo de macroalgas y epibiontes fue realizado mediante un recorrido desde la costa (1 m de la línea de costa y 0.6 m de profundidad) a mar adentro (150 m de la línea de costa y 3.2 m de profundidad). Visualmente fueron definidas cuatro franjas o estratos de macroalgas paralelos a la línea de costa (F1 a F4), cada una conformada por distintas especies de macroalgas (Figura 3). En cada franja, se colocó un transecto paralelo a la línea de costa de 200 m. A lo largo de cada transecto fueron ubicadas nueve estaciones con una separación de 25 m entre cada una (n=36, Figura 3),

En cada estación, se colocó un cuadrante de 25 x 25 cm, y de cada cuadrante se extrajeron manualmente todos los talos de macroalgas, excluyendo los tapetes de macroalgas (Figura 3). A su vez, en cada transecto se registró la temperatura (°C), salinidad (UPS) y profundidad (m) *in situ*. Los talos de las macroalgas y sus epibiontes fueron fijados en etanol al 70 % para su transporte al laboratorio de Macroalgas, del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR).

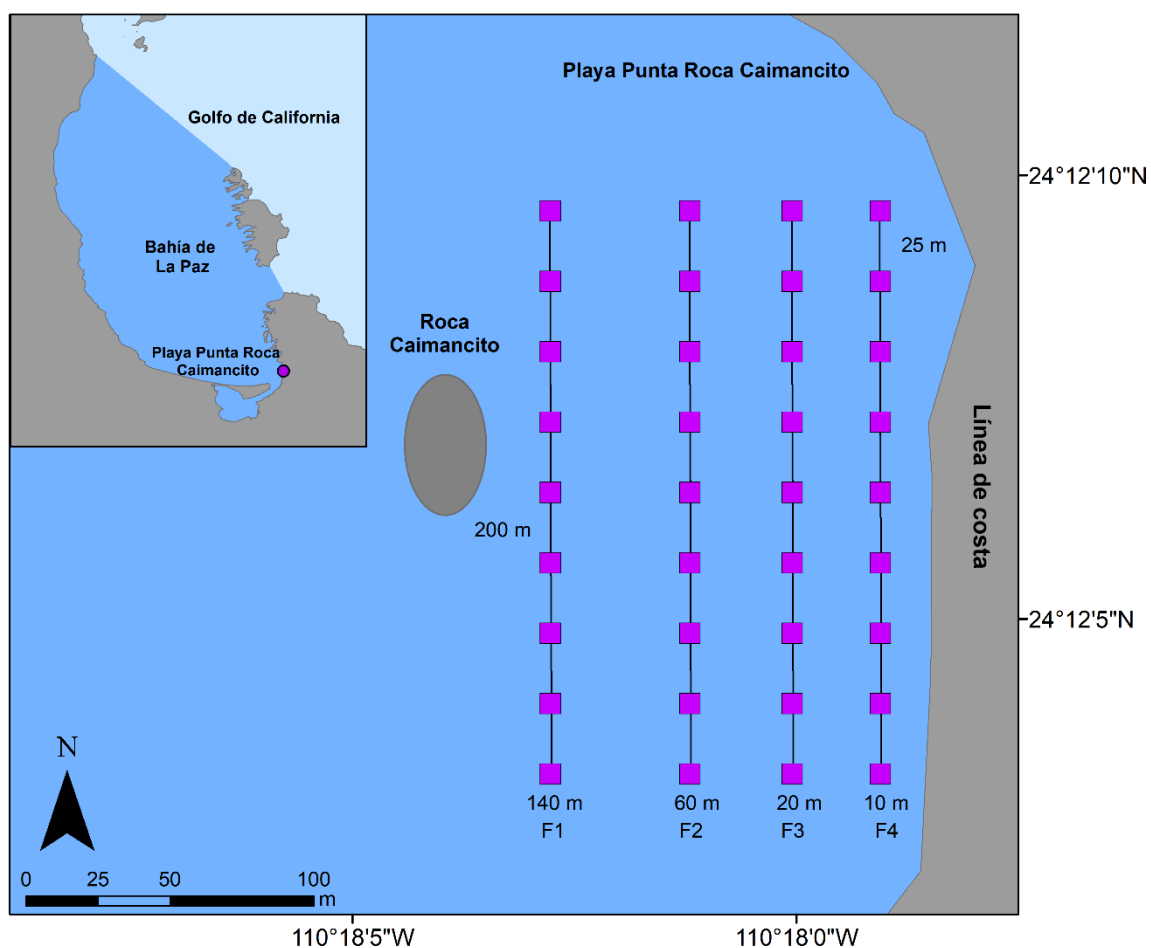


Figura 3. Diseño de muestreo en playa Punta Roca Caimancito (PPRC). F: Franja de macroalgas y distancia entre el transecto y la línea de costa.

### *Métodos de laboratorio*

En el laboratorio, de cada muestra se separaron las macroalgas y se identificaron taxonómicamente a partir de su morfología externa, interna y reproductiva usando un microscopio estereoscópico Zeiss Stemi 2000-C y óptico Zeiss Axio Scope.A1 con base en las descripciones de Dawson (1944) y Norris (2010, 2014). Adicionalmente, las macroalgas se clasificaron basándose en su morfología (Tabla 1) y apoyados de las descripciones de León-Álvarez et al. (2017), León-Álvarez & Núñez-Reséndiz (2017) y León-Álvarez et al. (2019).

Tabla 1. Morfología del talo de las macroalgas, descripción y ejemplos de géneros (León-Álvarez et al., 2017; León-Álvarez & Núñez-Reséndiz, 2017 y León-Álvarez et al., 2019).

<b>Morfología</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplo</b>
Acetabuliformes	Con forma de copa ancha y de poco fondo.	<i>Acetabularia</i>
Arbustiva	Se aplica a talos con cuerpo relativamente grueso que ramifican desde su base y no hay un tronco preponderante, por lo que son similares a los arbustos de las plantas terrestres.	<i>Dermonema</i> , <i>Sargassum</i> , <i>Cymopolia</i>
Clatrados	Con forma de celosía o enrejado.	<i>Hydroclathrus</i>
Costrosos	Forma de crecimiento del talo. Con forma de costra, adquiriendo la forma del sustrato donde crece, tiene poca altura respecto del diámetro de su crecimiento.	<i>Ralfsia</i> , <i>Codium</i> , <i>Petrocelis</i>
Digitiformes	Con forma de dedos.	<i>Codium</i>
Enteromorfos	Con forma de intestino o tubo.	<i>Rosenvingeae</i> , <i>Ulva</i>
Filamentosos	Se refiere a la forma del talo con apariencia de hilos o fibras.	<i>Feldmannia</i> , <i>Polysiphonia</i>
Flabelados/Espatulados	Con forma de abanico o espátula.	<i>Padina</i> , <i>Udotea</i>
Foliosos	Superficie ensanchada y aplanada (complanada), semejante a las hojas.	<i>Grateloupia</i>
Globosos	Forma esférica como los globos o sacos.	<i>Botryocladia</i> , <i>Ventricaria</i> ,
Infundibuliformes	Con forma de embudo.	<i>Udotea</i> .
Membranáceos	Parecido a una membrana.	<i>Gymnogongrus</i> , <i>Dictyota</i> , <i>Ulva</i>
Peniciliformes	Con forma de pincel o de brocha.	<i>Penicillus</i>
Reticuliformes	Con forma de red.	<i>Microdictyon</i>
Vermiformes	Con forma de verme o gusano.	<i>Nemalion</i>

Posteriormente, se estudiaron las comunidades de epibiontes sésiles en cinco especies de macroalgas cafés que corresponden a: las dos especies más frecuentes *Sargassum horridum* e *Hydroclathrus clathratus*, y tres especies del género *Padina* por ser el género con mayor número de especies *Padina crispata*, *P. durvillaei* y *P. mexicana*. Las dos primeras especies tienen morfología arbustiva y clatrada, respectivamente, mientras que las especies del género *Padina* tienen una morfología flabelada (León-Álvarez & Núñez-Reséndiz, 2017).

En cada macroalga, los epibiontes sésiles fueron identificados desde el nivel de clase hasta categorías taxonómicas superiores de acuerdo con su morfología, la cual fue observada usando un microscopio estereoscópico Zeiss Stemi 2000-C, y consultando las descripciones taxonómicas en Brusca et al., (2016), Bertsch & Aguilar-Rosas, (2016). Además, se registró la ubicación de los epibiontes encontrados en el talo: basal, la zona más cercana al sujetador; apical, región terminal del talo; media, zona intermedia entre la basal y la apical (Figura 4a y 4b). Para las macroalgas con forma de red, la zona basal fue el centro del talo y la zona apical la región más lejana al centro (Figura 4c).

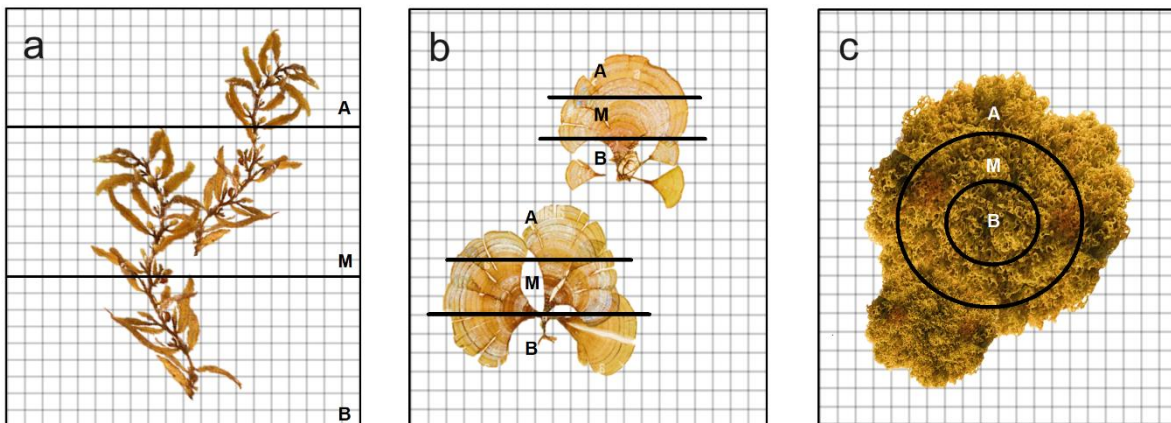


Figura 4. Delimitación de las zonas basal, media y apical en distintas macroalgas: a) *Sargassum*, b) *Padina*, c) *Hydroclathrus clathratus*.

La cobertura de los epibiontes en los talos de las macroalgas fue evaluada siguiendo el método de Cunha & Jacobucci (2010). Dicha metodología consistió en colocar cada talo de la macroalga entre dos placas transparentes de acrílico, divididas en cuadrados de 1 x 1 cm. El porcentaje de cobertura de los epibiontes sésiles fue estimado contando el número de cuadrados ocupados por la macroalga con y sin los epibiontes, en ambos lados (cara superior y cara inferior) de la placa

de acrílico (Figura 5). Los porcentajes de cobertura fueron obtenidos mediante la siguiente formula:

$$\% Cobertura = \frac{\#CES + \#CEI}{\#CS + \#CI} \times 100$$

Donde  $\#CES$  es el número de cuadrados ocupados por la macroalga con un grupo de epibionte particular en la cara superior de la placa de acrílico,  $\#CEI$  es el número de cuadrados ocupados por la macroalga con un grupo de epibionte particular en la cara inferior de la placa de acrílico. Mientras que  $\#CS$  y  $\#CI$  son el número de cuadrados ocupados por la macroalga en la cara superior e inferior de la placa de acrílico respectivamente.

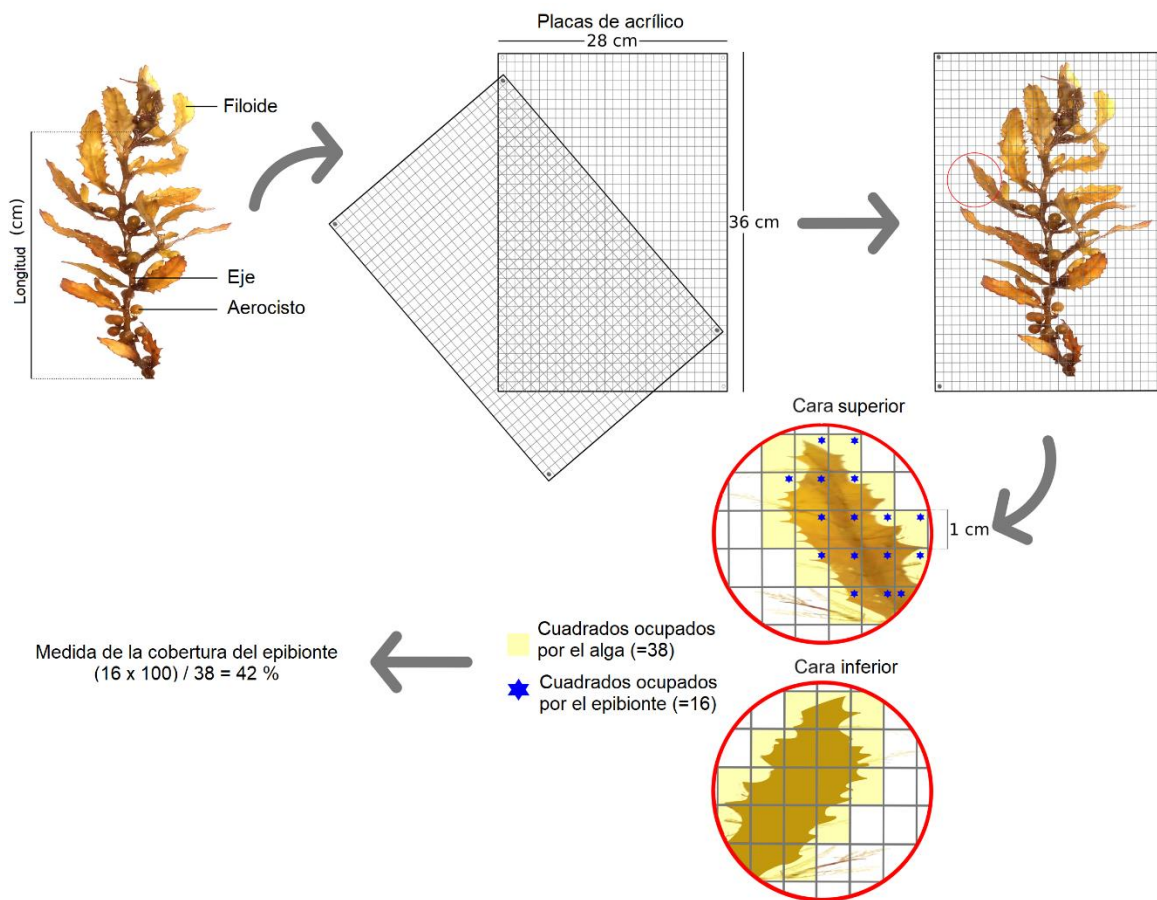


Figura 5. Esquema con la metodología usada para la estimación de cobertura de los epibiontes en sargazo. Modificado de Mendoza-Becerril et al. (2020b).

### *Análisis estadísticos*

Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el lenguaje de programación R (R Core Team, 2016). La frecuencia de aparición de las macroalgas fue calculada con la siguiente formula:

$$Frecuencia\ de\ aparición\ (\%) = \frac{\#EM}{n} \times 100$$

Donde *#EM* es el número de estaciones en los que se encontró una macroalga particular y *n* es el número total de estaciones (34) de las cuatro franjas.

Las categorías de frecuencias de las macroalgas fueron determinadas a partir de los cuartiles de la frecuencia de aparición: 1) poco frecuentes, macroalgas con frecuencia de aparición menor o igual a la mediana (Q2); 2) frecuentes, macroalgas con frecuencia de aparición mayor a la mediana, pero menor o igual que el tercer cuartil (Q3); 3) muy frecuentes, macroalgas con frecuencia de aparición mayor al tercer cuartil.

Para las zonas basal, media y apical de los talos de las macroalgas con epibiontes, se calculó y graficó la proporción de talos analizados (%) en los que se registraron los diversos grupos de epibiontes por zona para cada especie de macroalga. Para los análisis multivariados se utilizó una matriz del coeficiente de similitud de Bray-Curtis para datos cuantitativos (Palacio et al., 2020), construida con la paquetería “vegan” (Oksanen et al., 2007), a partir de los porcentajes de cobertura de los grupos de epibiontes sésiles de las muestras de macroalgas.

Para conocer la semejanza en la estructura de la comunidad de epibiontes sésiles de las muestras de macroalgas con la misma y con diferente morfología se llevó a cabo un Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS), realizado con la paquetería “vegan” (Oksanen et al., 2007).

Para probar si existen diferencias significativas en la estructura de la comunidad de epibiontes sésiles dependiendo de la morfología de la especie de macroalga basibionte se realizó un Análisis Permutacional Multivariado de Varianza (PERMANOVA) (Anderson, 2008), así como pruebas pareadas a posteriori para identificar entre cuáles grupos morfológicos se encontraron las diferencias, esto con las paqueterías “vegan” (Oksanen et al., 2007) y “pairwiseAdonis” (Martínez Arbizu, 2020).

Para estimar las contribuciones significativas de los grupos de organismos a las diferencias en las comunidades de epibiontes sésiles de las macroalgas con diferentes morfologías, se realizó un análisis de similitud porcentual (SIMPER) (Clarke, 1993; Clarke et al., 2014), con la paquetería “vegan” (Oksanen et al., 2007). Para que una contribución sea significativa la proporción entre la disimilitud y la desviación estándar tiene que ser mayor a uno (Clarke et al., 2014).

## **Resultados**

### *Macroalgas*

En total se colectaron 20 taxones de macroalgas, de los cuales 15 fueron determinados a nivel de especie y cinco a nivel de género. Cuatro taxones (20.0%) pertenecen al filo Chlorophyta, 10 (50.0%) al filo Rhodophyta y seis (30.0%) al filo Heterokontophyta, clase Phaeophyceae

En el 63.9% de las estaciones (n = 36) se registró por lo menos un taxón de macroalgas. Por lo que respecta a las franjas, la que presentó el mayor número de macroalgas fue la situada a 20 m de la costa con 12 especies y la menor con 8 especies ubicada a 60 m de la costa (Tabla 2).



Tabla 2. Listado de macroalgas con su presencia en los transectos y estaciones, y el número de taxones de macroalgas total y por franja. F: Franja E: Estación; NR: No registrada en la estación. Frec. Total: Frecuencia absoluta de los taxones de macroalgas en las estaciones de PPRC.

Taxon	Presencia en la franja				Frec.
	F1 (140 m)	F2 (60 m)	F3 (20 m)	F4 (10 m)	Total
Chlorophyta					
<i>Boodleopsis</i> sp.	NR	E4, E7	NR	NR	2
<i>Caulerpa sertularioides</i>	E2	NR	NR	NR	1
<i>Codium simulans</i>	E2, E4, E5	E2	E3	NR	5
<i>Ulva intestinalis</i>	NR	NR	E2, E7	E8, E9	4
Rhodophyta					
<i>Acanthophora spicifera</i>	E2, E7	E3, E6	E3	E7, E8	7
<i>Centroceras clavulatum</i>	NR	NR	E2	NR	1
<i>Dasya sinicola</i>	NR	NR	E2	NR	1
<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	NR	NR	E3, E7	E4, E6, E8	5
<i>Gracilaria</i> sp.	NR	NR	E4	NR	1
<i>Hypnea</i> spp.	E1, E2	E2, E3, E4	NR	E9	6
<i>Jania</i> sp	E7	NR	NR	NR	1
<i>Laurencia johnstonii</i>	E1, E2, E3	NR	NR	NR	3
<i>Laurencia</i> spp.	E2, E3, E6, E7	E1, E5	NR	E7	7
<i>Spyridia filamentosa</i>	NR	E4	E3, E4	NR	3
Phaeophyceae					
<i>Dictyota dichotoma</i>	E1	NR	NR	NR	1
<i>Hydroclathrus clathratus</i>	NR	E6	E4, E7	E4, E7, E8, E9	7
<i>Padina crispata</i>	NR	NR	E2	E6	2
<i>Padina durvillei</i>	NR	NR	E4	E7, E8	3
<i>Padina mexicana</i>	NR	NR	E3	E8, E9	3

<i>Sargassum horridum</i>	E2, E3, E5, E6	E1, E2, E3, E4, E5, E6	NR	E7, E8	12
Taxones por franja	9	8	12	10	---

### Frecuencia

El rango de la frecuencia de aparición de los taxones de macroalgas fue de 2.77% a 33.33%. La mediana fue de 8.33% y el tercer cuartil tuvo un valor de 18.05%. Respecto a la frecuencia de aparición de los géneros de macroalgas, el rango fue de 2.77% a 33.33%, la mediana fue de 12.5% y el tercer cuartil de 19.44%. (Tabla 3).

Tabla 3. Categorías de frecuencia de macroalgas y número de taxones de macroalgas en playa Punta Roca Caimancito.

<b>Categoría de frecuencia</b>	<b>Rango de frecuencia de aparición (%)</b>	<b>Número de taxones</b>
Taxones poco frecuentes	0 a 8.33	8
Taxones frecuentes	8.33 a 18.05	7
Taxones muy frecuentes	18.05 a 33.33	5
Géneros poco frecuentes	0 a 12.5	8
Géneros frecuentes	12.5 a 19.44	3
Géneros muy frecuentes	19.44 a 33.33	5

Entre las macroalgas poco frecuentes se encontraron a *Dictyota dichotoma* y *P. crispata*, la macroalga roja *Jania* sp., y la verde *Caulerpa sertularioides*. Entre las frecuentes estuvieron la macroalga verde *C. simulans*, la roja *L. johnstonii* y la café *P. durvillaei*. Algunas macroalgas muy frecuentes fueron: *A. spicifera*, *H. clathratus* y *S. horridum*, esta última con la mayor frecuencia de aparición (Figura 6a). Los géneros de macroalgas muy frecuentes fueron: *Sargassum*, *Laurencia*, *Padina*, *Acanthophora* e *Hydroclathrus* (Figura 6b).

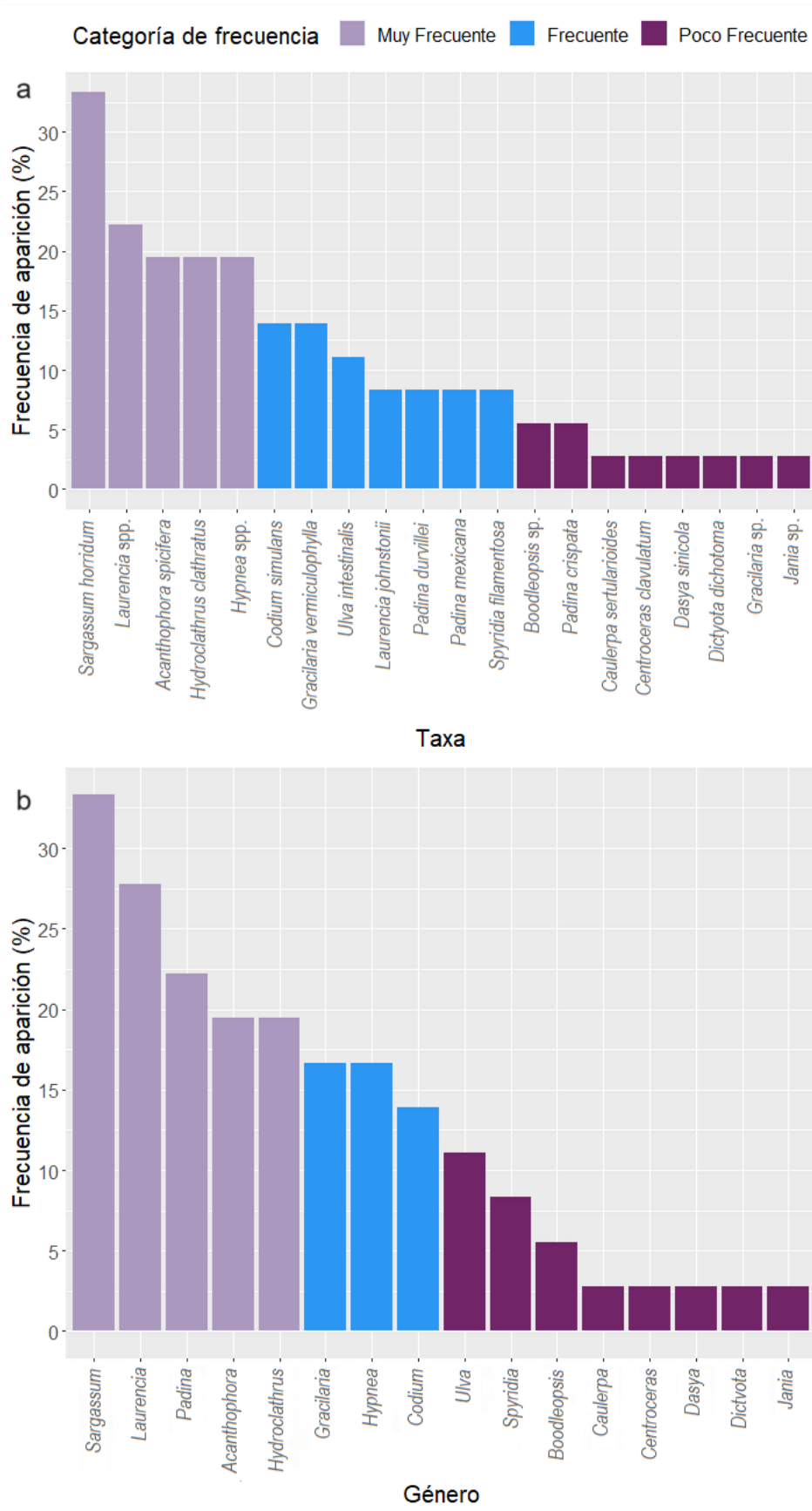


Figura 6. Frecuencias de aparición de macroalgas por: a) Taxones y b) género.

## Comunidades de epibiontes de macroalgas analizadas

Se analizaron 243 talos pertenecientes a las cinco especies de macroalgas cafés seleccionadas para el análisis de la comunidad de epibiontes sésiles, *S. horridum* con morfología arbustiva; *H. clathratus* con morfología clatrada y tres especies de *Padina* con forma de abanico. De éstos, 184 talos fueron de *S. horridum* con una longitud media de  $8.5 \pm 4.18$  cm, diez de *H. clathratus* con una longitud media de  $15.99 \pm 10.68$  cm, siete de *P. crispata* con una longitud media de  $10.8 \pm 3.39$  cm, seis de *P. durvillei* con una longitud media de  $7.2 \pm 1.72$  cm y 36 de *P. mexicana* con una longitud media de  $9.74 \pm 4.46$  cm.

Los grupos de epibiontes sésiles identificados fueron algas epífitas (de aquí en adelante epífitas), bivalvos, briozoos, entoproctos, esponjas, hidroides, poliquetos y tunicados. En todas las zonas de las cinco especies de macroalgas analizadas estuvieron presentes las algas epífitas en una proporción del 80 a 100% de los talos de cada especie (Figura 7).

Respecto a *S. horridum*, esta especie contó con el mayor número de epibiontes sésiles con un total de siete grupos. En esta macroalga los hidroides se presentaron en más del 75 % de los talos en la zona medial y apical, y en el 47.8% de talos en la zona basal. Los briozoos se encontraron en las tres zonas en una proporción de talos del 5 al 20 %. Además, se registraron esponjas en la zona basal en menos del 10% de los talos, así como bivalvos en las zonas media y apical en menos del 1% de los talos (Figura 7a).

Además de algas epífitas, en *H. clathratus* sólo se encontraron hidroides y poliquetos en las zonas media y apical en el 10 al 40% de los talos (Figura 7b). En las tres especies de macroalgas del género *Padina* todos los grupos de epibiontes se registraron en proporciones similares de talos para cada zona, sólo *P. mexicana* presentó tunicados en la zona basal en menos del 5% de los talos (Figura 7c, d, e).

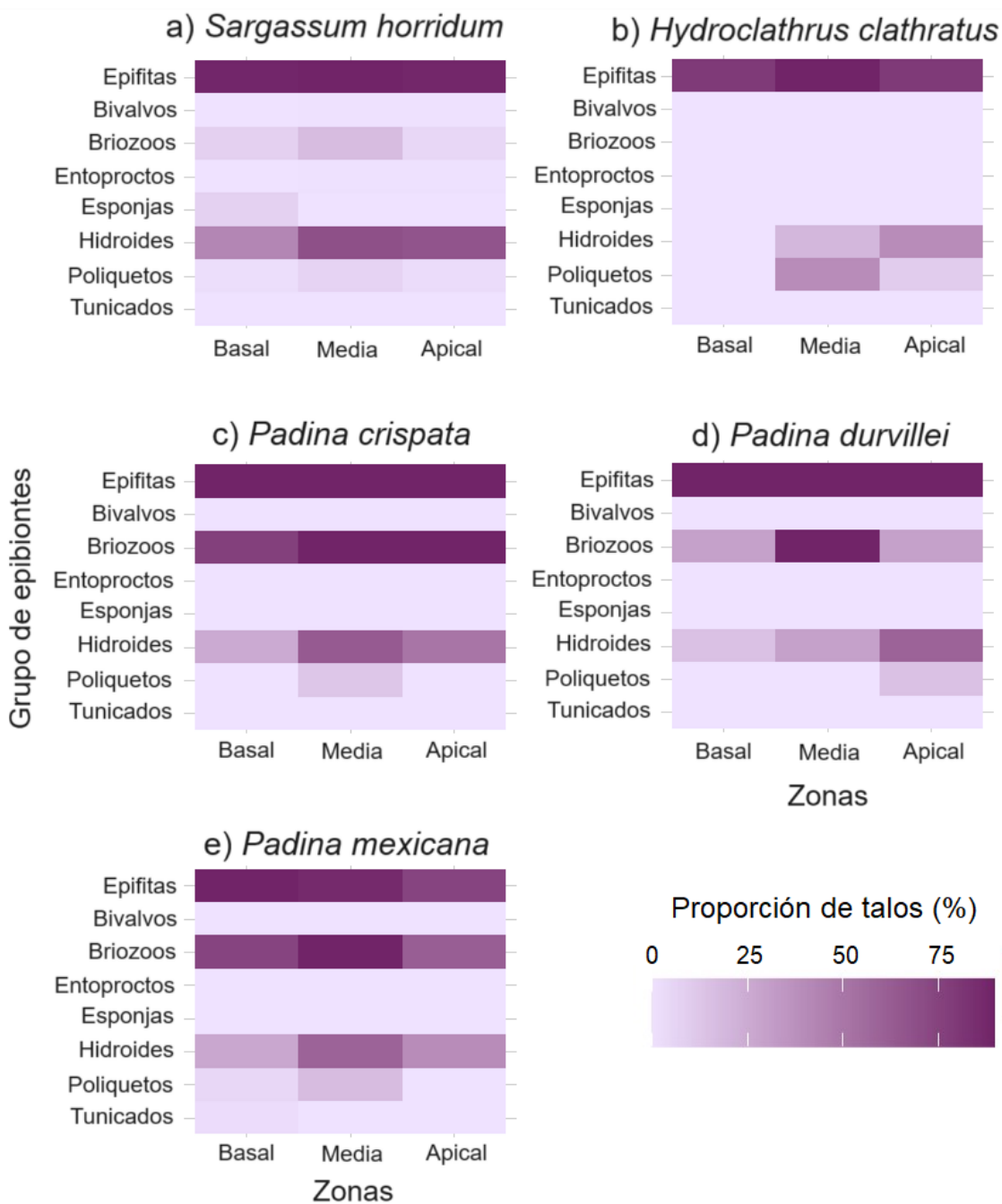


Figura 7. Proporción de talos y zona de talos con epibiontes en macroalgas marinas: *Sargassum horridum*, *Hydroclathrus clathratus*, *Padina crispata*, *P. durvillei* y *P. mexicana*.

#### Estructura de la comunidad de epibiontes sésiles y morfología de las macroalgas

El análisis de NMDS mostró una agrupación de las muestras conforme a la morfología de las macroalgas basibiontes, así mismo el estrés bidimensional fue de 0.14 lo cual indica una buena ordenación. De esta manera, la morfología clatrada

se relacionó con la presencia de algas epífitas y poliquetos, la morfología flabelada con los briozoos y la morfología arbustiva con los hidroides (Fig. 8).

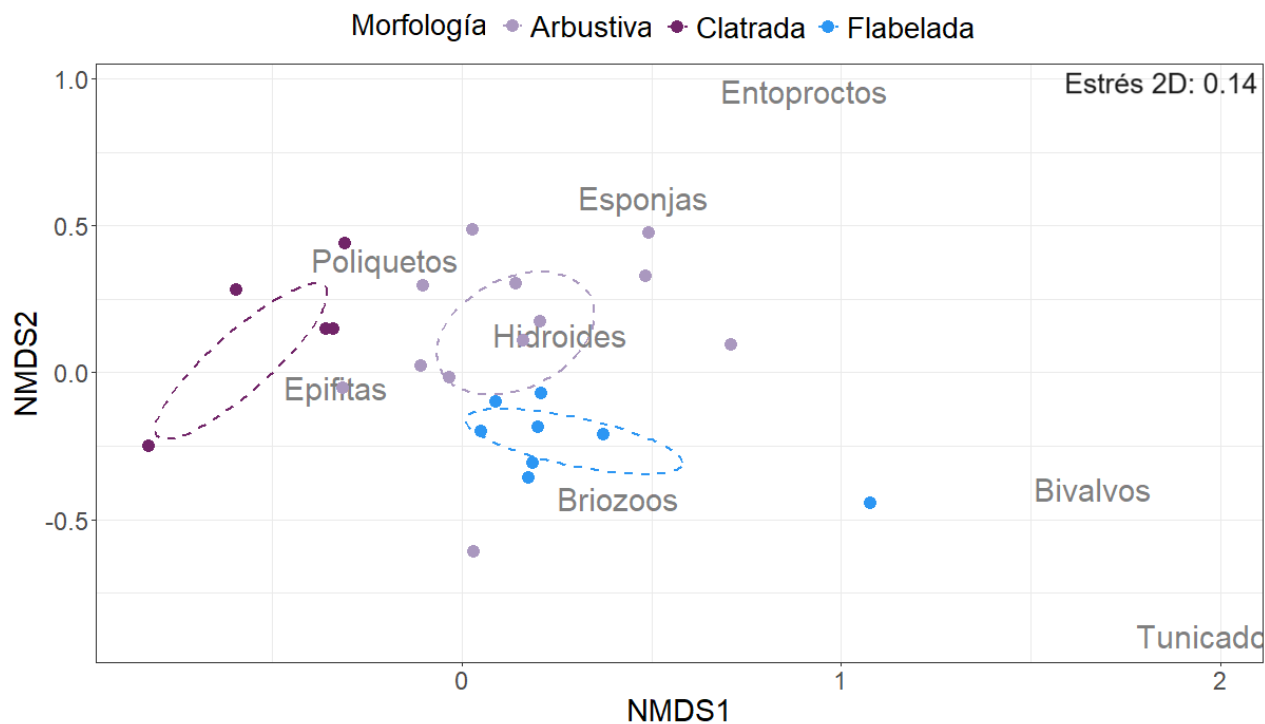


Figura 8. Análisis NMDS basado en la estructura de la comunidad de epibiontes sésiles de las muestras de macroalgas. Las elipses indican el intervalo de 95% de confianza de las muestras de cada morfología.

El PERMANOVA indicó diferencias significativas en la estructura de la comunidad de epibiontes sésiles en función de la morfología de las macroalgas (Tabla 4) y las pruebas *a posteriori* señalaron diferencias entre todos los grupos morfológicos de macroalgas (Tabla 5).

Tabla 4. PERMANOVA de la estructura de la comunidad de epibiontes sésiles de las macroalgas con diferente morfología.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	R <sup>2</sup>	F	p
Morfología	2	0.65205	0.28476	4.77748	0.001
Residual	24	1.63780	0.71524	----	---
Total	26	2.28984	1	---	---

Tabla 5. Pruebas pareadas a posteriori entre los grupos morfológicos de macroalgas.

Comparaciones	Grados de libertad	Suma de cuadrados	F	R <sup>2</sup>	p	*p corr.
Clatrada vs Flabelada	1	0.35069	3.42025	0.20829	0.001	0.003
Clatrada vs Arbustiva	1	0.35008	4.53229	0.21049	0.001	0.003
Flabelada vs Arbustiva	1	0.28467	8.13895	0.31137	0.002	0.006

\*La probabilidad corregida (p corr.) se obtuvo a través del método de corrección de Bonferroni.

Con relación a los cambios en la comunidad de epibiontes sésiles, el análisis de SIMPER señaló que las algas epífitas contribuyeron en 39.6% y 45.9% de la disimilitud entre morfologías flabeladas-arbustivas y clatradas-flabeladas respectivamente. Los briozoos aportaron el 30.690% de las diferencias entre las morfologías clatradas-flabeladas y el 26.036% entre las morfologías flabeladas-arbustivas. Mientras que los hidroides contribuyeron en 33.5% de la disimilitud de la comunidad entre macroalgas clatradas y arbustivas (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis SIMPER entre las diferentes categorías morfológicas de las macroalgas y las contribuciones de cada grupo de epibiontes sésiles. Las contribuciones significativas son denotadas en negritas. Dis. Med: Disimilitud media, Dis/D. S: proporción de la disimilitud a la desviación estándar, Contr. (%): porcentaje de contribución, (---): indica ausencia del grupo de epibiontes en esa morfología de macroalga.

Grupo de epibiontes sésiles	Clatrada – Flabelada			Clatrada – Arbustiva			Flabelada – Arbustiva		
	Dis. Med.	Dis /D. S.	Contr. (%)	Dis. Med.	Dis /D. S.	Contr. (%)	Dis. Med.	Dis /D. S.	Contr. (%)
Algas epífitas	<b>0.211</b>	<b>1.036</b>	<b>45.896</b>	0.218	0.935	52.009	<b>0.130</b>	<b>1.310</b>	<b>39.565</b>
Bivalvos	0.000	0.353	0.007	0.000	0.287	0.002	0.000	0.459	0.008
Briozoos	<b>0.141</b>	<b>1.901</b>	<b>30.690</b>	0.031	0.498	7.479	<b>0.086</b>	<b>1.892</b>	<b>26.036</b>
Entoproctos	---	---	---	0.000	0.294	0.017	0.000	0.297	0.018
Esponjas	---	---	---	0.008	0.643	1.843	0.006	0.646	1.875
Hidroides	<b>0.088</b>	<b>1.112</b>	<b>19.054</b>	<b>0.141</b>	<b>1.560</b>	<b>33.531</b>	<b>0.098</b>	<b>1.634</b>	<b>29.769</b>
Poliquetos	0.020	0.760	4.318	0.021	0.904	5.119	0.009	0.769	2.698
Tunicados	0.000	0.352	0.036	---	---	---	0.000	0.372	0.032

## Discusión

### *Composición y frecuencia de la comunidad de macroalgas*

Este estudio es el primero en contribuir al conocimiento de la comunidad de macroalgas de playa Punta Roca Caimancito (PPRC), anteriormente se había registrado la presencia de *A. spicifera* (Mendoza-Becerril et al., 2023). De los 20 taxones de macroalgas observadas en esta localidad, uno fue un registro nuevo (*Gracilaria vermiculophylla*) para la Bahía de La Paz (Cruz-Ayala et al., 1998, 2001; Norris, 2010, 2014; Piñón-Gimate et al., 2020). *G. vermiculophylla* es una macroalga roja con talos en forma de gusano, la cual puede ser encontrada en diversos ambientes, fue introducida a la región del Noroeste del Pacífico desde Asia aproximadamente en el año de 1980 (Norris, 2014).



Respecto a los grupos de macroalgas y la frecuencia de los taxones, este estudio fue consistente con trabajos previos de la ficoflora de La Bahía de La Paz, en los que han registrado una mayor diversidad de taxones de algas rojas respecto de las verdes y cafés (Cruz-Ayala et al., 2001; Piñón-Gimate et al., 2020), y además reportaron a las macroalgas verdes *C. simulans*, *U. intestinalis*, las rojas *L. johnstonii*, *Hypnea* spp. y las cafés *H. clathratus* y *P. durvillei* como frecuentes (Cruz-Ayala et al., 1998; Cruz-Ayala et al., 2001; Piñón-Gimate et al., 2020).

Al mismo tiempo, *S. horridum* fue la macroalga con mayor frecuencia, la cual ha sido registrada previamente en la Bahía de La Paz (Piñón-Gimate et al., 2020). Los individuos de esta macroalga café presentan variación en su composición química y en la morfología del talo (Chávez et al., 2014; Di Filippo-Herrera et al., 2018), además, sus compuestos químicos tienen propiedades antioxidantes y anticoagulantes (Di Filippo-Herrera et al., 2018), por lo que resulta de interés para su aprovechamiento biotecnológico. Así mismo, otras especies del género *Sargassum* se caracterizan por proveer un hábitat biogénico para organismos sésiles (Carral-Murrieta et al., 2023; Mendoza-Becerril et al., 2020b) y son de importancia para la diversidad de las comunidades marinas (Longo et al., 2019; Suarez-Castillo et al., 2013).

La segunda especie con mayor frecuencia fue *A. spicifera*, la cual es catalogada como especie invasora en Hawaii e introducida en México (Aguilar-Rosas et al., 2014; Smith et al., 2002). Esta macroalga roja, por sus características reproductivas y su capacidad de establecerse en diferentes sustratos ante diversas condiciones ambientales, ocupa rápidamente el espacio disponible en el bentos (Ávila et al., 2010; Smith et al., 2002). La frecuencia de esta macroalga roja introducida en PPRC debe ser tomada en cuenta para planes de manejo y conservación de la biodiversidad local, porque este organismo puede dispersarse a través fragmentación (Weijerman et al., 2008), llegar a otros sitios de la Bahía de La Paz y afectar negativamente la biodiversidad de la zona al excluir competitivamente a la ficoflora nativa como sucedió en el archipiélago de Hawaii (Smith et al., 2002).

Si bien, la metodología empleada, basada en el método de Conteo por Puntos de Transecto (Roberts et al., 2016), mostró ser efectiva para la detección de macroalgas con frecuencia baja (p. ej. *Boodleopsis* sp.; Mendoza-Gonzalez et al., 2015) y especies introducidas (p. ej. *A. spicifera*), es necesario continuar con el

monitoreo de macroalgas de PPRC. Esto para poder caracterizar la composición de la comunidad y poder rastrear los cambios en la frecuencia de las especies e identificar la presencia de especies no nativas o introducidas.

#### *Comunidad de epibiontes sésiles, zonas y morfología de los talos*

La macroalga *S. horridum* presentó el mayor número de grupos de epibiontes sésiles y esto puede relacionarse con su morfología arbustiva del talo, ya que este tipo de talos son más complejos y permiten que un mayor número de grupos de organismos asociados se establezcan, en comparación con aquellas macroalgas de morfologías flabeladas y clatradas (Cacabelos et al., 2010; Gutow et al., 2015).

En cambio, la macroalga *H. clathratus* tuvo la menor cantidad de grupos de epibiontes, esto puede estar asociado a su tamaño y morfología con orificios numerosos (León-Álvarez & Núñez-Reséndiz, 2017; Norris, 2010), lo que no permite la colonización de organismos de mayor tamaño que los huecos o que necesiten de sustratos continuos, como lo son los briozoos con colonias circulares (Liuzii & Gappa, 2011).

Con respecto a las zonas del talo analizadas, la presencia de esponjas en la zona basal de macroalgas del género *Sargassum* sugiere que estas macroalgas proveen un refugio y protección contra depredadores de la esponja (Ávila et al., 2010). En la misma zona basal, pero de *P. mexicana* se localizaron tunicados, siendo este el primer registro de esta asociación.

Por otra parte, la variación de los grupos de epibiontes sésiles en las macroalgas, indica que la identidad específica de las macroalgas tiene efectos sobre los organismos que se establecen sobre ellas, esto ya ha sido mencionado en otros estudios (Gutow et al., 2015; Liuzii & Gappa, 2011; Mendoza-Becerril et al., 2020b). Simultáneamente, la morfología de la macroalga basibionte influyó en la estructura de la comunidad de epibiontes sésiles, ya que la forma del sustrato determina la diversidad y tipos de epibiontes que pueden establecerse. Por ejemplo, las macroalgas con morfologías complejas presentan una mayor diversidad y abundancia de organismos debido a su complejidad como sustrato en comparación de macroalgas con morfologías más simples (Cacabelos et al., 2010; Gutow et al., 2015).

Así mismo, la morfología de las macroalgas basibiontes se ha relacionado con la morfología de sus briozoos epibiontes, ya que macroalgas filamentosas presentan briozoos uniseriados en comparación con las macroalgas planas en las que se registran briozoos con colonias circulares como epibiontes (Liuzii & Gappa, 2011). Esto podría explicar que el porcentaje de cobertura de briozoos fue mayor en morfologías aplanadas y continuas como la flabelada y menor en morfologías discontinuas como las arbustivas o clatradas. Sin embargo, para otros epibiontes sésiles como los hidroides coloniales, es diferente, debido a que estos pueden establecerse en una gran variedad de formas de macroalgas (p. ej. *Orthopyxis crenata*; Nishihira, 1965), porque tienen una estructura similar a una raíz denominada hidrorriza la cual les permite anclarse al sustrato y colonizar las macroalgas independientemente de la forma o continuidad del talo (Bouillon et al., 2006).

De manera similar, las algas epífitas al ser principalmente filamentosas pueden establecerse en sustratos con diferentes formas (Poza et al., 2017), esto tiene como consecuencia el alto porcentaje de cobertura de epífitas en todas las morfologías de macroalgas. Además, otros autores han sugerido que las algas epífitas pueden tener un efecto aditivo en la comunidad de epibiontes, ya que pueden aumentar la complejidad del sustrato (Cacabelos et al., 2010), la disponibilidad de alimento y refugio para otros epibiontes (Hall & Bell, 1988). Lo anterior, a partir de las correlaciones positivas registradas entre la biomasa de las algas epífitas y la cantidad de epibiontes como anfípodos, copépodos, nemátodos y ostrácodos (Buzá-Jacobucci & Pereira-Leite, 2014; Hall & Bell, 1988).

Aunado a esto, se registró que el porcentaje de cobertura de los poliquetos fue mayor en la morfología clatrada, cuya morfología presentó un nivel elevado de cobertura de algas epífitas. Esto puede explicarse a partir de la forma de establecimiento de algunas especies de poliquetos que toman partículas y granos de arena de su ambiente para formar tubos (Dubois et al., 2003; Noffke et al., 2009). Los poliquetos pueden formar tubos de arena entre los pliegues de las algas clatradas y los filamentos de las algas epífitas y con ello protegerse de las condiciones ambientales adversas.

A pesar de encontrar una relación entre la morfología de las macroalgas y sus epibiontes, es necesario considerar otros elementos de las macroalgas

basibiontes que influyan sobre la comunidad de epibiontes sésiles. Por ejemplo, el tamaño del talo y su relación con la cantidad de sustrato disponible (Cacabelos et al., 2010; Gutow et al., 2015), la biomasa de algas epífitas en los talos (Cacabelos et al., 2010), y la producción de metabolitos secundarios antiepibiontes por parte de las macroalgas (Wang et al., 2017).

Además, características de los epibiontes sésiles como su capacidad y forma de dispersión (Sommer, 1992), asentamiento de larvas (Casoli et al., 2016; Orlov, 1997), requerimientos de hábitat (Boero, 1984; Casoli et al., 2016) e interacciones competitivas por el espacio entre epibiontes (Jackson, 1977), las cuales pueden favorecer la presencia o ausencia de grupos de epibiontes en macroalgas específicas.

## **Conclusiones**

Se registraron un total de 20 taxones de macroalgas a la ficoflora de playa Punta Roca Caimancito (PPRC), en la Bahía de La Paz. De estos, el 20 % perteneció al filo Chlorophyta, 50 % al filo Rhodophyta, y el 30 % a la clase Phaeophyceae. Los géneros de macroalgas más frecuentes fueron *Sargassum*, *Laurencia*, *Padina*, *Acanthophora* e *Hydroclathrus*.

Respecto a las comunidades de epibiontes sésiles, los epibiontes identificados fueron: bivalvos, briozoos, entoproctos, esponjas, hidroides, poliquetos, tunicados y algas epífitas. Estas últimas fueron registradas en las zonas basal, media y apical de todas las especies de macroalgas estudiadas. Así mismo, de las macroalgas analizadas *S. horridum* contó con el mayor número de grupos de epibiontes con un total de siete e *H. clathratus* con solo tres.

Por otro lado, la identidad específica y morfología de las macroalgas basibiontes demostró ser importante en la estructura de la comunidad de epibiontes sésiles, esto a través de la relación entre la forma del sustrato y tipo de crecimiento de los organismos asociados. No obstante, es necesario tomar en cuenta factores morfológicos, químicos y ecológicos de las macroalgas, así como la biología y ecología de los epibiontes sésiles, para contar con un panorama íntegro de las variables que afectan la comunidad de epibiontes sésiles.

## Referencias

Aguilar-Rosas, L. E., Pedroche, F. F., & Zertuche-González, J. A. (2014). Algas Marinas no nativas en la costa del Pacífico Mexicano. *Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México*, 211-222.

Alvarez-Cerrillo, L. R., Benítez-Villalobos, F., Garcia-Ibanez, S., & Avila-Poveda, O. H. (2021). Biodiversity patterns of epibiotic invertebrates occupying an edible polyplacophoran across a latitudinal gradient of the Mexican Pacific. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 545, 151644.

Amsler, M. O., Huang, Y. M., Engl, W., McClintock, J. B., & Amsler, C. D. (2015). Abundance and diversity of gastropods associated with dominant subtidal macroalgae from the western Antarctic Peninsula. *Polar Biology*, 38(8), 1171-1181.

Anderson, M. J. (2008). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26(1), 32-46.

Ávila, E., Blancas-Gallangos, N. I., Riosmena-Rodríguez, R., & Paul-Chávez, L. (2010). Sponges associated with *Sargassum* spp. (Phaeophyceae: Fucales) from the south-western Gulf of California. *Journal of the marine biological association of the United Kingdom*, 90(1), 193-202.

Bertsch, H., & Aguilar-Rosas, L. E. (2016). *Marine Invertebrates of Northwest Mexico*. Universidad Autónoma de Baja California. Revista Ciencias Marinas. Ensenada, Mexico.

Blight, A. J., & Thompson, R. C. (2008). Epibiont species richness varies between holdfasts of a northern and a southerly distributed kelp species. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(3), 469-475.

Boero, F. (1984). The ecology of marine hydroids and effects of environmental factors: a review. *Marine Ecology*, 5(2), 93-118.

Bouillon, J., Gravili, C., Gili, J. M., & Boero, F. (2006). An introduction to Hydrozoa. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle (1936)*.

Brusca, R. C., Moore, W., & Shuster, S. M. (2016). *Invertebrates*, 1104 pp. Sunderland: Sinauer Associates.

Buschbaum, C., Chapman, A. S., & Saier, B. (2006). How an introduced seaweed can affect epibiota diversity in different coastal systems. *Marine Biology*, 148(4), 743-754.

Buzá-Jacobucci, G., & Pereira-Leite, F. P. (2014). The role of epiphytic algae and different species of *Sargassum* in the distribution and feeding of herbivorous amphipods. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(2), 353-363.

Cacabelos, E., Olabarria, C., Incera, M., & Troncoso, J. S. (2010). Effects of habitat structure and tidal height on epifaunal assemblages associated with macroalgae. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 89(1), 43-52.

Carral-Murrieta, C. O., Marques, A. C., Serviere-Zaragoza, E., Estrada-González, M. C., Cunha, A. F., Fernandez, M. O., Mazariegos-Villarreal, A., León-Cisneros, K., López-Vivas, J., Agüero, J., & Mendoza-Becerril, M. A. (2023). A survey of epibiont hydrozoans on *Sargassum*. *PeerJ*, 11, e15423.

Casoli, E., Bonifazi, A., Ardizzone, G., & Gravina, M. F. (2016). How algae influence sessile marine organisms: The tube worms case of study. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 178, 12-20.

Castellanos-Pérez, P. D. J., Vázquez-Maldonado, L. E., Ávila, E., Cruz-Barraza, J. A., & Canales-Delgadillo, J. C. (2020). Diversity of mangrove root-dwelling sponges in a tropical coastal ecosystem in the southern Gulf of Mexico region. *Helgoland Marine Research*, 74(1), 1-9.

Chávez, L. P., Carmona, G. H., Andrade-Sorcía, G., & Riosmena-Rodríguez, R. (2014). Variabilidad intrapoblacional de *Sargassum horridum* (Fucales: Sargassaceae) en el Suroeste del Golfo de California. *Ciencia y Mar*, 22(54), 27-37.

Chee, S. Y., Yee, J. C., Cheah, C. B., Evans, A. J., Firth, L. B., Hawkins, S. J., & Strain, E. M. A. (2021). Habitat complexity affects the structure but not the diversity of sessile communities on tropical coastal infrastructure. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 673227.

Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian journal of ecology*, 18(1), 117-143.

Clarke, K. R., Gorley, R. N., Somerfield, P. J., & Warwick, R. M. (2014). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.

Cruz-Ayala, M. B., Casas-Valdez, M. M., & Ortega-Garcia, S. (1998). Temporal and spatial variation of frondose benthic seaweeds in La Paz Bay, BCS, Mexico.

Cruz-Ayala, M. B., Núñez-López, R. A., & López, G. E. (2001). Seaweeds in the southern Gulf of California.

Cunha, A. F., & Jacobucci, G. B. (2010). Seasonal variation of epiphytic hydroids (Cnidaria: Hydrozoa) associated to a subtropical *Sargassum cymosum* (Phaeophyta: Fucales) bed. *Zoologia (Curitiba)*, 27(6), 945-955.

Dawson, E. Y. (1944). The marine algae of the Gulf of California. *Allan Hancock pacific expeditions*, 3, 189-452.

Di Filippo-Herrera, D. A., Hernández-Carmona, G., Muñoz-Ochoa, M., Arvizu-Higuera, D. L., & Rodríguez-Montesinos, Y. E. (2018). Monthly variation in the chemical composition and biological activity of *Sargassum horridum*. *Botanica Marina*, 61(1), 91-102.

Dubois, S., Barillé, L., & Retière, C. (2003). Efficiency of particle retention and clearance rate in the polychaete *Sabellaria alveolata* L. *Comptes Rendus Biologies*, 326(4), 413-421.

Ellison, A. M. (2019). Foundation species, non-trophic interactions, and the value of being common. *Isience*, 13, 254-268.

Engelen, A. H., Åberg, P., Olsen, J. L., Stam, W. T., & Breeman, A. M. (2005). Effects of wave exposure and depth on biomass, density and fertility of the fucoid seaweed *Sargassum polyceratum* (Phaeophyta, Sargassaceae). *European Journal of Phycology*, 40(2), 149-158.

Estrada-González, M. C., Agüero, J., & Mendoza-Becerril, M. A. (2023). Medusozoans from the Mexican Pacific: a review based on historical literature and recent observations. *Journal of Natural History*, 57(13-16), 784-853.

Gallardo, D., Oliva, F., & Ballesteros, M. (2021). Marine invertebrate epibionts on photophilic seaweeds: importance of algal architecture. *Marine Biodiversity*, 51(1), 16.

Guevara-Guillén, C., Shirasago-Germán, B., & Pérez-Lezama, E. L. (2015). The influence of large-scale phenomena on La Paz Bay hydrographic variability. *Open Journal of Marine Science*, 5(01), 146.

Gutow, L., Beermann, J., Buschbaum, C., Rivadeneira, M. M., & Thiel, M. (2015). Castaways can't be choosers—Homogenization of rafting assemblages on floating seaweeds. *Journal of Sea Research*, 95, 161-171.

Hall, M. O., & Bell, S. S. (1988). Response of small motile epifauna to complexity of epiphytic algae on seagrass blades. *Journal of Marine Research*, 46(3), 613-630.

Harder, T. (2009). Marine epibiosis: concepts, ecological consequences and host defence. In *Marine and industrial biofouling* (pp. 219-231). Springer, Berlin, Heidelberg.

Hay, M. E. (1986). Functional geometry of seaweeds: ecological consequences of thallus layering and shape in contrasting light environments. *On the economy of plant form and function*. Cambridge University Press, Cambridge, 635-666.

Hurd, C. L., Harrison, P. J., Bischof, K., & Lobban, C. S. (2014). *Seaweed ecology and physiology*. Cambridge University Press.

Jackson, J. B. C. (1977). Competition on marine hard substrata: the adaptive significance of solitary and colonial strategies. *The American Naturalist*, 111(980), 743-767.

Lazo-Wasem, E. A., Pinou, T., de Niz, A. P., & Feuerstein, A. (2011). Epibionts associated with the nesting marine turtles *Lepidochelys olivacea* and *Chelonia mydas* in Jalisco, Mexico: a review and field guide. *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History*, 52(2), 221-240.

León-Álvarez, D., & Núñez-Reséndiz, M. L. (2017). Géneros de algas marinas tropicales de México II: Algas pardas.

León-Álvarez, D., Candelaria-Silva, C. F., Hernández-Almaraz, P., & León-Tejera, H. (2017). Géneros de algas marinas tropicales de México I. Algas Verdes.

León-Álvarez, D., López-Gómez, N. A., Ponce-Márquez, M. E., Núñez-Reséndiz, M. L., Candelaria-Silva, C. F., Cruz-Rodríguez, A., & Rodríguez-Vargas, D. (2019). Géneros de algas marinas tropicales de México III: Algas rojas.

Little, C., Trowbridge, C. D., Pilling, G. M., Cottrell, D. M., Plowman, C. Q., Stirling, P., Morrill, D., & Williams, G. A. (2018). Long-term fluctuations in epibiotic bryozoan and hydroid abundances in an Irish sea lough. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 210, 142-152.



Littler, M. M., Littler, D. S., & Taylor, P. R. (1983). Evolutionary strategies in a tropical barrier reef system: functional-form groups of marine macroalgae 1. *Journal of Phycology*, 19(2), 229-237.

Liuzzi, M. G., & Gappa, J. L. (2011). Algae as hosts for epifaunal bryozoans: role of functional groups and taxonomic relatedness. *Journal of Sea Research*, 65(1), 28-32.

Longo, P. A. D. S., Mansur, K. F. R., Leite, F. P. P., & Passos, F. D. (2019). The highly diverse gastropod assemblages associated with *Sargassum* spp. (Phaeophyceae: Fucales) habitats. *Journal of the marine biological association of the United Kingdom*, 99(6), 1295-1307.

López, B. A., Macaya, E. C., Rivadeneira, M. M., Tala, F., Tellier, F., & Thiel, M. (2018). Epibiont communities on stranded kelp rafts of *Durvillaea antarctica* (Fucales, Phaeophyceae)—Do positive interactions facilitate range extensions?. *Journal of Biogeography*, 45(8), 1833-1845.

Maggioni, D., Garese, A., Huang, D., Hoeksema, B. W., Arrigoni, R., Seveso, D., Galli, P., Berumen, M. L., Montalbetti, E., Pica, D., Torsani, F., & Montano, S. (2022). Diversity, host specificity and biogeography in the Cladocorynidae (Hydrozoa, Capitata), with description of a new genus. *Cladistics*, 38(1), 13-37.

Maggioni, D., Schiavo, A., Ostrovsky, A. N., Seveso, D., Galli, P., Arrigoni, R., Seveso, D., Galli, P., Arrigoni, R., Berumen M. L., Benzoni, F., & Montano, S. (2020). Cryptic species and host specificity in the bryozoan-associated hydrozoan *Zanclaea divergens* (Hydrozoa, Zanclaeidae). *Molecular phylogenetics and evolution*, 151, 106893.

Marchetti, O. C., Titotto, S., & Dias, G. M. (2023). The impact of habitat complexity on the structure of marine sessile communities and larvae supply. *Marine Environmental Research*, 106255.

Marinho-Soriano, E., Fonseca, P. C., Carneiro, M. A. A., & Moreira, W. S. C. (2006). Seasonal variation in the chemical composition of two tropical seaweeds. *Bioresource technology*, 97(18), 2402-2406.

Marques, A. C., Junior, V. H., & Migotto, A. E. (2002). Envenomation by a benthic Hydrozoa (Cnidaria): the case of *Nemalecium lighti* (Haleciidae). *Toxicon*, 40(2), 213-215.

Martinez Arbizu, P. (2020). pairwiseAdonis: Pairwise multilevel comparison using adonis. R package version 0.4

Méndez-Trejo, M. C., Riosmena-Rodríguez, R., Ávila, E., López-Vivas, J. M., & Sentíes, A. (2014). Evaluación de la invasión de *Acanthophora spicifera* (Rhodophyta) sobre la epifauna en Bahía de La Paz, BCS. *Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Mexico City*, 433-456.

Mendoza-Becerril, M. A., Estrada-Gonzalez, M. C., Mazariegos-Villarreal, A., Restrepo-Avendano, L., Villar-Beltran, R. D., Agüero, J., & Cunha, A. F. (2020a). Taxonomy and diversity of Hydrozoa (Cnidaria, Medusozoa) of La Paz Bay, Gulf of California. *Zootaxa*, 4808(1), 1-37.

Mendoza-Becerril, M., Pedroche, F. F., Estrada-González, M., & Serviere-Zaragoza, E. (2023). Records of the non-native alga *Acanthophora spicifera* (Rhodophyta) and their colonial epibionts in La Paz Bay, Gulf of California. *Biodiversity Data Journal*, 11, e114262.

Mendoza-Becerril, M. A., Serviere-Zaragoza, E., Mazariegos-Villarreal, A., Rivera-Perez, C., Calder, D. R., Vázquez-Delfín, E. F., & Robledo, D. (2020b). Epibiont hydroids on beachcast *Sargassum* in the Mexican Caribbean. *PeerJ*, 8, e9795.

Mendoza-Becerril, M. A., Simões, N., & Genzano, G. (2018). Benthic hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) from Alacranes Reef, Gulf of Mexico, Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 94(1), 125-142.

Mendoza-González, A. C., Mateo-Cid, L. E., & García-López, D. Y. (2015). Three uncommon seaweeds of the Pacific Coast of Mexico. *American Journal of Plant Sciences*, 6(19), 3187.

Mikhaylova, T. A., Aristov, D. A., Naumov, A. D., Malavenda, S. S., Savchenko, O. N., & Bijagov, K. L. (2019). Diversity and structure of epibenthic communities of the red algae zone in the White Sea. *Polar Biology*, 42(5), 953-968.

Nishihira, M. (1965). The association between Hydrozoa and their attachment substrata with special reference to algal substrata. 東北大学浅虫臨海實驗所報告= *The bulletin of the Marine Biological Station of Asamushi, Tohoku University*, 12(2), 75-92.

Noffke, A., Hertweck, G., Kröncke, I., & Wehrmann, A. (2009). Particle size selection and tube structure of the polychaete *Owenia fusiformis*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 81(2), 160-168.

Norris, J. N. (2010). Marine algae of the northern Gulf of California: Chlorophyta and Phaeophyceae. *Smithsonian contributions to botany*.

Norris, J. N. (2014). Marine algae of the northern Gulf of California II: Rhodophyta. *Smithsonian contributions to botany*.

Obeso-Nieblas, M., Shirasago, B., Sanchez-Velasco, L., & Gaviño-Rodríguez, J. H. (2004). Hydrographic variability in Bahía De La Paz, BC S, Mexico, during the 1997–1998 El Niño. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 51(6-9), 689-710.

Oksanen, J., Kindt, R., Legendre, P., O'Hara, B., Stevens, M. H. H., Oksanen, M. J., & Suggests, M. A. S. S. (2007). The vegan package. *Community ecology package*, 10(631-637), 719.

Olabarria, C. (2000). Epibiont molluscs on neogastropod shells from sandy bottoms, Pacific coast of Mexico. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 80(2), 291-298.

Orlov, D. V. (1997). The role of larval settling behaviour in determination of the specific habitat of the hydrozoan *Dynamena pumila* (L.) larval settlement in *Dynamena pumila* (L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 208(1-2), 73-85.

Palacio, F. X., Apodaca, M. J., & Crisci, J. V. (2020). Análisis multivariado para datos biológicos: teoría y su aplicación utilizando el lenguaje R.

Pereira, L. (2021). Macroalgae. *Encyclopedia*, 1(1), 177-188.

Poza, A. M., Gauna, M. C., Escobar, J. F., & Parodi, E. R. (2017). Temporal dynamics of algal epiphytes on *Leathesia marina* and *Colpomenia sinuosa macrothalli* (Phaeophyceae). *Marine Biology Research*, 14(1), 65-75.

Quiroz-González, N., Aguilar-Estrada, L. G., Acosta-Calderón, J. A., Álvarez-Castillo, L., & Arriola-Álvarez, F. (2023). Biodiversity of epiphytic marine macroalgae in Mexico: composition and current status. *Botanica Marina*, (0).

R Core Team. (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.

Roberts, T. E., Bridge, T. C., Caley, M. J., & Baird, A. H. (2016). The point count transect method for estimates of biodiversity on coral reefs: improving the sampling of rare species. *PLoS One*, 11(3), e0152335.

Schagerström, E., Forslund, H., Kautsky, L., Pärnoja, M., & Kotta, J. (2014). Does thalli complexity and biomass affect the associated flora and fauna of two co-occurring *Fucus* species in the Baltic Sea?. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 149, 187-193.

Sebens, K. P. (1991). Habitat structure and community dynamics in marine benthic systems. In *Habitat structure: the physical arrangement of objects in space* (pp. 211-234). Dordrecht: Springer Netherlands.

Shibneva, S. Y., & Skriptsova, A. V. (2015). Intraspecific morphological variability of marine macrophytes and its determining factors. *Russian Journal of Marine Biology*, 41, 325-334.

Smith, J. E., Hunter, C. L., & Smith, C. M. (2002). Distribution and reproductive characteristics of nonindigenous and invasive marine algae in the Hawaiian Islands. *Pacific science*, 56(3), 299-315.

Sommer, C. (1992). Larval biology and dispersal of *Eudendrium racemosum*(Hydrozoa, Eudendriidae). *Sci. Mar.*, 56(2), 205-211.

Suarez-Castillo, A. N., Riosmena-Rodriguez, R., Hernandez-Carmona, G., Méndez-Trejo, M. D. C., López-Vivas, J. M., Sánchez-Ortiz, C., Lara-Uc, M. M., & Torre-Cosío, J. (2013). Biodiversity associated to *Sargassum* forest at the Gulf of California. *Invertebrates: Classification, Evolution and Biodiversity*, 205-223.

Wang, S., Wang, G., Weinberger, F., Bian, D., Nakaoka, M., & Lenz, M. (2017). Anti-epiphyte defences in the red seaweed *Gracilaria vermiculophylla*: non-native algae are better defended than their native conspecifics. *Journal of Ecology*, 105(2), 445-457.

Weijerman, M., Most, R., Wong, K., & Beavers, S. (2008). (Rhodophyta: Ceramiales) in a Hawaiian Fishpond: An Assessment of Removal Techniques and Management Options.