



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**COMUNIDAD DE BABOSAS MARINAS (MOLLUSCA:
HETEROBRANCHIA) EN SUSTRATOS DE LA PLAYA
CUASTECOMATES, JALISCO, MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A :

BRUNO PÉREZ GÓMEZ

DIRECTORA DE TESIS:

M. EN C. XOCHITL GUADALUPE VITAL ARRIAGA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX.

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.

Agradecimientos Académicos

A la Universidad Nacional Autónoma de México, mi *alma máter*, por brindarme la oportunidad de continuar con mi crecimiento académico, profesional y personal.

A la Facultad de Ciencias, por darme todos los conocimientos y brindarme los recursos que me formaron profesionalmente como biólogo.

Al Instituto de Biología, por recibirme en sus instalaciones durante la realización de este estudio y por los traslados para la recolección de muestras, en especial a la Colección Nacional de Moluscos.

Al Laboratorio Ficología Marina de la Facultad de Ciencias, por brindarme el apoyo en el procesamiento e identificación de las algas.

Al Laboratorio de Conducta Animal del Instituto de Ecología, por permitirme realizar el servicio social en Isla Isabel lleno de gratas experiencias.

Al laboratorio de Microcine de la Facultad de Ciencias, por la ayuda en la toma de fotografías de las macroalgas.

Agradecimientos Personales

A mi tutora, M. en C. Xochitl Vital, por su absoluto apoyo y por creer en mí, a pesar de mis lapsos de ausencia, gracias por todos los consejos, por motivarme, tenerme paciencia y por el tiempo brindado; estoy enormemente agradecido.

A la Dra. Edna Naranjo García, por cobijarme académicamente y apoyarme con todos sus conocimientos que me han permitido acercarme a la investigación científica.

A la Dra. Hilda León Tejera, por todo su apoyo y enseñanza relacionada con las algas, por siempre recibirme en su laboratorio y por todos los consejos que me brindó a lo largo de este trabajo.

A la Dra. Deneb Ortigosa, por sus enseñanzas y consejos sobre las sobre babosas marinas, sobre todo por su gran ayuda en la recolección e identificación de babosas marinas en campo.

A la M. en C. Elia Lemus, por su valiosa retroalimentación en este escrito, sin sus correcciones mi tesis estaría escrita como hablo. Y por haber sido una gran maestra en las clases de Malacología.

A mis profesores del taller Moluscos de México: Edna, Deneb, Jazmín, Jorge, Ricardo, Xóchitl. Por compartir sus conocimientos, por todos sus consejos, motivaciones y comentarios a lo largo de los distintos niveles del taller, por su apoyo en campo y por su ayuda constante, muchas gracias.

A mis compañeros del taller, Ángel, Fabiola, Fernanda, Juan, María, Noemí y Oscar, por las convivencias y agradables momentos, por el apoyo en clases y en campo, gracias. También quiero agradecer a Gaby que me ayudó con las algas.

Y a todas las personas que me brindaron su ayuda en algún momento, que contribuyeron directa o indirectamente en la culminación de mi carrera, aunque no fueron mencionadas estoy agradecido.

No menos importante es el agradecimiento a mi familia, todos y cada uno de ellos, sobre todo a mi abuelita Anita, que fue una presión fundamental y que a pesar de la distancia siempre se mantuvo al pendiente de la tesis (se lo prometí abuelita, lento pero seguro).

A Irelitas que ha sido mi compañera por tanto tiempo, siempre dispuesta a apoyarme y tratar de sacar lo mejor de mí, a pesar de mis malos momentos, gracias.

A mis hermanos Ari y David, por ser mi soporte y darme seguridad a cada paso que doy, sin ellos no estaría en donde estoy ahorita.

El mayor agradecimiento es para mis padres David Pérez Suarez y Mariana E. Gómez Cruz, por darme todo su amor y apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida, aunque creo que en algún punto perdieron las esperanzas, finalmente pude terminar esta parte importante de mi vida, esto es por y para ustedes, los amo.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Definición de comunidad y diversidad biológica.....	3
1.2 Características y clasificación de los moluscos.....	4
1.3 La clase Gastropoda y su diversidad	5
1.4 Características generales de las babosas marinas.....	6
2. ANTECEDENTES.....	8
2.1 Investigaciones sobre babosas marinas en la costa del Pacífico	8
2.2 Riqueza e interacciones de las babosas marinas.....	9
3. JUSTIFICACIÓN.....	11
4. OBJETIVOS.....	12
5. ÁREA DE ESTUDIO.....	13
6. MATERIALES Y MÉTODOS	14
6.1 Método directo.....	15
6.2 Método indirecto	15
6.3 Identificación taxonómica de babosas marinas	16
6.4 Procesamiento de las babosas marinas	17
6.5 Procesamiento de macroalgas.....	17
6.6 Identificación de macroalgas.....	18

6.7 Análisis estadísticos.....	19
7. RESULTADOS.....	21
7.1 Listado taxonómico de babosas marinas	21
7.2 Algas presentes.....	24
7.3 Comunidad de babosas marinas	26
7.4 Diferencias de diversidad entre sustratos	30
7.5 Descripción de los ensamblajes.....	36
8. DISCUSIÓN.....	38
8.1 Especies de babosas marinas de la bahía de Cuastecomates.....	38
8.2 Registro de macroalgas.....	39
8.3 Determinación de la estructura comunitaria.....	43
8.4 El impacto del tipo de sustrato en la determinación de la comunidad	48
8.5 Ensamblajes de la comunidad de babosas marinas con los sustratos	52
9. CONCLUSIONES	58
REFERENCIAS	60
ANEXO I. Especies de babosas marinas	72
ANEXO II. Especies de algas	76

RESUMEN

Las babosas marinas tienen relaciones importantes con diversas especies y sustratos. En México, las investigaciones se han centrado en conocer la diversidad de este grupo en las ecorregiones marinas del Pacífico Sudcaliforniano y del Golfo de California, no obstante es necesario aportar mayor conocimiento sobre su riqueza e interacciones ecológicas en otras regiones del país. Por ello, en este trabajo se analizó la comunidad de babosas marinas en la playa Cuastecomates, Jalisco, México, con el objetivo de conocer su diversidad alfa, abundancias y reconocer su ensamblaje con diferentes sustratos. En tres salidas entre 2017-2018, a través de métodos directos e indirectos de búsqueda, se identificaron, con literatura especializada, 26 especies, 22 géneros, 16 familias y 6 órdenes. Se estimó la diversidad ($H' = 3.30 \text{ bits/ind.}$), la equidad ($J = 0.69$), la dominancia ($D = 0.79$) y los ensamblajes de las babosas marinas mediante un análisis de coordenadas principales (PCO); además, se analizaron las diferencias de diversidad entre sustrato algal y rocoso. Tres especies presentaron las mayores abundancias: *Phidiana lasrucensis*, *Phyllaplysia padinae* y *Elysia diomedea*, lo cual corresponde al 64.8% de todos los organismos encontrados; el sustrato rocoso presentó la mayor riqueza (81%) y abundancia (74%) de babosas marinas. Mediante un análisis permutacional multivariado de varianza (PERMANOVA), se encontró que existen diferencias significativas en la composición y abundancia de especies entre el sustrato algal y rocoso, pero no entre los tipos de algas bentónicas. *Phidiana lasrucensis* mostró ser la especie dominante del sustrato roca y, *Phyllaplysia padinae* la dominante del sustrato alga. Se presentaron además tres tendencias alimenticias con relación a las asociaciones de babosas marinas con el sustrato algal: herbívoros especialistas, herbívoros generalistas y carnívoros ocasionales. Este trabajo incrementa el conocimiento sobre la ecología y adiciona dos registros de babosas marinas en la ecorregión del

Pacífico Transicional Mexicano. Es fundamental continuar con este tipo de estudios que nos permitan conocer qué interacciones interespecíficas e intraespecíficas ocurren en estos ecosistemas marinos, para saber de qué manera pueden afectar en la diversidad de este grupo de moluscos.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Definición de comunidad y diversidad biológica

Una comunidad biológica comprende poblaciones de diferentes especies que se estructuran y conforman interactuando entre sí en un mismo ambiente (Margalef, 1974). Esta estructura comunitaria puede describirse mediante su diversidad biológica, que toma en cuenta riqueza (número de diferentes especies que están presentes en una comunidad) y abundancias (relativas y absolutas) de las especies, para determinar la variación biológica de la comunidad (Krebs, 1999; Smith y Smith, 2007). El estudio de la diversidad puede medirse a escala local (diversidad alfa) o regional (diversidad gamma), asimismo se pueden valorar las diferencias entre comunidades biológicas locales de una región (diversidad beta) (Magurran, 2004). La estructura comunitaria, además, se ve afectada por diversos factores, como los abióticos: variaciones en luz, temperatura, pH, salinidad u oxígeno y, los factores bióticos, como las interacciones: interespecíficas e intraespecíficas (Margalef, 1974; Rintoul y Bear, 2016). La diversidad biológica y la cantidad de interacciones que puedan concurrir al interior de una comunidad determinará su dinamismo (Krebs, 1999).

Entre las interacciones intraespecíficas (misma especie) que pueden existir en las comunidades se destacan la competencia y cooperación por parejas reproductivas, por territorios, nutrientes y zonas de anidación, principalmente. Por su parte, en las interacciones interespecíficas, que ocurren entre miembros de distintas especies, se encuentran: la competencia, depredación, mutualismo, comensalismo, amensalismo, por mencionar algunos (Brusca *et al.*, 2016; Curtis *et al.*, 2008; Ramírez y Gutiérrez-Fonseca, 2016; Smith y Smith, 2007). El ensamblaje se encuentra en el nivel más superficial de interacción ecológica, ya que los ensamblajes reflejan un aspecto

adicional a una descripción de la comunidad y, es que; los sistemas vivos interactúan entre ellos, pero no definen como tal una interacción positiva o negativa, solo indican que existe interacción (Fauth *et al.*, 1996). Es así como, el ensamblaje transmite un significado más preciso, no es un conjunto de especies nada más, es un grupo de organismos que interactúan entre ellos de una forma específica, en función y estructura, que además participan en procesos ecosistémicos (Ramírez y Gutiérrez-Fonseca, 2016).

1.2 Características y clasificación de los moluscos

Las babosas marinas junto con otros moluscos como los caracoles, ostras y pulpos, pertenecen al Phylum Mollusca, palabra derivada del latín que hace referencia a su cuerpo blando (Curtis *et al.*, 2008). En este Phylum se estima una diversidad de entre 43,000 a 128,00 especies descritas y se calcula una riqueza total de 200,000 (Ponder *et al.*, 2020; Rosenberg, 2014), lo que lo posiciona entre los más diversos; el Phylum Arthropoda es el de mayor riqueza con poco más de un millón de especies descritas (Chapman, 2009; Moore, 2006). Este Phylum se divide en ocho clases vivientes: Solenogastres, Caudofoveata, Polyplacophora, Monoplacophora, Bivalvia, Scaphopoda, Cephalopoda y Gastropoda (Meyer *et al.*, 2010; Smith *et al.*, 2011, 2013).

Todas estas clases comparten características que los unen en el mismo Phylum (Brusca *et al.*, 2016; Schrödl, 2014). Entre las principales características del grupo se encuentran: la presencia de un manto, respiración por medio de ctenidios, presencia de larva trocófora y véliger, espículas calcáreas, hemocele con rodocitos también llamadas “células poro” y la rádula (Brusca *et al.*, 2016; Fernández-Álamo, 2007; Hickman *et al.*, 2009). Algunas de estas características no siempre están presentes; sin embargo, todas las clases comparten los rodocitos (Dallinger *et al.*, 2005; Haszprunar, 1996). El grupo se considera monofilético, ya que todos descienden de un ancestro en

común y las clasificaciones incluyen a todos los descendientes de dicho ancestro (Dunn *et al.*, 2008; Giribet *et al.*, 2006; Hennig, 1968).

1.3 La clase Gastropoda y su diversidad

Gastropoda es la clase más grande de moluscos, con al menos 30,000 especies correctamente identificadas (Ponder *et al.*, 2020; Rosenberg, 2014); se le considera el grupo más exitoso al registrar la mayoría de las especies de moluscos conocidas (Cuezzo, 2009). Esta clase es la única dentro de los moluscos que se distribuye en tres ambientes: marino, terrestre y dulceacuícola, con una variedad de adaptaciones sorprendente para cada uno (Moore, 2006). La clase Gastropoda incluye los comúnmente llamados caracoles y babosas, que se distribuyen en esos mismos tres ambientes.

Generalmente, poseen una masa visceral, donde se encuentran los órganos internos, un pie ventral con músculos bien desarrollados, una cabeza con 1-2 pares de tentáculos y ojos complejos u ocelos. El cuerpo, que es asimétrico, está protegido por una concha univalva, sin embargo, puede estar reducida o ausente en algunos grupos (Brusca *et al.*, 2016; Fernández-Álamo, 2007). La clase se caracteriza por la torsión de su masa visceral y del manto (organismos torsionados), que ocurre durante el estado larval cuando estos giran primero a 90° y después a 180°, proceso que afecta los órganos del lado derecho y la estructura corporal; algunos grupos pueden secundariamente revertir este proceso, fenómeno denominado detorsión (organismos detorsionados) (Brusca *et al.*, 2016; Fernández-Álamo, 2007).

Tradicionalmente, se clasificaban en tres subclases: Prosobranchia, Opisthobranchia y Pulmonata (Brusca *et al.*, 2016; Fernández-Álamo, 2007). Pero recientemente esta clasificación cambió, Opisthobranchia y Pulmonata se incluyeron dentro de un mismo grupo denominado

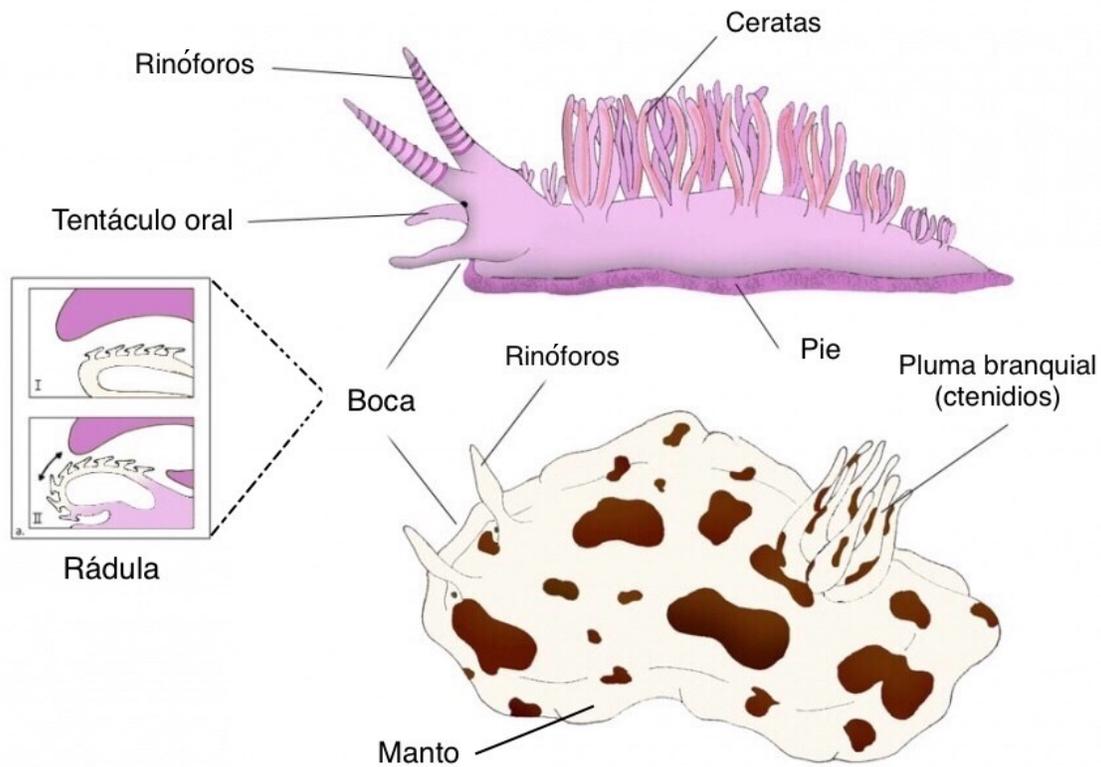
Heterobranchia (Bouchet *et al.*, 2017; Zapata *et al.*, 2014); debido a que se demostró la monofilia del clado (Dinapoli y Klussmann-Kolb, 2010; Ponder y Lindberg, 1997). Este grupo se caracteriza por poseer una protoconcha (concha larvaria) heterostrófica, ya que en estado larvario esta presenta un giro en un sentido y en la forma adulta la concha crece en el otro sentido (Haszprunar, 1985). También, pierden el esperma no funcional (paraesperma), los espermatozoides tienen forma de espiral y las puestas de huevos están conectadas por una estructura llamada chalaza (Haszprunar, 1985; Ponder y Lindberg, 1997).

1.4 Características generales de las babosas marinas

Las babosas marinas o caracoles desnudos de acuerdo con Bouchet y colaboradores (2017), pertenecen a la subclase Heterobranchia y, en ella, podemos dividir a las babosas marinas en los siguientes grupos: Cephalaspidea, Aplysiomorpha, Sacoglossa, Umbraculida y Nudipleura.

Se estima que existen más de 6,000 especies en todo el mundo (Camacho-García *et al.*, 2005; Hermosillo *et al.*, 2006). Estos organismos son muy diversos en formas, colores y hábitats. Los hay carnívoros y herbívoros, además han desarrollado diversos mecanismos de defensa, secretan toxinas, liberan células urticantes o poseen variaciones importantes en su coloración; aposemática, críptica y de imitación (Hermosillo *et al.*, 2006; Wägele y Klussmann-Kolb, 2005).

En cuanto a morfología, hay una gran variación entre grupos, pero podemos encontrar estructuras compartidas, como lo son los tentáculos orales y cefálicos (sensoriales), concha (interna o externa), sifón (transporta corrientes de agua), pluma branquial (respiración), escudo cefálico (placa carnosa que cubre la parte anterior de la cabeza), cavidad del manto (contiene órganos) y un pie muscular como medio de locomoción (Fig. 1) (Camacho-García *et al.*, 2005; Fernández-Álamo, 2007; Hermosillo *et al.*, 2006; Wägele y Klussmann-Kolb, 2005).



© Agnès Escurriola

Figura 1. Algunas estructuras en babosas marinas (modificado de Escurriola, s. f.).

Otras estructuras importantes del grupo son los parapodios, descritos como prolongaciones laterales del cuerpo que dan distintas formas a los organismos, también se encuentran los rinóforos que parecen “cuernos” o “antenas” que sobresalen de la cabeza, aunque aún no se sabe exactamente su función, se cree que les sirven como receptores sensoriales (Fig. 1). Además, en algunos grupos se pueden hallar ceratas (prolongaciones del aparato digestivo) que aumentan la superficie de intercambio gaseoso y, en ciertos casos, las utilizan para almacenar cloroplastos o nematocistos (células urticantes), que obtienen de su alimento (Brusca *et al.*, 2016).

2. ANTECEDENTES

2.1 Investigaciones sobre babosas marinas en la costa del Pacífico

Una ecorregión es una zona geográfica que alberga comunidades con dinámicas ecológicas similares y condiciones ambientales específicas que las diferencian de otras ecorregiones geográficas, ya sean terrestres o acuáticas. El Pacífico mexicano está dividido en cinco ecorregiones marinas: Pacífico Transicional de Monterey, Pacífico Sudcaliforniano, Golfo de California, Pacífico Transicional Mexicano y Pacífico Centroamericano (Wilkinson *et al.*, 2009).

Aunque existe un número considerable de estudios sobre moluscos marinos en la costa del Pacífico mexicano (Barrientos, 2009; Barrientos-Luján *et al.*, 2022; Corgos *et al.*, 2013; Esqueda, 1995; Esqueda *et al.*, 2000; Flores-Rodríguez *et al.*, 2012, 2014, 2017; Holguín-Quiñones y González-Pedraza, 1989, 1994; Landa-Jaime y Arciniega-Flores, 1998; Pérez-Peña y Ríos-Jara, 1998; Reguero y García-Cubas, 1989; Ríos-Jara *et al.*, 2001; Román *et al.*, 1991; Villalpando-Canchola, 1986; Villarroel *et al.*, 2000; Zamorano *et al.*, 2008;), al no estar enfocados en babosas marinas el número de especies que se registran en estos estudios es mínimo, aun cuando los gasterópodos son siempre los de mayor abundancia.

La mayoría de los estudios sobre diversidad que están enfocados en babosas marinas del Pacífico mexicano se han centrado en las ecorregiones marinas del Pacífico Sudcaliforniano y del Golfo de California (Angulo-Campillo, 2003; Castillo-Rodríguez, 2014; Hendrickx *et al.*, 2007). En contraste, el Pacífico Transicional Mexicano (PTM), que abarca un área desde la punta más meridional de Baja California Sur, y pasa por los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero hasta la costa de Oaxaca (Wilkinson *et al.*, 2009), cuenta con un menor número de investigaciones

(Flores-Rodríguez *et al.*, 2017; Hermosillo y Behrens, 2005). En este sentido, se destaca el trabajo de Hermosillo (2006), quien publicó distintos artículos y un listado de especies que muestran la gran diversidad y abundancia de babosas marinas en Bahía de Banderas, una de las bahías más grandes del Pacífico mexicano.

Por otro lado, Behrens (1991), Behrens y Hermosillo, (2005), Behrens *et al.* (2009), Behrens *et al.* (2022), Camacho-García *et al.* (2005), Goddard *et al.* (2011), Hermosillo (2004), Hermosillo y Behrens (2005), Hermosillo y Camacho-García (2006), Hermosillo y Gosliner (2008), Hermosillo y Valdés (2007, 2008), Hermosillo *et al.* (2006), Nakamura (2007), Nybakken (1974, 1978), Reyes-Suárez (2014), Valdés y Campillo (2004), Zamora-Silva y Naranjo-García (2008), realizaron publicaciones sobre la sistemática, taxonomía, ecología y guías de identificación de las especies de babosas que se pueden encontrar, no solo en México, sino también en otros países a lo largo del Pacífico.

2.2 Riqueza e interacciones de las babosas marinas

De acuerdo con Bertsch (2010), la riqueza de babosas marinas para el Pacífico este es de 399 especies, distribución que abarca desde el sur de California hasta las costas de Perú. En Bahía de Banderas, al noroeste de Cuastecomates, Hermosillo (2006) registró un total de 140 especies de babosas marinas, con un valor en el índice de diversidad de Shannon-Wiener de >3 bits/ind., lo que significa una alta diversidad para la zona. Por otra parte, en el sureste de Cuastecomates, a pocos kilómetros de distancia, en Barra de Navidad, únicamente se registraron tres especies: *Bulla gouldiana* Pilsbry, 1895, *Acteocina angustior* Baker y Hanna, 1927 y *Cylichnella defuncta* Baker y Hanna, 1927, las cuales presentan concha, de un total de 104 especies de moluscos que fueron identificadas (Corgos *et al.*, 2013).

Los únicos trabajos registrados sobre moluscos en la Bahía de Cuastecomates son los realizados por Esqueda (1995) y Esqueda *et al.* (2000) para conocer la abundancia y distribución de gasterópodos y bivalvos. Como resultado, los autores encontraron 6,643 organismos de los cuales 6,272 (94.4%) pertenecieron a la clase Gastropoda, identificaron 30 géneros y 44 especies del grupo. De estas especies encontradas, siete fueron del grupo de los Heterobranquios, pero solo una, *Elysia diomedea*, es babosa marina. Los autores mencionan que fue encontrada sobre un montículo de macroalgas de los géneros *Bryopsis* y *Enteromorpha*.

Sobre estudios de ecología en babosas marinas, se pueden destacar los trabajos de Nybakken (1974, 1978) que fueron de los primeros en su tipo. En ellos el autor demostró la dominancia e influencia que tenían ciertas especies en las comunidades, cómo afectan las condiciones ambientales a los organismos y también correlacionó las interacciones entre especies de babosas marinas de manera positiva y negativa; lo que involucra la competencia por alimento, lugar de desove, reproducción y temperatura. Bertsch *et al.* (1972) reportó la influencia del oleaje en la riqueza y abundancia de organismos, además de la estacionalidad que presentaban algunas especies, su presencia en diversos sustratos y, en general, aspectos de la historia natural de las babosas marinas.

En cuanto a interacciones con el sustrato algal, Baumgartner y Toth (2014) estudiaron la relación que había entre el tamaño de las babosas marinas y la selección de ficoflora. Específicamente, entre la especie *Elysia viridis* y las macroalgas: *Cladophora sericea*, *C. rupestris*, *Codium fragile*, *Ceramium virgatum*, *Chaetomorpha melagonium* y *Bryopsis* sp. Los resultados mostraron que dependiendo de la temporada, las abundancias y los tamaños de las babosas marinas presentaban diferencias significativas relacionadas directamente con el tipo de macroalga. La

especialización que tiene la babosa marina en sus hábitos alimentarios parece aprovechar mejor un tipo de macroalga que cualquiera de las otras.

Otro estudio detallado sobre asociaciones con algas es el realizado por García-Méndez (2015), quien caracterizó la fauna de babosas marinas en el Pacífico de Costa Rica. En su investigación encontró tres tipos de relaciones con las algas; babosas marinas que son herbívoros generalistas, herbívoros específicos y carnívoros con asociaciones algales más complejas. Destaca que los hallazgos de estos patrones de asociación son impulsados por adaptaciones ecológicas, morfológicas y anatómicas que han acompañado a estos organismos, lo cual les permitiría distribuirse en distintos sustratos algales.

3. JUSTIFICACIÓN

La mayoría de las investigaciones a nivel mundial sobre babosas marinas presentan listados o descripciones de nuevas especies, y más recientemente se han enfocado en estudios filogenéticos (Carmona *et al.*, 2013, 2014_a, 2014_b, 2014_c, 2014_d; Christa *et al.*, 2015; Greve *et al.*, 2017; Karagozlu *et al.*, 2016). En contraste, un menor número de estudios informa de la relación con el sustrato o aspectos ecológicos, aun cuando se llega a reportar una preferencia por el sustrato, como las algas, generalmente se limitan a mencionar que son algas verdes, rojas o pardas, por lo que se ignoran las posibles interacciones que existen con estos sustratos (Behrens y Hermosillo, 2005; Camacho-García *et al.*, 2005; Hermosillo, 2006; Hermosillo *et al.*, 2006; Reyes-Suárez, 2014).

De modo que, este trabajo pretende aportar información de la riqueza y diversidad del grupo de babosas marinas distribuidas en la ecorregión marina del Pacífico Transicional Mexicano, además de describir el ensamblaje con las especies de macroalgas bentónicas con las cuales están

interactuando. Dado que la conservación es fundamental en un país megadiverso como lo es México, es necesario saber qué tenemos y conocer cómo es la dinámica de esas comunidades, sobre todo en zonas cercanas al turismo, donde la contaminación marina y el impacto de las infraestructuras dejan seriamente dañado el ambiente (Botero *et al.*, 2008; Ramírez, 2008), de ahí la relevancia de llevar a cabo este estudio.

Estos organismos merecen investigación adicional, dado que algunas babosas marinas tienen una importancia comercial y médica que aumenta con el paso de los años; avances en fisiología, neurobiología, endosimbiosis, medicina, aprendizaje y comportamiento han derivado del estudio de estos moluscos (Castellucci *et al.*, 1970; Händeler *et al.*, 2009; Hawkins *et al.*, 2006; Hermosillo *et al.*, 2006; Schwartz *et al.*, 2014).

4. OBJETIVOS

Objetivo general: Conocer la diversidad alfa y la abundancia de babosas marinas (Heterobranchia) en la playa de Cuastecomates, así como reconocer su ensamblaje con diferentes sustratos.

Objetivos particulares:

- Identificar las babosas marinas encontradas en la zona rocosa y elaborar un listado taxonómico.
- Identificar los morfotipos de ficoflora bentónica donde se encuentren babosas marinas.
- Conocer la comunidad de babosas marinas a través de su riqueza específica, abundancia, índices de diversidad, equitatividad y dominancia.
- Conocer las diferencias de diversidad por tipo de sustrato.
- Describir los ensamblajes entre las babosas marinas y los tipos de sustratos.

5. ÁREA DE ESTUDIO

La playa de Cuastecomates es una bahía turística ubicada en el municipio de Cihuatlán de la región VIII Costa Sur de Jalisco, entre Punta Carrizalillo y Punta Cuastecomatito, en las coordenadas $19^{\circ} 13' 42''$ N y $104^{\circ} 43' 55''$ O (Fig. 2), aproximadamente a 201 km al suroeste de Guadalajara y limitada en el sur por Colima (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, s. f.). De acuerdo con Aguilar-Palomino *et al.* (2001), Corgos *et al.* (2013) y Hernández-Vázquez *et al.* (2011), la Bahía de Cuastecomates se encuentra dentro de una bahía mayor denominada Bahía de Navidad ($19^{\circ} 10' 30''$ N - $104^{\circ} 42' 45''$ O y $19^{\circ} 12' 50''$ N - $104^{\circ} 41' 30''$ O). En general, dentro de la Bahía de Navidad se presenta gran actividad turística por parte de los pobladores de Melaque y Barra de Navidad (Hernández-Vázquez *et al.*, 2011).

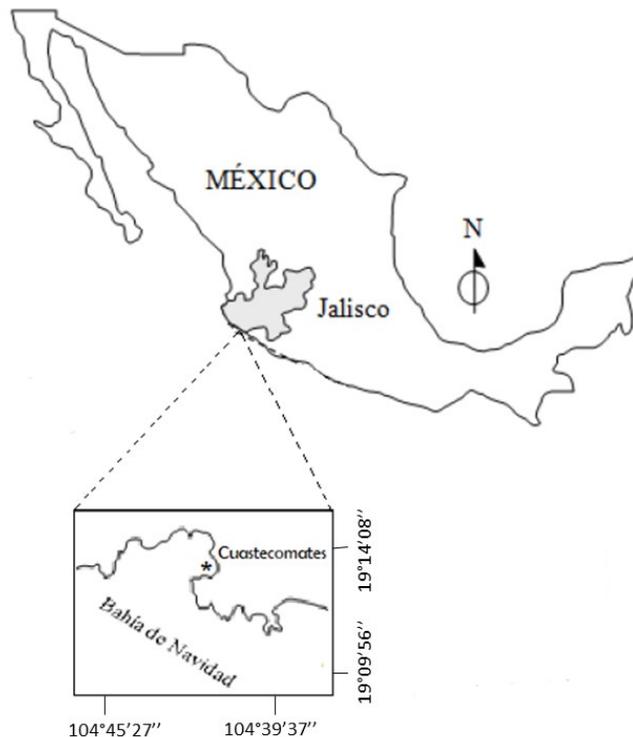


Figura 2. Ubicación de la Bahía Cuastecomates (asterisco) dentro de la Bahía de Navidad en el estado de Jalisco (modificado de Hernández-Vázquez, 2011).

La bahía se compone de una playa arenosa correspondiente a la zona turística y de una playa rocosa al sur de la zona turística, en esta última es donde se realizaron los muestreos (Fig. 3). El clima de la región es cálido subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura promedio es de 26.5 °C, la precipitación promedio registrada es de 967.5 mm/año con lluvias en junio, julio y agosto (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, s. f.).



Figura 3. Playa Cuastecomates.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron en la zona intermareal y submareal de la bahía, durante la marea alta y baja, en marzo y agosto de 2017, y marzo de 2018. En la zona intermareal se realizaron recorridos perpendiculares a la línea de costa y en el submareal se recolectó por medio de buceo libre. Se utilizaron dos métodos de muestreo: directo e indirecto.

Los sustratos que predominaron en la zona fueron rocas y algas bentónicas; aunque muchas rocas contenían tapetes algales, la determinación del sustrato se basó en la división propuesta por Steneck y Dethier (1994): cuando las asociaciones de algas fueron de un tamaño mayor a 1 cm de

altura, se consideró como macroalga, si el tamaño fue menor a esta medida, se categorizó como céspedes algales. En este estudio, los organismos que se encontraron en macroalgas bentónicas se establecieron como sustrato alga y los encontrados en rocas, con o sin tapetes algales, se consideraron solamente como sustrato roca.

6.1 Método directo

Este método consistió en la exploración por buceo libre en la zona intermareal y submareal, durante la marea alta y baja, cronometrando el tiempo. La búsqueda de organismos se realizó mediante la técnica llamada vagabundeo, la cual busca cubrir la mayor área posible sin un trayecto definido. Se revisó minuciosamente en las macroalgas y sobre cada roca, también por debajo de estas. Los organismos encontrados fueron recolectados manualmente, o con ayuda de un pincel y se colocaron en frascos de plástico para posteriormente ser identificados en la estación de trabajo de campo, o de acuerdo con la experiencia del recolector, se identificaban *in situ* con base en la literatura especializada previamente consultada (detallada más adelante). En una libreta de campo a prueba de agua se registró la especie, número de individuos y el sustrato en el que se hallaron, cuando las condiciones del entorno lo permitían, también se les tomó fotografía.

6.2 Método indirecto

El segundo método se basó en recolectar macroalgas bentónicas. Los principales morfotipos se recolectaron en frascos de 365 ml. Después, en la estación de trabajo se procedió al remonte y lavado de las macroalgas para buscar a las babosas marinas; el remonte consistió en dejar reposar las muestras en charolas de plástico, de preferencia de color blanco para que resaltaran los organismos y, con el tiempo, las babosas marinas se desprendieron de las macroalgas moviéndose a la superficie en busca de oxígeno. En el segundo procedimiento, las macroalgas se lavaron y

agitaron en agua de mar, además se desprendieron partes de estas para dejar trozos más pequeños que se examinaron con mayor facilidad (García-Méndez, 2015).

Al encontrar a las babosas marinas, se procedió a separarlas del resto de material, en cajas Petri, para después examinarlas. La búsqueda en las macroalgas se complementó con lupas de distintos aumentos, lámparas, pinceles, pinzas y agujas de disección.

Para describir el ensamblaje de las babosas marinas con las macroalgas bentónicas, cada morfotipo recolectado se procesó de igual manera pero aislado de las otras muestras, para así saber con exactitud qué babosas marinas fueron encontradas en qué morfotipos antes de la identificación ficológica.

6.3 Identificación taxonómica de babosas marinas

La identificación se realizó *in situ*, y para verificarla, un organismo de cada posible especie se recolectó y cotejó en la estación de trabajo de campo o posteriormente en el laboratorio de la Colección Nacional de Moluscos (CNMO) del Instituto de Biología, UNAM.

En la estación de trabajo en campo se utilizaron cajas Petri de diferentes colores (transparentes, blancas y negras) para contrastar el color de los organismos y por medio de un microscopio estereoscópico Carl Zeiss (2x), se pudieron observar mejor las estructuras como: rinóforos, ctenidios, tentáculos, ceratas, conchas, manto, glándulas del manto, parapodios, sifón, ojos, boca, pie, velo oral, escudo cefálico, plumas branquiales, cnidosaco, escudo cefálico, espículas.

In situ o en la estación de trabajo, cada babosa marina fue fotografiada lo que sirvió para la posterior determinación de especies que no pudieron identificarse en campo. La determinación de

especies se llevó a cabo con literatura malacológica: Abbott (1974), Behrens (1991), Behrens y Hermosillo (2005), Camacho-García *et al.* (2005), Hermosillo *et al.* (2006) y Keen (1971). Y también por diversos artículos y libros proporcionados por el foro de Sea Slug Forum (Australian Museum, s. f.). Para los nombres y la clasificación de los grupos taxonómicos se autenticó y corrigió según la base World Register of Marine Species (WoRMS, 2022).

6.4 Procesamiento de las babosas marinas

Al menos un ejemplar de cada especie de babosa marina fue procesado y depositado en la CNMO, para el acervo científico, los demás organismos se liberaron. Cada babosa marina fue relajada con una solución de cloruro de magnesio al 7% en agua de mar durante aproximadamente 45 min. o hasta que el organismo permanecía inactivo, posteriormente se traspasó a un frasco de plástico o de vidrio con alcohol etílico al 70% para su preservación (Darrigran *et al.*, 2007; Gleadall, 2013). Al frasco se le añadió la etiqueta con todos los datos referentes al organismo y la recolecta; nombre de la especie con su respectiva autoría y año, familia, localidad, coordenadas, nombre del recolector, número de registro, fecha y número de ejemplares.

6.5 Procesamiento de macroalgas

Se procesaron solo los ejemplares de macroalgas bentónicas donde se encontraron babosas marinas. El método de preservación propuesto por Florez-Leiva *et al.* (2010) se complementó: una solución de formaldehído al 4% en agua de mar, a cada litro de fijador se agregaron 50 ml de glicerina y 10 g/L de borato de sodio; este último es usado como amortiguador para evitar daños en las estructuras de la macroalga. Todos los morfotipos de macroalgas bentónicas fueron guardados en botes de plástico y se etiquetaron con los datos de recolecta (fecha y muestra), para

posteriormente ser identificados en el Laboratorio de Ficología Marina de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Dos ejemplares de cada morfotipo se fijaron como material de referencia, uno se depositó en la CNMO a manera de registro de sustratos asociados a babosas marinas y, el otro, como parte del acervo de la colección de macroalgas del Pacífico mexicano en el Laboratorio de Ficología Marina.

6.6 Identificación de macroalgas

El procedimiento para identificar las macroalgas marinas bentónicas consistió, primero, en elaborar preparaciones semipermanentes para las cuales se requirió hacer cortes transversales, lo que implicó cortar finamente distintas estructuras de la macroalga (órganos de fijación, reproducción, células medulares, células de la corteza). Los cortes se colocaron en un portaobjeto y se les agregó una gota de gelatina glicerizada previamente calentada a baño María. Una vez realizado este paso, se colocó un cubreobjetos inclinado sobre el portaobjetos tocando la gota y con una pinza se hizo descender el cubreobjeto con cuidado para no generar burbujas de aire. Después, se procuró que la preparación no tuviese burbujas y se dejó solidificar la gelatina, colocando unas monedas sobre el cubreobjetos para que salga la gelatina excedente. Una vez solidificada, se limpió el excedente con ayuda de una navaja y con alcohol.

Posteriormente, se tomaron varias fotografías de distintos cortes transversales con una cámara digital adaptada a un microscopio OLYMPUS BX51. Se hizo un análisis de las imágenes obtenidas mediante el programa SigmaScan Pro versión 5.0.0, midiendo el tamaño de las células, cortes y demás estructuras. Estas mediciones se acompañaron con una descripción de características morfológicas para identificar a nivel de género, como: número de células,

organización, color, forma, entre otras. Finalmente, con ayuda de guías especializadas para macroalgas del Pacífico, como: Avila-Ortiz y Pedroche, 2005; Carmona *et al.*, 2004; León *et al.*, 2007; Pedroche y Senties, 2020; Pedroche *et al.*, 2005; Pedroche *et al.*, 2008, se concluyó la identificación al menor nivel taxonómico posible (género o especie). La validación de los nombres taxonómicos se consultó en AlgaeBase (Guiry y Guiry, 2022).

6.7 Análisis estadísticos

Se estimó la diversidad alfa, equidad y dominancia de las babosas marinas mediante las expresiones matemáticas de riqueza (S), diversidad máxima (H' max), abundancia absoluta, abundancia relativa, índice de Shannon-Wiener (H'), equidad de Pielou (J') y dominancia de Simpson (D) (Cuadro 1). Con el propósito de determinar el número especies encontradas en relación con el esfuerzo de recolecta, se graficó una curva de acumulación de especies, utilizando como unidad de muestreo las horas de observación de las tres salidas a campo y las muestras de macroalgas bentónicas obtenidas; en dichas curvas se incluyó el intervalo de confianza al 95% que representa la variación entre lo observado en este estudio y los valores reales de la comunidad. Además, se obtuvieron los parámetros antes mencionados por sustrato (algal y rocoso), para comparar y saber si hay diferencias en cuanto a la distribución por tipo de sustrato.

Cuadro 1. Parámetros ecológicos utilizados para medir la diversidad (Krebs, 1999; Magurran, 2004).

Parámetro	Fórmula
Riqueza	$S = \text{Número de especies encontradas}$
Diversidad Máxima	$H' \text{ máx} = \log_2 S$
	$S = \text{Número de especies}$

Abundancia absoluta	$A_i = \text{Número de individuos de la especie } i$
Abundancia relativa	$A_iR = (A_i / \sum A_i) * 100$
	$\sum A_i = \text{Suma de las abundancias de todas las especies}$
Índice de Shannon-Wiener	$H' = \sum (p_i) (\log_2 p_i)$
	$p_i = \text{Abundancia relativa de la especie } i$
Equidad (Pielou, 1966)	$J = H' / H' \text{ máx}$
Recíproco del índice de dominancia (Simpson, 1949)	$D = 1 / \sum p_i^2$
	$p_i = \text{Abundancia relativa de la especie } i$

Para el análisis de ensamblajes se estimó el grado de semejanza entre los sustratos, se utilizó el índice de similitud de Bray-Curtis, el cual considera en conjunto la presencia y abundancia de las especies (Krebs, 1999). Después, con base en la matriz obtenida se efectuó un análisis de coordenadas principales (PCO, por sus siglas en inglés) que muestra la composición de especies por tipo de sustrato en un mapa gráfico dimensional, en el que se puede observar si hay agrupamientos de especies por sustrato específico o si la distribución es al azar, además de indicar la distancia entre grupos (Micó, 2012; Guerrero y Ramírez, 2012); se transformaron los datos con raíz cuadrada y la variable Dummy. Para saber si estos agrupamientos muestran diferencias significativas se realizó un análisis permutacional multivariado de varianza (PERMANOVA, por sus siglas en inglés) con la matriz mencionada, para los dos tipos de muestreo: directo e indirecto.

Para el análisis, se usó un factor (sustrato) con dos niveles en el método directo: alga y roca y, cinco niveles en el método indirecto: los géneros de algas identificados.

Todos estos parámetros ecológicos se obtuvieron mediante los programas estadísticos: R v.3.5.2 (R Core Team, 2018), EstimateS v.9 (Colwell, 2013) y PRIMER v7 (Clarke y Gorley, 2015).

7. RESULTADOS

Se encontró una diversidad alfa para la playa de Cuastecomates de 26 especies, con un esfuerzo de muestreo de 26 h de observación por método directo y 14.6 L de muestras de macroalgas bentónicas revisadas en el método indirecto, se recolectaron 108 organismos asociados a algún tipo de sustrato (alga bentónica o roca) de los cuales 53% se encontraron en el intermareal y 47% en el submareal.

7.1 Listado taxonómico de babosas marinas

De las 26 especies identificadas, se representan 22 géneros, 16 familias, 12 superfamilias y seis órdenes (Cuadro 2). Dos especies se identificaron a nivel de género y dos a nivel de familia; *Doto* sp., *Aplysia* sp., Facelinidae sp. 1 y Facelinidae sp. 2, debido a que no se observaron algunas características para afirmar una identificación a un mayor nivel taxonómico. *Cadlina flavomaculata* (Fig. 4) y *Dendronotus venustus* (Fig. 5) son nuevos registros para el estado de Jalisco y, esta última lo es también para la región del Pacífico Transicional Mexicano y para México.



Figura 4. *Cadlina flavomaculata*, A. Vista apical; B. Detalle de cabeza y rinóforos; C. Detalle de noto con espículas.



Figura 5. *Dendronotus venustus*, A. Vista apical; B. Detalle de ceratas; C. Detalle de rinóforos; D. Vista dorsal.

Cuadro 2. Listado taxonómico de especies de babosas marinas encontradas en Cuastecomates, Jalisco, México, en 2017-2018. Clasificación de los grupos taxonómicos según el Registro Mundial de Especies Marinas (WoRMS, 2022).

Superorden/Orden	Superfamilia	Familia	Género	Especie	
Cephalaspidea	Bulloidea	Bullidae	<i>Bulla</i>	<i>Bulla punctulata</i> A. Adams in Sowerby, 1850	
	Philinoidea	Aglajidae	<i>Navanax</i>	<i>Navanax aenigmaticus</i> (Bergh, 1893)	
Anaspidea	Aplysioidea	Aplysiidae	<i>Aplysia</i>	<i>Aplysia cedrosensis</i> Bartsch & Rehder, 1939	
				<i>Aplysia hooveri</i> Golestani, Crocetta, Padula, Camacho, Langeneck, Poursanidis, Pola, Yokeş, Cervera, Jung, Gosliner, Araya, Hooker, Schrödl y Valdés, 2019	
				<i>Aplysia</i> sp.	
			<i>Phyllaplysia</i>	<i>Phyllaplysia padinae</i> Williams & Gosliner, 1973	
			<i>Stylocheilus</i>	<i>Stylocheilus rickettsi</i> (MacFarland, 1966)	
Umbraculida	Umbraculoidea	Tylodinidae	<i>Tylodina</i>	<i>Tylodina fungina</i> Gabb, 1865	
Pleurobranchida	Pleurobrancoidea	Pleurobranchidae	<i>Berthella</i>	<i>Berthella andromeda</i> Ghanimi, Schrödl, Goddard, Ballesteros, Gosliner & Valdés, 2020	
Nudibranchia	Aeolidioidea	Aeolidiidae	<i>Limenandra</i>	<i>Limenandra nodosa</i> Haefelfinger & Stamm, 1958	
			<i>Bulbaeolidia</i>	<i>Bulbaeolidia alba</i> (Risbec, 1928)	
		Facelinidae	<i>Phidiana</i>	<i>Phidiana lascrucensis</i> Bertsch & Ferreira, 1974	
			<i>Favorinus</i>	<i>Favorinus elenalexiae</i> Garcia F. & Troncoso, 2001	
				Facelinidae sp. 1	
				Facelinidae sp. 2	
		Chromodoridoidea	Cadlinidae	<i>Cadlina</i>	<i>Cadlina flavomaculata</i> MacFarland, 1905
			Chromodorididae	<i>Felimida</i>	<i>Felimida sphoni</i> Ev. Marcus, 1971
		<i>Chromolaichma</i>		<i>Chromolaichma sedna</i> (Ev. Marcus & Er. Marcus, 1967)	
	Doridoidea	Discodorididae	<i>Tayuva</i>	<i>Tayuva lilacina</i> (Gould, 1852)	
	Phyllidioidea	Dendrodorididae	<i>Doriopsilla</i>	<i>Doriopsilla janaina</i> Er. Marcus & Ev. Marcus, 1967	
			<i>Dendrodoris</i>	<i>Dendrodoris fumata</i> (Rüppell & Leuckart, 1830)	
	Dendronotoidea	Dendronotidae	<i>Dendronotus</i>	<i>Dendronotus venustus</i> MacFarland, 1966	
		Dotidae	<i>Doto</i>	<i>Doto</i> sp.	
Fionoidea	Samlidae	<i>Salma</i>	<i>Salma telja</i> (Ev. Marcus & Er. Marcus, 1967)		
Sacoglossa	Plakobranchoidea	Plakobanchidae	<i>Elysia</i>	<i>Elysia diomedea</i> (Bergh, 1894)	
		Limapontiidae	<i>Placida</i>	<i>Placida cremoniana</i> (Trinchese, 1892)	
Total:	6	12	16	22	
				26	

7.2 Algas presentes

Se identificaron un total de ocho taxones, cinco hasta nivel de especie o categoría subespecífica, dos a nivel de género y un grupo funcional (Cuadro 3), no se contemplan en el cuadro algas epífitas como *Sphacelaria* sp. que se encontró ocasionalmente sobre otras macroalgas como *Sargassum liebmannii* y *Padina mexicana* var. *erecta*. Se obtuvieron 30 muestras de macroalgas bentónicas, de las que se preservaron un total de 13 morfotipos recolectados en las dos primeras salidas; en el anexo 2 se agregaron los morfotipos de las especies para que sea un apoyo para la identificación. Debido a que dos morfotipos de macroalgas en los que se encontraron babosas marinas por método directo, no se recolectaron en campo, sólo se categorizaron como alga verde. En la tercera salida no se encontraron morfotipos de macroalga bentónicas en toda el área de estudio.

Cuadro 3. Especies de macroalgas bentónicas a las cuales se asociaron las babosas marinas.

Phylum (Tipo)	Clase	Familia	Género	Especie
Rhodophyta (Algas rojas)	Florideophyceae	Gracilariaceae	<i>Gracilaria</i>	<i>Gracilaria</i> sp.
		Lithophyllaceae	<i>Amphiroa</i>	<i>Amphiroa</i> cf. <i>beauvoisii</i> J.V.Lamouroux 1816: 299
Ochrophyta (Algas pardas/cafés)	Phaeophyceae	Sargassaceae	<i>Sargassum</i>	<i>Sargassum</i> sp. <i>Sargassum liebmannii</i> J.Agardh 1847: 8
		Dictyotaceae	<i>Padina</i>	<i>Padina durvillei</i> Bory 1827: 591
				<i>Padina mexicana</i> var. <i>erecta</i> Avila-Ortiz 2003: 69
Chlorophyta (Algas verdes)	Ulvophyceae	Caulerpáceae	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>uvifera</i> (C. Ag) J.Ag 1873: 35
				Alga verde

Dos de dichas especies corresponden a Rhodophyta (25%) con una abundancia de dos organismos (13%), cuatro a Ochrophyta (50%) con una abundancia de 10 organismos (67%) y dos a Chlorophyta (25%) con una abundancia de tres organismos (20%) (Fig. 6). Las familias mejor representadas fueron Sargassaceae y Dictyotaceae con dos especies cada una y con abundancias de tres y siete organismos respectivamente (Cuadro 3).

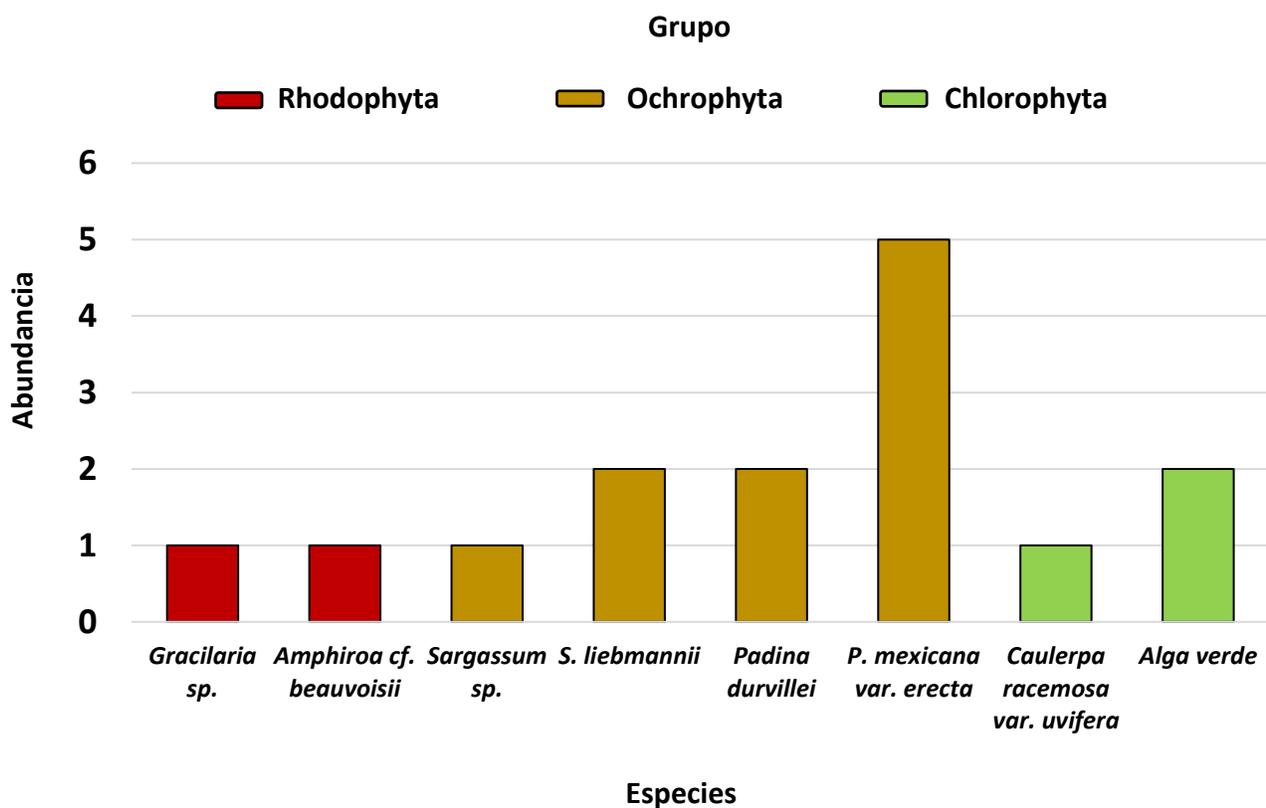


Figura 6. Abundancia de algas y grupo taxonómico, en donde se encontraron babosas marinas en la localidad de Cuastecomates en el año 2017.

Por lo tanto, el mayor número de macroalgas bentónicas que se hallaron asociadas a babosas marinas pertenecen al grupo Ochrophyta, tanto en riqueza (4 especies) como en abundancia (10 organismos).

7.3 Comunidad de babosas marinas

En la comunidad de babosas marinas de Cuastecomates se encontró una riqueza específica (S) de 26 especies y una abundancia total de 108 organismos, la mayoría de las especies presentó menos de cinco organismos y, más de la mitad presentó abundancias de un solo organismo. El 57.6% tuvo abundancias relativas menores al 1%, las especies con mayor abundancia relativa fueron *P. lascrucensis* con 41.7%, *P. padinae* con 15.7% y *E. diomedea* con 7.4% (Fig. 7). Estas tres especies representan el 64.8% de todos los organismos registrados.

La familia Aplysiidae es la mejor representada en cuanto a riqueza, con las especies; *A. cedrosensis*, *A. hooveri*, *P. padinae*, *S. rickettsi* y *Aplysia* sp. que solo se logró identificar a nivel de género. Seguida por la familia Facelinidae con cuatro especies y las familias Aeolidiidae, Chromodorididae y Dendrodorididae con dos cada una. El 68.75% de las familias están representadas por una especie. Las familias mejor representadas en abundancia relativa fueron: Facelinidae (48.1%), Aplysiidae (21.3%), Plakobranchidae (7.4%) y Dendronotidae (4.6%). Las familias que presentaron un solo organismo fueron: Tylodinidae, Limapontiidae, Aglajidae, Cadlinidae, Discodorididae, Dotidae, Samlidae y Pleurobranchidae.

Abundancia de especies

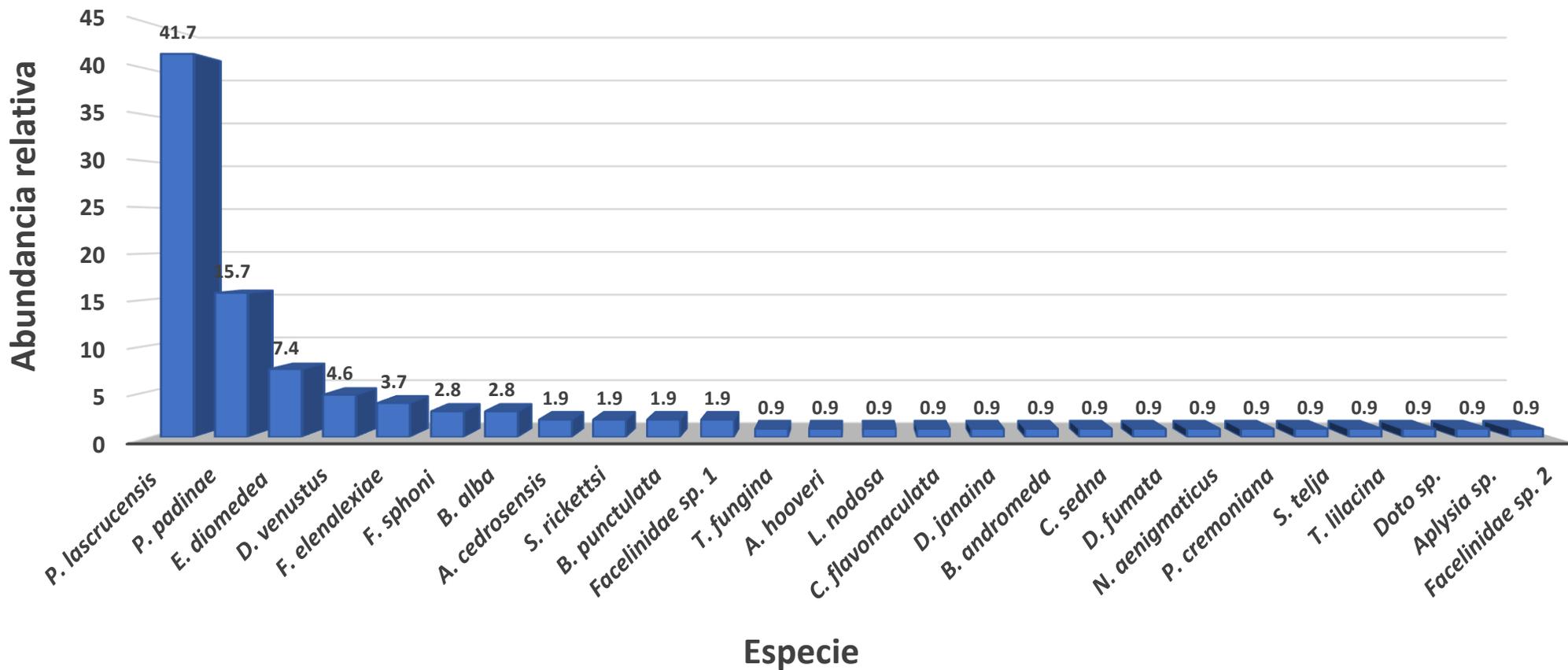


Figura 7. Abundancia relativa de cada especie, ordenada de mayor a menor, recolectadas en Cuastecomates en 2017-2018.

En cuanto a riqueza por orden taxonómico, hay una notable diferencia de Nudibranchia con 15 especies, seguida por el orden Anaspidea con cinco, Sacoglossa y Cephalaspidea tuvieron dos especies cada uno y, finalmente Umbraculida y Pleurobranchomorpha registraron solo una especie (Fig. 8). Las abundancias relativas por orden quedaron representadas de la siguiente manera; Nudibranchia (65.7%), Anaspidea (21.3%), Sacoglossa (8.3%), Cephalaspidea (2.8%), Umbraculida y Pleurobranchomorpha (0.9%).

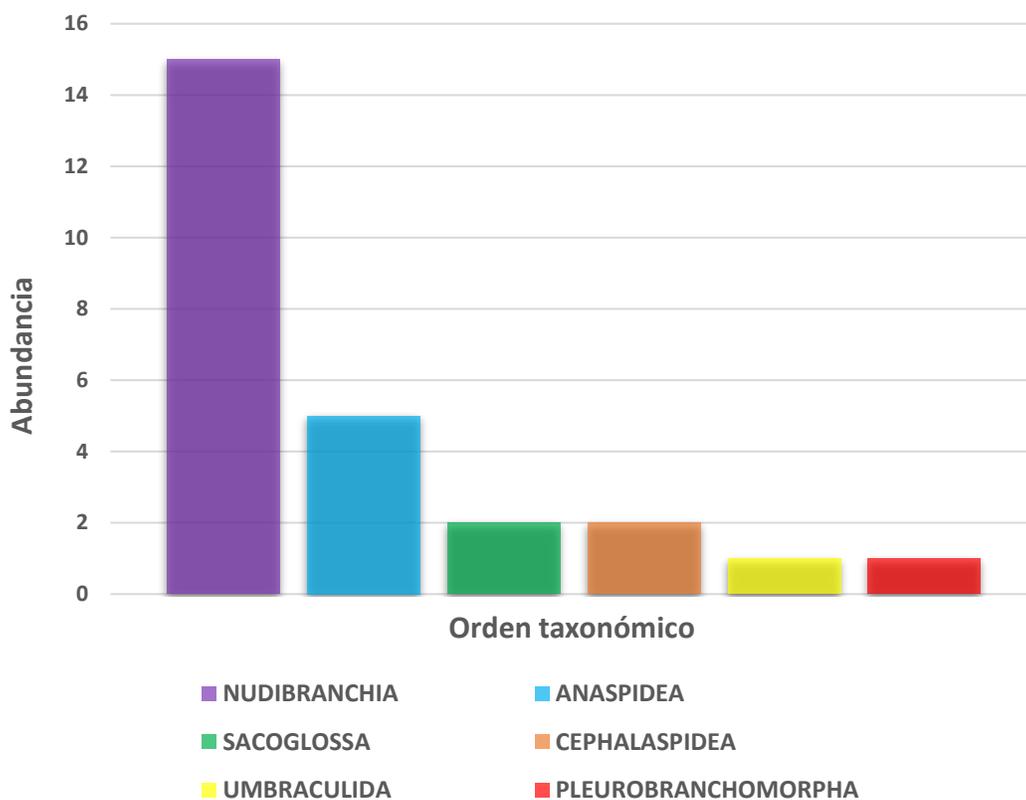


Figura 8. Riqueza de especies de babosas marinas por orden taxonómico, de mayor a menor. Cuastecomates en 2017-2018.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') fue de 3.30 bits/ind., a su vez, la estimación de diversidad máxima (H' max) obtenida fue de 4.75 bits/ind. El índice de equidad de Pielou (J') dio un valor de 0.69, esto debido a que hubo poca abundancia de algunos organismos (menores al

1%) y gran abundancia de otros (hasta del 41%), por lo que este valor se encuentra más cerca del 1 que del 0, lo cual indica que un mayor porcentaje de las especies muestran abundancias parecidas, como se mostró en la figura 7. La dominancia de Simpson (D) resultó en un valor de 0.79; las especies dominantes fueron: *P. lascrucensis*, *P. padinae* y *E. diomedea* (Cuadro 4).

Cuadro 4. Parámetros ecológicos: diversidad de Shannon-Wiener (H' , bits/ind), diversidad máxima (H' max, bits/ind), equidad de Pielou (J') y dominancia de Simpson (D), por tipo de sustrato (alga y roca) y general para la localidad de Cuastecomates.

Parámetro	Alga	Roca	General
<i>H'</i> (bits/ind)	1.40	1.97	3.3
<i>H'</i> max (bits/ind)	3	4.45	4.75
<i>J'</i>	0.46	0.44	0.69
D	0.60	0.68	0.79

La curva de acumulación de especies de babosas marinas, para ambos métodos de muestreo, no mostró tendencia de acercarse al valor máximo de riqueza (alcanzar la asíntota), ni con los intervalos de confianza. La tasa en la que se encontraron nuevas especies fue mayor con el método directo en comparación con el método indirecto, a pesar de que el último método mencionado tuvo mayores unidades de muestreo (Fig. 9).

Curva de acumulación de especies

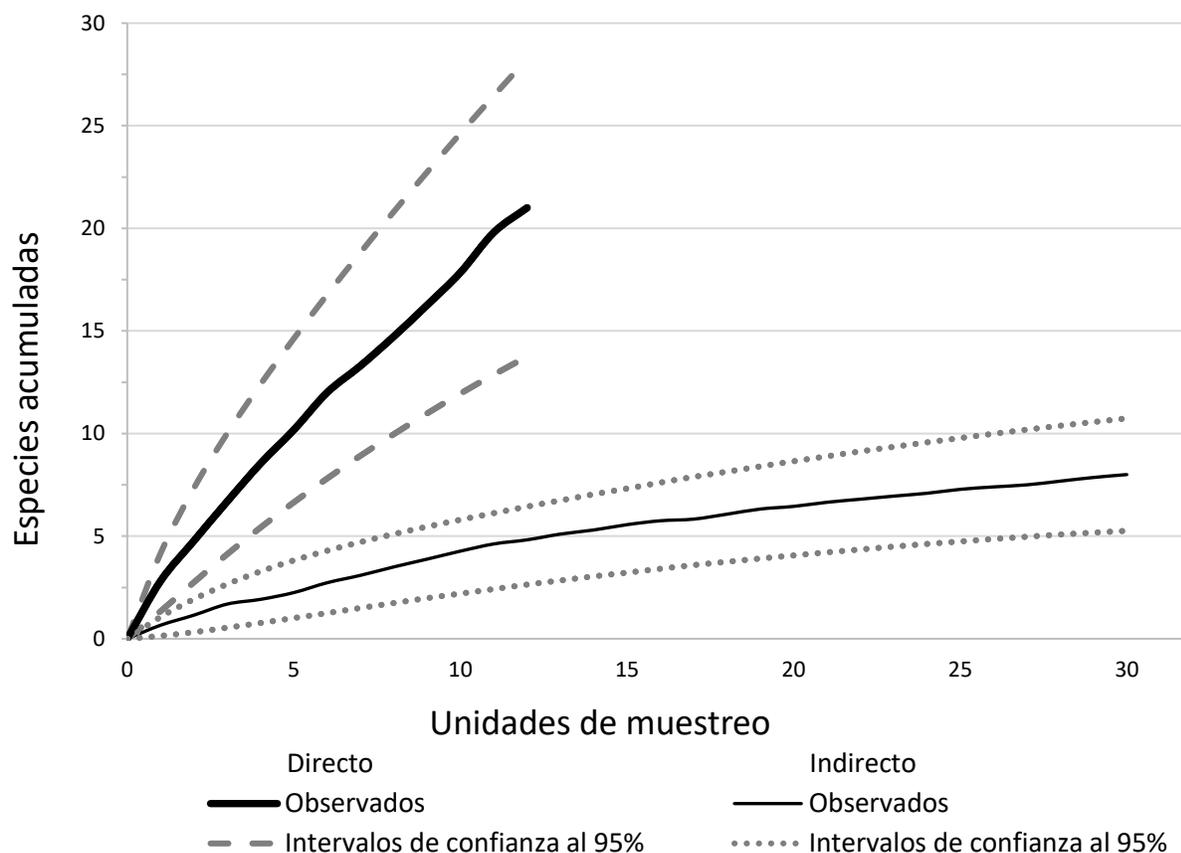


Figura 9. Curva de acumulación de especies con los datos observados e intervalos de confianza estimados al 95%. UM=Unidad de Muestreo.

7.4 Diferencias de diversidad entre sustratos

7.4.1 Riqueza y abundancia de babosas marinas entre sustratos

En el sustrato alga se encontraron 28 organismos, ocho especies, siete géneros, cinco familias y cuatro órdenes, mientras que en el sustrato roca se obtuvieron 80 organismos, 21 especies, 18 géneros, 15 familias y seis órdenes.

La mayoría de los organismos registrados en el sustrato roca son carnívoros; de manera contraria, los organismos que son herbívoros se registraron con mayor frecuencia en el sustrato alga (Cuadro 5). De manera general, las especies se encontraron en un solo tipo de sustrato, únicamente *P. lascrucensis*, *E. diomedea* y *A. cedrosensis* estuvieron presentes en ambos sustratos.

Cuadro 5. Abundancia absoluta (abundancia relativa %) de las especies de babosas marinas encontradas en cada sustrato en Cuastecomates en 2017-2018, así como su tipo de alimentación (Australian Museum, s. f.; Behrens y Hermosillo, 2005; Camacho-García *et al.*, 2005; Hermosillo *et al.*, 2006).

Especie	Alga	Roca	Alimentación
<i>P. lascrucensis</i>	1 (0.9)	44 (40.7)	Carnívoro
<i>P. padinae</i>	17 (15.7)	0 (0)	Herbívoro
<i>E. diomedea</i>	3 (2.7)	5 (4.6)	Herbívoro
<i>D. venustus</i>	0 (0)	5 (4.6)	Carnívoro
<i>F. elenalexiae</i>	0 (0)	4 (3.7)	Carnívoro
<i>F. sphoni</i>	0 (0)	3 (2.7)	Carnívoro
<i>B. alba</i>	0 (0)	3 (2.7)	Carnívoro
Facelinidae sp. 1	0 (0)	2 (1.8)	Carnívoro
<i>S. rickettsi</i>	2 (1.8)	0 (0)	Herbívoro
<i>B. punctulata</i>	2 (1.8)	0 (0)	Herbívoro
<i>L. nodosa</i>	1 (0.9)	0 (0)	Carnívoro
<i>A. hooveri</i>	1 (0.9)	0 (0)	Herbívoro
<i>A. cedrosensis</i>	1 (0.9)	1 (0.9)	Herbívoro
<i>T. fungina</i>	0 (0)	1 (0.9)	Carnívoro
<i>C. flavomaculata</i>	0 (0)	1 (0.9)	Carnívoro
<i>D. janaina</i>	0 (0)	1 (0.9)	Carnívoro
<i>B. andromeda</i>	0 (0)	1 (0.9)	Carnívoro
<i>C. sedna</i>	0 (0)	1 (0.9)	Carnívoro
<i>D. fumata</i>	0 (0)	1 (0.9)	Carnívoro
<i>N. aenigmaticus</i>	0 (0)	1 (0.9)	Carnívoro
<i>P. cremoniana</i>	0 (0)	1 (0.9)	Herbívoro
<i>S. telja</i>	0 (0)	1 (0.9)	Carnívoro
<i>T. lilacina</i>	0 (0)	1 (0.9)	Carnívoro
<i>Doto</i> sp.	0 (0)	1 (0.9)	Carnívoro
<i>Aplysia</i> sp.	0 (0)	1 (0.9)	Herbívoro
Facelinidae sp. 2	0 (0)	1 (0.9)	Carnívoro
Total:	28 (25.9)	80 (74.1)	

El sustrato roca mostró mayor diversidad de babosas marinas, con una riqueza de 21 especies que representan el 81% de lo registrado, mientras que en el sustrato alga fueron 8 especies (31%) (Fig. 10). Asimismo en el sustrato roca se registraron 80 organismos, que equivale al 74% y, en alga, sólo 28 organismos que corresponde al 26%.

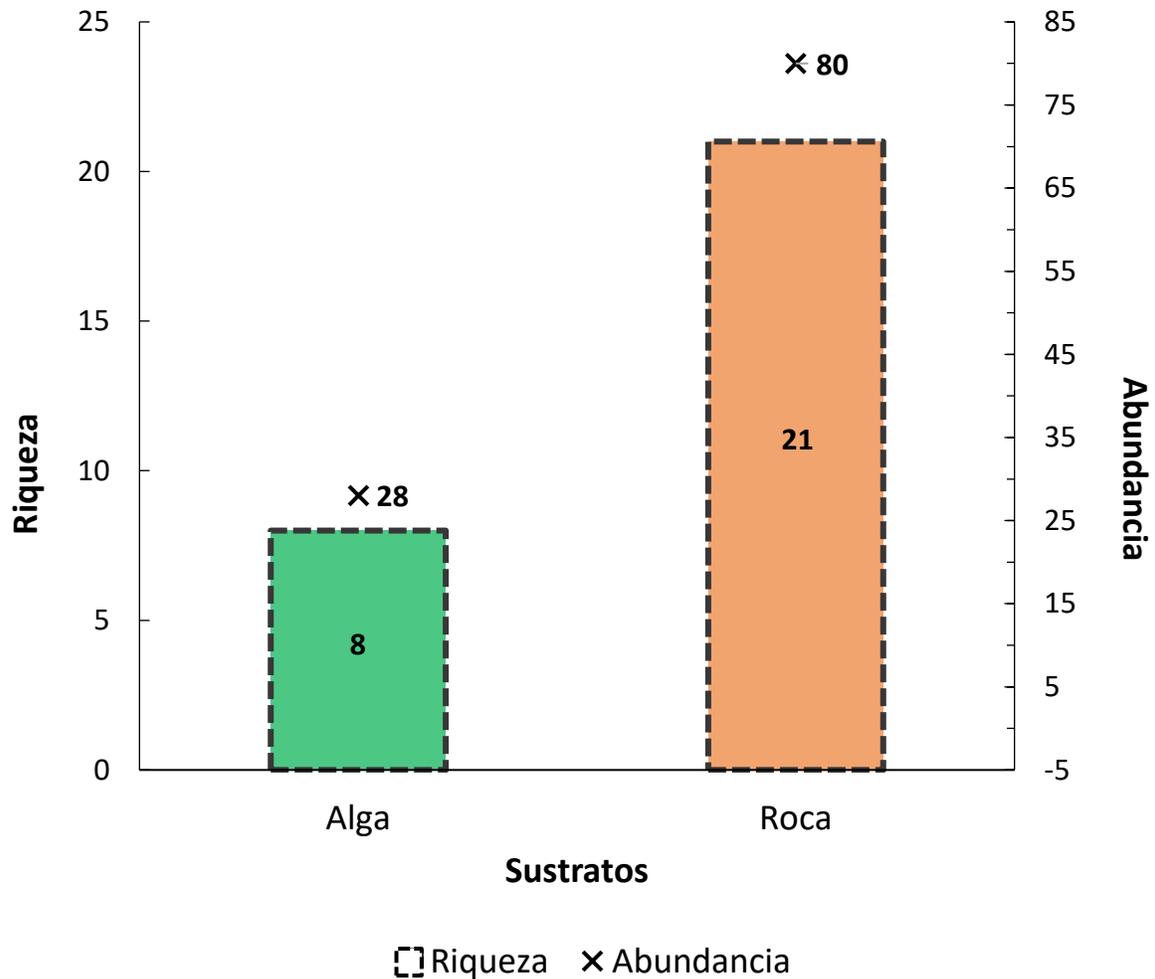


Figura 10. Riqueza y abundancias totales de babosas marinas por tipo de sustrato, en Cuastecomates en 2017-2018.

Una mayor representación de familias se encontró en el sustrato roca (15 familias: 93.7%), la familia con mayor riqueza y abundancia fue Facelinidae con cuatro especies y 51 organismos (47.2%). Mientras que en el sustrato alga se registraron solo cinco familias (31.25%):

Plakobranchidae, Bullidae, Aeolidiidae, Facelinidae y Aplysiidae, esta última fue la que presentó mayor riqueza con cuatro especies y mayor abundancia con 21 organismos (19.4%).

El orden Nudibranchia tuvo la mayor riqueza en el sustrato roca con 14 especies, mientras que, en el sustrato alga, Anaspidea fue el orden con más riqueza porque presentó cuatro especies. En el sustrato roca, la abundancia relativa del orden Nudibranchia fue de 63.9%, en contraste, el siguiente grupo más abundante fue Sacoglossa que tuvo únicamente 5.6% de las abundancias totales. En el sustrato alga, el orden Anaspidea mostró la mayor abundancia relativa (19.4%), Sacoglossa registró una abundancia de 2.8% en este sustrato (Fig. 11).

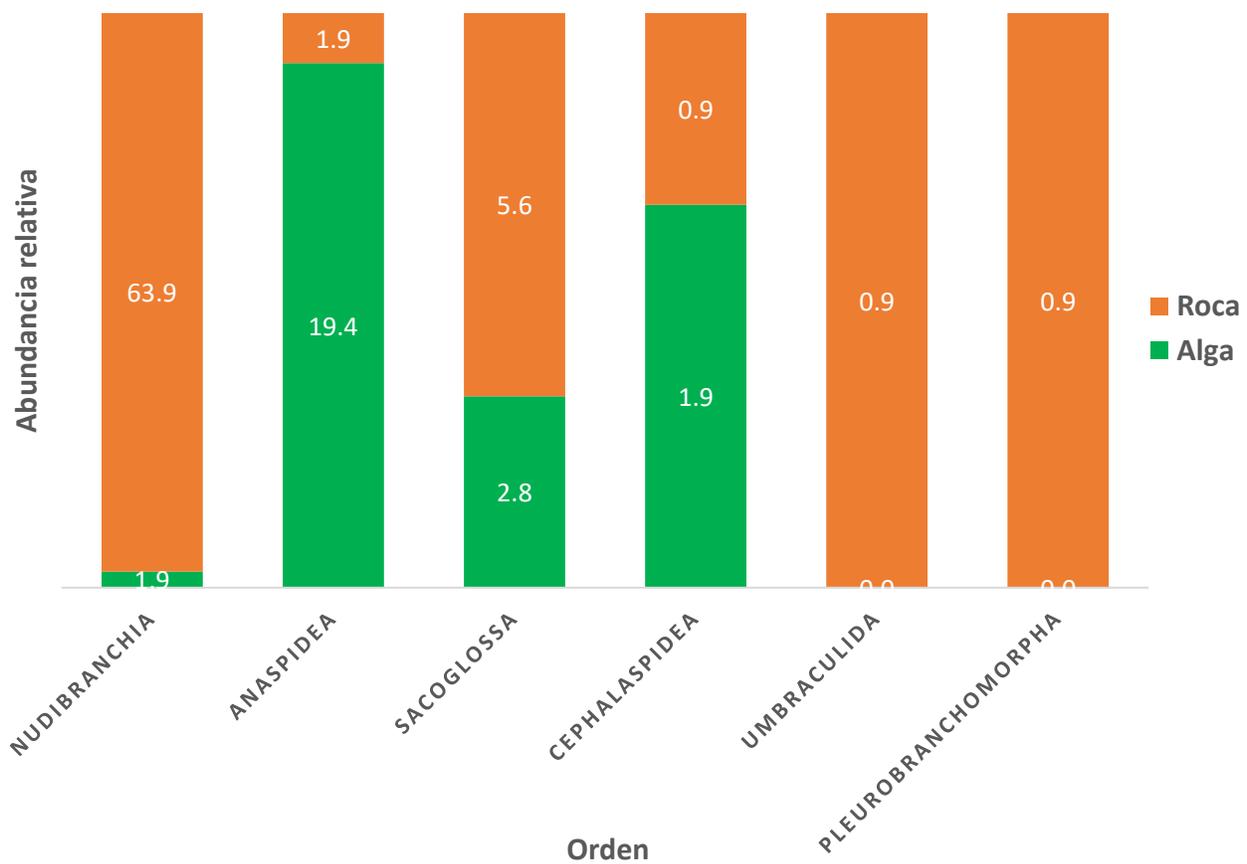


Figura 11. Abundancia relativa de babosas marinas en cada sustrato por orden taxonómico en Cuastecomates en 2017-2018. Sacoglossa es un superorden.

7.4.2 Índices de diversidad en sustrato roca y alga

Los valores del índice de Shannon-Wiener (H') fueron menores a 2 para ambos sustratos, y la estimación de la diversidad máxima ($H' \text{ max}$) para los dos sustratos resultó ser alta (≥ 3) (Cuadro 4). Por otro lado, la equidad de Pielou (J') es parecida entre sustratos; 0.46 (alga) y 0.44 (roca), por lo que en ambos sustratos no todas las especies encontradas son igualmente abundantes. La dominancia de Simpson (D) fue de 0.60 para algas y de 0.68 para rocas; como se había mostrado anteriormente, hay cierta dominancia de algunas especies en cada sustrato: *P. lascrucensis* en el sustrato roca (55%) y de *P. padinae* en el sustrato alga (61%).

7.4.3 Diferencias de diversidad en el sustrato alga

El alga *P. mexicana* var. *erecta* mostró la mayor diversidad asociada a un sustrato, en ella se encontraron cuatro especies de babosas marinas: *B. punctulata*, *P. padinae*, *E. diomedea* y *S. rickettsi*, además de una abundancia total de 14 individuos (Cuadro 6). En *C. racemosa* var. *uvifera* y el morfotipo alga verde se encontraron dos especies de babosas marinas en cada una, en las demás algas solo se les relacionó con una especie. El alga *P. durvillei* presentó cuatro organismos, seguido por *S. cf. liebmannii* con una abundancia de tres, *C. racemosa* var. *uvifera* y el morfotipo alga verde tuvieron dos individuos cada uno; en el resto de las algas solo se halló un ejemplar de babosa marina.

Cuadro 6. Especies de algas y las respectivas babosas marinas que se les encontraron asociadas, en Cuastecomates en 2017-2018. Rho = Rhodophyta, Och = Ochrophyta, Chl = Chlorophyta.

Tipo	Alga	Babosa marina	Organismos
Rho	<i>Gracilaria</i> sp.	<i>L. nodosa</i>	1
Rho	<i>A. cf. beauvoisii</i>	<i>A. cedrosensis</i>	1
Och	<i>Sargassum</i> sp.	<i>P. padinae</i>	1
Och	<i>S. cf. liebmannii</i>	<i>P. padinae</i>	3
Och	<i>P. durvillei</i>	<i>P. padinae</i>	4
Och	<i>P. mexicana</i> var. <i>erecta</i>	<i>B. punctulata</i>	1
		<i>P. padinae</i>	9
		<i>E. diomedea</i>	2
		<i>S. rickettsi</i>	2
Chl	<i>C. racemosa</i> var. <i>uvifera</i>	<i>B. punctulata</i>	1
		<i>A. hooveri</i>	1
Chl	Alga verde	<i>E. diomedea</i>	1
		<i>P. lascrucensis</i>	1
Total:	8	8	28

Por su parte, la babosa marina *P. padinae* presentó una mayor abundancia en este sustrato y estuvo presente en cuatro especies de algas, seguida por *B. punctulata* y *E. diomedea*, que se encontraron en dos especies de algas cada una, el resto de las babosas marinas solo se hallaron en una especie de alga. En total, en el sustrato alga se encontraron ocho especies de babosas marinas relacionadas con ocho especies de algas.

En los grupos taxonómicos, la riqueza se compartió entre Ochrophyta y Chlorophyta con cuatro especies de babosas marinas halladas en estos grupos (80%) y dos especies en el grupo de Rhodophyta (20%). Sin embargo, en abundancia se notó una diferencia mayor en Ochrophyta, con 22 organismos registrados en este grupo; Chlorophyta presentó una abundancia de cuatro ejemplares y, finalmente, Rhodophyta tuvieron dos ejemplares de babosas marinas (Fig. 12).

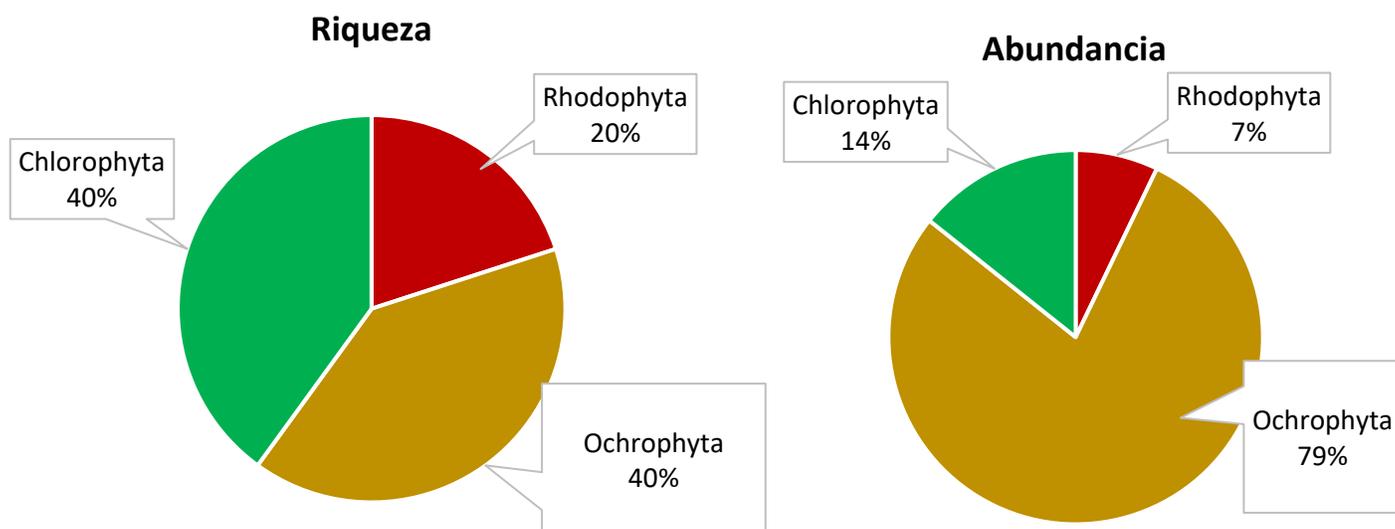


Figura 12. Riqueza y abundancia relativa de babosas marinas por grupo taxonómico de algas, en Cuastecomates en 2017-2018.

7.5 Descripción de los ensamblajes

La composición de especies por tipo de sustrato, que se obtuvo mediante el PCO con los datos del método directo, muestra un agrupamiento parcial por la similitud entre muestras (Fig. 13). El 76.7% de la variación total fue explicado por los primeros dos componentes, con la mayor parte de esta variación explicada por el eje horizontal (PCO1 53.9%). Los vectores en el gráfico nos muestran la mayor contribución que tuvieron *P. lascrucensis* y *E. diomedea* con las muestras de roca. El PERMANOVA indicó que las diferencias entre ambos sustratos son significativas (Pseudo- $F_{(19)} = 3.551$, $p < 0.05$).

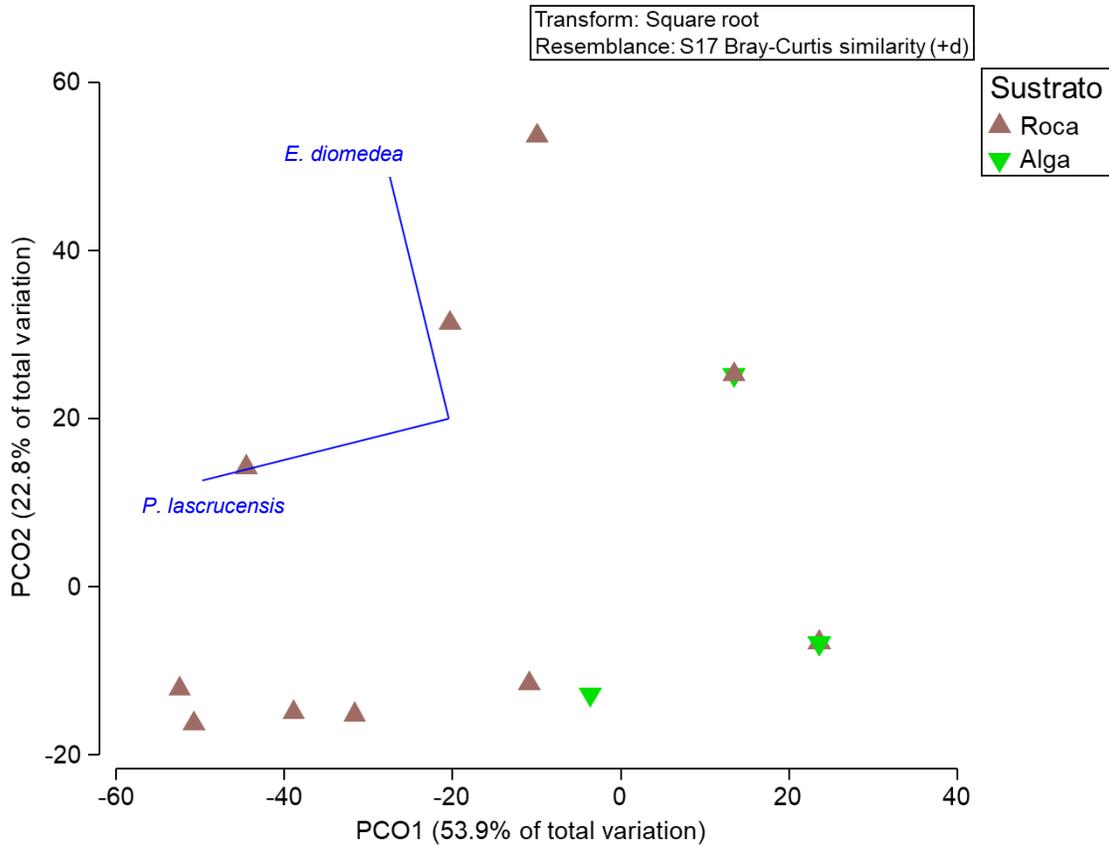


Figura 13. Análisis de coordenadas principales (PCO) de la composición de babosas marinas observadas con el método directo en dos sustratos encontrados: roca y alga, en Cuastecomates en 2017-2018.

Por otro lado, el PCO con los datos del método indirecto se encuentra en la figura 14, considerando los distintos géneros de algas. En este caso, el gráfico explica el 63.2% de la variación y, de igual forma, la mayor parte está explicada por el eje horizontal (PCO1 44.7%). Los agrupamientos de sustratos (diferentes géneros de algas) no permiten diferenciarse claramente en algunos casos. El PERMANOVA indicó que estas diferencias no son significativas (Pseudo- $F_{(8)} = 2.189, p > 0.05$). Los vectores de las especies revelan un vínculo de *P. padinae* con las algas Padina y Caulerpa, además de otros géneros y, *E. diomedea*, podría estar influenciada por Padina, Amphiroa, y Gracilaria.

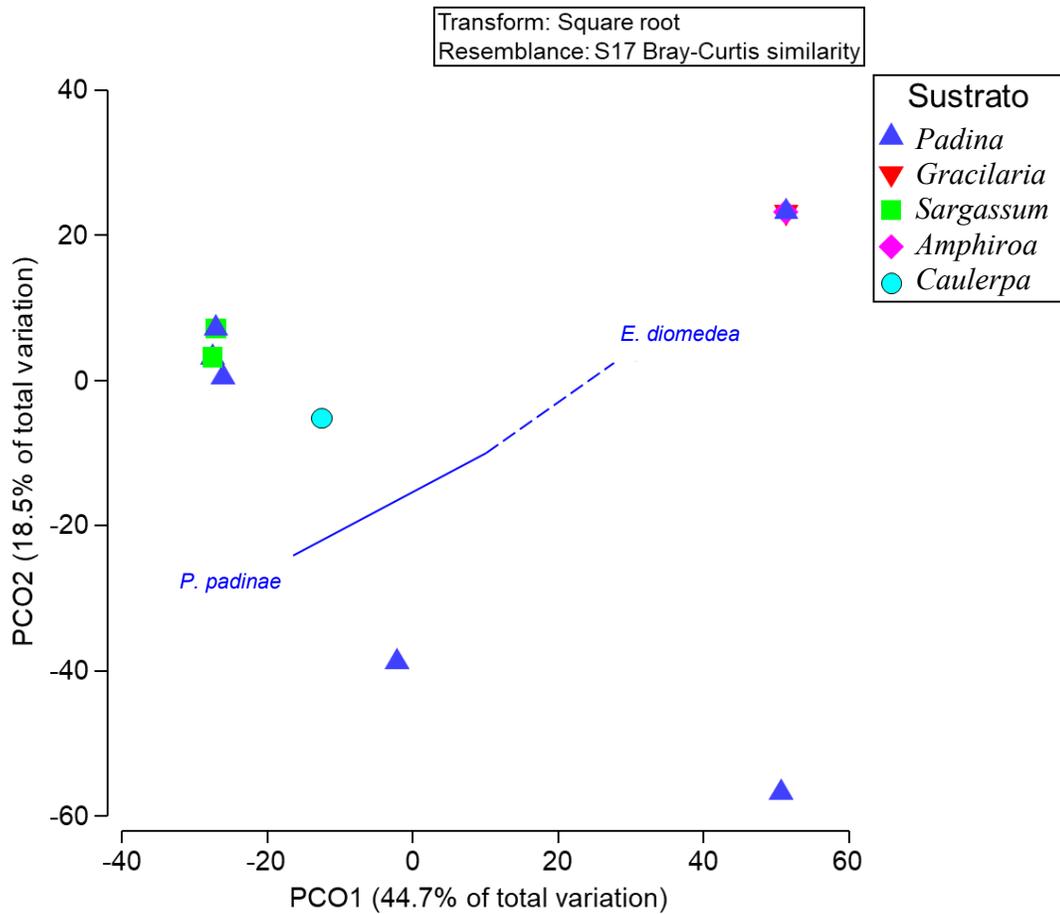


Figura 14. Análisis de coordenadas principales (PCO) de la composición de babosas marinas observadas con el método indirecto de muestreo en los sustratos encontrados (géneros de algas), en Cuastecomates en 2017-2018. La línea punteada se incluyó para diferenciar mejor los vectores.

8. DISCUSIÓN

8.1 Especies de babosas marinas de la bahía de Cuastecomates

Este estudio da a conocer la diversidad alfa de Cuastecomates, 25 de las 26 especies aquí reportadas son nuevos registros para esta localidad. Los géneros, las familias y los órdenes contenidos en este estudio se comparten con lo registrado previamente para esta región del Pacífico en estudios taxonómicos enfocados en este grupo de moluscos (Behrens, 1991; Behrens y

Hermosillo, 2005; Camacho-García *et al.*, 2005; Hermosillo *et al.*, 2006). Este trabajo contribuye al conocimiento regional y local de estos organismos, y aporta nuevos intervalos de distribución.

Además, se añadieron dos nuevos registros para Jalisco, por lo que se incrementa el inventario de moluscos heterobranquios: *C. flavomaculata*, que solo se había registrado para Baja California (Angulo-Campillo, 2003) y recientemente para Guerrero (Flores-Rodríguez *et al.*, 2017), lo que significa el segundo registro para la región del PTM. *Dendronotus venustus* se registra por primera vez para México, que tiene registros previos para la región nororiental del Pacífico solo desde Alaska hasta California (Marcus, 1961; Stout *et al.*, 2010), por lo que se amplía su área de distribución hacia el sureste; esta especie es considerada una especie de aguas frías y templadas, por lo que es su primer registro en aguas tropicales.

8.2 Registro de macroalgas

8.2.1 Macroalgas bentónicas reportadas en Cuastecomates

Respecto a las macroalgas bentónicas en las cuales se encontraron asociadas las babosas marinas, las familias y géneros aquí registrados coincide con lo reportado por Mendoza-González y colaboradores (2011), además estos autores demostraron que la diversidad de ficoflora de la costa sur de Jalisco es similar a la de otros estados de la región como Colima, Guerrero y Oaxaca, que forman parte del PTM. En cuanto a las especies, ya se tenían reportes de estas para la localidad de Cuastecomates (Águila, 1995; Mendoza-González *et al.*, 2011; Pedroche *et al.*, 2005; Pedroche *et al.*, 2008) a excepción del género *Padina*, del cual no se encontraron registros exactos de la especie para esta localidad, pero sí para sitios cercanos como Melaque y Barra de Navidad (Enciso-Padilla, 2013).

En gran parte de los estudios sobre algas marinas del Pacífico se observa una considerable riqueza en el grupo de las algas rojas (Avila-Ortiz y Pedroche, 2005; Carmona *et al.*, 2004; León *et al.*, 2007; Pedroche y Senties, 2020; Pedroche *et al.*, 2005; Pedroche *et al.*, 2008), en el presente estudio las algas pardas fueron las que presentaron mayor riqueza específica. Aunque este no fue un estudio enfocado en la ficoflora, no se debe pasar por alto que en las últimas fechas de estudio correspondientes a la salida del 16 y 17 de marzo (2018) no se encontró ninguna macroalga conspicua (ver 8.2.2), por lo que este sesgo repercutió en la variación de diversidad en los grupos taxonómicos.

El análisis de los ciclos de vida de las babosas marinas ayudaría a explicar cómo esta ausencia de macroalgas bentónicas afecta las poblaciones. Krug (2009) menciona que la presencia de las algas (señales químicas) que usan de alimento es importante para el establecimiento de las larvas. Por lo que no se descarta la posibilidad de que las babosas marinas dependientes de la existencia de macroalgas, estuvieran presentes en algún estado larvario pero no tuvieron las señales adecuadas para establecerse y, por ello, no se encontraron en este estudio. Las babosas marinas tienen un amplio potencial adaptativo ante condiciones ambientales impredecibles, ya que pueden impulsar cambios en sus ciclos de vida como variar las características de la descendencia (estrategias de cobertura de las puestas, tamaño y propiedades del huevo, tasa de desarrollo, tiempo de metamorfosis, elección del hábitat) y, de esta forma, disminuir la mortandad reproductiva (Clark, 1994; Krug, 2009).

8.2.2 Sesgo en el muestreo de macroalgas

Para explicar la ausencia de macroalgas conspicuas en toda la zona de estudio en la tercera salida a campo, quizá se tienen que contemplar eventos con gran impacto en el ambiente, como

tormentas, huracanes, mar de fondo, florecimientos algales nocivos (FAN) o El Niño Oscilación del Sur (ENOS); aunque de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional (2018) la temporada de ciclones tropicales para el océano Pacífico inició posteriormente a los días de esta investigación.

El mar de fondo, fenómeno que sucede en las costas del Pacífico y que puede ocurrir durante todo el año, genera una perturbación en el mar por la acción de tormentas marinas generadas a varios kilómetros de distancia que, al viajar en varias direcciones, provoca que se remuevan y mezclen los ecosistemas marinos (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2016). Este tipo de evento ha mostrado gran afectación en las comunidades marinas, al cambiar la composición de especies y la distribución de sustratos (Sant *et al.*, 2004), por lo que un suceso de este tipo podría explicar la ausencia de algas.

Los FAN o mareas rojas son ocasionados por microalgas, que al tener un crecimiento exponencial repentino tienen efectos nocivos en el ambiente (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, 2017). Se han registrado devastaciones importantes de organismos marinos (algas, invertebrados y peces) tras el paso de una marea roja (Zetina-Ríos *et al.*, 2009). Medios locales de Jalisco reportaron alerta por marea roja en varias ciudades costeras el día 17 de marzo de 2018, fecha incluida en el último muestreo (Beltrán, 2018). A pesar de que dicha presencia de floración algal no fue catalogada como FAN, pudo tener un impacto en las comunidades y su medio, ya que las floraciones prolongadas pueden bloquear o reducir la luz solar que llega a la vegetación del lecho marino, lo que estresa o mata a las plantas, macroalgas y pastos marinos (Diersing, 2009). Por ello, un evento de marea roja no nociva representaría otra explicación ante la ausencia de macroalgas bentónicas en una de las salidas de recolecta de esta investigación.

Por su lado, ENOS agrupa dos fenómenos océano-atmosféricos del Pacífico tropical de grandes proporciones, El Niño (fase cálida) y La Niña (fase fría), que modifican temporalmente patrones climáticos a nivel global (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño [CIIFEN], s. f.). El fenómeno de La Niña 2017-2018 (CIIFEN, 2017_a, 2017_b, 2018) tuvo una intensidad considerada como débil y de breve duración, por lo que no se podría saber con exactitud hasta qué punto este fenómeno pudo afectar o no en la ausencia de macroalgas bentónicas.

Es notorio que la ausencia de macroalgas bentónicas durante el último muestreo pudo tener diferentes causas. Sumado a lo anterior, debe considerarse que el área de estudio fue la zona rocosa de la bahía, donde la fuerte influencia de agentes dinámicos como vientos, olas y mareas, pudieron impedir la fijación de esporas o cigotos de algunas especies de macroalgas limitadas por su morfología, que dependen de otras estructuras como rocas o corales para establecerse en el fondo marino (Ortegón-Aznar y Ávila-Mosqueda, 2020). En las zonas tropicales los ecosistemas costeros se ven afectados por factores impredecibles o fenómenos poco frecuentes, donde la estabilidad se relaciona con la variabilidad de numerosos agentes, destacándose los agentes climáticos, las condiciones meteorológicas, oceanográficas y ecológicas del área (Sant *et al.*, 2004).

La ausencia de macroalgas bentónicas, afectó el tipo de muestreo llevado a cabo, lo que incidió en el número de organismos que se hubiera esperado encontrar, como en el caso de *P. padinae*, *S. rickettsi*, *B. punctulata* o *E. diomedea*, incluso otras especies no registradas en este estudio. Todas estas consideraciones permiten inferir que factores desconocidos pueden estar involucrados en los cambios que sufren las comunidades marinas del área, no solo las macroalgas, sino también otros grupos relacionados como anémonas, esponjas, peces y por supuesto, babosas

marinas, por lo que trabajos como este son relevantes para poder monitorear la pérdida de la diversidad biológica.

8.3 Determinación de la estructura comunitaria

La riqueza de babosas marinas registrada en este trabajo para la playa de Cuastecomates en Jalisco es similar a la reportada en estudios anteriores sobre babosas marinas para el Pacífico mexicano (Angulo-Campillo, 2003; Flores-Rodríguez *et al.*, 2017; González-Romero, 2019; Hermosillo, 2006; Hermosillo y Behrens, 2005). En dichos estudios, el trabajo de campo fue realizado en más de una localidad y poseen un mayor número de muestreos. Por lo tanto, presentan una riqueza específica mayor, mientras que, si se toman en cuenta las localidades por separado, el número de especies es similar a las de esta tesis (26), en promedio se encuentran de 21 a 31 especies por localidad en los estudios citados previamente.

En una investigación más extensa realizada en Bahía de Banderas, la cual contó con 356 muestreos en diez localidades, duró 3 años y cubrió 115 km de línea de costa entre el sur de Nayarit y la costa norte de Jalisco, se registraron un total de 140 especies (Hermosillo, 2006). Si comparamos estos datos con los del presente trabajo, que cubrió aproximadamente 550 m de línea de costa, en una sola localidad y con seis muestreos, el número de especies encontradas representa un 18.5% de lo registrado por Hermosillo (2006), a pesar de esta diferencia la riqueza se halló dentro de los rangos promedios del Pacífico mexicano, como se describió anteriormente. En contraste, si se compara a nivel local con lo reportado por Esqueda y colaboradores (2000), el número de especies de babosas marinas obtenidas en esta tesis representa un 53% del total de 49

moluscos marinos registrados previamente para Cuastecomates, donde solo se había reportado la presencia de una babosa marina (*E. diomedea*).

Respecto a las investigaciones de babosas marinas dentro de la región del PTM, el 76.9% de las especies encontradas en esta tesis coinciden con las registradas para los estados de Jalisco-Nayarit (Hermosillo, 2006), 65.4% concuerdan con las de Guerrero y Oaxaca (Flores-Rodríguez *et al.*, 2017; González-Romero, 2019; Hermosillo y Behrens, 2005), el 53.8% de coincidencia con las especies de Colima (Hermosillo y Behrens, 2005) y el 42.3% con lo registrado en Michoacán (Hermosillo y Behrens, 2005). Dichos porcentajes reflejan una distribución compartida entre distintas especies de babosas marinas a lo largo del pacifico (Bertsch, 2010).

Por lo que se refiere a familias, el orden Anaspidea solo registró a Aplysiidae que presentó el mayor número de especies; por otra parte, el orden Nudibranchia que estuvo representado por nueve familias, de ellas, Facelinidae fue la segunda familia con mayor número de especies para Cuastecomates. Estos resultados contrastan con lo reportado previamente en cuanto a la riqueza por familia en el PTM, donde la mayor cantidad de especies reside en alguna familia del orden Nudibranchia (Flores-Rodríguez *et al.*, 2017; González-Romero, 2019; Hermosillo y Behrens, 2005), a excepción de lo reportado en Oaxaca donde la riqueza se compartía de igual forma entre Aplysiidae, Chromodorididae y Aeolidiidae. De igual forma, Aplysiidae y Facelinidae fueron las familias con mayores abundancias, esta última presentó el mayor número de organismos, lo que concuerda con los datos registrados para Jalisco, Nayarit y Guerrero, donde Facelinidae fue la familia de mayor abundancia (Flores-Rodríguez *et al.*, 2017; Hermosillo, 2006).

Los órdenes encontrados en Cuastecomates son los mismos registrados en estudios previos para la región del PTM, pero también para las ecorregiones marinas del Pacífico Sudcaliforniano,

el Golfo de California y el Pacífico Centroamericano (Angulo-Campillo, 2003; Camacho-García *et al.*, 2005; Hermosillo, 2004; Hermosillo y Behrens, 2005; Hermosillo *et al.*, 2006). Además, en este estudio como en otras investigaciones, el orden Nudibranchia es el mejor representado, tanto en riqueza de especies como en abundancia, así como también en el número de familias y de géneros (Angulo-Campillo, 2003; Flores-Rodríguez *et al.*, 2017; González-Romero, 2019; Hermosillo, 2006; Hermosillo y Behrens, 2005; Ríos-Jara, 2021).

En cuanto a los parámetros ecológicos obtenidos, respecto a diversidad de babosas marinas, Cuastecomates con 3.3 bits/ind. muestra valores similares a los obtenidos por Hermosillo (2006) en Bahía de Banderas. Solo tres de las diez localidades estudiadas entre Nayarit y Jalisco presentaron un valor del índice de Shannon-Wiener mayor al de este estudio, estas localidades son: Iguana con 3.48 bits/ind., Lindomar con 3.36 bits/ind. y Amarradero con 3.36 bits/ind., el resto de las localidades tiene una diversidad menor en comparación con la bahía de Cuastecomates. Valores entre 2 y 3 bits/ind. son estimados de una diversidad habitual, ni baja ni alta, el valor máximo de este índice es 5 bits/ind. (Krebs, 1999); en este caso la estimación indica que hay una alta diversidad de babosas marinas en la zona de estudio. Cabe señalar que el valor de diversidad máxima estimado para este estudio fue superior a los valores máximos de diversidad obtenidos por Hermosillo (2006) en las diez localidades de Bahía de Banderas, lo cual destaca el gran valor biológico de Cuastecomates.

Flores-Rodríguez y colaboradores (2012) describen que la riqueza de especies de moluscos marinos está asociada a la estabilidad del hábitat y a la intensidad del oleaje, lo que coincide con los datos reportados por Nybakken (1978) para babosas marinas; sitios de sustrato inestable y con menor intensidad de oleaje, presentan una mayor riqueza, mientras que los sitios con sustrato

estable y una alta intensidad de oleaje, muestran menor riqueza de especies. Si bien Cuastecomates no se ajusta totalmente a las características mencionadas por estos autores, no son las únicas que inciden en la diversidad. Como señala García-Méndez (2015), la heterogeneidad del hábitat también es un elemento crucial para explicar la diversidad de babosas marinas, de ahí que los diferentes sustratos contribuyan a establecer hábitats con mayor riqueza (Kelaheer, 2004); en este estudio se observó una variedad de macroalgas bentónicas así como un sustrato rocoso heterogéneo que aportan a la complejidad estructural de Cuastecomates.

Dentro de los estudios citados anteriormente, no es común encontrar el valor del índice de Pielou, ya que no en todas las investigaciones se busca reportar parámetros ecológicos o los índices utilizados varían. No obstante, si se compara con los estudios de moluscos marinos de la región del PTM (Esqueda, 1995; Flores-Rodríguez *et al.*, 2014; Torreblanca-Ramírez *et al.*, 2012; Zamorano *et al.*, 2008), los valores de equidad reportados se encuentran alrededor de $J > 0.60$, lo que se considera como de alta uniformidad para estas comunidades, que también sería el caso de Cuastecomates (Cuadro 4). Esto podría ser benéfico para la comunidad, ya que la mayor equidad favorece el reparto de los recursos y uso del medio o de los sustratos (Zamorano *et al.*, 2008).

En contraparte a la uniformidad, el índice de dominancia de Simpson está fuertemente influido por las especies dominantes; el valor de este índice es inverso a la equidad, los valores decrecen o aumentan según disminuya o aumente la diversidad (Magurran, 2004). *Phidiana lascrucensis*, *P. padinae* y *E. diomedea* fueron las especies más abundantes, con una frecuencia constante de registro, por lo que podrían ser las más importantes o de mayor impacto en la determinación de la estructura comunitaria, las que le dan soporte y estabilidad, de acuerdo con Nybakken (1978).

La comunidad de babosas marinas de la bahía de Cuastecomates se puede considerar diversa y de uniformidad estable, ya que más de la mitad de las especies son igualmente abundantes, esto, de acuerdo con Flores-Rodríguez y colaboradores (2014) es señal de una comunidad madura y estable. Y en esta relación dominancia-diversidad, pese a que hay dominancia por parte de algunas especies, la dominancia es baja y la diversidad alta.

A pesar de que estos datos demuestran el valor biológico que tiene Cuastecomates en cuanto a babosas marinas, la curva de acumulación de especies nos muestra que la asíntota estaría aún distante de los valores observados (Fig. 9), por lo que es probable que todavía existan especies aún no detectadas en la zona de estudio. Un mayor esfuerzo de recolecta por ambos métodos de muestreo permitiría que la curva de acumulación de especies se acercase más a la asíntota del gráfico. Debido a que no se pueden conjuntar las diferentes unidades de muestreo: directo (horas) e indirecto (volumen), es normal que el valor por separado sea más bajo de lo que se podría esperar si se realizara un análisis en conjunto. De acuerdo con Magurran (2004), los muestreos rara vez reflejan la riqueza total y, aunque aún faltan especies por registrar en la localidad estudiada en este trabajo, los registros proporcionados representan información relevante.

La estabilización en la curva de acumulación de especies no se pudo alcanzar, posiblemente porque faltó esfuerzo de muestreo; aumentar las horas de observación, obtener más muestras de macroalgas bentónicas, un mayor número de recolectores, aumentar el área de cobertura, más días de investigación o más salidas a campo, adicionarían información, pero los resultados presentados son una aportación considerable. En términos generales, se esperaría que a mayor esfuerzo de recolecta, mayor será el número de especies e individuos registrados (Hermosillo, 2006).

8.4 El impacto del tipo de sustrato en la determinación de la comunidad

En la comunidad de Cuastecomates se observa una clara diferencia en la distribución de babosas marinas por tipo de sustrato, en cuanto a riqueza y abundancia, donde los valores más altos se encuentran en el sustrato roca. Dicha variación en los sustratos se puede atribuir a los hábitos de alimentación de las babosas marinas y a sus diferentes adaptaciones (García-Méndez, 2015); además podría relacionarse a la ausencia de macroalgas bentónicas en uno de los muestreos.

Las especies que son carnívoras tienen mayor ocurrencia de elementos de presa durante todo el año, se pueden alimentar de anémonas, hidrozoos, esponjas, puestas de huevos, animales más pequeños e incluso de otras babosas marinas (Camacho-García *et al.*, 2005; Goddard *et al.*, 2011; Hermosillo *et al.*, 2006), todos estos recursos se pueden encontrar en el sustrato roca, por lo que es normal que al focalizar el esfuerzo de muestreo en este tipo de sustrato se hallen más organismos carnívoros.

Las especies herbívoras especialistas utilizan las macroalgas para alimentación y refugio, por lo que tienen limitantes físicas y biológicas (Clark, 1994; García-Méndez, 2015). Limitantes físicas porque algunos de estos organismos viven en las algas, y biológicas porque tienen una especialización radular que solo les permite alimentarse de cierto grupo de algas; así, si esta población de algas disminuye o desaparece, entonces desaparece su alimento y también su refugio (Baumgartner y Toth, 2014). Esto explicaría la ausencia de la babosa marina *P. padinae* en la última salida a campo, que hasta la cuarta fecha de muestreo era la especie con mayor abundancia, dado que su hábitat y alimentación residen en las algas de los géneros *Padina* y *Sargassum* (García-Méndez, 2015), esto resalta la importancia de registrar estas interacciones para formar una base sobre la cual poder estudiar estos fenómenos. Por ello, la disponibilidad de algas juega un papel

muy importante, ya que está ligada a la composición de babosas marinas y sus fluctuaciones afectan las poblaciones de herbívoros, que además podrían impactar, en cierto modo, los patrones de alimentación de los organismos carnívoros (Aguilar, 2012; Angulo-Campillo, 2003; García-Méndez, 2015; Nybakken, 1978).

Aunque en este estudio hubo especies registradas tanto en sustrato alga como en sustrato roca, la mayoría de las babosas marinas se encontraron solo en uno de esos tipos de sustratos, lo que coincide con sus hábitos reportados (Behrens y Hermosillo, 2005; Camacho-García *et al.*, 2005; Hermosillo *et al.*, 2006; Marcus, 1961). De acuerdo con García-Méndez (2015), la presencia de babosas marinas carnívoras en el sustrato alga se puede deber a la complejidad estructural que aportan las macroalgas bentónicas como *Padina* y *Sargassum* en los ecosistemas marinos, ya que sirven de hábitat y refugio para diversos organismos como peces, hidrozooos, esponjas, equinodermos, tunicados y briozoos (Dean y Connell, 1987; García-Méndez, 2015). Así mismo, la heterogeneidad del sustrato roca, puede albergar pastos marinos, tapetes algales, incrustaciones de algas coralinas, entre otros elementos, que permiten un mayor establecimiento de organismos que pueden funcionar como alimento para una gran variedad de babosas marinas, carnívoras y herbívoras (Goddard *et al.*, 2011; Hermosillo *et al.*, 2006).

En cuanto a las especies que se encontraron en ambos sustratos (Cuadro 5): *P. lascrucensis* es un organismo carnívoro generalista que se alimenta de hidrozooos y de otros eólidos (Behrens y Hermosillo, 2005; Hermosillo *et al.*, 2006), por lo que puede buscar alimento en diferentes tipos de sustratos. De *A. cedrosensis*, que solo registró un organismo en cada tipo de sustrato, se sabe poco de su preferencia alimenticia, pero algunas especies dentro de este orden se alimentan predominantemente de algas: Chlorophyta, Rhodophyta y Cyanophyta (Behrens y Hermosillo,

2005; García-Méndez, 2015; Hermosillo *et al.*, 2006), por lo que probablemente se trate de una especie herbívora generalista.

Elysia diomedea, que se presentó en ambos tipos de sustrato, es una especie que se alimenta de clorofitas, pero también de tapetes algales (que son generalmente multiespecíficos) y de cianobacterias (García-Méndez, 2015). Esta especie tiene la capacidad de retener cloroplastos funcionales dentro de su organismo durante seis semanas mediante el proceso conocido como cleptoplastía (Trench *et al.*, 1969). Debido a esta característica, su distribución no está restringida a las algas y le da una ventaja sobre otros herbívoros, ya que la energía proveniente de la fotosíntesis de los cloroplastos en su cuerpo, le permiten obtener nutrientes aun sin la presencia de alimento (Händeler *et al.*, 2009).

En este estudio, la mayor riqueza y abundancia de géneros y familias consideradas carnívoras se encontró en el sustrato rocoso, de ellas se destaca al grupo de los nudibranquios la mayoría de los cuales son carnívoros u omnívoros (Hermosillo *et al.*, 2006; Nybakken, 1978). La gran disposición de distintas fuentes de alimento facilita su supervivencia, por el contrario, la mayoría de los miembros de Anaspidea y Sacoglossa, que también tuvieron valores altos, tienen dietas alimenticias específicas (Hermosillo *et al.*, 2006; Nybakken, 1974).

Si bien las babosas marinas pueden mostrar afinidad por algún sustrato en específico, son diversos los factores que influyen en su relación con los sustratos, como: la alimentación, adaptaciones en su ciclo de vida, la búsqueda de refugio, sitios adecuados para la reproducción y desove (Nybakken, 1978; Sanvicente-Añorve *et al.*, 2012). Además, como se mostró en el cuadro 5, es probable que el sustrato esté relacionado con sus hábitos alimenticios.

En cuanto a los parámetros ecológicos (diversidad, equitatividad y dominancia) ambos sustratos presentaron valores similares (Cuadro 4). Tanto en el sustrato roca como en el sustrato alga, la diversidad encontrada es baja, si bien a nivel integral Cuastecomates mostró ser un lugar de alta diversidad; se puede afirmar que separar los tipos de muestreos por sustratos afecta el valor del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'). Por ejemplo, en la región del Pacífico Sudcaliforniano, el estudio de Angulo-Campillo (2003) con muestreos mensuales durante un año y en diferentes tipos de sustratos (rocas, algas, esponjas, corales, arena), reportó valores de diversidad total más bajos en las tres localidades estudiadas (<1.5 bits/ind) que los obtenidos en este estudio por cada sustrato. De manera similar, el estudio de García-Méndez (2015) en el que solo se contempla sustrato algal, mostró un promedio de diversidad de 1.19 bits/ind para las cuatro regiones examinadas y se encontraron 25 taxones de macroalgas a los que se asociaron babosas marinas, mayor a los ocho taxones de macroalgas de esta investigación. Por lo cual, la diversidad por sustratos para Cuastecomates se destaca de otras regiones.

A pesar de que no se evaluó estadísticamente, se notó que existe menor equitatividad de las comunidades en el sustrato roca y en el sustrato alga, en comparación a los valores obtenidos para toda la localidad. Se observó una dominancia marcada en cada sustrato, *P. lascrucensis* fue la especie dominante en el sustrato roca y *P. padinae* la dominante del sustrato alga. Nybakken (1978) reportó que la variación en la diversidad se relaciona más con el número de especies que con el número de individuos, pero que a su vez las especies raras no modifican significativamente los valores de diversidad en la comunidad.

La especie *P. mexicana* var. *erecta* es el primer registro en la bahía de Cuastecomates (Águila, 1995; Mendoza-González *et al.*, 2011; Pedroche *et al.*, 2005; Pedroche *et al.*, 2008) y tuvo

los valores más altos de riqueza y abundancia de babosas marinas. En esta investigación se obtuvieron nueve de las casi 50 especies de algas registradas en Cuastecomates (Águila, 1995; Mendoza-González *et al.*, 2011; Pedroche *et al.*, 2005; Pedroche *et al.*, 2008;), por lo que se esperaría encontrar todavía más babosas marinas asociadas a este sustrato.

El grupo Ochrophyta fue el mejor representado en este estudio, tanto en riqueza (50%) y abundancia (67%) de algas, como en riqueza (40%) y abundancia (79%) de babosas marinas, esto coincide con lo registrado por García-Méndez (2015) en el Pacífico de Costa Rica, donde las babosas marinas se asociaron principalmente a algas del grupo Ochrophyta.

8.5 Ensamblajes de la comunidad de babosas marinas con los sustratos

De acuerdo con los datos observados por el método directo, hay dos grandes ensamblajes de babosas marinas. Por lo que las variaciones entre estos dos sustratos no son producto del azar, sino que están influenciadas directamente por el tipo de sustrato y el nivel de relación que presenta con cada babosa marina. Estas variaciones pueden explicarse por los patrones de alimentación (generalistas-especialistas), por el ambiente o la estacionalidad (Flores-Rodríguez *et al.*, 2012; García-Méndez, 2015; Hermosillo, 2006; Nybakken, 1978; Sanvicente-Añorve *et al.*, 2012).

Phidiana lascrucensis fue una especie dominante en el sustrato roca, beneficiada de su dieta omnívora, a diferencia de otras especies con una dieta restringida (Behrens y Hermosillo, 2005; Hermosillo *et al.*, 2006). La otra especie que resultó determinante en el ensamblaje de la comunidad es *E. diomedea* que estuvo presente en ambos sustratos y que tiene cualidades, como la cleptoplastía, que le confieren ventajas sobre otros herbívoros (Händeler *et al.*, 2009; Trench *et al.*, 1969). Los datos de este trabajo permiten tener una perspectiva de cómo está conformada la

comunidad de babosas marinas en Cuastecomates y, de la forma en que se estaría determinando su relación con los sustratos.

Con los datos del método indirecto no es posible apreciar patrones claros de distribución dentro del sustrato algal; aunque se formaron ensamblajes con un pequeño número de especies, no resultaron significativos. Las asociaciones formadas no son concluyentes debido al bajo número de unidades de muestreo obtenidas en estos sustratos, por lo que sería un error afirmar o descartar si los ensamblajes formados entre babosas marinas y géneros de algas, son producto del azar o son debido a la dieta, a la búsqueda de refugio o debido a la reproducción (Dean y Connell, 1987; Nybakken, 1978; Steneck y Dethier, 1994). La inestabilidad que presenta el sustrato algal y las características oceanográficas de cada sitio, son proclives a mostrar cambios en los ensamblajes (García-Méndez, 2015; Nybakken, 1978).

Phyllaplysia padinae y *E. diomedea* fueron las especies clave en los ensamblajes de esta comunidad de algas, de igual forma ya se había mencionado la condición dominante que presentó *P. padinae* en el sustrato alga al ser un herbívoro generalista y, nuevamente *E. diomedea* muestra ser una especie importante en la determinación de ensamblajes, pero ahora para el sustrato algal. Además, se presentaron tres tendencias alimenticias con relación a las asociaciones de babosas marinas con el sustrato algal: herbívoros especialistas, herbívoros generalistas y carnívoros ocasionales. La descripción y profundización de estas asociaciones se detalla a continuación.

Elysia diomedea ha mostrado ser una especie altamente generalista que consume algas verdes, aunque hay más posibilidades de que se encuentre asociada con algas del género *Padina*, *Caulerpa*, *Ulva* y *Halimeda*, o en los tapetes de algas-cianobacterias (García-Méndez, 2015;

González-Romero, 2019; Hermosillo, 2006). En el presente estudio, esta especie se encontró en *P. mexicana* var. *erecta* y en el morfotipo de alga verde, lo que coincide con la literatura citada.

Las babosas marinas se pueden encontrar asociadas a diversos tipos de sustratos, dependiendo del grupo. Por ejemplo, los Anaspídeos suelen habitar pastos marinos, corales, rocas, arenas y macroalgas, pero en general, muestran preferencia por los sustratos estrechamente asociados con su alimentación, como algas de los grupos Chlorophyta, Rhodophyta y Cyanophyta (Carefoot, 1987; García-Méndez, 2015; Hermosillo *et al.*, 2006). Sin embargo, sus hábitos de herbívoros generalistas hacen que rara vez su alimentación sea restringida a un alga en específico, por lo que es poco probable que influya en su selección de hábitat; aunado a la capacidad de nado que tienen varias especies, poseen la facultad para buscar nuevos entornos en condiciones adversas (Carefoot, 1987; García-Méndez, 2015). Entre otros factores que contribuyen en la selección de sustratos por parte de las especies de este grupo están: grado de exposición al oleaje, depredadores, luz solar, desecación, refugio y salinidad (Carefoot, 1987).

En este trabajo, *A. cedrosensis* se halló asociada al alga *A. cf. beauvoisii*, si bien no se encontraron registros que hayan reportado previamente esta relación, es común encontrar especies del género *Aplysia* en diversas algas del grupo Rhodophyta, aunque pueden llegar a tener mayor presencia en los géneros *Enteromorpha* y *Ulva* (Chlorophyta) (Carefoot, 1987; Hermosillo, 2006). Esta generalidad de sustratos en el género *Aplysia* también se aplica para el caso de *A. hooveri*, que se encontró en la macroalga *C. racemosa* var. *uvifera*. Los registros existentes (Behrens y Hermosillo, 2005; Camacho-García *et al.*, 2005; Hermosillo, 2006; Hermosillo *et al.*, 2006) que están asociados con esta babosa marina pueden ser inexactos, ya que muchos de los datos documentados pertenecían a *A. parvula*, que recientemente Golestani y colaboradores (2019)

separaron en cuatro linajes de distribución mundial con diez especies genéticamente distintas, por lo que, para el Pacífico oriental se asignó *A. hooveri*. En el estudio de García-Méndez (2015) en Costa Rica, esta especie, reportada como *A. parvula*, fue asociada con distintos grupos de algas rojas.

Por otro lado *P. padinae*, catalogada como un herbívoro especialista, se encontró asociada a diferentes algas del grupo Ochrophyta, lo que concuerda con lo reportado por Camacho-García *et al.* (2005), Hermosillo *et al.* (2006) y por García-Méndez (2015). Entre estas especies de algas pardas, *P. padinae* mostró mayor presencia en la forma *P. mexicana* var. *erecta*, seguido por *P. durvillei* y, finalmente en *S. cf. liebmannii*. Si bien generalmente su dieta se asocia con algas del género *Padina*, García-Méndez (2015) reportó la primera asociación de *P. padinae* con *Sargassum*, lo que podría indicar que esta especie tiene una dieta mixta, aunque su investigación se basó en asociaciones y no específicamente en la dieta de las babosas marinas, como también es el caso en este estudio.

Stylocheilus rickettsi, nombre que se resucitó (Bazzicalupo *et al.*, 2020), se encontró asociada con *P. mexicana* var. *erecta*. Esta babosa marina es un herbívoro generalista de cianobacterias, se ha encontrado asociado con numerosos sustratos algales de Chlorophyta, Rhodophyta, Ochrophyta y Cyanophyta, pero con una tendencia hacia las algas rojas (Camacho-García *et al.*, 2005; García-Méndez, 2015; Hermosillo, 2006). Dentro de la familia Aplysiidae, su comportamiento es catalogado como poco común, se cree que forrajea la superficie de diferentes algas en busca de cianobacterias (García-Méndez, 2015). Aunque las referencias sobre sustratos aquí citadas están reportadas con su antiguo nombre (*S. striatus*), corresponden a la misma especie,

que se ha registrado en el Pacífico oriental (Bazzicalupo *et al.*, 2020; García-Méndez, 2015; Hermosillo, 2006).

De los cefalaspídeos se conoce poco sobre la preferencia de sustratos algales. Un ejemplo es *B. punctulata*, ya que en general se sabe que las especies del género *Bulla* son herbívoros generalistas con una amplia gama de algas en su dieta, lo que incluye Ochrophyta, Rhodophyta y, principalmente Chlorophyta (Malaquías *et al.*, 2009), en este caso se encontró sobre las algas: *C. racemosa* var. *uvifera* y *P. mexicana* var. *erecta*.

A su vez, algunas especies de nudibranquios, que son depredadores de distintos grupos, también fueron encontradas en algas. *L. nodosa* se reporta en diversos sustratos, entre los que se encuentran algas del grupo Ochrophyta y Chlorophyta (Abad *et al.*, 1995), por lo que se le describe como una especie críptica entre algas, pese a ser un organismo carnívoro (Hermosillo *et al.*, 2006). En esta investigación no se descarta la posibilidad de que su asociación con *Gracilaria* sp. se deba a un desplazamiento en búsqueda de alimento, como se comentó antes, las macroalgas también pueden brindar una gran gama de opciones para los organismos carnívoros al formar céspedes o praderas donde crecen gran diversidad de invertebrados que pueden ser su presa (García-Méndez, 2015; Hermosillo *et al.*, 2006; Nybakken, 1978; Sanvicente-Añorve *et al.*, 2012).

Para el caso de *P. lascrucensis*, su presencia en el morfotipo de alga verde podría deberse, como molusco depredador, a la búsqueda de elementos de presa (Malaquías *et al.*, 2009; Sanvicente-Añorve *et al.*, 2012). Goddard y colaboradores (2011) reportaron un total de 20 taxones en la dieta de *Phidiana hiltoni* destacándose los hidrozoos como su alimento de preferencia, aunque se encontraron restos de algas filamentosas en su dieta el porcentaje es tan bajo que lo más probable es que se deba a una ingesta accidental al consumir hidrozoos, briozoos, esponjas, puestas de

huevos o a otras babosas marinas (García-Méndez, 2015; Nybakken, 1978; Sanvicente-Añorve *et al.*, 2012).

La capacidad que presenten las babosas marinas para tolerar y adaptarse a las variaciones de las condiciones ambientales como: salinidad, pH, radiación solar, temperatura, marea, oleaje y perturbación, incide en su diversidad (Hermosillo, 2006), así como la heterogeneidad del hábitat, la disponibilidad del alimento, el estado de salud de los ecosistemas y las interacciones biológicas (García-Méndez, 2015; Landa-Jaime *et al.*, 2013). No obstante, más que las variaciones en las condiciones del ambiente, Landa-Jaime y colaboradores (2013) consideran el tipo de sustrato o la combinación de sustratos factores determinantes para la presencia o ausencia de especies, y que ayudan a definir una comunidad. La composición de macroalgas bentónicas encontradas en este trabajo junto con el sustrato rocoso, es un reflejo de las características ambientales de la costa del Pacífico, de la complejidad del hábitat, la variación de nutrientes y, de las interacciones bióticas y abióticas del medio.

9. CONCLUSIONES

- La diversidad alfa fue de 26 especies de babosas marinas en la playa de Cuastecomates, Jalisco, México. Dos especies *Cadlina flavomaculata* y *Dendronotus venustus* son nuevos registros para el estado de Jalisco y esta última lo es también para la región del Pacífico Transicional Mexicano y para México.
- Se recolectaron 13 morfotipos de macroalgas bentónicas a las cuales se asociaron babosas marinas por el método indirecto, de los cuales se identificaron siete especies, cinco géneros y tres grupos taxonómicos (Rhodophyta, Ochrophyta y Chlorophyta), *Padina mexicana* var. *erecta* se registra por primera vez para Cuastecomates.
- Se encontró que la comunidad de babosas marinas en Cuastecomates tiene gran valor biológico, presentó una alta diversidad alfa de acuerdo con el índice Shannon-Wiener, el índice de Pielou mostró que existe equitatividad y, de acuerdo con el índice de Simpson, también hay presencia de especies dominantes. Si aumenta el muestreo, todavía se esperaría encontrar más especies, ya que no se pudo alcanzar la asíntota en la curva de acumulación de especies.
- El sustrato roca presentó la mayor riqueza (81%) y abundancia (74%) de babosas marinas, esta variación puede deberse a los patrones de alimentación (generalistas-especialistas), al ambiente o la estacionalidad. *Phidiana lascrucensis* mostró ser la especie dominante del sustrato roca y, *Phyllaplysia padinae* la dominante del sustrato alga.
- Se formaron dos ensamblajes que mostraron significancia (alga-roca), por lo que las interacciones de babosas marinas con estos sustratos no son producto del azar. Debido al tamaño reducido de las muestras, el agrupamiento entre los tipos de algas no resultó ser

significativo. Se presentaron tres tendencias alimenticias con relación a las asociaciones de babosas marinas con el sustrato algal: herbívoros especialistas, herbívoros generalistas y carnívoros ocasionales.

- Es esencial realizar más estudios que permitan conocer qué interacciones interespecíficas e intraespecíficas se están llevando a cabo en estos ecosistemas marinos, con el fin de entender más sobre las asociaciones de babosas marinas, de su preferencia de sustratos y de qué factores podrían estar afectando su diversidad.

REFERENCIAS

- Abad, L. M., Aránega, J. J. B., Gallego, A. V., y Sánchez, J. M. P. (1995). Nuevos aeolidaceos (Gastropoda, Nudibranchia) para la fauna de Canarias. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias:= Folia Canariensis Academiae Scientiarum*, 7(2), 63-75.
- Abbott, R. T. (1974). *American Seashells; The Marine Mollusk of the Atlantic and Pacific Coasts of North America* (No. 2 ed). Van Nostrand Reinhold.
- Águila, R. R. N. (1995). *Macroalgas en el litoral rocoso de bahía navidad y bahía de Cuastecomates, Jalisco, México (diciembre 1993-julio 1994)* [tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara]. Repositorio CUCBA. <http://hdl.handle.net/20.500.12104/24899>
- Aguilar, S. L. G. (2012). *Estructura comunitaria de los Gasterópodos de la Laguna Arrecifal de Isla verde, Veracruz* [tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional de la UNAM. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/223792>
- Aguilar-Palomino, B., Pérez Reyes, C., Galván-Magaña, F., y Abitia-Cardenas, L. A. (2001). Ictiofauna de la bahía de Navidad, Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical*, 49(1), 173-190.
- Angulo-Campillo, O. J. (2003). *Variación espacio-temporal de las poblaciones de opistobranquios (Mollusca Opistobranchia) en tres localidades de B.C.S., México* [tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Digital IPN. <http://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/14620>
- Australian Museum. (s. f.). *Species list. sea slug forum*. Consultado por última vez el 06 de julio de 2022. <http://www.seaslugforum.net/specieslist.htm>
- Avila-Ortiz, A. y Pedroche, F. F. (2005). El género Padina (Dictyotaceae, Phaeophyceae) en la región tropical del Pacífico mexicano. *Monografías ficológicas*, 2, 139-171.
- Barrientos, L. N. A. (2009). *Estructura de la comunidad y diversidad de moluscos asociados al arrecife de coral en el corredor costero Puerto Escondido-Bahías de Huatulco, Oaxaca, durante 1994-1995* [tesis de maestría, Universidad del Mar]. Repositorio de Tesis UMAR. <http://coralito.umar.mx:8080/Tesis/items/show/523>
- Baumgartner, F. A. y Toth, G. B. (2014). Abundance and size distribution of the Sacoglossan *Elysia viridis* on co-occurring algal hosts on the Swedish west coast. *PLoS ONE*, 9(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092472>
- Bazzicalupo, E., Crocetta, F., Gosliner, T. M., Berteaux-Lecellier, V., Camacho-García, Y. E., Chandran, B. S. y Valdés, Á. (2020). Molecular and morphological systematics of *Bursatella leachii* de Blainville, 1817 and *Stylocheilus striatus* Quoy & Gaimard, 1832 reveal cryptic diversity in pantropically distributed taxa (Mollusca: Gastropoda: Heterobranchia). *Invertebrate systematics*, 34(5), 535-568. <https://doi.org/10.1071/IS19056>

- Behrens, D. W. (1991). *Pacific coast nudibranchs: A guide to the Opisthobranchs, Alaska to Baja California*/by David W. Behrens (2^a ed.). Sea Challengers.
- Behrens, D. W., Fletcher, K., Hermosillo, A. y Jensen, G. C. (2022). *Nudibranchs & Sea Slugs of the Eastern Pacific*. MolaMarine.
- Behrens, D. W., Gosliner, T. M. y Hermosillo, A. (2009). A new species of Dorid Nudibranch (Mollusca) from the Revillagigedo Islands of the Mexican Pacific. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 60(10), 423-429. <https://www.researchgate.net/publication/263090403>
- Behrens, D. W. y Hermosillo, A. (2005). *Eastern Pacific Nudibranchs: A guide to the Opisthobranchs from Alaska to Central America*. Sea Challengers.
- Beltrán, B. (2018, 17 de marzo). *Presencia de marea roja en Puerto Vallarta no es toxica para el humano*. Tribuna de la bahía. <https://tribunadelabahia.com.mx/presencia-de-marea-roja-en-puerto-vallarta-no-es-toxica-para-el-humano-14958>
- Bertsch, H. (2010). Biogeography of northeast Pacific opisthobranchs: comparative faunal province studies between Point Conception, California, USA, and Punta Aguja, Piura, Perú. En L. J. Rangel-Ruíz, J. Gamboa-Aguilar, S. L. Arriaga-Weiss y W. M. Contreras-Sánchez, (eds.), *Perspectivas en Malacología Mexicana* (219-259). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Bertsch, H., Gosliner, T., Wharton, R. y Williams, G. (1972). Natural history and occurrence of Opisthobranch Gastropods from the open coast of San Mateo County, California. *Veliger*, 14(3), 302-314.
- Botero, S. C., Hurtado, G. Y., González, P. J., Ojeda, M. M., y Díaz, R. L. H. (2008). Metodología de cálculo de la capacidad de carga turística como herramienta para la gestión ambiental y su aplicación en cinco playas del caribe norte Colombiano. *Gestión y ambiente*, 11(3), 109-122. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/28208>
- Bouchet, P., Rocroi, J. P., Hausdorf, B., Kaim, A., Kano, Y., Nützel, A., Parkhaev, P., Scrödl, M. y Strong, E. E. (2017). Revised classification, nomenclator and typification of gastropod and Monoplacophoran families. *Malacologia*, 61(1-2), 1-526. <https://doi.org/10.4002/040.061.0201>
- Brusca, R. C., Moore, W. y Schuster, M. (2016). *Invertebrates* (3^a ed.). Sinauer Associated.
- Camacho-García, Y., Gosliner, T. M. y Valdés, Á. (2005). *Guía de campo de las babosas marinas del Pacífico Este Tropical. Field Guide to the Sea Slugs of the Tropical Eastern*. California Academy of Sciences.
- Carefoot, T. H. (1987). Aplysia: its biology and ecology. *Oceanography and Marine Biology*, 25, 167-284.
- Carmona, L., Bhave, V., Zagunche, R., Pola, M., Gosliner, T. M., y Cervera, J. L. (2014_a). Systematic review of *Anteaeolidiella* (Mollusca, Nudibranchia, Aeolidiidae) based on morphological and molecular data, with a description of three new species. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 171(1), 108-132. <https://doi.org/10.1111/zoj.12129>

- Carmona, J. J., Hernández, M. M. A., y Ramírez, V. M. (2004). *Algas... Glosario Ilustrado*. Las prensas de ciencias.
- Carmona, L., Pola, M., Gosliner, T. M., y Cervera, J. L. (2013). A tale that morphology fails to tell: a molecular phylogeny of Aeolidiidae (Aeolidida, Nudibranchia, Gastropoda). *PLoS ONE*, 8(5), 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063000>
- Carmona, L., Pola, M., Gosliner, T. M., y Cervera, J. L. (2014_b). The Atlantic-Mediterranean genus *Berghia* Trinchese, 1877 (Nudibranchia: Aeolidiidae): taxonomic review and phylogenetic analysis. *Journal of Molluscan Studies*, 80(5), 482-498. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyu031>
- Carmona, L., Pola, M., Gosliner, T. M., y Cervera, J. L. (2014_c). The end of a long controversy: systematics of the genus *Limenandra* (Mollusca: Nudibranchia: Aeolidiidae). *Helgoland Marine Research*, 68(1), 37-48. <https://doi.org/10.1007/s10152-013-0367-y>
- Carmona, L., Pola, M., Gosliner, T. M., y Cervera, J. L. (2014_d). Review of *Baeolidia*, the largest genus of Aeolidiidae (Mollusca: Nudibranchia), with the description of five new species. *Zootaxa*, 3802(4), 477-514. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3802.4.5>
- Castellucci, V., Pinsker, H., Kupfermann, I. y Kandel, E. R. (1970). Neuronal mechanisms of habituation and dishabituation of the gill-withdrawal reflex in *Aplysia*. *Science*, 167(3926), 1745-1748. <https://doi.org/10.1126/science.167.3926.1745>
- Castillo-Rodríguez, Z. G. (2014). Biodiversidad de moluscos marinos en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 419-430. <https://doi.org/10.7550/rmb.33003>
- Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño. (s. f.). *El Niño Oscilación del Sur*. Consultado el 07 de marzo de 2022. <https://ciifen.org/el-nino-oscilacion-del-sur/>
- Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño. (2017_a, septiembre). *Pacífico Tropical central y oriental ligeramente frío*. <https://ciifen.org/wp-content/uploads/2020/09/9-EL-NINO-SEPTIEMBRE-2017.pdf>
- Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño. (2017_b, diciembre). *Evento La Niña débil en desarrollo*. <https://ciifen.org/wp-content/uploads/2020/09/12-EL-NINO-DICIEMBRE-2017.pdf>
- Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño. (2018, abril). *El Pacífico Tropical en condiciones normales*. <https://ciifen.org/wp-content/uploads/2020/09/4-EL-NINO-ABRIL-2018.pdf>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2016, 28 de abril). *Lo que no sabías del mar de fondo*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/lo-que-no-sabias-del-mar-de-fondo>
- Chapman, A. D. (2009). *Numbers of living species in Australia and the world* (2^a ed.). Australian Government. <https://www.dccew.gov.au/sites/default/files/env/pages/2ee3f4a1-f130-465b-9c7a-79373680a067/files/nlsaw-2nd-complete.pdf>
- Christa, G., Händeler, K., Kück, P., Vleugels, M., Franken, J., Karmeinski, D., y Wägele, H. (2015). Phylogenetic evidence for multiple independent origins of functional kleptoplasty

- in Sacoglossa (Heterobranchia, Gastropoda). *Organisms Diversity & Evolution*, 15(1), 23-36. <https://doi.org/10.1007/s13127-014-0189-z>
- Clark, K. B. (1994). Ascoglossan (= Sacoglossa) molluscs in the Florida Keys: rare marine invertebrates at special risk. *Bulletin of Marine Science*, 54(3), 900-916.
- Clarke, K. R. y Gorley, R. N. (2015). *Plymouth Routines in Multivariate Ecology Research* (versión 7) [software]. PRIMER-E Ltd.
- Colwell, R. K. (2013). *EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples* (version 9) [software]. <http://purl.oclc.org/estimates>
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. (2017, 31 de diciembre). *Proyecto de Marea Roja*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/marea-roja-76038>
- Corgos, A., González-Sánchez, T., Flores-Ortega, J. R., Esqueda-González, M. C. y Godínez-Domínguez, E. (2013). Moluscos bentónicos del submareal de la bahía de Navidad, Jalisco. En E. Godínez-Domínguez, y M. C. Franco-Gordo (eds.), *Inventario de biodiversidad de la costa sur de Jalisco y Colima* (vol. 2, 33-45). Universidad de Guadalajara.
- Cuezzo, M. G. (2009). Mollusca Gastropoda. En E. Domínguez y H. R. Fernández (eds.), *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos* (595-629). Fundación Miguel Lillo.
- Curtis, H., Barnes, N. S., Schnek, A. y Massarini, A. (2008). *Curtis Biología* (7ª ed.). Médica Panamericana.
- Dallinger, R., Chabicovsky, M., Hödl, E., Prem, C., Hunziker, P., y Manzl, C. (2005). Copper in *Helix pomatia* (Gastropoda) is regulated by one single cell type: differently responsive metal pools in rhogocytes. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 289(4), 1185-1195. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00052.2005>
- Darrigran, G., Vilches, A., Legarralde, T., y Damborenea, C. (2007). *Guía para el estudio de macroinvertebrados. I.-Métodos de colecta y técnicas de fijación*. Universidad Nacional de La Plata. <http://hdl.handle.net/1834/19531>
- Dean, R. L., y Connell, J. H. (1987). Marine invertebrates in an algal succession. III. Mechanisms linking habitat complexity with diversity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 109(3), 249-273. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(87\)90057-8](https://doi.org/10.1016/0022-0981(87)90057-8)
- Diersing, N. (2009, mayo). *Phytoplankton blooms: The basics*. Florida Keys National Marine Sanctuary. <https://nmsfloridakeys.blob.core.windows.net/floridakeys-prod/media/archive/scisummaries/wqpb.pdf>
- Dinapoli, A., y Klussmann-Kolb, A. (2010). The long way to diversity—phylogeny and evolution of the Heterobranchia (Mollusca: Gastropoda). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 55(1), 60-76. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2009.09.019>
- Dunn, C. W., Hejnol, A., Matus, D. Q., Pang, K., Browne, W. E., Smith, S. A., Seaver, E., Rouse, G. W., Obst, M., Edgecombe, G. D., Sørensen, M. V., Haddock, S. H. D., Schmidt-Rhaesa, A., Okusu, A., Kristensen, R. M., Wheeler, W. C., Martindale, M. Q., y Giribet, G. (2008). Broad phylogenomic sampling improves resolution of the animal tree of life. *Nature*, 452, 745-749. <https://doi.org/10.1038/nature06614>

- Enciso-Padilla, I. (2013). Macroalgas marinas de la costa sur de Jalisco. En Franco-Gordo M. del C. (ed.), *Inventario de biodiversidad de la costa sur de Jalisco y Colima* (vol. 1, 4-22). Universidad de Guadalajara.
- Escurriola, A. (s. f.). *Opistobranqui* [imagen]. Club D'immersió Biología. Consultado el 15 de marzo de 2019. https://www.cibsub.cat/bioespecie_es-opistobranqui-55361
- Esqueda, G. M. C. (1995). *Moluscos de la bahía de Cuastecomate, Jalisco, México. (Clases: Gastropoda y Bivalvia)* [tesis doctoral, Universidad de Guadalajara]. Repositorio CUCBA. <https://hdl.handle.net/20.500.12104/79701>
- Esqueda, M. C., Ríos-Jara, E., Michel-Morfin, J. E. y Landa-Jaime, V. (2000). The vertical distribution and abundance of gastropods and bivalves from rocky beaches of Cuastecomate Bay, Jalisco. México. *Revista de Biología Tropical*, 48(4), 765-775. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442000000400004&script=sci_arttext
- Fauth, J. E., Bernardo, J., Camara, M., Resetarits Jr., W. J., Van Buskirk, J., y McCollum, S. A. (1996). Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach. *The American Naturalist*, 147(2), 282-286. <http://www.jstor.org/stable/2463205>
- Fernández-Álamo, M. A. (2007). Phylum Mollusca. En M. A. Fernández-Álamo y G. Rivas (eds.), *Niveles de organización en animales* (254-273). Las prensas de ciencias.
- Flores-Rodríguez, P., Flores-Garza, R., García-Ibáñez, S., Torreblanca-Ramírez, C., Galeana-Rebolledo, L., y Santiago-Cortes, E. (2014). Mollusks of the rocky intertidal zone at three sites in Oaxaca, Mexico. *Open Journal of Marine Science*, 4(4), 326-337. <https://doi.org/10.4236/ojms.2014.44029>
- Flores-Rodríguez, P., Flores-Garza, R., García-Ibáñez, S., Valdés-González, A., Martínez Vásquez, B. G., Mora-Marín, Y. y González-Sandoval, E. J. (2017). Riqueza, composición de la comunidad y similitud de las especies bentónicas de la subclase Opisthobranchia (Molusca: Gastropoda) en cinco sitios del litoral de Acapulco, México. *Revista de biología marina y oceanografía*, 52(1), 67-80. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572017000100005>
- Flores-Rodríguez, P., Flores-Garza, R., García-Ibáñez, S., Valdés-González, A., Violante-González, J., Santiago, C. E., Galeana-Rebolledo, L., y Torreblanca-Ramírez, C. (2012). Mollusk species richness on the rocky shores of the state of Guerrero, Mexico, as affected by rains and their geographical distribution. *Natural Resources*, 3(4), 248-260. <https://doi.org/10.4236/nr.2012.34032>
- Florez-Leiva, L., Gavio, B., Díaz-Ruiz, M., Camacho, O., y Díaz-Pulido, G. (2010). Recolección y preservación de macroalgas marinas: Una guía para estudios ficológicos. *Intropica*, 5(1), 97-103. <https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/157/138>
- García-Méndez, K. D. (2015). *Asociaciones entre moluscos Heterobranquios (Mollusca: Gastropoda) y macroalgas en el Pacífico de Costa Rica* [tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica]. Repositorio del SIBDI-UCR. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/2711>
- Ghanimi, H., Schrödl, M., Goddard, J. H., Ballesteros, M., Gosliner, T. M., Buske, Y. y Valdés, Á. (2020). Stargazing under the sea: molecular and morphological data reveal a constellation

- of species in the *Berthella stellata* (Risso, 1826) species complex (Mollusca, Heterobranchia, Pleurobranchidae). *Marine Biodiversity*, 50(11), 1-32. <https://doi.org/10.1007/s12526-019-01027-w>
- Giribet, G., Okusu, A., Lindgren, A. R., Huff, S. W., Schrödl, M., y Nishiguchi, M. K. (2006). Evidence for a clade composed of molluscs with serially repeated structures: Monoplacophorans are related to chitons. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(20), 7723-7728. <https://doi.org/10.1073/pnas.0602578103>
- Gleadall, I. G. (2013). The effects of prospective anaesthetic substances on cephalopods: Summary of original data and brief review of studies over the last two decades. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 447, 23-30. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2013.02.008>
- Goddard, J. H., Gosliner, T. M. y Pearse, J. S. (2011). Impacts associated with the recent range shift of the aeolid nudibranch *Phidiana hiltoni* (Mollusca, Opisthobranchia) in California. *Marine Biology*, 158, 1095-1109. <https://doi.org/10.1007/s00227-011-1633-7>
- Golestani, H., Crocetta, F., Padula, V., Camacho-García, Y., Langeneck, J., Poursanidis, D., Pola, M., Yokes, M. B., Cervera, J. L., Jung, D. W., Gosliner, T. M., Araya, J. F., Hooker, Y., Schrödl, M. y Valdés, A. (2019). The little *Aplysia* coming of age: from one species to a complex of species complexes in *Aplysia parvula* (Mollusca: Gastropoda: Heterobranchia). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 187(2), 279-330. <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlz028>
- González-Romero, O. I. (2019). *Estructura comunitaria de babosas marinas heterobranquias (Mollusca: Gastropoda) en cuatro comunidades coralinas de Bahías de Huatulco, Oaxaca, México* [tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México].
- Granados, A. A. (2018). *Respuesta fisiológica y actividad antioxidante en la concha nácar *Pteria sterna* (Gould, 1851) en respuesta a la relajación e injerto para la formación de perlas* [tesis doctoral, Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste] Repositorio CIBNOR. <http://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1001/948>
- Greve, C., Ruiz-Tagle, L. M., Sivalingam, S., Ludwig, K. U., Wägele, H., y Donath, A. (2017). The complete mitochondrial genome of the ‘solar-powered’ sea slug *Plakobranthus* cf. *ocellatus* (Heterobranchia: Panpulmonata: Sacoglossa). *Mitochondrial DNA Part B*, 2(1), 130-131. <https://doi.org/10.1080/23802359.2016.1247667>
- Guerrero, F. M. C. y Ramírez, J. M. H. (2012). El análisis de escalamiento multidimensional: una alternativa y un complemento a otras técnicas multivariantes. *La Sociología en sus escenarios*, (25). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ceo/article/view/11450>
- Guiry, M.D. y Guiry, G.M. (2023). *Listing the World's Algae*. AlgaeBase. World-wide electronic publication. Consultado por última vez el 06 de agosto de 2023. <https://www.algaebase.org>
- Händeler, K., Grzybowski, Y. P., Krug, P. J., y Wägele, H. (2009). Functional chloroplasts in metazoan cells—a unique evolutionary strategy in animal life. *Frontiers in Zoology*, 6(28), 1-18. <https://doi.org/10.1186/1742-9994-6-28>

- Haszprunar, G. (1985). The Heterobranchia—a new concept of the phylogeny of the higher Gastropoda. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 23(1), 15-37. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0469.1985.tb00567.x>
- Haszprunar, G. (1996). The molluscan rhogocyte (pore-cell, Blasen-zelle, cellule nucale), and its significance for ideas on nephridial evolution. *Journal of Molluscan Studies*, 62(2), 185-211. <https://doi.org/10.1093/mollus/62.2.185>
- Hawkins, R. D., Kandel, E. R., y Bailey, C. H. (2006). Molecular mechanisms of memory storage in *Aplysia*. *The Biological Bulletin*, 210(3), 174-191. <https://doi.org/10.2307/4134556>
- Hendrickx, M. E., Brusca, R. C., Cordero, M. y Ramírez, G. R. (2007). Marine and brackish-water molluscan biodiversity in the Gulf of California, Mexico. *Scientia Marina*, 71(4), 637-647. <https://doi.org/10.3989/scimar.2007.71n4637>
- Hennig, W. (1968). *Elementos de una sistemática filogenética*. EUDEBA.
- Hermosillo, A. (2004). Opisthobranch mollusks of Parque Nacional de Coiba, Panamá (tropical eastern Pacific). *The Festivus*, 36(9), 105-117. https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/11938/stri_Hermosillo_2004_Opisthobranchs_of_Coiba.pdf
- Hermosillo, A. G. (2006). *Ecología de los opisthobranquios (Mollusca) de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México* [tesis doctoral, Universidad de Guadalajara]. Repositorio CUCBA. <http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/4537>
- Hermosillo, A. y Behrens, D. W. (2005). The opisthobranch fauna (Gastropoda, Opisthobranchia) of the Mexican states of Colima, Michoacán and Guerrero: filling in the faunal gap. *Vita Malacologica*, 3, 11-22.
- Hermosillo, A., Behrens, D. W. y Ríos-Jara, R. J. (2006). *Opisthobranquios de México. Guía de babosas marinas del Pacífico, Golfo de California y las Islas oceánicas*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Hermosillo, A. y Camacho-García, Y. E. (2006). A note on the Opisthobranchs of Parque Nacional de Coiba, Panamá (tropical eastern Pacific). *The Festivus*, 38(9), 95-98. <http://hdl.handle.net/10088/18708>
- Hermosillo, A. y Gosliner, T. M. (2008). The Opisthobranch fauna of the Revillagigedo Archipelago, Mexican Pacific. *The Festivus*, 40(2), 25-34.
- Hermosillo, A. y Valdés, Á. (2007). Five new species of aeolid nudibranchs (Mollusca, Opisthobranchia) from the tropical eastern Pacific. *American Malacological Bulletin*, 22(1), 119-137. <https://doi.org/10.4003/0740-2783-22.1.119>
- Hermosillo, A. y Valdés, Á. (2008). Two new species of opisthobranch mollusks from the tropical eastern Pacific. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 59(13), 521-532.
- Hernández-Vázquez, S., Iñigo-Elias, E., Hinojosa, L. J. Á., Durand, M. B., Rojo-Vázquez, J. A. y Valadez, G. C. (2011). Abundancia y reproducción del pelícano pardo (*Pelecanus occidentalis*) en dos pequeñas bahías del Pacífico central, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 27(2), 257-271. <https://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v27n2/v27n2a4.pdf>

- Hickman Jr, C. P., Roberts, L. S., Keen, S., Larson, A., I'Anson, H. y Eisenhour, D. J. (2009). *Principios integrales de zoología* (14ª ed.). McGraw-Hill.
- Holguín-Quiñones, O. E. y González-Pedraza, A. C. (1989). *Moluscos de la franja costera del estado de Oaxaca, México* (vol. 7). Instituto Politécnico Nacional.
- Holguín-Quiñones, O. E. y González-Pedraza, A. C. (1994). *Moluscos de la franja costera de Michoacán, Colima y Jalisco, México*. Instituto Politécnico Nacional.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. (s. f.). *Estado de Jalisco: Cihuatlán*. Enciclopedia de municipios y delegaciones de México. Consultado el 02 de marzo de 2018. <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM14jalisco/index.html>
- Karagozlu, M. Z., Sung, J., Lee, J., Kwon, T. y Kim, C. B. (2016). Complete mitochondrial genome sequences and phylogenetic relationship of *Elysia ornata* (Swainson, 1840) (Mollusca, Gastropoda, Heterobranchia, Sacoglossa). *Mitochondrial DNA Part B*, 1(1), 230-232. <https://doi.org/10.1080/23802359.2016.1155427>
- Keen, A. M. (1971). *Sea shells of tropical west America: marine mollusks from Baja California to Peru* (2ª ed.). Stanford University Press.
- Kelaher, B. P., Castilla, J. C. y Seed, R. (2004). Intercontinental test of generality for spatial patterns among diverse molluscan assemblages in coralline algal turf. *Marine Ecology Progress Series*, 271, 221-231. <https://doi.org/10.3354/meps271221>
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological methodology* (2ª ed.). Benjamin/Cummings.
- Krug, P. J. (2009). Not my “type”: larval dispersal dimorphisms and bet-hedging in opisthobranch life histories. *The Biological Bulletin*, 216(3), 355-372. <https://doi.org/10.1086/BBLv216n3p355>
- Landa-Jaime, V. y Arciniega-Flores, J. (1998). Macromoluscos bentónicos de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 24(2), 155-167. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48024202>
- Landa-Jaime, V., Michel-Morfin, E., Arciniega-Flores, J., Castillo-Vargasmachuca, S. y Saucedo-Lozano, M. (2013). Moluscos asociados al arrecife coralino de Tenacatita, Jalisco, en el Pacífico central mexicano. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84(4), 1121-1136. <https://doi.org/10.7550/rmb.32994>
- León, A. D., Candelaria, S. C., Hernández, A. P. y León, T. H. (2007). *Géneros de algas marinas tropicales de México. I Algas verdes*. Las prensas de ciencias.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing.
- Malaquías, M. A. E., Bercibar, E. y Reid, D. G. (2009). Reassessment of the trophic position of Bullidae (Gastropoda: Cephalaspidea) and the importance of diet in the evolution of cephalaspidean gastropods. *Journal of Zoology*, 277(1), 88-97. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2008.00516.x>
- Marcus, E. (1961). Opisthobranch mollusks from California. *The Veliger*, 3(1), 1-135. <https://www.biodiversitylibrary.org/page/42495212>
- Margalef, R. (1974). *Ecología*. Omega.

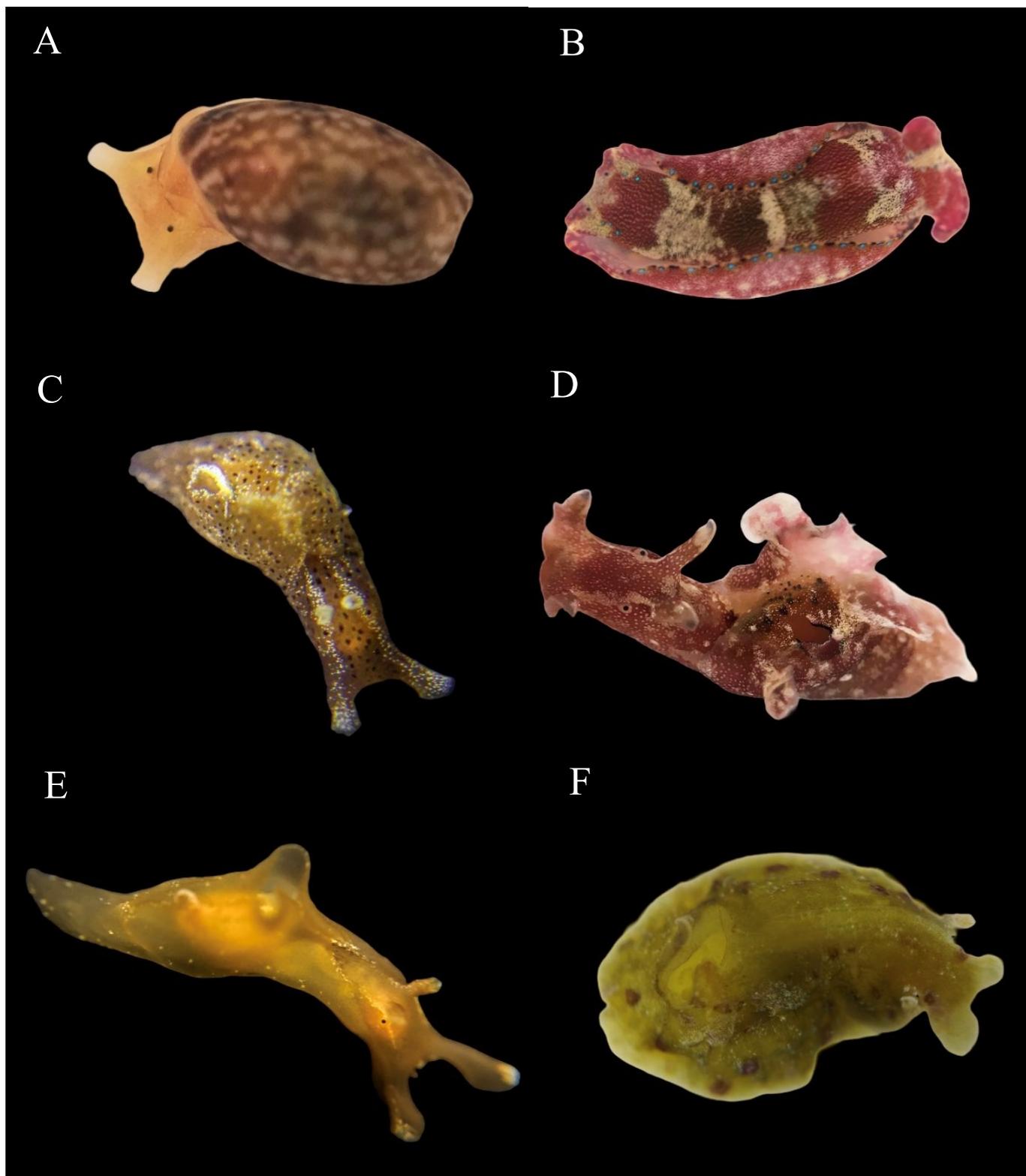
- Mendoza-González, A. C., Mateo-Cid, L. E. y Galicia-García, C. (2011). Integración florística de las algas marinas de la costa sur de Jalisco, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(1), 19-49. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v82n1/v82n1a2.pdf>
- Meyer, A., Todt, C., Mikkelsen, N. T. y Lieb, B. (2010). Fast evolving 18S rRNA sequences from Solenogastres (Mollusca) resist standard PCR amplification and give new insights into mollusk substitution rate heterogeneity. *BMC Evolutionary Biology*, 10(70), 1-12. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-10-70>
- Micó, G. (2012). *Escalamiento multidimensional Métrico vs. No-Métrico: Intervalos de error en la interpretación de los resultados* [memoria de investigación, Universidad de las Illes Balears]. https://encore.uib.es/iii/encore/record/C__Rb2021072
- Moore, J. (2006). *An introduction to the invertebrates* (2^a ed.). Cambridge University Press.
- Nakamura, K. (2007). Especies bentónicas de Opisthobranchia (Mollusca: Gastropoda) presentes en el litoral del norte peruano. *Revista Peruana de Biología*, 13(3), 255-258. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v13n3/v13n3a19.pdf>
- Nybakken, J. (1974). A Phenology of the Smaller Dendronotacean, Arminacean and Aeolidacean Nudibranchs at Asilomar State Beach Over a Twenty-Seven Month Period. *The Veliger*, 16(4), 370-373.
- Nybakken, J. (1978). Abundance, diversity and temporal variability in a California intertidal nudibranch assemblage. *Marine Biology*, 45(2), 129-146. <https://doi.org/10.1007/BF00390549>
- Ortegón-Aznar, I. y Ávila-Mosqueda, S. V. (2020). Arribazón de sargazo en la península de Yucatán: ¿Problema local, regional o mundial? *Bioagrociencias*, 13(2), 28-37. <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/BAC/article/viewFile/3535/1518>
- Pedroche, F. F. y Senties, A. (2020). Diversidad de macroalgas marinas en México. Una actualización florística y nomenclatural. *Cymbella*, 6(1), 4-55.
- Pedroche, F. F., Silva, P. C., Aguilar, L. E. R., Dreckmann, K. M. y Aguilar, R. R. (2005). *Catálogo de las Algas Marinas Bentónicas del Pacífico de México I. Chlorophycota*. Universidad Autónoma de Baja California; Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; University of California Berkeley.
- Pedroche, F. F., Silva, P. C., Aguilar, L. E. R., Dreckmann, K. M. y Aguilar, R. R. (2008). *Catálogo de las Algas Bentónicas del Pacífico de México II. Phaeophycota*. Universidad Autónoma de Baja California; Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; University of California Berkeley.
- Pérez-Peña, M. y Ríos-Jara E. (1998). Moluscos gastrópodos de la Plataforma Continental de Jalisco y Colima, México: especies recolectadas con red de arrastre. *Ciencias Marinas*, 24(4), 425-442. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48024404>
- Ponder, W. F. y Lindberg, D. R. (1997). Towards a phylogeny of gastropod molluscs: an analysis using morphological characters. *Zoological Journal of the Linnean society*, 119(2), 83-265. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1997.tb00137.x>

- Ponder, W. F., Lindberg, D. R. y Ponder, J. M. (2020). *Biology and Evolution of the Mollusca*. CRC Press.
- R Core Team. (2018). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing (versión 3.5.2) [software]. <https://www.R-project.org/>
- Ramírez, C. A. (2008). *Uso ecoturístico y capacidad de carga de buceo del parque nacional Islas Marietas y Los Arcos de la Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México* [tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara]. Repositorio CUCBA. <http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/5069>
- Ramírez, A. y Gutiérrez-Fonseca, P. E. (2016). Sobre ensamblajes ecológicos - respuesta a Monge Nájera. *Revista de Biología Tropical*, 64(2), 817-819. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44945722028>
- Reguero, M. y García-Cubas, A. (1989). Moluscos de la plataforma continental de Nayarit: sistemática y ecología (cuatro campañas oceanográficas). *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología - UNAM*, 16(1), 33-58. <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1989-1/articulo325.html>
- Reyes-Suárez, F. J. (2014). *Evaluación de la abundancia y distribución espacio-temporal de opistobranquios con relación al tipo de sustrato en la zona rocosa intermareal de Ayangué y La Entrada provincia de Santa Elena* [tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio UPSE. <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2116>
- Rintoul, D. y Bear, R. (2016). Community Ecology. En D. Rintoul (Ed.), *Principles of Biology* (97-111). Open Access Textbooks. <http://legacy.cnx.org/content/m46881/1.8/>
- Ríos-Jara, E. (2021). *Inventario de la biota terrestre (florístico) y marina (invertebrados, peces y macroalgas bentónicas) del parque nacional Isla Isabel (Algas invertebrados)*. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. <https://doi.org/10.15468/9yjkwm>
- Ríos-Jara, E., Pérez-Peña, M., Beas-Luna, R., López-Uriarte, E. y Juárez-Carrillo, E. (2001). Gastropods and bivalves of commercial interest from the continental shelf of Jalisco and Colima, México. *Revista de Biología Tropical*, 49(3-4), 859-863. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442001000300003
- Román, R. C., Cruz, F. M. A. e Ibáñez, A. L. A. (1991). Observaciones ecológicas de los moluscos de la zona intermareal rocosa de la Bahía de Chamela, Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología*, 62(1), 17-31. <https://www.revistas.unam.mx/index.php/zoo/article/view/7021>
- Rosenberg, G. (2014). A new critical estimate of named species-level diversity of the recent Mollusca. *American Malacological Bulletin*, 32(2), 308-322. <https://doi.org/10.4003/006.032.0204>
- Sant, S., Prieto, A. S. y Méndez, E. (2004). Cambios en la composición y estructura de una comunidad coralina después de un fenómeno de mar de fondo en Cautaro, Parque Nacional Mochima, Estado Sucre, Venezuela. *Ciencia*, 12(1), 5-12. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/ciencia/article/view/9204>

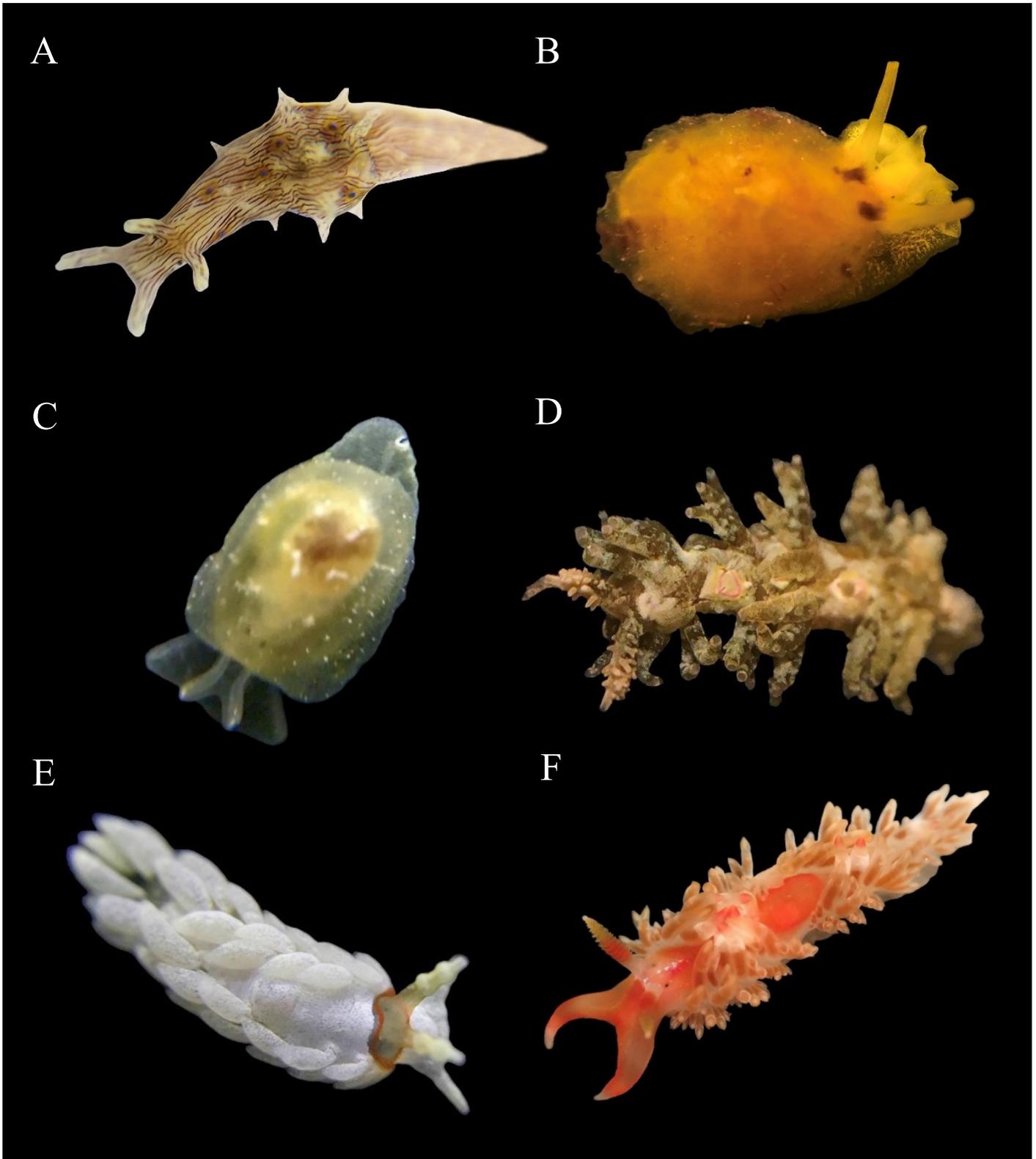
- Sanvicente-Añorve, L., Hermoso-Salazar, M., Ortigosa, J., Solís-Weiss, V. y Lemus-Santana, E. (2012). Opisthobranch assemblages from a coral reef system: the role of habitat type and food availability. *Bulletin of Marine Science*, 88(4), 1061-1074. <https://doi.org/10.5343/bms.2011.1117>
- Schrödl, M. (2014). Time to say “Bye-bye Pulmonata”? *Spixiana*, 37(2), 161-164. http://www.pfeil-verlag.de/wp-content/uploads/2015/05/spix37_2_01.pdf
- Schwartz, J. A., Curtis, N. E. y Pierce, S. K. (2014). FISH Labeling Reveals a Horizontally Transferred Algal (*Vaucheria litorea*) Nuclear Gene on a Sea Slug (*Elysia chlorotica*) Chromosome. *The Biological Bulletin*, 227(3), 300-312. <https://www.jstor.org/stable/24364084>
- Servicio Meteorológico Nacional. (2018, 11 de diciembre). *En 2018, seis ciclones tropicales impactaron en México por el Océano Pacífico*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/smn/prensa/en-2018-seis-ciclones-tropicales-impactaron-en-mexico-por-el-oceano-pacifico-184854>
- Smith, T. M. y Smith, R. L. (2007). *Ecología* (6ª ed.). Pearson Addison Wesley.
- Smith, S. A., Wilson, N. G., Goetz, F. E., Feehery, C., Andrade, S. C., Rouse, G. W., Giribet, G. y Dunn, C. W. (2011). Resolving the evolutionary relationships of molluscs with phylogenomic tools. *Nature*, 480(7377), 364-367. <https://doi.org/10.1038/nature10526>
- Smith, S. A., Wilson, N. G., Goetz, F. E., Feehery, C., Andrade, S. C., Rouse, G. W., Giribet, G. y Dunn, C. W. (2013). Correction: Corrigendum: Resolving the evolutionary relationships of molluscs with phylogenomic tools. *Nature*, 493(7434), 708-708. <https://doi.org/10.1038/nature11736>
- Steneck, R. S. y Dethier, M. N. (1994). A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos*, 69(3), 476-498. <https://doi.org/10.2307/3545860>
- Stout, C. C., Pola, M. y Valdés, Á. (2010). Phylogenetic analysis of *Dendronotus* nudibranchs with emphasis on northeastern Pacific species. *Journal of Molluscan Studies*, 76(4), 367-375. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyq022>
- Torreblanca-Ramírez, C., Flores-Garza, R., Flores-Rodríguez, P., García-Ibáñez, S. y Galeana-Rebolledo, L. (2012). Riqueza, composición y diversidad de la comunidad de moluscos asociada al sustrato rocoso intermareal de playa Parque de la Reina, Acapulco, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 47(2), 283-294. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572012000200010>
- Trench, R. K., Greene, R. W. y Bystrom, B. G. (1969). Chloroplasts as functional organelles in animal tissues. *The Journal of Cell Biology*, 42(2), 404-417. <https://doi.org/10.1083/jcb.42.2.404>
- Valdés, Á. y Campillo, O. A. (2004). Systematics of pelagic aeolid nudibranchs of the family Glaucidae (Mollusca, Gastropoda). *Bulletin of Marine Science*, 75(3), 381-389.
- Villalpando-Canchola, E. (1986). *Diversidad y zonación de moluscos de superficie rocosa, Isla Roqueta, Acapulco, Guerrero* [tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de

- México]. Repositorio Institucional de la UNAM.
<https://repositorio.unam.mx/contenidos/3527896>
- Villarreal, M. M., Magaña, M. A., Gómez, C. B., Del Río, Z. O., Lucio P. J. y Sánchez, S. J. (2000). Diversidad de moluscos en el litoral rocoso de Michoacán, México. *Mexicoa*, 2(1), 54-63.
- Wägele, H. y Klussmann-Kolb, A. (2005). Opisthobranchia (Mollusca, Gastropoda) - more than just slimy slugs. Shell reduction and its implications on defence and foraging. *Frontiers in zoology*, 2(3), 1-18. <https://doi.org/10.1186/1742-9994-2-3>
- Wilkinson, T., Wiken, E., Bezaury-Creel, J., Hourigan, T., Agardy, T., Herrmann, H., Janishevski, L., Madden, C., Morgan, L. y Padilla, M. (2009). *Ecorregiones marinas de América del Norte*. Comisión para la Cooperación Ambiental. <http://www.cec.org/files/documents/publications/3256-marine-ecoregions-north-america-es.pdf>
- WoRMS Editorial Board (2022). *An authoritative classification and catalogue of marine names*. World Register of Marine Species. Consultado por última vez el 06 de septiembre de 2022. <https://www.marinespecies.org/>
- Zamora-Silva, A. y Naranjo-García, E. (2008). Los Opistobranquios de la Colección Nacional de Moluscos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79(2), 333-342. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v79n2/v79n2a5.pdf>
- Zamorano, P., Barrientos-Luján, N. A. y Ramírez-Luna, S. (2008). Malacofauna del infralitoral rocoso de Agua Blanca, Santa Elena Cozacoatlán, Oaxaca. *Ciencia y Mar*, 12(36), 19-33. <https://www.researchgate.net/profile/Pablo-Zamorano/publication/242564168>
- Zapata, F., Wilson, N. G., Howison, M., Andrade, S. C., Jörger, K. M., Schrödl, M., Goetz, F. E., Giribet, G. y Dunn, C. W. (2014). Phylogenomic analyses of deep gastropod relationships reject Orthogastropoda. *Proceedings of the Royal Society B*, 281(20141739), 1-9. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1739>
- Zetina-Ríos, K. E., Moreno-Mendoza, R., Domínguez-Cano, R. y Ríos-Lara, G. V. (2009). Co-manejo para el estudio de hábitats rocosos afectados por la marea roja en las costas de Yucatán, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 61, 283-286. <http://hdl.handle.net/1834/31547>

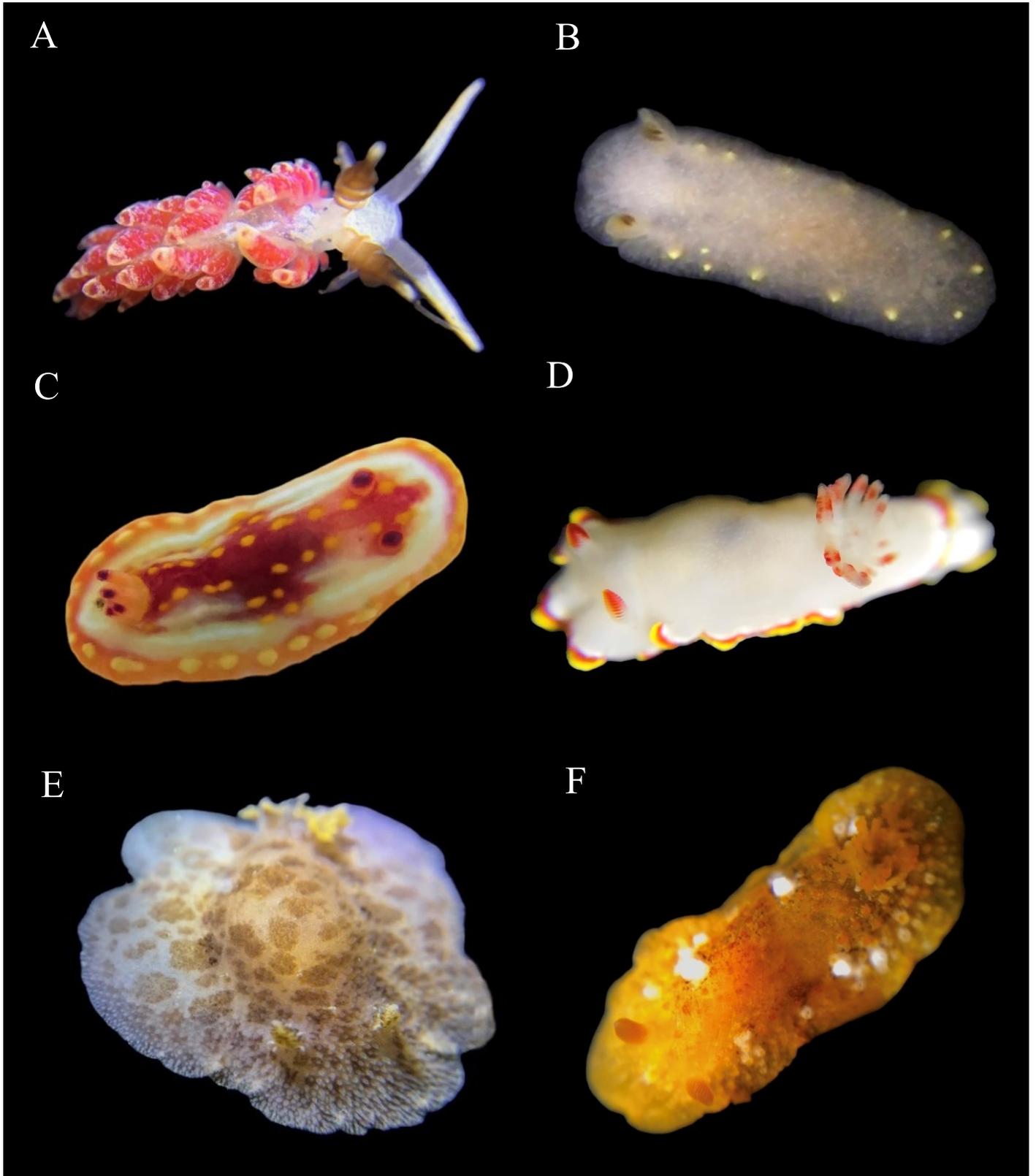
ANEXO I. Especies de babosas marinas



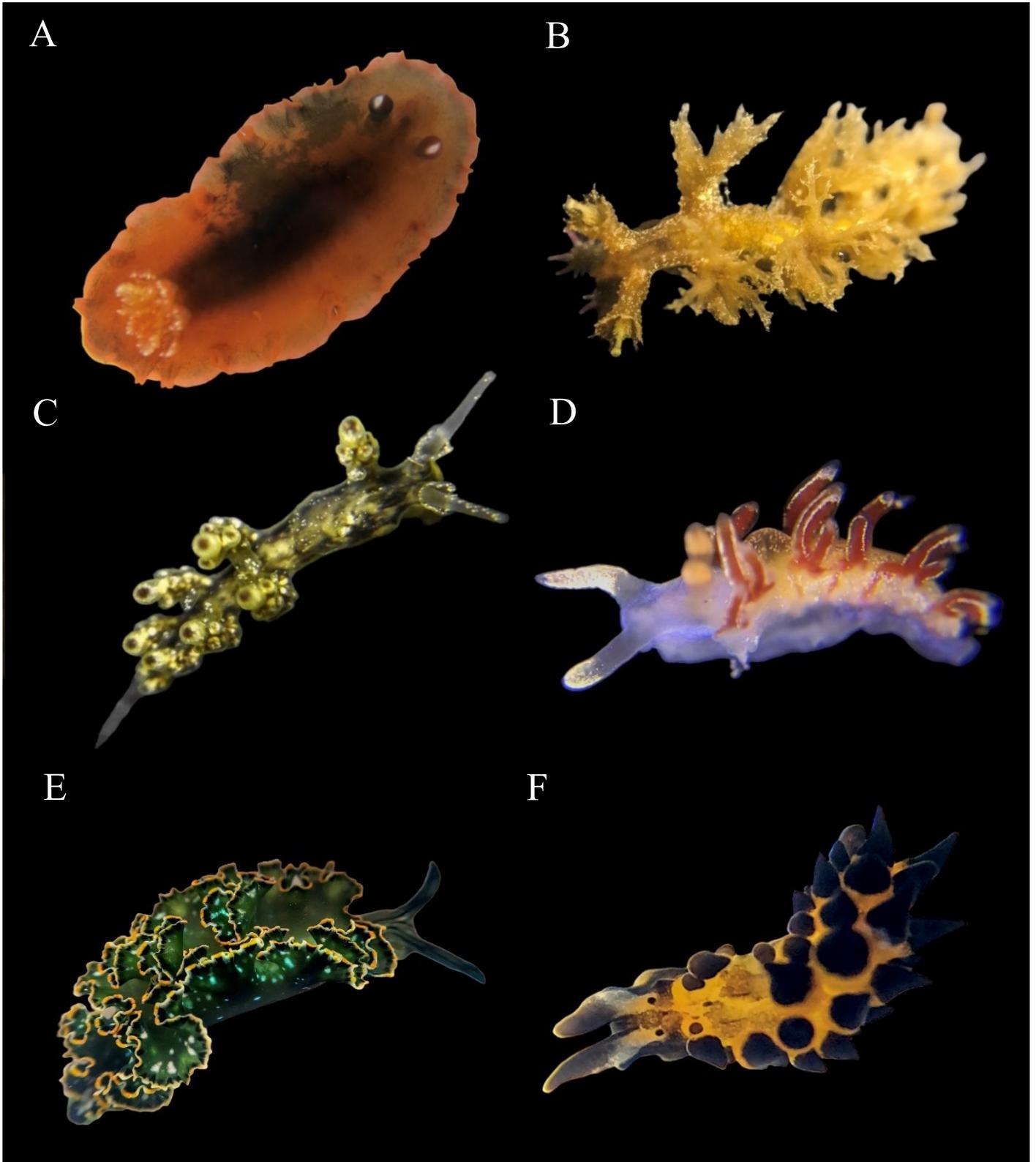
Lamina 1. A. *Bulla punctulata*; B. *Navanax aenigmaticus*; C. *Aplysia cedrosensis*; D. *Aplysia hooveri*; E. *Aplysia* sp.; F. *Phyllaplysia padinae*.



Lamina 2. A. *Stylocheilus rickettsi*; B. *Tylodina fungina*; C. *Berthella andromeda*; D. *Limenandra nodosa*; E. *Bulbaeolidia alba*; F. *Phidiana lascrucensis*.



Lamina 3. A. *Favorinus elenalexiae*; B. *Cadlina flavomaculata*; C. *Felimida sphoni*; D. *Chromolaichma sedna*; E. *Tayuva lilacina*; F. *Doriopsilla janaina*.



Lamina 4. A. *Dendrodoris fumata*; B. *Dendronotus venustus*; C. *Doto* sp.; D. *Samla telja*; E. *Elysia diomedea*; F. *Placida cremoniana*.

ANEXO II. Especies de algas

RHODOPHYTA

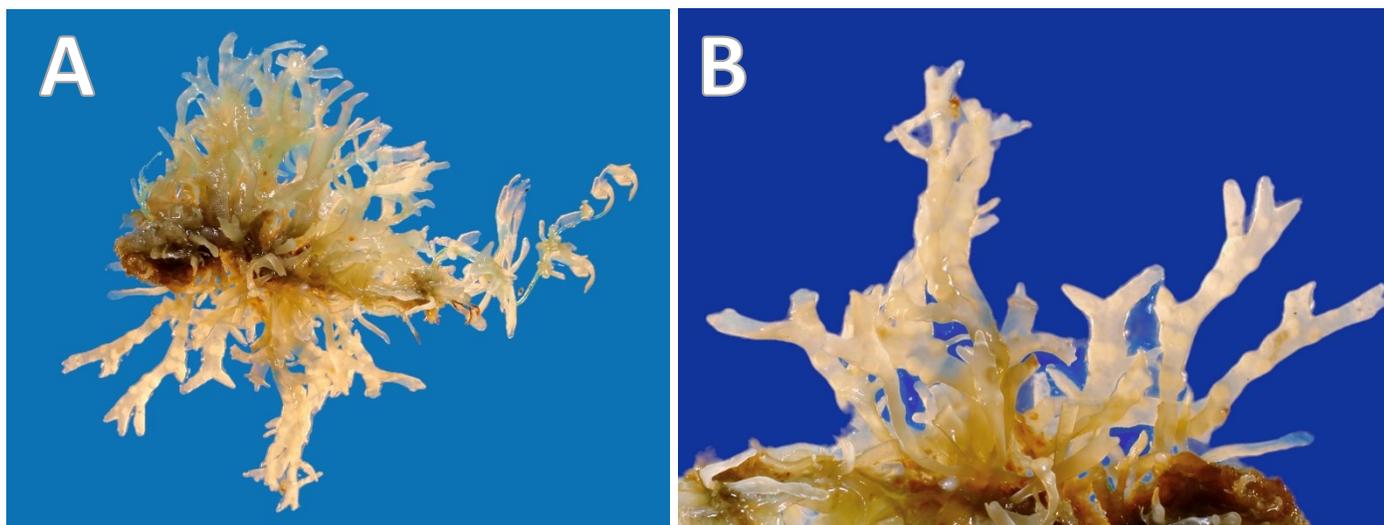
Familia: Gracilariaceae

Género: Gracilaria

Especie: *Gracilaria* sp.

Descripción

- Talo parenquimatoso de color pardo, con ramificación irregular di-tricotómica. Con frondas aplanadas de 2-5 cm de largo y 0.7 cm de diámetro, con cistocarpos. Vista general y detalles de corte transversal, en células de medula y corteza. Varias capas intercaladas de células en la medula, de forma ovoide, transparente y distintos tamaños, siendo más chicas hacia el margen, de 19.9-46.5 μm de diámetro y 30.4-73.8 μm de largo. Corteza con varias células de grosor, son rectangulares y cuadradas con esquinas redondeadas, algunas en forma de estrella, de 3-4 μm de diámetro y 4.3-6.7 μm de largo. Cistocarpos redondos y un tamaño de 276.1-418.1 μm de diámetro y 463.9-551.9 μm de largo.
- Ambiente: Submareal de más de 1 m de profundidad, crece sobre roca.
- Datos de colecta: Cuastecomates, Jalisco, MÉXICO. 19 de marzo de 2017. Muestra M7A.



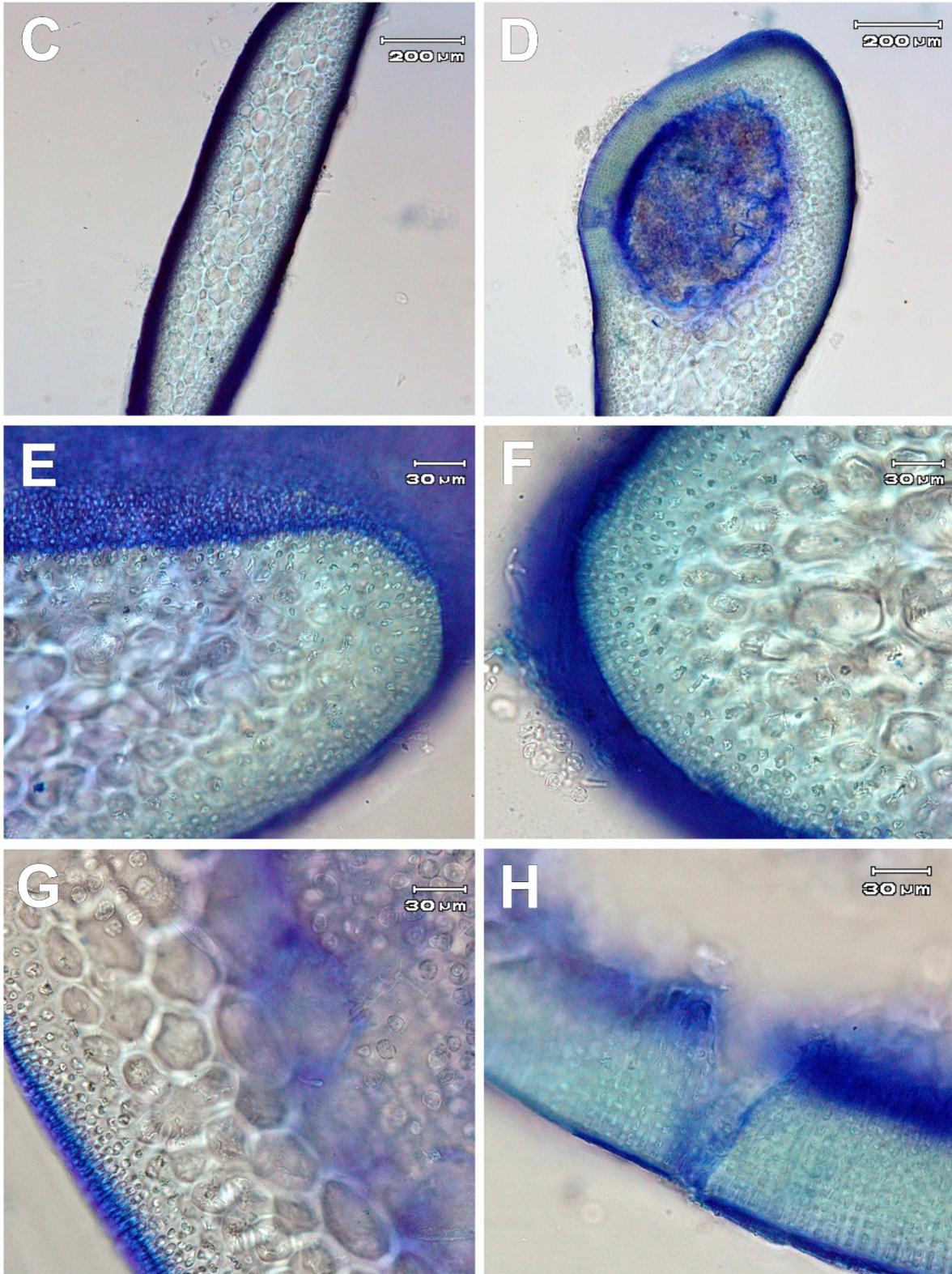


Lámina M7A. A—H. *Gracilaria* sp. A. Vista general del talo; B. Frondas aplanadas; C. Corte transversal de la lámina mostrando las células de médula y corteza; D. Detalle de cistocarpo con poro; E-G. Vista a detalle de las células de médula y corteza, mostrando las células con forma de estrella; H. Vista a detalle de poro del cistocarpo.

Familia: Corallinaceae

Género: *Amphiroa*

Especie: *Amphiroa cf. beauvoisii* J. V. Lamouroux 1816: 299

Descripción

- Talo pseudoparenquimatoso calcáreo de color rosado, con ramificación irregular di-tricotómica. Con intergenículas jóvenes cilíndricas y más desarrolladas de cilíndricas a aplanadas de 0.7-1 cm de largo y 0.3 cm de diámetro. Con cistocarpos que generalmente se presentan a lo largo de la intergenícula. Talo juvenil.
- Ambiente: Submareal de más de 1 m de profundidad, crece sobre roca.
- Datos de colecta. Cuastecomates, Jalisco, MÉXICO. 19 de marzo de 2017. Muestra M6A.

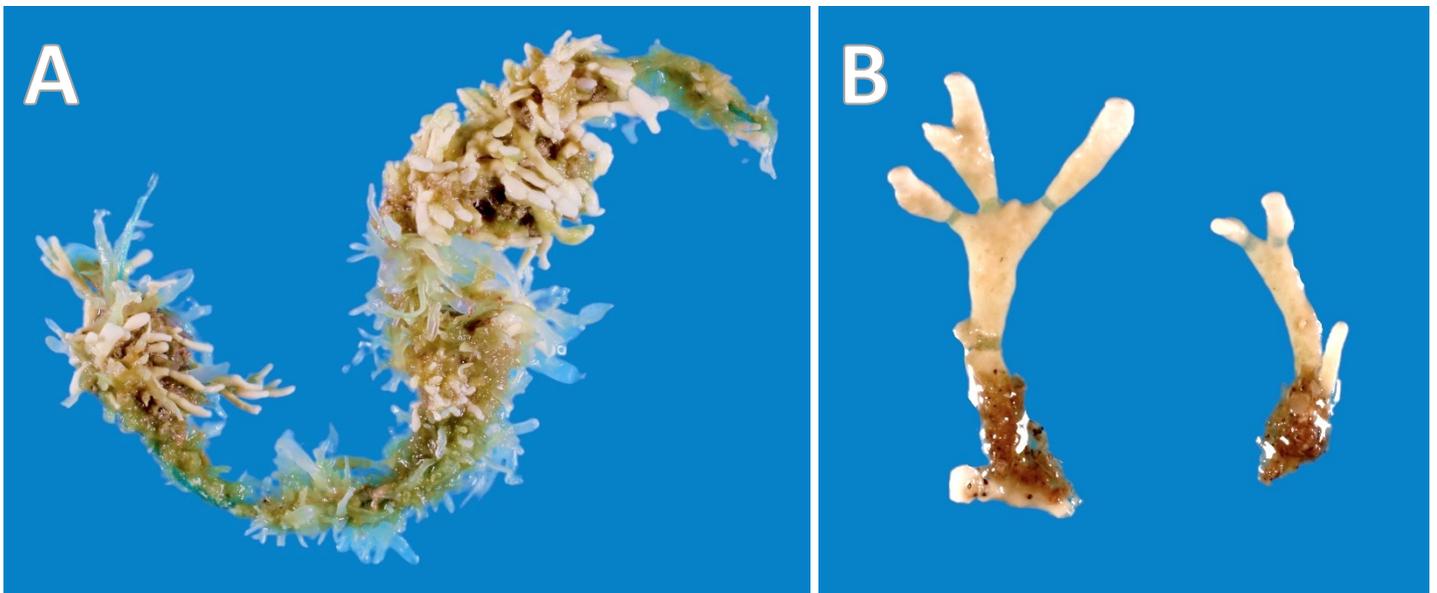


Lámina M6A. A-B. *Amphiroa cf. beauvoisii*. A. Vista general del talo; B. Ramificación con genículas e intergenículas.

PHAEOPHYTA

Familia: Sargassaceae

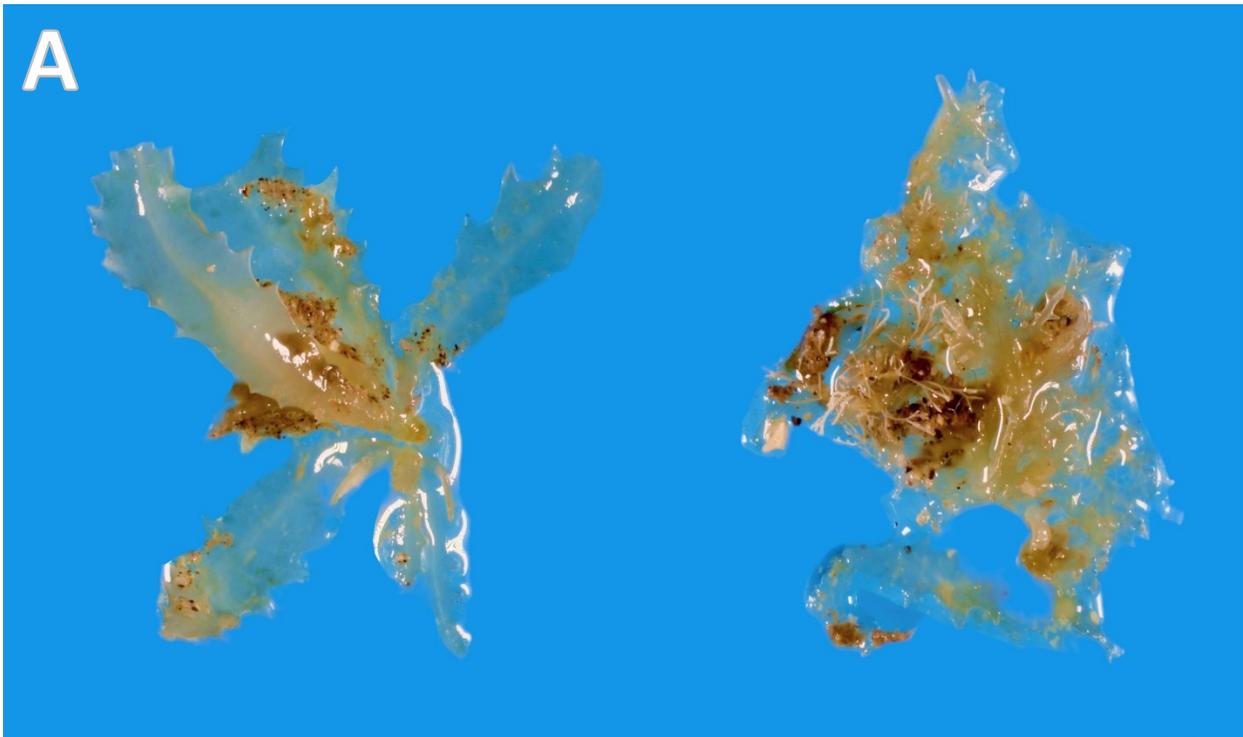
Género: *Sargassum*

Especie: *Sargassum* sp.

Morfo 1

Descripción

- Talo parenquimatoso erecto con ramas secundarias, láminas aplanadas y margen serrado, de 2 a 6 cm de largo, de color pardusco y fijada al sustrato por medio de un disco basal. De 5 a 8 frondas unidas a un eje cilíndrico. Longitud total de la macroalga de 25 cm en promedio. Talo juvenil sin estípites, aerocistos, ni reproductores (criptostomas).
- Ambiente: Submareal de más de 1 m de profundidad, crece sobre arena.
- Datos de colecta. Cuastecomates, Jalisco, MÉXICO. 19 de marzo de 2017. Muestra M3A.



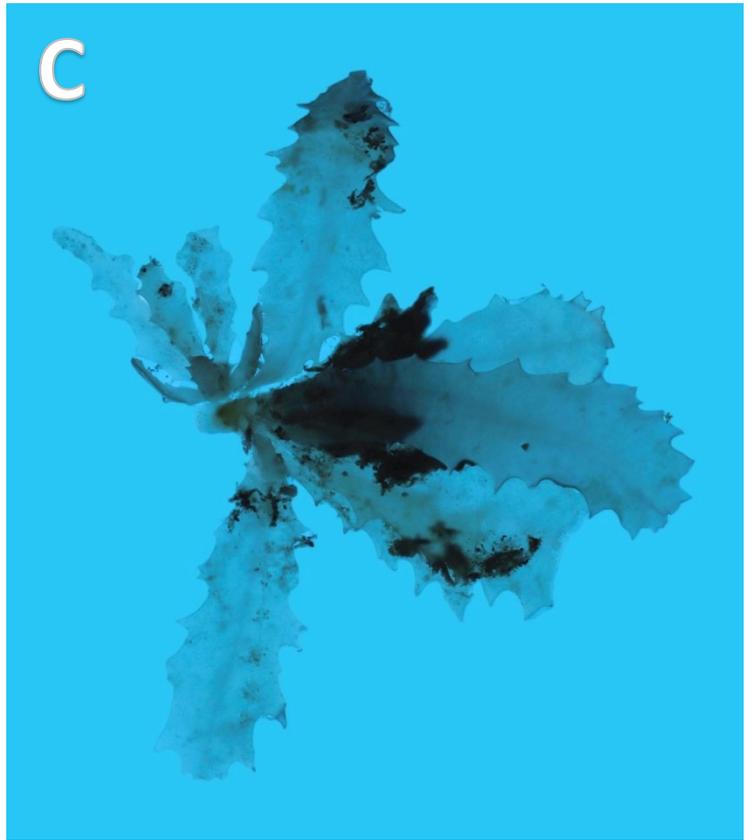


Lámina LM3A. A—C. *Sargassum* sp. A. Vista general del talo; B. Superficie de fronda con nervadura y margen serrado; C. Vista de talo juvenil sin estipite.

Especie: *Sargassum liebmannii* J. Agardh 1847: 8

Morfo 2

Descripción

- Talo parenquimatoso erecto con ramas secundarias, eje cilíndrico con ramificaciones dicotómicas, láminas aplanadas y margen serrado, de 2 a 6 cm de largo, de color pardusco y fijada al sustrato por medio de un disco basal. Longitud total de la macroalga de 20 cm en promedio. Vista general y detalles de corte transversal, en células de medula y corteza, con numerosas epífitas en la corteza. Células en la medula, son de forma ovoide, transparente con algunos plastos color café, de 45.8-71.2 μm de diámetro y 67.8-100.8 μm de largo. Corteza de una a tres células de grosor, de color café verdoso. Células de la corteza rectangulares con esquinas redondas de 8.5-23.2 μm de diámetro y 20-29.2 μm de largo. Filamentos adheridos a la corteza, con células cuadradas apiladas, de color café verdoso claro, de 8.9-12.9 μm de diámetro y 16.4-18.2 μm de largo.
- Ambiente: Submareal de más de 1 m de profundidad, crece sobre arena y roca.
- Datos de colecta. Cuastecomates, Jalisco, MÉXICO. 25 de agosto de 2017. Muestra M4B.



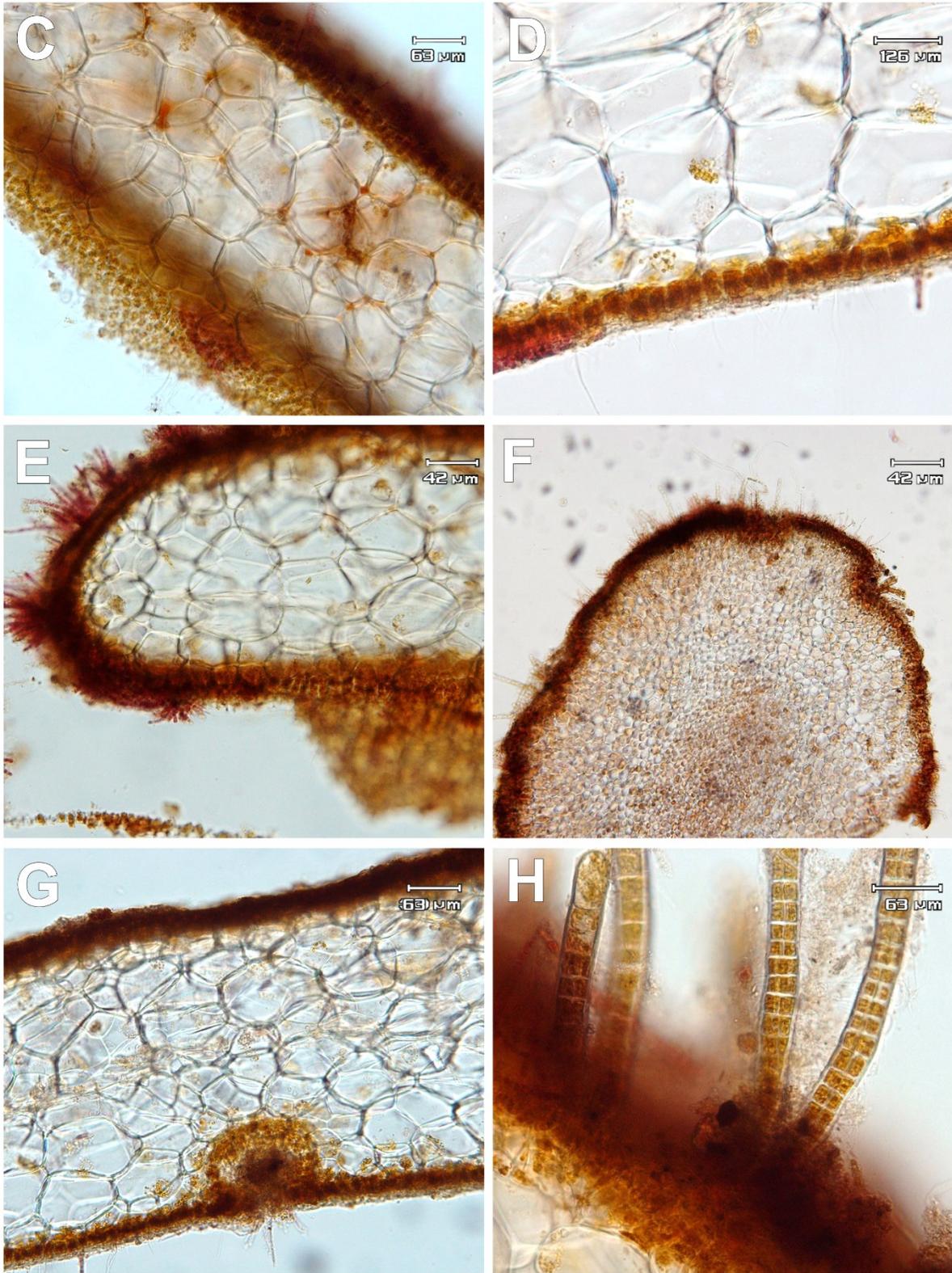


Lámina M4B. A—H. *Sargassum liebmannii*. A. Vista general del talo; B. Ramificación secundaria con frondas serradas; C—G. Cortes de la lámina mostrando las células de la médula y corteza, con numerosas algas rojas y pardas epífitas; H. Vista de parte basal de *Sphacelaria* sp. epífita en la corteza.

Especie: *Sargassum cf. liebmannii*. J. Agardh 1847: 8

Morfo 3

Descripción

- Talo parenquimatoso erecto con un eje cilíndrico y ramas secundarias, láminas aplanadas y con margen serrado o liso-dentado. De 2 a 6 cm de largo con criptostomas dispersos, de color pardusco y fijada al sustrato por medio de un disco basal. Con receptáculos en racimos. Longitud total de la macroalga de 30 cm en promedio. Vista general y detalles de corte transversal, en células de medula y corteza, con pelos feofíceos rojizos en la corteza. Células en la medula de forma ovoide, transparente con algunos plastos grandes color rojizo, células de 45.7-60.1 μm de diámetro y 73.1-90.9 μm de largo. Células en la corteza, de color pardo rojizo. Células de la corteza rectangulares con esquinas redondas de 11.6-15.2 μm de diámetro y 21.3-26.9 μm de largo. Filamentos externos, con células cuabras apiladas en el interior de color pardusco, de 20.4-23.6 μm de diámetro y 24-31.4 μm de largo.
- Ambiente: Submareal de más de 1 m de profundidad, crece sobre arena y roca.
- Datos de colecta. Cuastecomates, Jalisco, MÉXICO. 25 de agosto de 2017. Muestra M7B.



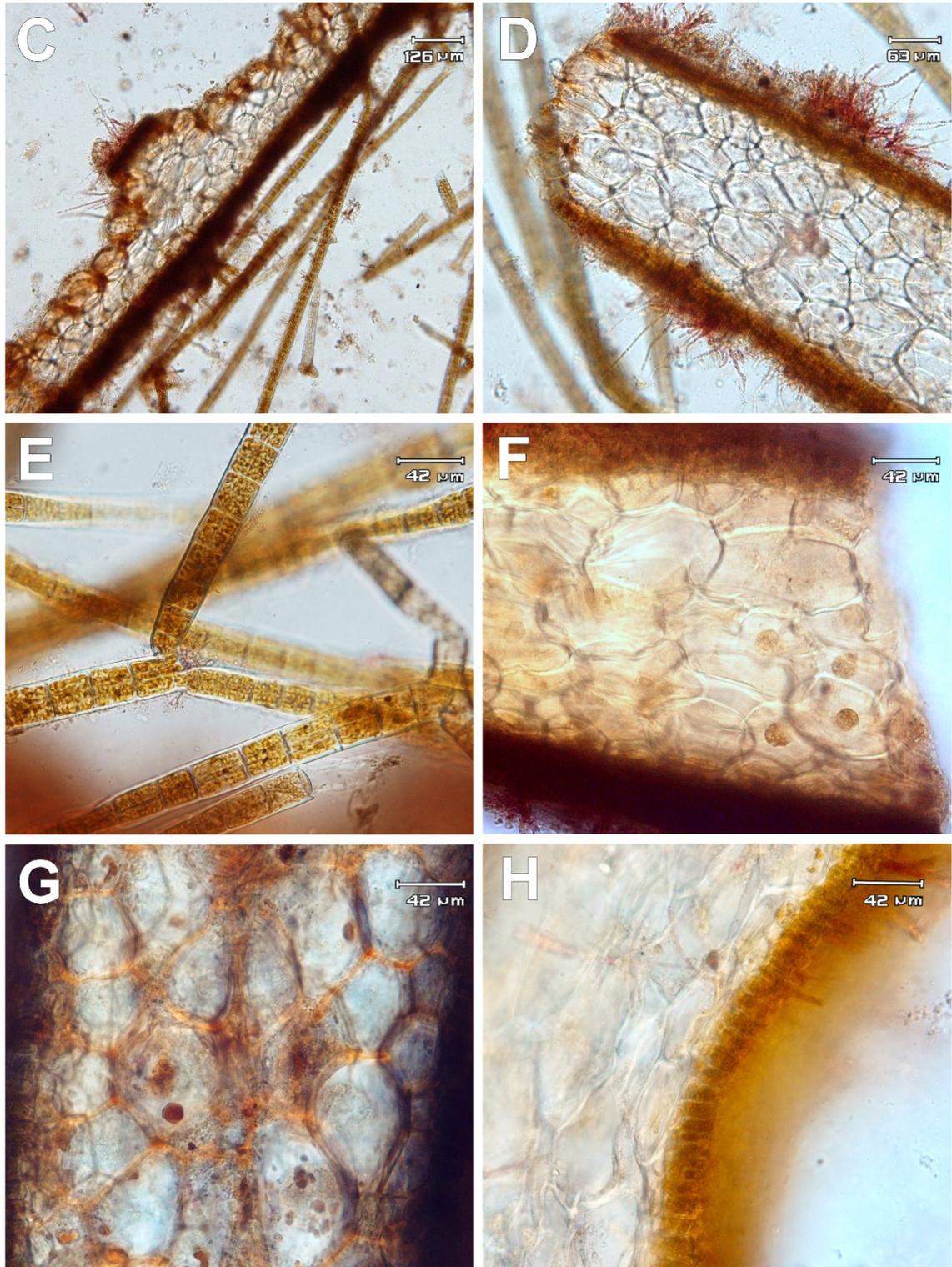


Lámina M7B. A—H. *Sargassum cf. liebmannii* A. Vista general del talo; B. Individuo con frondas serrados y receptáculos; C. Detalle de criptostoma con filamentos externos; D. Corte de la lámina mostrando las células de la médula y corteza, con los pelos feoíceos; E. Detalle de los filamentos de *Sphacelaria* sp. epífita de *Sargassum*; F. Corte de la lámina mostrando las células de la médula y corteza; G. Vista a detalle de las células de la medula. H. Vista a detalle de las células de la corteza.

Familia: Dictyotaceae

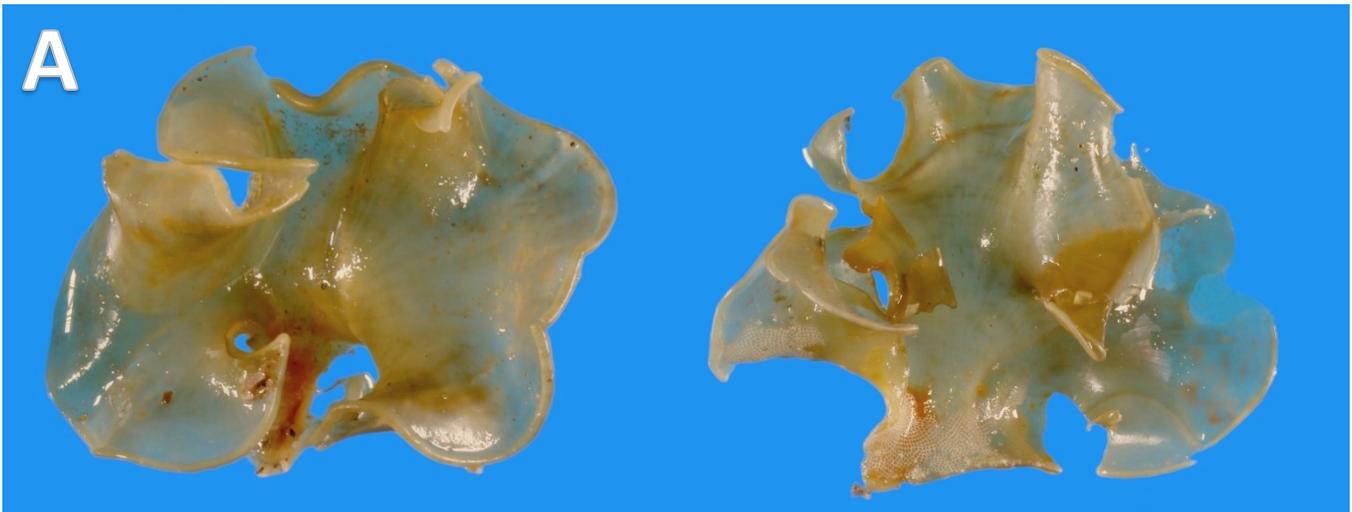
Género: *Padina*

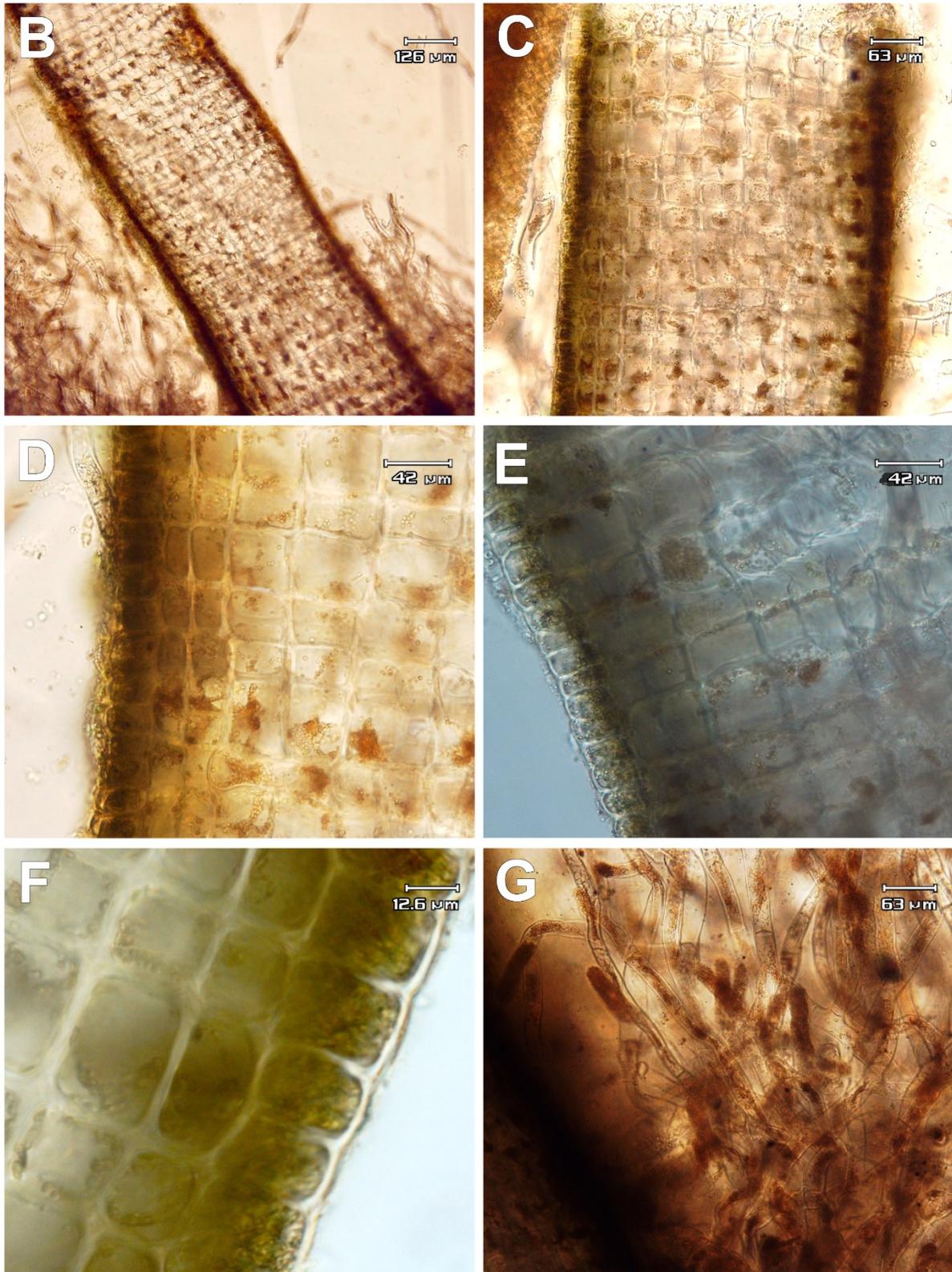
Especie: *Padina durvillei* Bory 1827: 591

Morfo 1

Descripción

- Talo parenquimatoso en forma de abanico, de color pardo-amarillento (decolorado) con márgenes enrollados. Con algunas impregnaciones de carbonato de calcio en la superficie laminar. Vista general y detalles de corte transversal, en células de medula y corteza, y pelos.
- Medula de doce a trece capas de células rectangulares, transparentes con pequeños plastos discoidales color café, de 27-47 μm de diámetro y 28-48.2 μm de largo.
- Corteza de una célula de grosor, de color café verdoso oscuro. Células de la corteza cuadradas con esquinas redondas de 16.8-23 μm de diámetro y 30-42.6 μm de largo.
- Ambiente: Submareal de más de 1 m de profundidad, crece sobre rocas.
- Datos de colecta: Cuastecomates, Jalisco, MÉXICO. 19 de marzo de 2017. Muestra M2A.





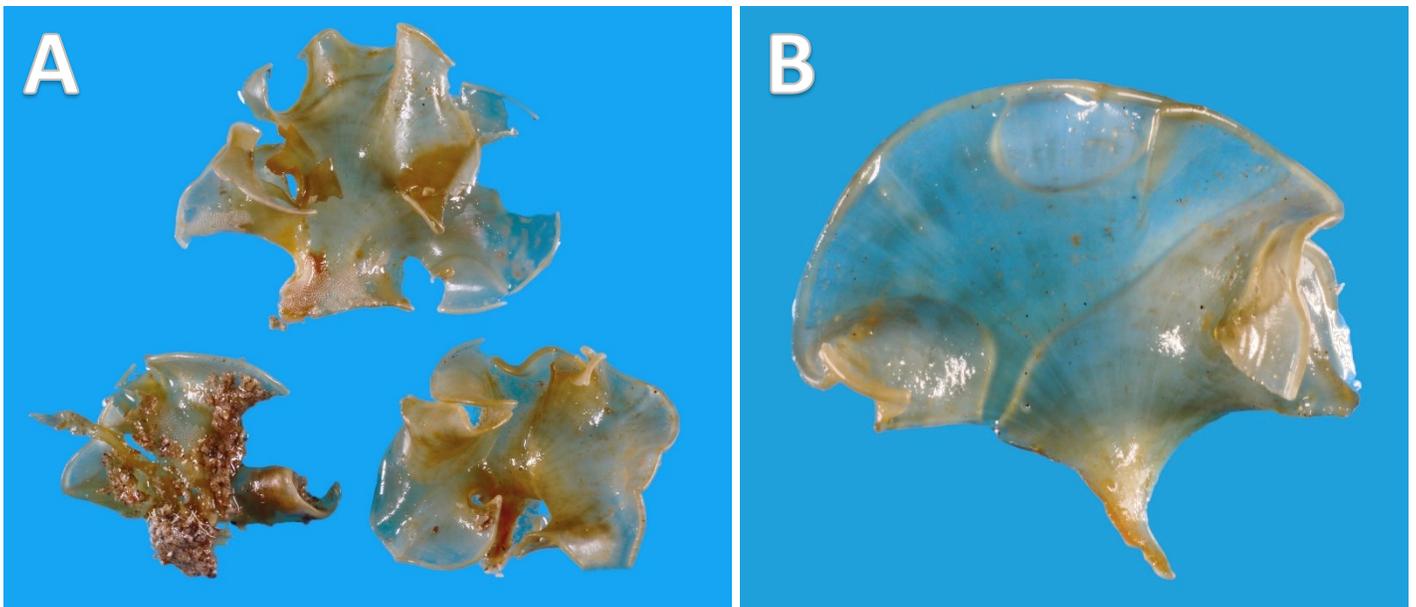
Lamina M2A. A—G. *Padina durvillei*. A. Vista general del talo; B-C. Corte transversal mostrando las células de la corteza, médula y pelos feoíceanos en el exterior; D-E. Detalle de células de la corteza y médula; F. Vista a detalle de las células de la corteza; G. Pelos feoíceanos vistos desde la superficie.

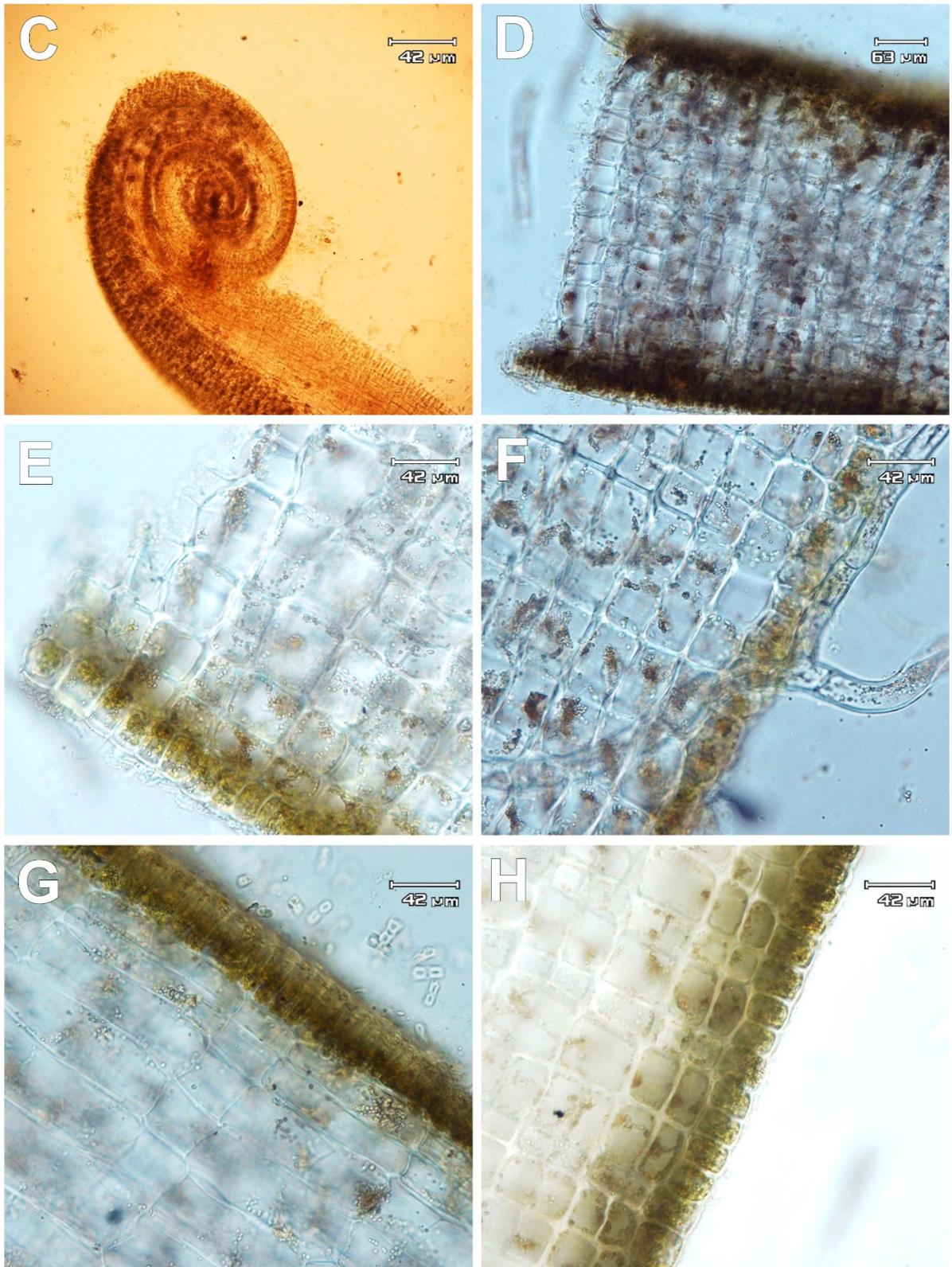
Especie: *Padina durvillei* Bory 1827: 591

Morfo 2

Descripción

- Talo parenquimatoso en forma de abanico, de color pardo-amarillento con márgenes enrollados. Con algunas impregnaciones de carbonato de calcio en la superficie laminar. Vista general y detalles de corte transversal, en células de medula y corteza. Medula de doce a trece capas de células rectangulares, transparentes con pequeños plastos discoidales color café, de 28.9-44.1 μm de diámetro y 40.6-102.6 μm de largo. Corteza de una célula de grosor, de color café verdoso oscuro. Células de la corteza cuadradas y rectangulares con esquinas redondas de 13.2-22.2 μm de diámetro y 25.2-35.2 μm de largo.
- Ambiente: Submareal de más de 1 m de profundidad, crece sobre rocas.
- Datos de colecta: Cuastecomates, Jalisco, MÉXICO. 25 de agosto de 2017. Muestra M8B.





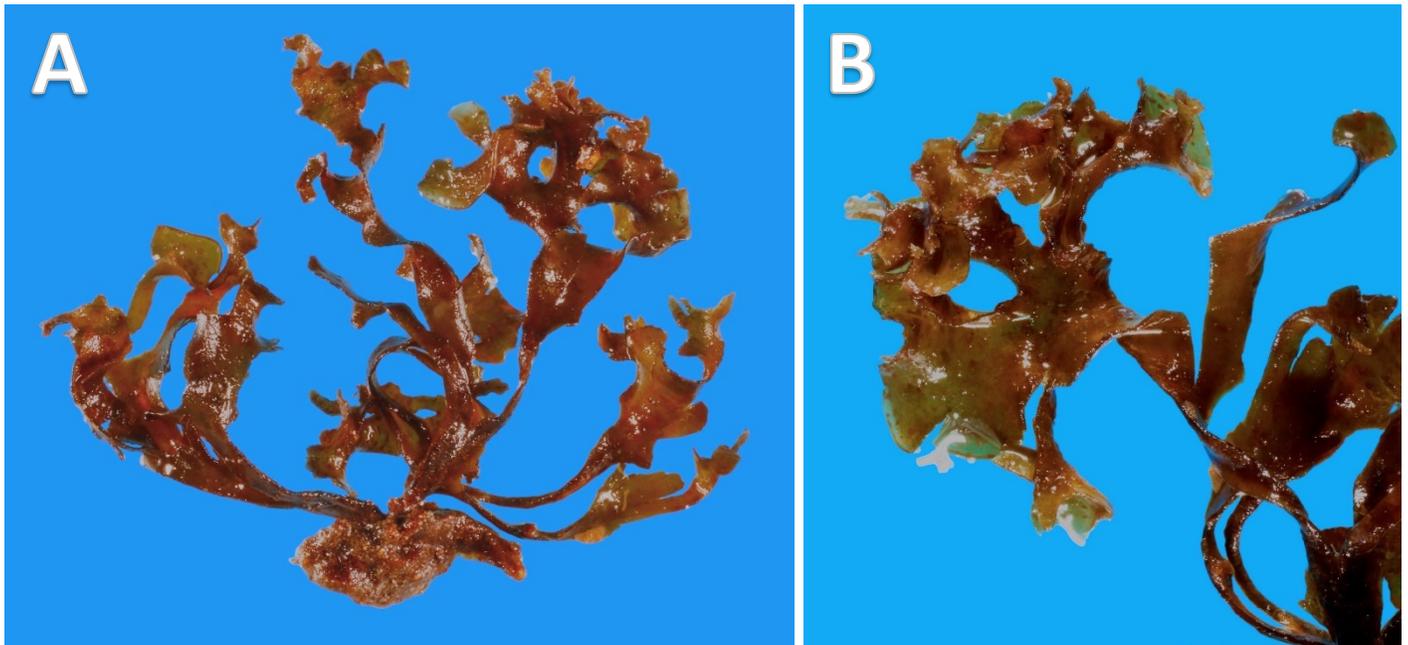
Lamina M8B. A—H. *Padina durvillei*. A. Vista general del talo, láminas con impregnaciones de calcio; B. Detalle de lámina flabelada y dividida.; C. Corte transversal del ápice; D—H. Corte transversal de la lámina mostrando las células de la corteza y médula.

Especie: *Padina mexicana* var. *erecta* Avila-Ortíz 2003: 69.

Morfo 1

Descripción

- Talo parenquimatoso en forma de abanico, de color pardo-amarillento con márgenes enrollados. Con algunas impregnaciones de carbonato de calcio en la superficie laminar. Vista general y detalles de corte transversal, en células de medula y corteza con soro esporangial. Ápice enrollado con propágulo de dos brazos (Sphacelaria). Medula con cinco capas de células rectangulares, transparentes con pequeños plastos discoidales color café, de 23.7-48.5 μm de diámetro y 42-95 μm de largo. Corteza de una célula de grosor, de color café verdoso oscuro. Células de la corteza cuadradas con esquinas redondas de 15.7-26 μm de diámetro y 23-32 μm de largo. Soro de esporas en la corteza (aplanosporas), de color café verdoso oscuro en el centro. Con forma circular de 67.7-71.3 μm de diámetro y 73.2-78 μm de largo.
- Ambiente: Submareal de más de 1 m de profundidad, crece sobre rocas.
- Datos de colecta: Cuastecomates, Jalisco, MÉXICO. 24 de agosto de 2017. Muestra M1B.





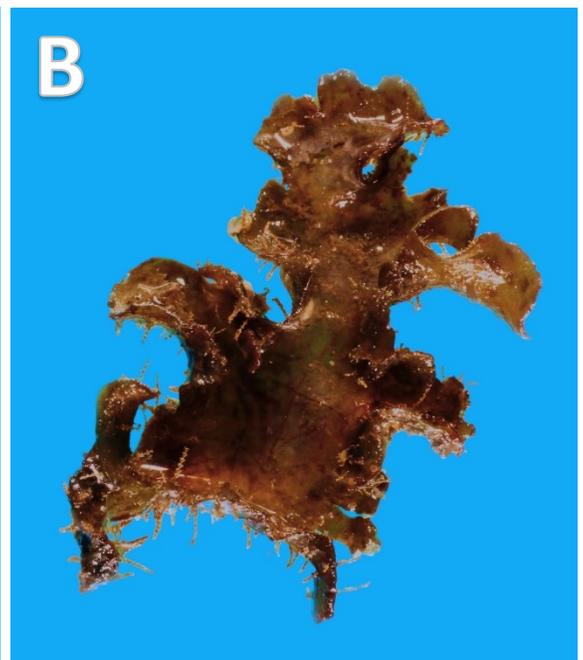
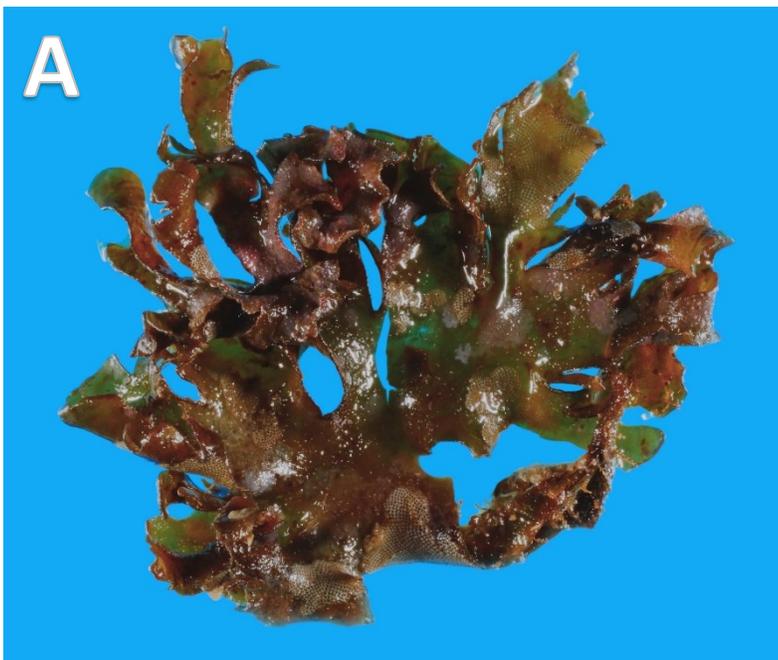
Lamina M1B. A—H. *Padina mexicana* var. *erecta*. A. Vista general del talo; B. Detalle de lámina flabelada y dividida; C. Corte transversal del ápice de *Padina*, con propágulo de dos brazos de *Sphacelaria* sp.; D—F. Corte de la lámina mostrando células de la corteza y médula; G. Soro esporangial; H. Corte transversal del ápice, donde se observa el enrollamiento.

Especie: *Padina cf. mexicana var. erecta* Avila-Ortíz 2003: 69.

Morfo 2

Descripción

- Talo parenquimatoso en forma de abanico, de color pardo-amarillento con márgenes crispados. Con algunas impregnaciones de carbonato de calcio en la superficie laminar. Vista general y detalles de corte transversal, en células de medula y corteza con soro esporangial. Medula con seis a siete capas de células rectangulares, transparentes con pequeños plastos discoidales color café, de 16.7-21.7 μm de diámetro y 27.6-35.8 μm de largo. Corteza de una célula de grosor, de color café verdoso oscuro. Células de la corteza cuadradas con esquinas redondas de 24.4-48.6 μm de diámetro y 24.3-61.3 μm de largo. Soro de esporas en la corteza (aplanosporas), de color café verdoso oscuro en el centro. Con forma circular de 92.1-129 μm de diámetro y 72-126 μm de largo.
- Ambiente: Submareal de más de 1 m de profundidad, crece sobre rocas.
- Datos de colecta: Cuastecomates, Jalisco, MÉXICO. 24 de agosto de 2017. Muestra M2B.



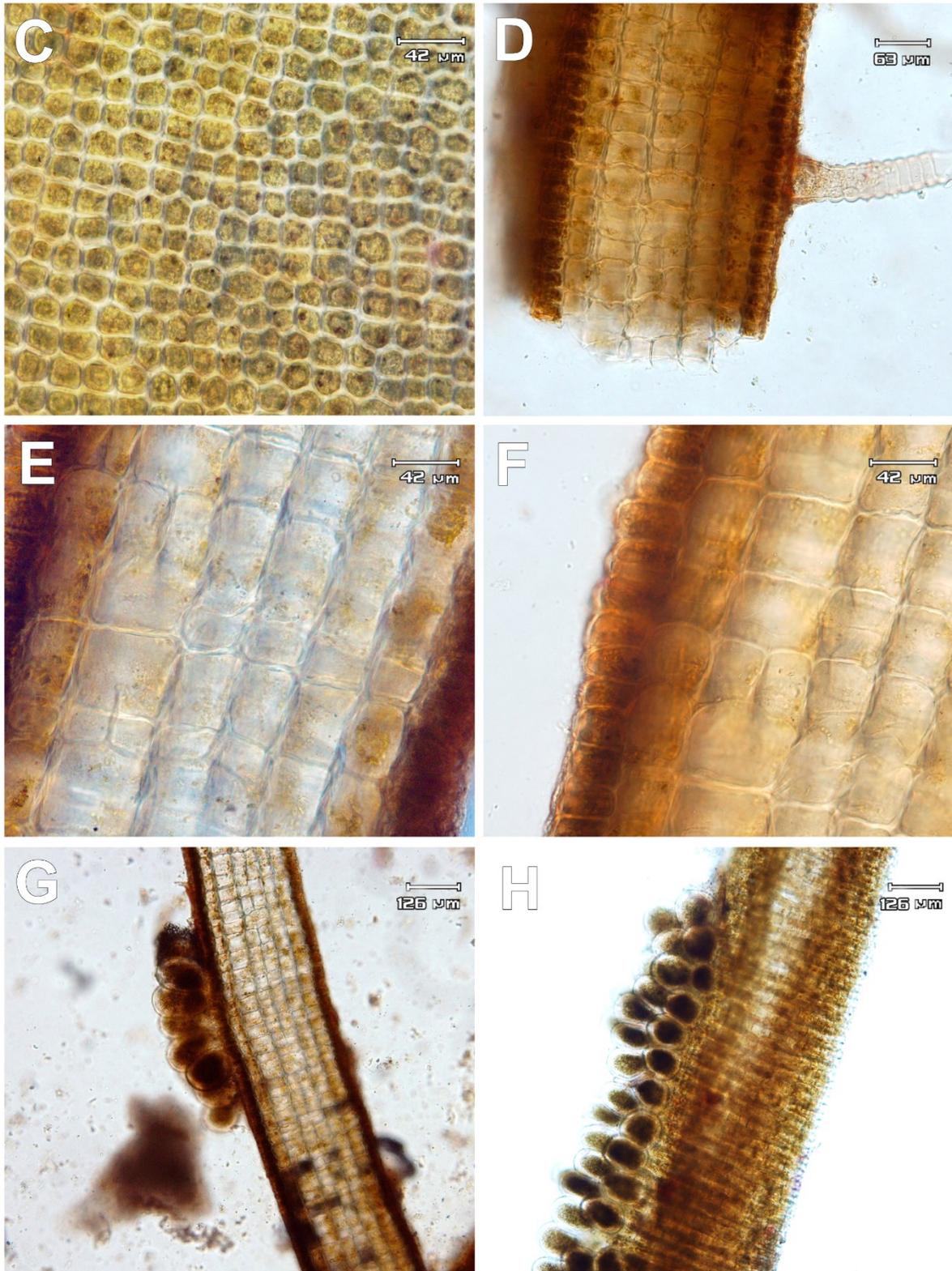


Lámina M2B. A—H. *Padina cf. mexicana var. erecta*. A. Vista general del talo; B. Detalle de lámina flabelada y crispada; C. Células de la corteza en vista superficial; D. Corte de la lámina mostrando las células de la corteza y médula, con una estructura lateral filamentosa; E-F. Vista a detalle de las células de la médula y corteza; G-H. Zona media de la lámina con soro esporangial.

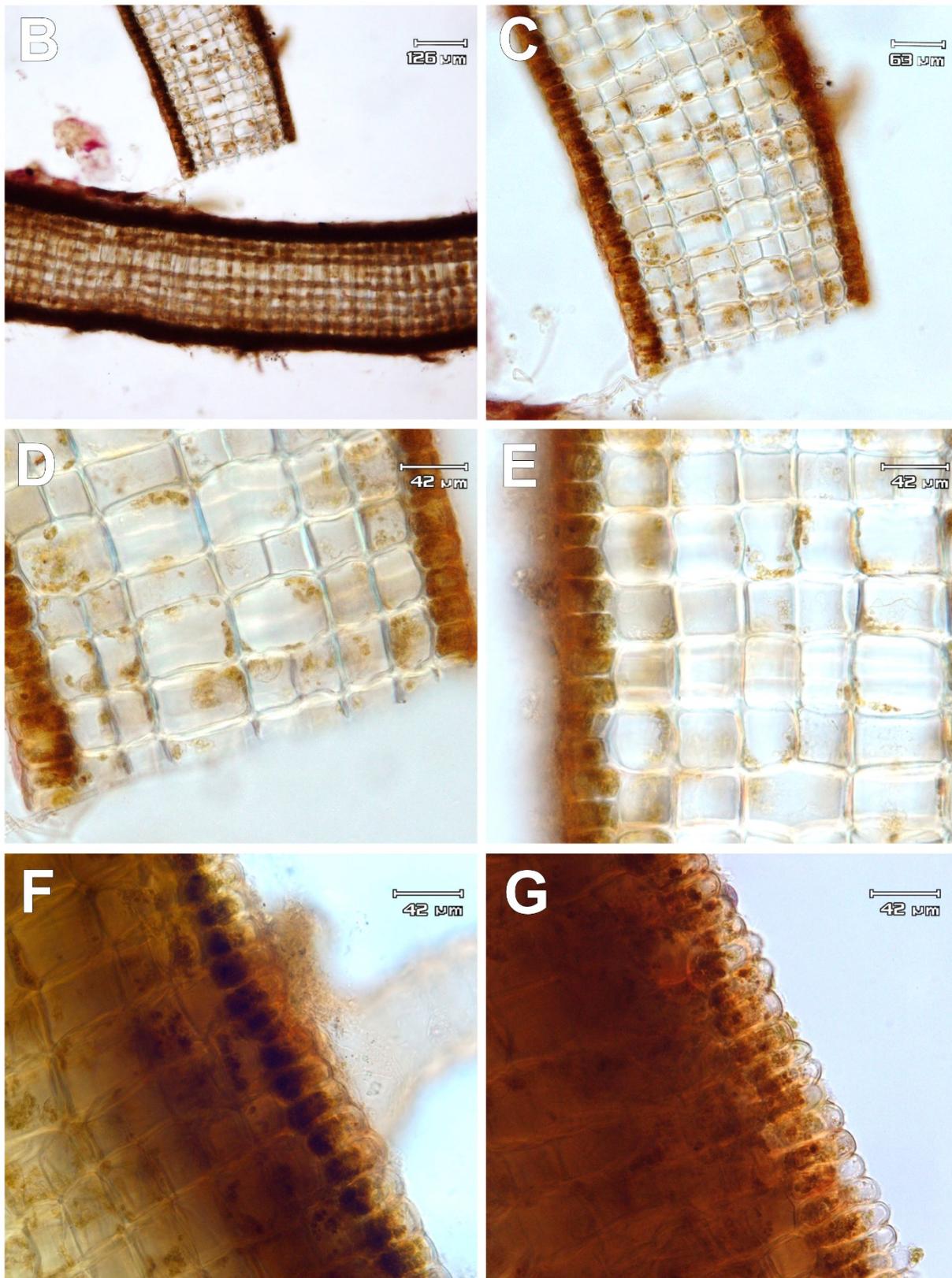
Especie: *Padina mexicana* var. *erecta* Avila-Ortíz 2003: 69.

Morfo 3

Descripción

- Talo parenquimatoso en forma de abanico, de color pardo-amarillento con márgenes enrollados. Con algunas impregnaciones de carbonato de calcio en la superficie laminar. Vista general y detalles de corte transversal, en células de medula y corteza. Medula con cinco a siete capas de células rectangulares, transparentes con pequeños plastos discoidales color café, de 28.7-54 μm de diámetro y 34-55.7 μm de largo. Corteza de una célula de grosor, de color café verdoso oscuro. Células de la corteza cuadradas con esquinas redondas de 17.6-22.8 μm de diámetro y 29.8-39 μm de largo.
- Ambiente: Submareal de más de 1 m de profundidad, crece sobre rocas.
- Datos de colecta: Cuastecomates, Jalisco, MÉXICO. 24 de agosto de 2017. Muestra M3B.





Lamina M3B. A—G. *Padina mexicana var. erecta*. A. Vista general del talo; B—G. Corte de la lámina mostrando las células de la corteza y médula.

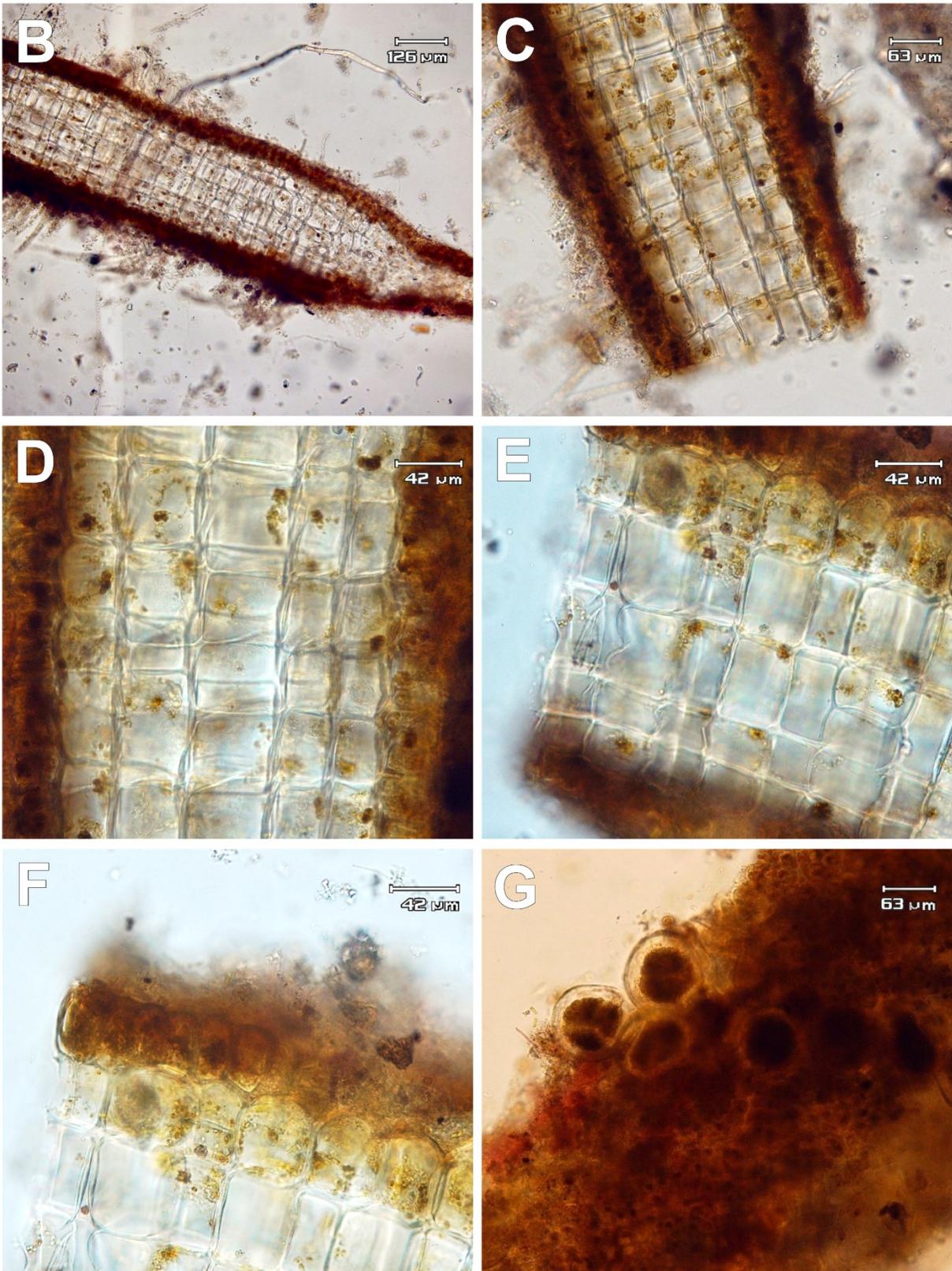
Especie: *Padina mexicana* var. *erecta* Avila-Ortíz 2003: 69.

Morfo 4

Descripción

- Talo parenquimatoso en forma de abanico, de color pardo-amarillento con márgenes enrollados. Con algunas impregnaciones de carbonato de calcio en la superficie laminar. Vista general y detalles de corte transversal, en células de medula y corteza. Medula con cinco capas de células rectangulares, transparentes con pequeños plastos discoidales color café, de 36.8-60.2 μm de diámetro y 39-65.6 μm de largo. Corteza de una célula de grosor, de color café verdoso oscuro. Células de la corteza cuadradas con esquinas redondas de 22.6-31.8 μm de diámetro y 39.8-44.4 μm de largo. Soro de esporas (aplanosporas), de color café verdoso oscuro en el centro. Con forma circular de 81.7-97.1 μm de diámetro y 88.8-103.2 μm de largo.
- Ambiente: Submareal de más de 1 m de profundidad, crece sobre rocas.
- Datos de colecta: Cuastecomates, Jalisco, MÉXICO. 25 de agosto de 2017. Muestra M5B.





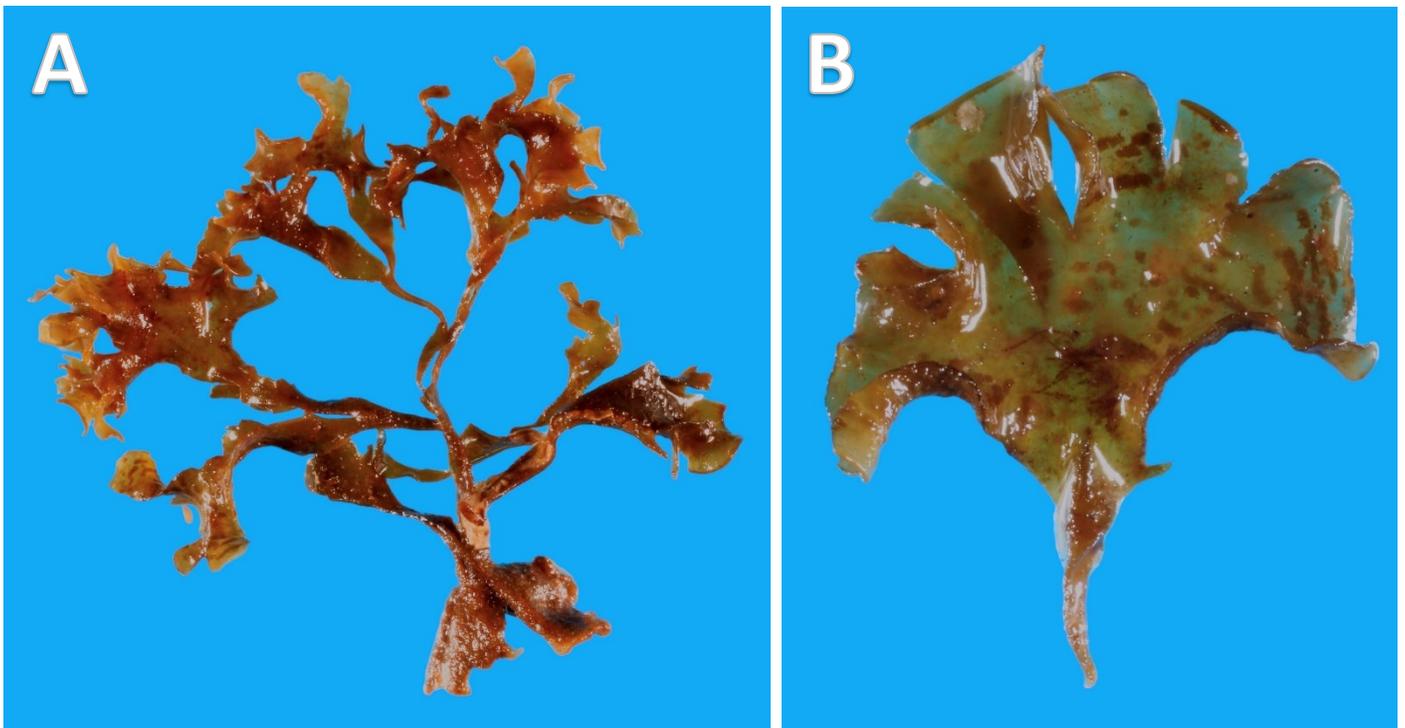
Lamina M5B. A—G. *Padina mexicana* var. *erecta*. A. Vista general del talo; B-C. Corte transversal de la lámina mostrando las células de la corteza y médula. D-F. Vista a detalle de las células de la corteza y médula; G. Zona media de la lámina con soro esporangial.

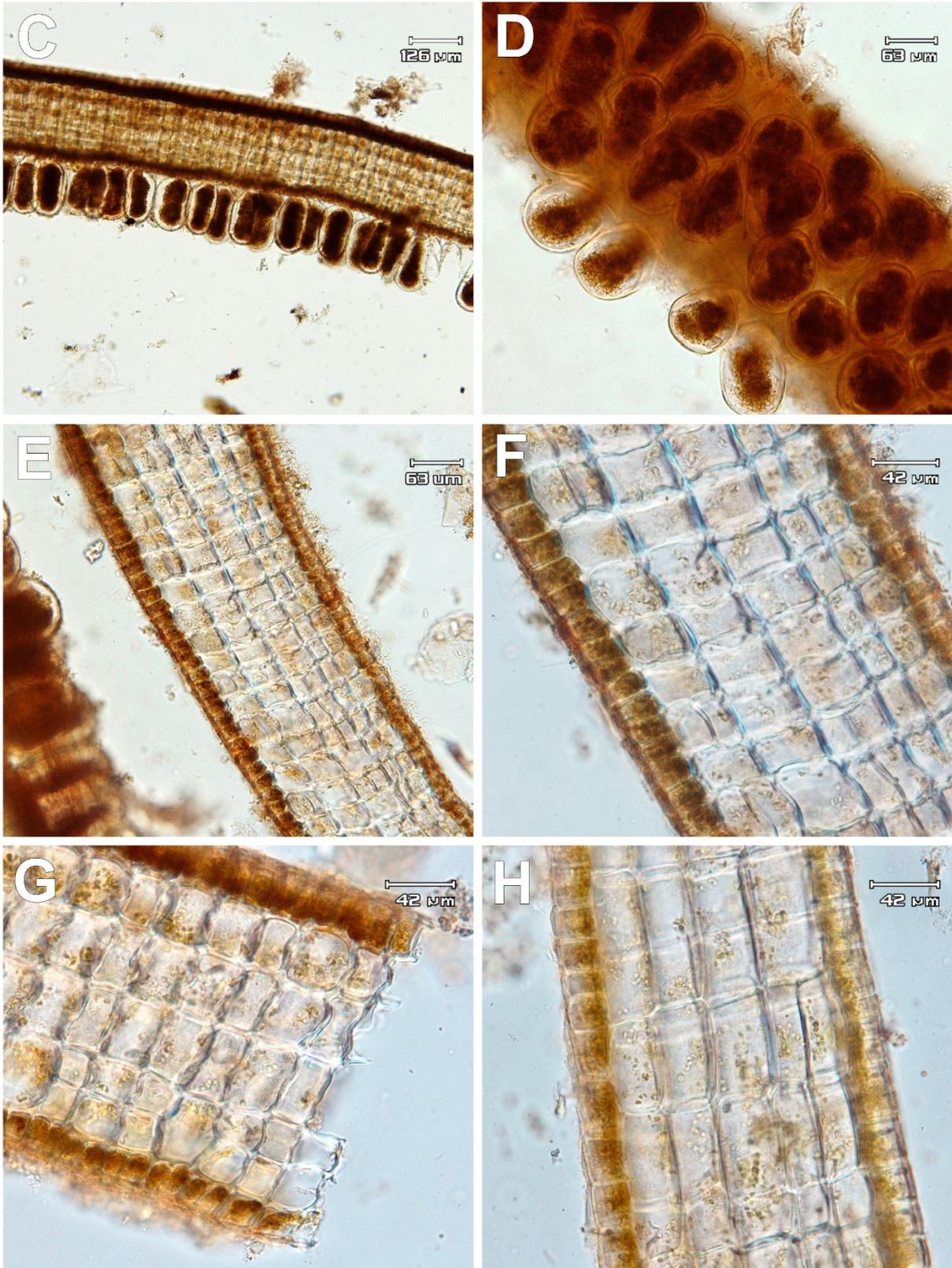
Especie: *Padina mexicana* var. *erecta* Avila-Ortíz 2003: 69.

Morfo 5

Descripción

- Talo parenquimatoso en forma de abanico, de color pardo-amarillento con márgenes enrollados. Con soros de esporangios y algunas impregnaciones de carbonato de calcio en la superficie laminar. Vista general y detalles de corte transversal, en células de medula y corteza con estructuras reproductoras. Medula con cinco capas de células rectangulares, transparentes con pequeños plastos discoidales color café, de 20.1-40.3 μm de diámetro y 27.7-42.3 μm de largo. Corteza de una célula de grosor, de color café verdoso oscuro. Células de la corteza cuadradas con esquinas redondas de 14.6-19.8 μm de diámetro y 21-28.4 μm de largo. Soro de esporas en la corteza (aplanosporas), de color café verdoso oscuro en el centro. Con forma circular de 69.1-89.9 μm de diámetro y 117-148.8 μm de largo.
- Ambiente: Submareal de más de 1 m de profundidad, crece sobre rocas.
- Datos de colecta: Cuastecomates, Jalisco, MÉXICO. 25 de agosto de 2017. Muestra M6B.





Lamina M6B. A— H. *Padina mexicana* var. *erecta*. A. Vista general del talo; B. Detalle de lámina flabelada y dividida; C. Zona media de la lámina con soro esporangial; D. Soro esporangial; E— H. Corte de la lámina mostrando las células de la corteza y médula.

CHLOROPHYTA

Familia: Caulerpaceae

Género: *Caulerpa*

Especie: *Caulerpa racemosa* var. *uvifera* (C. Ag) J.Ag 1873: 35.

Descripción

- Talo cenocítico, de color verde amarillento a pardusco, con partes rastreras cilíndricas con rizoides, y partes erectas con forma esferoidal. Organismos sifonales globosos de aspecto racemoso, de 2 a 3 cm de largo.
- Ambiente: Submareal de más de 1 m de profundidad, crece sobre roca.
- Datos de colecta. Cuastecomates, Jalisco, MÉXICO. 19 de marzo de 2017. Muestra M5A.



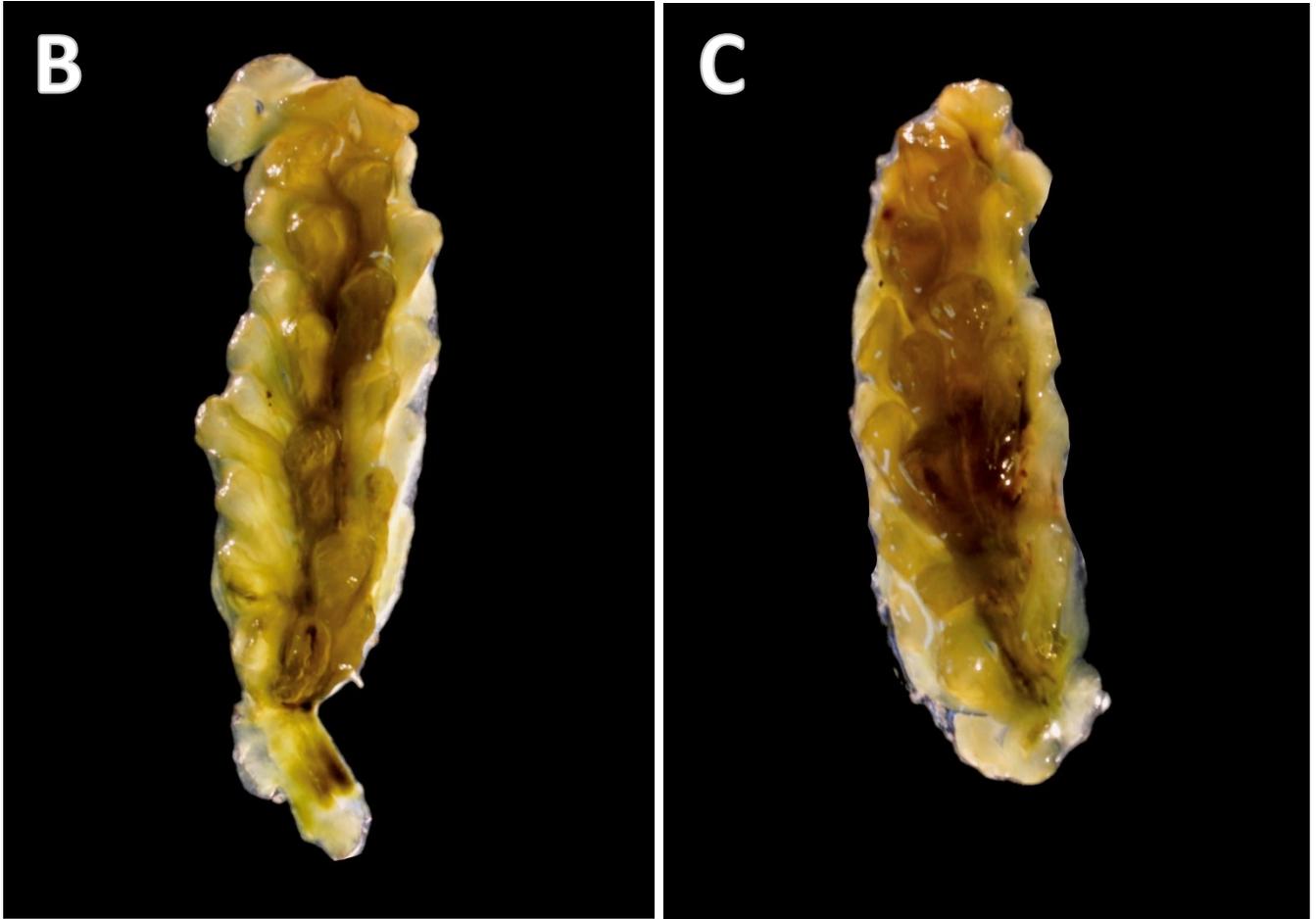


Lámina M5A. A—C. *Caulerpa racemosa* var. *uvifera*. A. Vista general del talo; B-C. Filoides en forma de racimos de partes esferoidales.