

Macroalgas de tres ambientes del litoral rocoso del departamento de La Libertad, El Salvador

Macroalgae of three environments of the rocky coast of the department of La Libertad, El Salvador

Olga Lidia Tejada¹, Gabriela Espinoza², Ervin A. Loarca³, Karla S. Acosta⁴ y Alisson Monroy G.⁵

DOI: 10.5281/zenodo.10080817

Resumen:

El estudio explora las poblaciones de macroalgas de tres sitios del litoral rocoso intermareal en el departamento de La Libertad, El Salvador e incluye la descripción taxonómica de las especies encontradas, las características de su hábitat, el nivel de exposición al impacto directo del oleaje y la distribución en otros litorales rocosos de El Salvador y a nivel mundial. En total se identificaron 9 especies de macroalgas: del Phylum Chlorophyta, dos familias: Ulvaceae con la especie *Ulva flexuosa* y Cladophoraceae con *Chaetomorpha antennina* y *C. mínima*; cuatro familias del Phylum Rhodophyta: Cystocloniaceae con la especie *Hypnea pannosa*, Solieriaceae con *Wurdemannia miniata*, Gracilariaceae con *Gracilaria mammillaris* y Liagoraceae con *Dermonema virens*; y del Phylum Ochrophyta dos familias: Scytosiphonaceae con la especie *Chnoospora pacifica* y Asteronemataceae con *Asteronema breviarticulatum*.

Palabras claves: Rhodophyta, chlorophyta, ochrophyta, intermareal, zona de alto impacto.

Abstract

The study explores macroalgae populations from three sites of the rocky intertidal coast in the department of La Libertad, El Salvador, and includes the taxonomic description of the species found, habitat characteristics, the level of exposure to direct wave impact and the distribution in other rocky coasts of El Salvador and worldwide. A total of 9 species of macroalgae distributed in 8 families were identified. From the Phylum Chlorophyta, two families: Ulvaceae with the species *Ulva flexuosa* and Cladophoraceae with *Chaetomorpha antennina* and *C. minima*; four families of the Phylum Rhodophyta: Cystocloniaceae with the species *Hypnea pannosa*, Solieriaceae with *Wurdemannia miniata*,



Presentado: Agosto 2023

Aceptado: Septiembre 2023

¹Escuela de Biología, Universidad de El Salvador, olga.tejada@ues.edu.sv. ORCID: 0000-0003-4128-7944.

²Escuela de Biología, Universidad de El Salvador, gabriela.espinoza.ramos21@gmail.com. ORCID: 0009-0003-9472-9758.

³Escuela de Biología, Universidad de El Salvador, cl20003@ues.edu.sv. ORCID: 0009-0009-8958-1262.

⁴Escuela de Biología, Universidad de El Salvador, ab20010@ues.edu.sv. ORCID: 0009-0009-0741-4293.

⁵Escuela de Biología, Universidad de El Salvador, mg20069@ues.edu.sv. ORCID: 0009-0009-7345-754X.



Gracilariaceae with *Gracilaria mammillaris* and Liagoraceae with *Dermonema virens*; and of the Phylum Ochrophyta two families: Scytosiphonaceae with the species *Chnoospora pacifica* and Asteronemataceae with *Asteronema breviarticulatum*.

Keywords: Rhodophyta, chlorophyta, ochrophyta, intertidal, high impact zone.

Introducción

La zona litoral es la parte de la plataforma continental más somera y cercana a tierra firme que corre perpendicular al mar. Por su ubicación, en ella coexisten y se interconectan sistemas terrestres y marinos; de ahí que suele ser considerada como una frontera ecológica entre la tierra y el océano, caracterizada por los intensos procesos de intercambio de materia y energía que en ella ocurren.

Dependiendo de su origen geológico y de los procesos geomorfológicos dominantes, los litorales pueden modelarse por procesos de abrasión constante que remueven sustrato y ayudan a formar peñascos, acantilados y playas rocosas en las que se forman pozas de marea. En aquellos sitios en los que prevalecen la erosión y la sedimentación, se genera la formación de playas, arenales, arrecifes, lagunas y humedales (López-Victoria et al 2004).

De acuerdo con Barraza (2017), el litoral rocoso en El Salvador es menos extenso en comparación con las playas de arena; y se caracteriza por presentar distintos tipos de formaciones, por ejemplo, plataformas someras rocosas y peñascos intermareales y submareales de origen volcánico. En el caso de los peñascos, de las grandes terrazas rocosas y de los acantilados, éstos suelen estar expuestos a la intensa hidrodinámica del oleaje, generando zonas de alto impacto por el fuerte choque de las olas contra la dura superficie vertical, generando ondas de retorno hacia el océano.

A pesar del estrés causado por el fuerte impacto del oleaje, los litorales rocosos son habitados por una rica y variada biota adaptada para sostenerse, alimentarse, sobrevivir y resistir los largos periodos de desecación durante las mareas bajas, que es cuando se producen fuertes fluctuaciones de temperatura ambiental, humedad y salinidad. Siendo algunos ejemplos de fauna característica de estas zonas: los erizos de mar, gasterópodos, crustáceos trepadores y crustáceos de vida sésil, que se refugian y alimentan de los lechos de algas marinas (López-Victoria et al 2004).

Aschwin et al (2005), afirman que el fuerte impacto de las olas es uno de los principales factores que afectan a la estructura y dinámica de las poblaciones de algas bentónicas; ya que generalmente presentan un número reducido de especies y sus talos, además experimentan cambios morfológicos notables; por ejemplo, tienden a ser más pequeños, gruesos y en algunos casos fuertemente ramificados, todo lo cual les permite reducir el arrastre por la fuerza hidrodinámica, evitando así su desprendimiento de los sustratos. Además, las algas también son capaces de modificar sus colores estructurales (verde, café, dorado, rojo, etc.), en aguas intermareales poco profundas, debido a que experimentan niveles de radiación fotosintéticamente activos muy altos, cercanos a los niveles de saturación fotosintética, especialmente durante los meses de verano; por lo tanto, ellas han evolucionado para protegerse de la foto destrucción de las clorofilas por efecto de la intensidad de los rayos UV; por ejemplo, las algas son capaces de añadir o eliminar pigmentos para la foto-regulación, a través de pigmentos como las xantofilas, la ficocianina y la ficoeritrina (Chandler et al 2016).

En el departamento de La Libertad, en El Salvador, es frecuente encontrar poblaciones de algas creciendo expuestas al oleaje sobre grandes peñascos, terrazas o plataformas rocosas someras, en farallones y acantilados, donde establecen claros patrones de zonificación vertical.

El objetivo principal de esta investigación ha sido caracterizar el tipo de poblaciones de macroalgas que habitan en estos ambientes y enriquecer el inventario y la colección biológica de algas marinas del herbario de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática.

Materiales y Métodos

Durante el mes de julio de 2022, se realizaron viajes de inspección y recolecta a tres playas del litoral rocoso intermareal del departamento de La Libertad, que se caracterizan por presentar áreas expuestas al fuerte impacto del oleaje. El primero, se realizó en las pozas y rompeolas ubicadas en el hotel y restaurante La Curva de Don Gere, en el municipio de Tamanique, entre las coordenadas

13°29'36.7"N 89°24'05.1"W; el segundo en la zona intermareal de la Playa La Tusera, ubicada en el municipio Jicalapa, entre las coordenadas 13°29'50.8"N 89°28'54.4"W y el tercer sitio, fue en la plataforma somera sumergida y acantilado de la Playa El Pital, conocido también como Mizata, en el municipio de Teotepeque ubicada entre 13°30'43.8"N 89°36'21.0"W (Figura 1).

Descripción de los sitios de estudio

La curva de Don Gere

El hotel y restaurante La Curva de Don Gere ubicado en la zona del Sunzal, en el municipio de Tamanique (Figura 2), hasta mediados de los años noventa, funcionó como centro de recreación



Figura 1. Ubicación geográfica de los sitios de recolecta. El Salvador, La Libertad: Sitio1. La curva de Don Gere, Sitio2. playa El Pital y Sitio3 playa La Tusera. Elaborado por Fernando Castillo y Yuri Trejo (ICMARES).

llamado “Sol y Mar” del Banco Nacional de Fomento Industrial (BANAFI) Castro and Tejada (1993). En la actualidad se mantienen una serie de rompeolas y pozas artificiales intermareales que se llenan con agua de mar, generando un ambiente propicio para el crecimiento de poblaciones de algas y de invertebrados marinos.

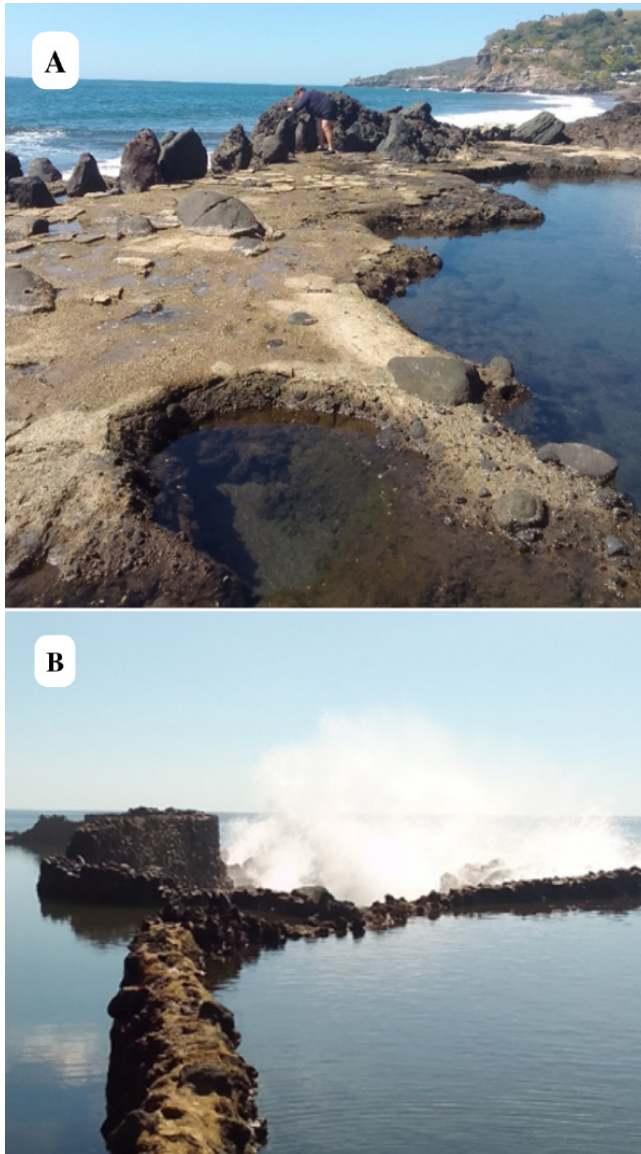


Figura 2. En A) se observa la zona de rompeolas, las pozas artificiales y pequeñas pozas de marea y B) Zona alto impacto del oleaje sobre los rompeolas. Imágenes cortesía de Eunice Esther Echeverría.

Playa La Tusera

La Tusera, es una playa agreste, ubicada en el kilómetro 61.5 carretera Litoral en el municipio Jicalapa Departamento La Libertad, que se

caracteriza por presentar acantilados, una serie de terrazas rocosas, mezcladas con rocas de gran tamaño, las cuales se bañan con agua de mar durante las horas de marea alta; también presenta formaciones de cañones y cuevas en la base de las plataformas rocosas en las que choca el oleaje, propicios para el establecimiento de organismos bentónicos (Figura 3).



Figura 3. A) Zona de acantilados; B) Algas sobre el sustrato rocoso de la plataforma. Imágenes O.L Tejada.

Playa el Pital

La Playa el Pital, conocida también como playa Mizata, se ubica en el municipio de Teotepeque en el ángulo suroeste del departamento

de La Libertad; a una distancia de 66 Km de Nueva San Salvador, se caracteriza por poseer una combinación de sustratos, ya que presenta playa arenosa, una plataforma somera sumergida rocosa de aproximadamente 1.5 km en la que se forman pozas intermareales durante los periodos de marea baja y una extensa zona de acantilados (Barraza 2017; Orantes Ramos and Vieytez Basagoitia 2004) (Figura 4).

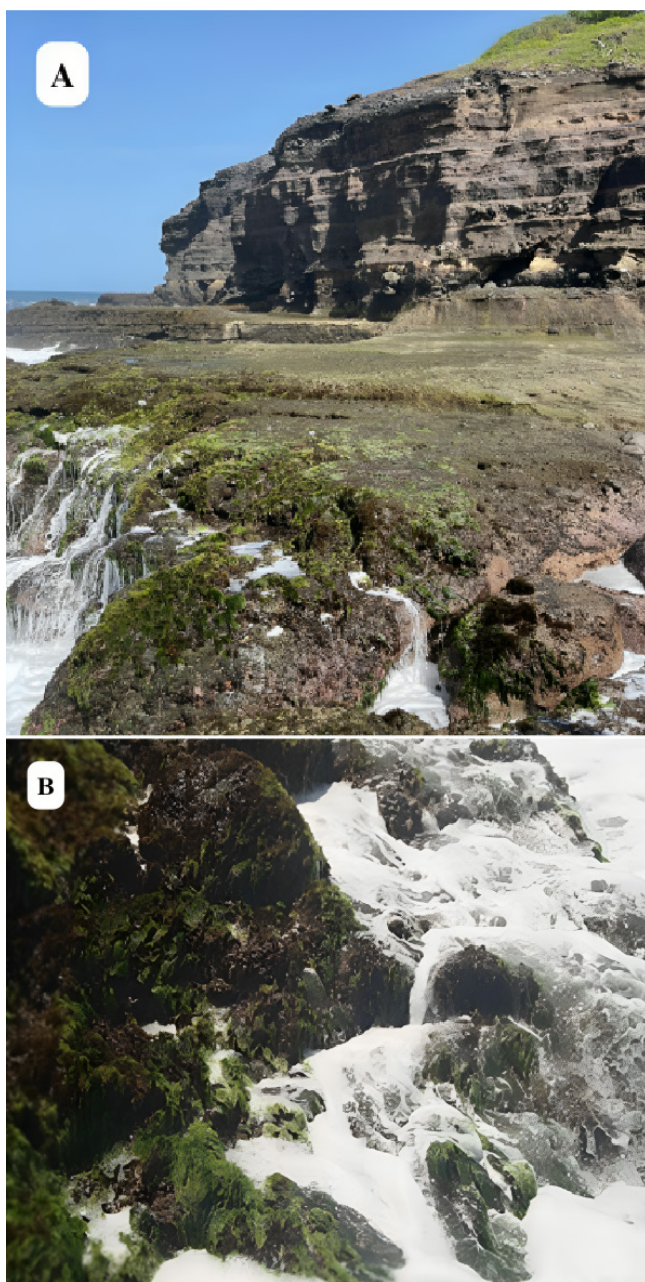


Figura 4. A) Zona de acantilados de la playa Pital; B) Algas expuestas a zonas de alto impacto del oleaje. Imágenes O.L Tejada

Trabajo de campo y de laboratorio

El trabajo de recolecta se llevó a cabo durante la marea baja, mediante la técnica de barrido de los hábitats. Antes de separar las algas del sustrato, se procedió a realizar el registro fotográfico y se anotaron los siguientes datos: tipo de sustrato, localidad, color y textura del talo en su hábitat natural, presencia o no de iridiscencia y la presencia o no de ensamblajes o asociaciones con otros organismos, datos importantes para alimentar la base de datos y las viñetas de las muestras de herbario.

Las macroalgas se removieron de los sustratos de forma manual y también usando una navaja; luego, todo el material biológico fue depositado en bolsas de plástico debidamente etiquetadas, conteniendo agua de mar, y se sellaron para transportarlas al laboratorio del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES) en la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad de El Salvador, donde se procedió a lavar y a separar las muestras. Para su determinación taxonómica las algas se examinaron bajo el estereomicroscopio MEIJI TECHNO EM-33 y el microscopio de campo claro LABOMED Lx400. Mediante la realización de cortes histológicos, el análisis de las estructuras características de cada género y la consulta de claves taxonómicas especializadas, fue posible determinarlas hasta el taxón más bajo posible. También se elaboraron muestras secas de herbario con sus respectivos váuchers para ser usados en posteriores estudios moleculares. Todo el material debidamente identificado fue ingresado en la colección de Macroalgas Marinas del herbario de la Escuela de Biología de la Universidad de El Salvador.

Resultados

En total se identificaron 9 especies de macroalgas. En el Phylum Chlorophyta, dos familias: Ulvaceae con la especie *Ulva flexuosa* y Cladophoraceae con *Chaetomorpha antennina* y *C. minima*; también se identificaron cuatro familias del Phylum Rhodophyta; Cystocloniaceae con

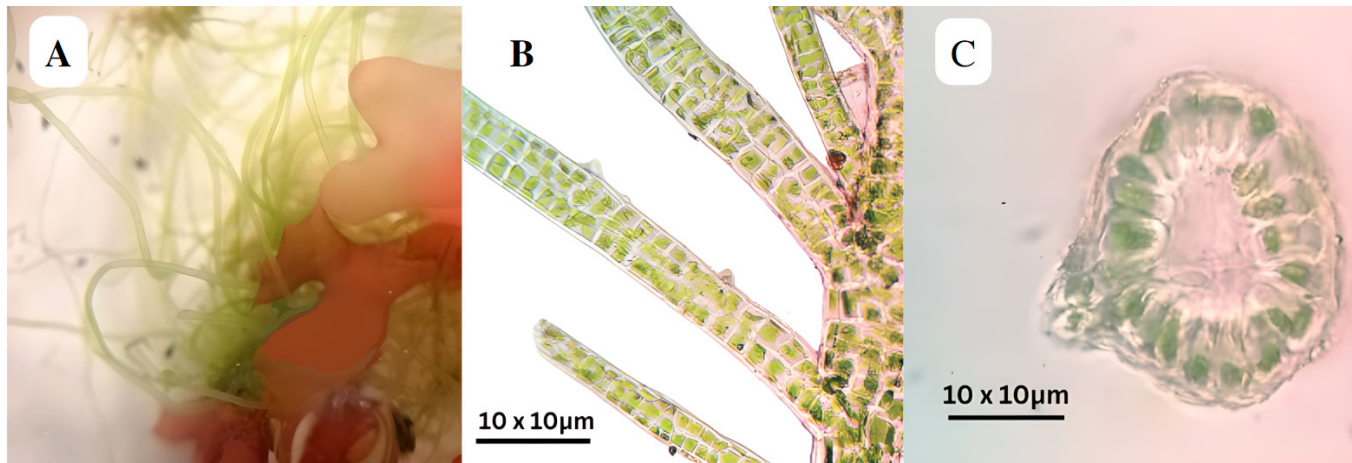
Hypnea pannosa, Solieriaceae con *Wurdemannia miniata*, Gracilariaceae con *Gracilaria mammillaris* y Liagoraceae con *Dermonema virens*; del Phylum Ochrophyta se identificaron dos familias: Scytosiphonaceae con *Chnoospora*

pacifica y Asteronemataceae con *Asteronema breviarticulatum*.

A continuación, se presentan las descripciones de las especies encontradas:

Especie: *Ulva flexuosa* Wulfen 1803.

(Phylum: Chlorophyta, Clase: Ulvophyceae, Orden: Ulvales, Familia: Ulvaceae)



A-C: *Ulva flexuosa*. (A) Hábito de la especie: epífita sobre el talo de *Gracilaria mammillaris*; (B) Vista al microscopio del talo a 10X, en el cual se aprecia la disposición alineada de las células (C) Corte transversal del talo (10x), en la cual se observa la organización de la capa monostromática enrollada en forma de tubo (cilíndrica) y hueca, además se observa la forma laminar de los cloroplastos.

Sinónimos:

- *Enteromorpha flexuosa* (Wulfen) J. Agardh 1883
- *Enteromorpha lingulata* f. *genuina* Schiffner 1938
- *Enteromorpha tubulosa* var. *vermiculata* Schiffner 1938

Descripción: el alga consta de una sola capa de células (monostromática) que se unen para formar un talo cilíndrico hueco y comprimido que se ramifica desde la base de los filamentos principales. Sus ramas son delgadas y laxas. Su color oscila entre el verde claro y el verde oscuro. Láminas cilíndricas son completamente huecas con una sola célula de espesor, suelen ser cortas, pero pueden crecer hasta 25 cm. Las células suelen estar en filas lineales, cuyas paredes tienen sólo

una célula de espesor. Un cloroplasto central por célula de forma laminar de color verde brillante.

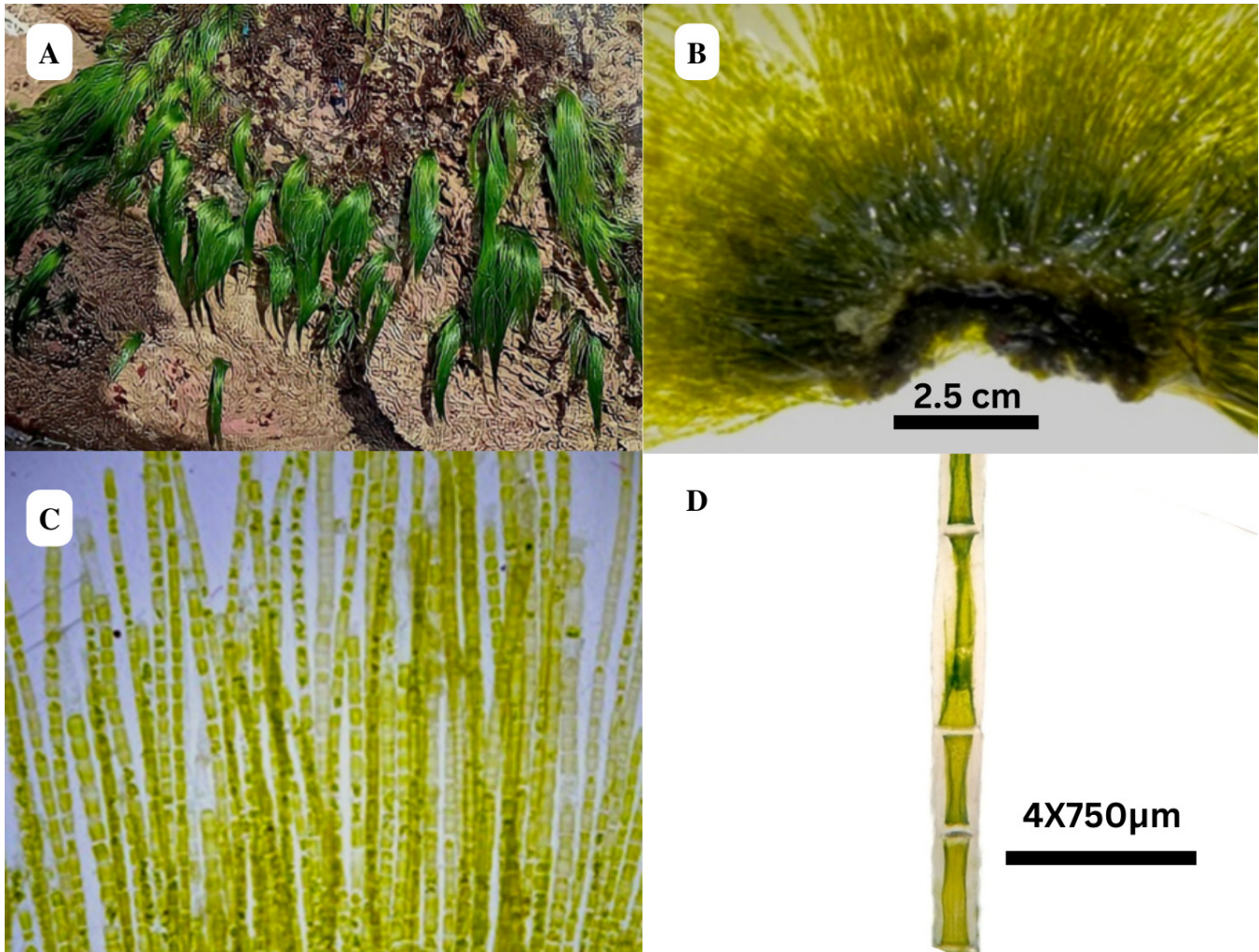
Hábitat: común en sustratos sumergidos poco profundos o epífita en otras plantas marinas.

Distribución en El Salvador: departamento de la Libertad en la Curva de Don Gere, municipio de Tamanique con coordenadas N13° 29' 12.259" W89° 18' 27.759" y departamento de Sonsonate, municipio de Acajutla: Playa Los Cóbanos con coordenadas N 13°31'34.51" W 89°47'33.48"

Distribución mundial: Inglaterra, España, Suiza, Turquía, Islas Canarias, Florida, Islas Caribe, Caribe: Panamá, Costa Rica, África, Israel, Australia, Nueva Zelanda, Pacífico: Costa Rica, El Salvador, Islas Revillagigedo y México (Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2009. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on July 2022).

Especie: *Chaetomorpha antennina* (Bory) Kützing 1847.

(Phylum: Chlorophyta, Clase: Ulvophyceae, Orden: Cladophorales, Familia: Cladophoraceae)



A-E: *Chaetomorpha antennina*. (A) Hábitat: adherida a sustrato rocoso en zonas de alto impacto del oleaje; (B) Vista al estereoscopio, se observa el disco basal aproximadamente de 2.5 cm; (C) Talos filamentosos color verde brillante, filamentos septados no ramificados y (D) Detalle del filamento, mostrando células con forma de barril y cloroplastos reticulados observados al 4X, células medianas de 750 μm , la pared celular típicamente gruesa y sin color.

Sinónimos:

- *Conferva media* C. Agardh 1824
- *Chaetomorpha media* (C. Agardh) Kützing 1849
- *Chaetomorhopsis pacifica* H. L. Lyon 1901

Descripción: esta especie posee un talo filamentosos color verde brillante, sin ramificaciones, gregario, formando densos penachos en forma de cepillo, unidos por un disco basal, este mide

aproximadamente 2.5 cm de largo. Algunas veces presentan los extremos de los filamentos de color amarillo pálido, por estar expuestas a la luz solar.

Las paredes celulares son gruesas y estriadas (especialmente en las células basales), grisáceas o parduscas claras, ligeramente constreñidas en los tabiques. Posee rizoides finos, ramificados, que miden desde 0.5 cm hasta 3.8 cm.

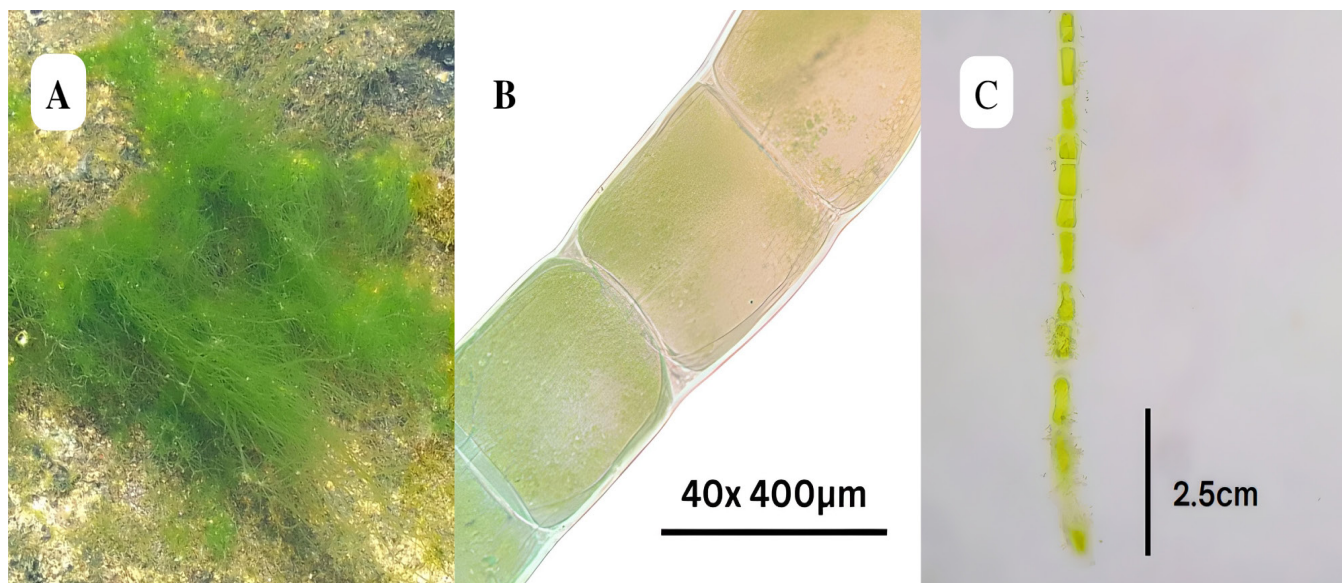
Hábitat: creciendo en sustrato rocoso (a menudo en grietas, agujeros, pozas) en la zona intermareal superior e inferior expuesta a la acción de olas moderadas y fuertes.

Distribución en El Salvador: La Libertad, El Salvador, Playa Pital en Mizata municipio de Teotepeque con coordenadas N13°30'43.8"W89°36'21.0" y Playa El Zonte en el municipio de Chiltiupan con coordenadas N13°29'39.75" W89°26'23.74".

Distribución mundial: aguas subtropicales y tropicales de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico (Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2009. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on July 2022).

Especie: *Chaetomorpha minima* Collins & Hervey 1917.

(Phylum: Ulvophyceae, Orden: Cladophorales, Familia: Cladophoraceae)



A-C: *Chaetomorpha minima*. (A) Hábitat: sobre poza de la zona intermareal media; (B) Vista el microscopio (40x), las células de los filamentos se observan de forma cilíndrica como barrilitos de 400 µm de diámetro. (C) Vista al estereoscopio de un filamento de *C. minima*.

Descripción: se trata de un alga filamentosa muy suave al tacto que crece profusamente formando penachos sobre roca y sustratos de arena gruesa.

Forma filamentos uniseriados no ramificados de 2,15-3,35 mm de alto, las células se observan como cilindros cortos con cloroplastos reticulados. Los filamentos se unen al sustrato a través de una célula basal discoidal alargada y lobulada.

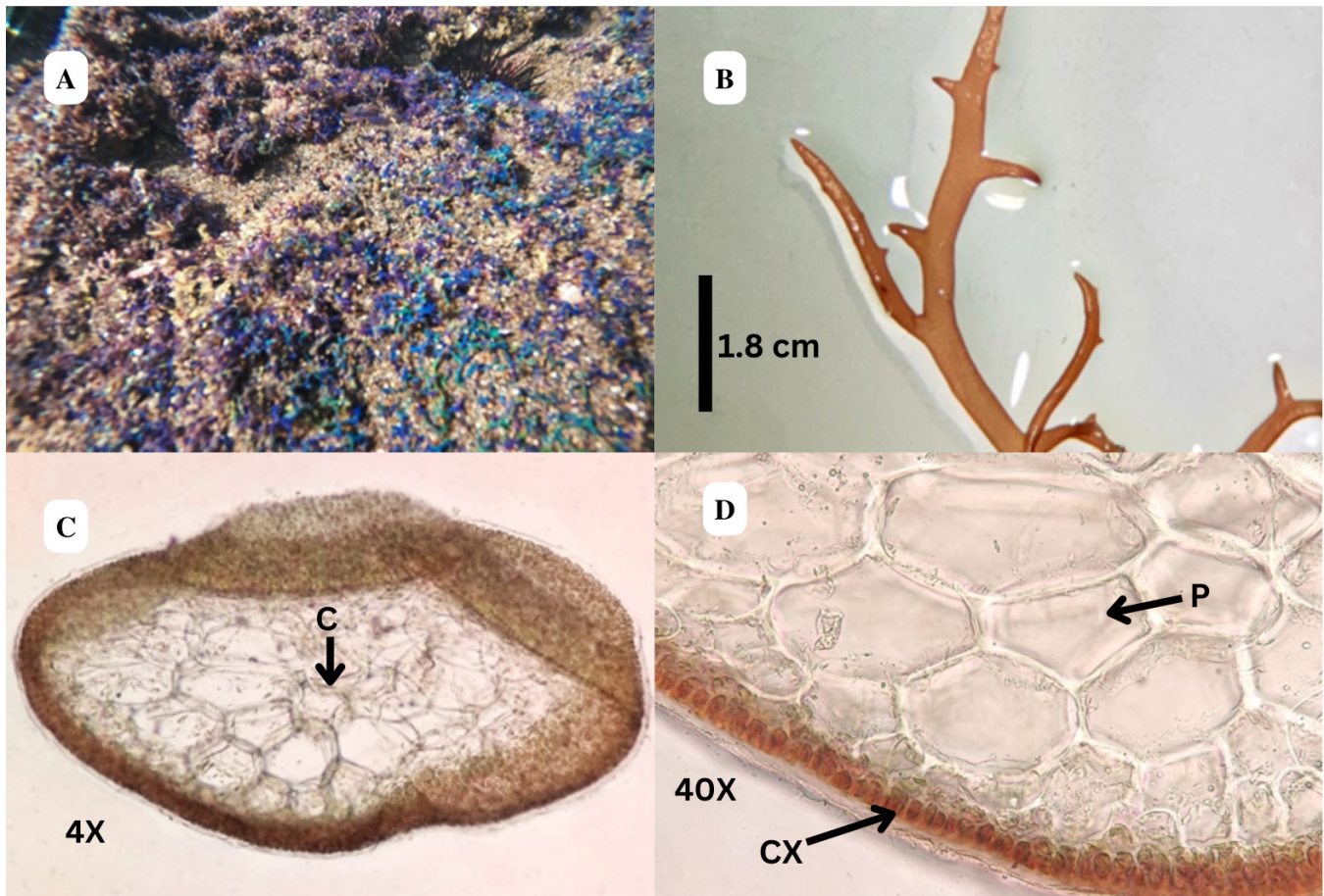
Hábitat: habita en sustrato rocoso. Este espécimen fue recolectado en una poza de la zona intermareal media, en los tres sitios de estudio.

Distribución en El Salvador: en el departamento de La Libertad, se encuentra en: Playa la Vega municipio de Jicalapa con coordenadas: N13°29'50.8"W089°28'54.4"; Plata Pital en Mizata municipio de Teotepeque con coordenadas N13°30'43.8"W89°36'21.0" y en La Curva de Don Gere municipio de Tamanique con coordenadas: N13° 29' 12.259" W89° 18' 27.759".

Distribución mundial: El Caribe; América del norte, Centroamérica, Suramérica, Océano indico y Asia (Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2009. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on July 2022).

Especie: *Hypnea pannosa* J. Agardh 1847.

(Phylum: Rhodophyta, clase: Florideophyceae, Orden: Gigartinales, Familia: Cystocloniaceae)



A-E: *Hypnea pannosa*. (A) Hábitat de la especie: adherido a sustrato rocoso; (B) Talo ramificado visto al estereoscopio; (C) Corte longitudinal de la especie visto al microscopio en 4x, con presencia de una célula central (C), y (D) Vista al microscopio al 40 x donde se observa el corte transversal de la especie visto al microscopio en 40x donde se pueden observar las células pericentrales (P) y células del córtex (CX).

Sinónimos:

- *Hypnophycus pannosus* (J. Agardh) Kuntze 1891.
- *Hypnea musciformis* var. *cornuta* Harvey 1834.

Descripción: estas algas tienden a formar una especie de pasto denso o costroso sobre rocas. En su hábitat natural, dependiendo de la profundidad y la incidencia de la luz solar, su color puede ser verdoso, rosado intenso, púrpura, o mostrar un color azul pálido. En la costa salvadoreña se encuentran

especímenes con talos que pueden llegar a medir en un rango de 1 a 4 cm de altura, sub cartilaginoso, con una forma cilíndrica, irregularmente ramificados y ligeramente comprimidos en algunos puntos. Los talos pueden generar ramas cortas, que se estrechan en la punta asemejando espinas. En la corteza se puede visualizar una capa de células pequeñas con forma irregular o redondeada y una pigmentación rojiza. En la médula se observa a las células pericentrales con una pared celular gruesa y de una forma ovoide a irregular y una célula central rodeada por seis células pericentrales.

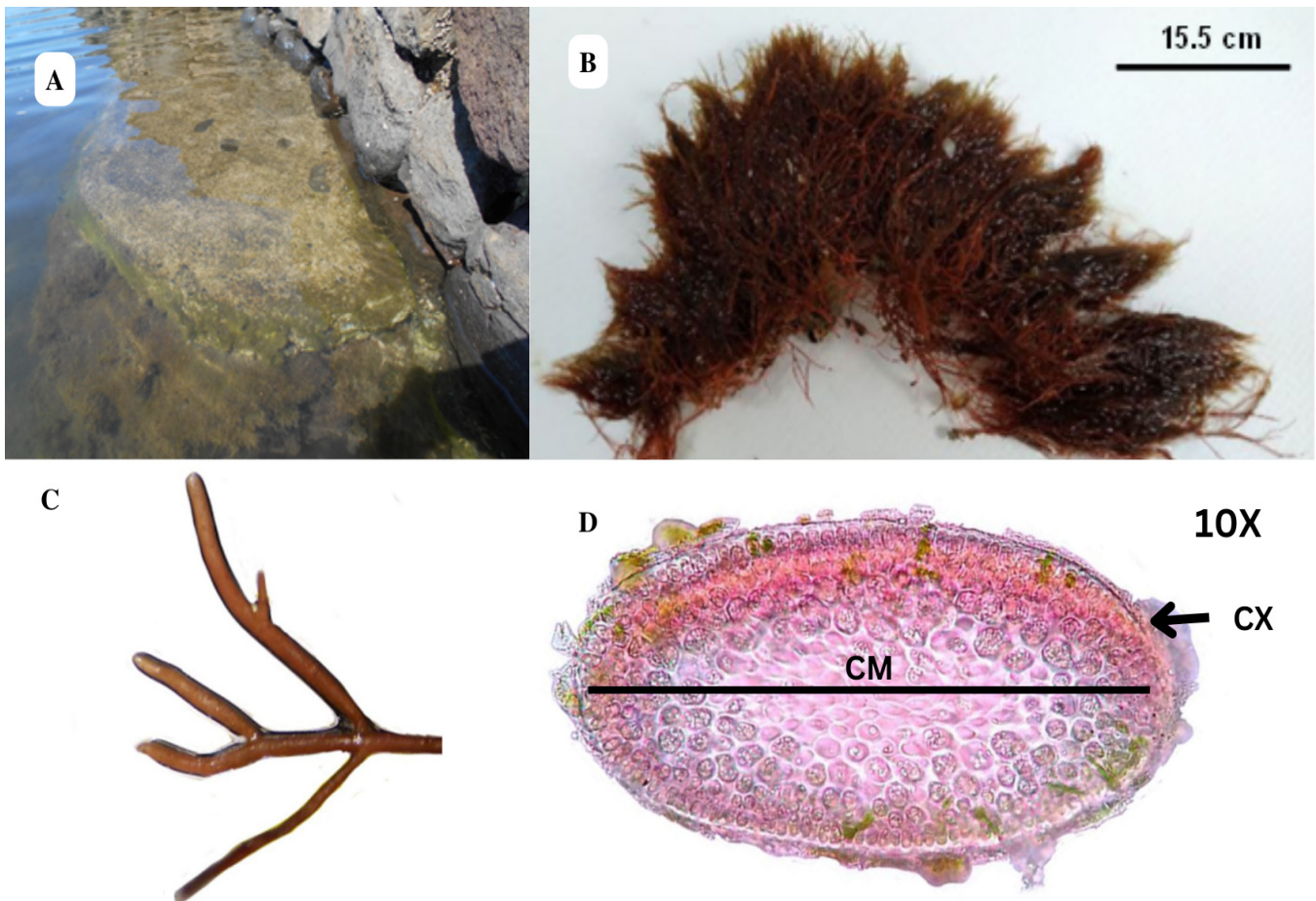
Hábitat: sobre la plataforma rocosa en zonas intermareales y submareales.

Distribución en El Salvador: departamento de la Libertad, Playa Pital en Mizata municipio de Teotepeque con coordenadas: N13°30'43.8" W 89°36'21.0". Departamento de Sonsonate, municipio de Acajutla: Playa Los Cóbano con coordenadas N 13°31'34.51" W 89°47'33.48" y en el departamento de la Unión, municipio de Conchagua en la Playa El Maculis con coordenadas N 13° 9'29.53" W 87°55'7.34".

Distribución mundial: Islas del Atlántico (Islas de Cabo verde), en América del Norte (Golfo de California y México), en Centroamérica (El Salvador, Costa Rica, Nicaragua y Panamá), América del Sur (Brasil e Islas Galápagos), África (Eritrea, Kenia, Madagascar y Tanzania), en Islas del Océano Índico (como las Maldivas) y también se reporta en Japón, China, Taiwán, Australia, Nueva Zelanda (Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2009. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on July 2022).

Especie: *Wurdemannia miniata* (Sprengel) Feldman et G. Hamel.

(Phylum: Rhodophyta, Clase: Florideophyceae, Orden: Gigartinales, Familia Solieriaceae)



A-C: *Wurdemannia miniata* (A) Hábitat: en sustrato rocosos, creciendo sobre las paredes de las pozas en pozas intermareales; pero también se encontró creciendo en el fondo de las mismas sobre arena gruesa; (B) Especimen visto al estereoscopio, es un alga filamentosa que forma mechones sueltos de color rojo oscuro, midiendo hasta 15.5 cm de longitud; (C) Se observan los ápices ligeramente redondeados. (D) Corte transversal de la especie vista al microscopio en 10x, donde se pueden observar células medulares centrales de esféricas a alargadas (CM) y células del córtex (CX).

Sinónimos:

- *Fucus miniatus* Draparnaud ex A. P. de Candolle 1815
- *Gigartina miniata* Duby 1830
- *Wurdemannia setacea* Harvey 1853

Descripción: algas multiaxiales y pseudoparenquimatosas en sección transversal forman mechones que surgen de bases rizomatosas enredadas. Las células de la médula central son alargadas, de paredes delgadas y cortas; en la periferia se vuelven más gruesas.

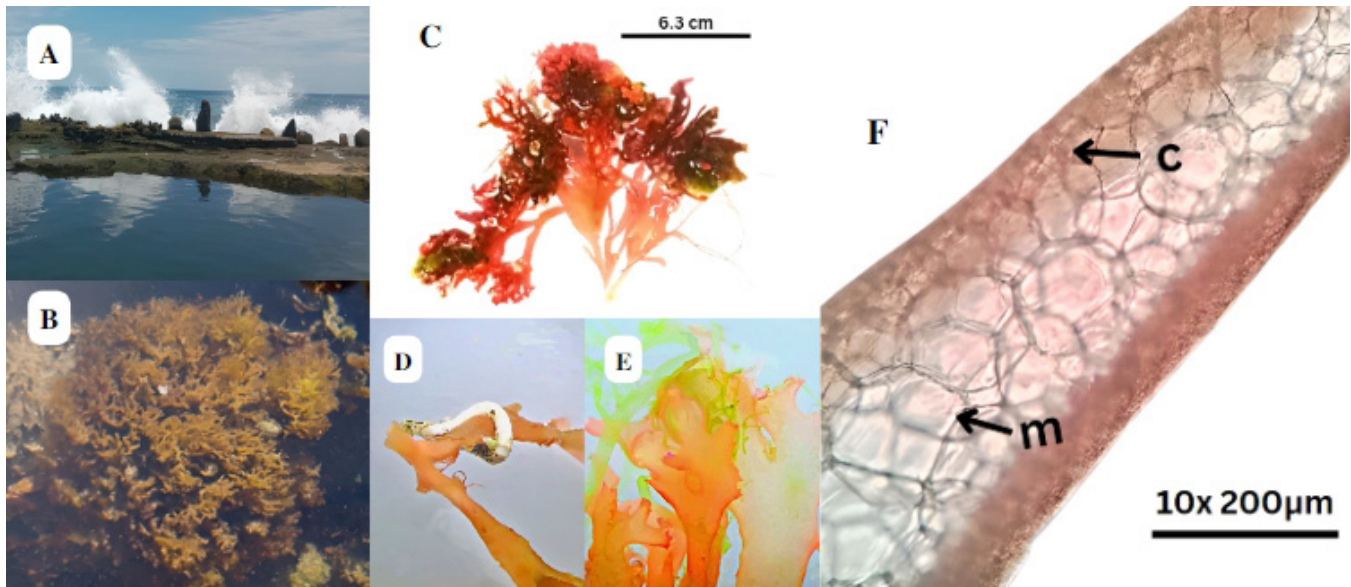
Hábitat: sobre sustrato rocoso en la zona intermareal.

Distribución en El Salvador: departamento de La Libertad: La Curva de Don Gere, municipio de Tamanique; con coordenadas N13° 29' 12.259" W89° 18' 27.759".

Distribución mundial: Mar Mediterráneo, Mar Caribe Índico y Pacífico occidental, Centroamérica: El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá (Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2009. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on July 2022).

Especie: *Gracilaria mammilaris* (Montagne) M. Howe 1918.

(Phylum: Rhodophyta, Clase: Florideophyceae, Orden: Gracilariales, Familia: Gracilariaceae)



A-F: *Gracilaria mammilaris*. (A) Hábito de la especie: creciendo adherida en sustrato rocoso en zonas de rompiente de olas; (B) Se observa la especie adherida a paredes de pozas intermareales; (C) vista al estereoscopio (10x), se observa la ramificación pseudodicotómica. Las algas recolectadas mostraban epifitismo; (D) Se observa un poliqueto tubícola viviendo sobre el talo del alga; (E) Alga epifita filamentosa *Ulva flexuosa* y (F) Sección transversal que muestra grandes células medulares (m) y células corticales más pequeñas (c).

Sinónimos:

- *Rhodymenia mammilaris* Montagne 1842
- *Palmaria mammilaris* (Montagne) Kuntze 1891
- *Gracilaria dichotomoflabellata* P. Crouan & H. Crouan 1865

Descripción: talo de color rojo intenso a rosado, dependiendo de la exposición a la luz solar en que se encuentre. Los talos se encuentran unidos al sustrato por medio de un soporte discoide (disco de fijación). El talo es plano sub dicotómico, flabelado de color rojo intenso con segmentos en su mayoría de 1-4 líneas de ancho y los lóbulos finales normalmente redondeados-obtusos.

La médula es pseudoparenquimatosa, compuesta por grandes células incoloras, que poco a poco se vuelven más pequeñas hacia la corteza externa, la cual se caracteriza por presentar células corticales pigmentadas. Las células de la médula y de la corteza poseen una característica forma globosa.

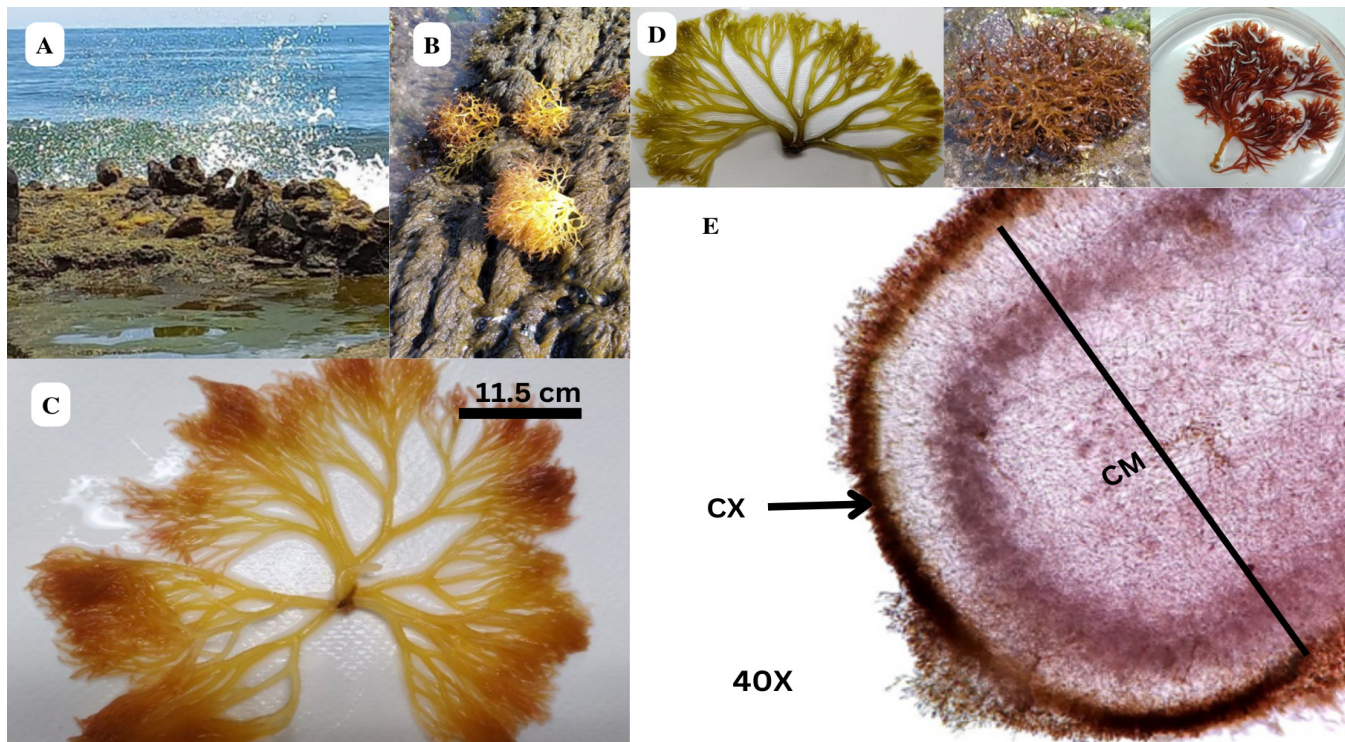
Hábitat: Crece adherida a sustratos rocosos en zonas de rompiente de olas y pozas intermareales, se puede encontrar creciendo en zonas expuestas al alto impacto de las olas, también habita en zonas moderadamente expuestas al oleaje y en zonas protegidas como pozas intermareales.

Especie: *Dermonema virens* (J.Agardh) Pedroche & Ávila Ortiz, 1996.

(Phylum: Rhodophyta, Clase: Florideophyceae, Orden: Nemaliales, Familia: Liagoraceae)

Distribución en El Salvador: encontrada en la Curva de Don Gere, municipio de Tamanique con coordenadas N13° 29' 12.259" W89° 18' 27.759" y en el departamento de la Unión, municipio de Conchagua en la Playa El Maculis con coordenadas N 13° 9' 29.53" W87° 55' 7.34".

Distribución mundial: América del Norte, Mar Caribe, Centroamérica y Suramérica (Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2009. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on July 2022).



A-E: *Dermonema virens*. (A) Hábitat de la especie: en sustrato rocoso en zonas de rompiente de olas; (B) Sustrato rocoso expuesto al fuerte impacto de las olas y una alta intensidad solar durante la marea baja negativa. (C) Vista al estereoscopio; (D) Coloraciones que se pueden encontrar en la especie: de verde a rojo (E) Vista al microscopio al 40x de corte transversal, donde se pueden observar células medulares alargadas y delgadas (CM) y células del córtex (CX).

Sinónimos:

- *Dermonema dichotomum* Harvey ex Heydrich 1894
- *Dermonema gracile* (Kützing) F.Schmitz 1896
- *Dermonema frappieri* (Montagne & Millardet) Børgesen 1942

Descripción: alga de consistencia carnosa, gelatinosa con talo robusto, erecto, con ramificación abundante desde la base de manera dicotómica a subdicotómica. Los filamentos son cilíndricos, adelgazándose paulatinamente hacia el ápice. Muestran colores desde amarillo verdosos con ligera coloración marrón en los ápices a

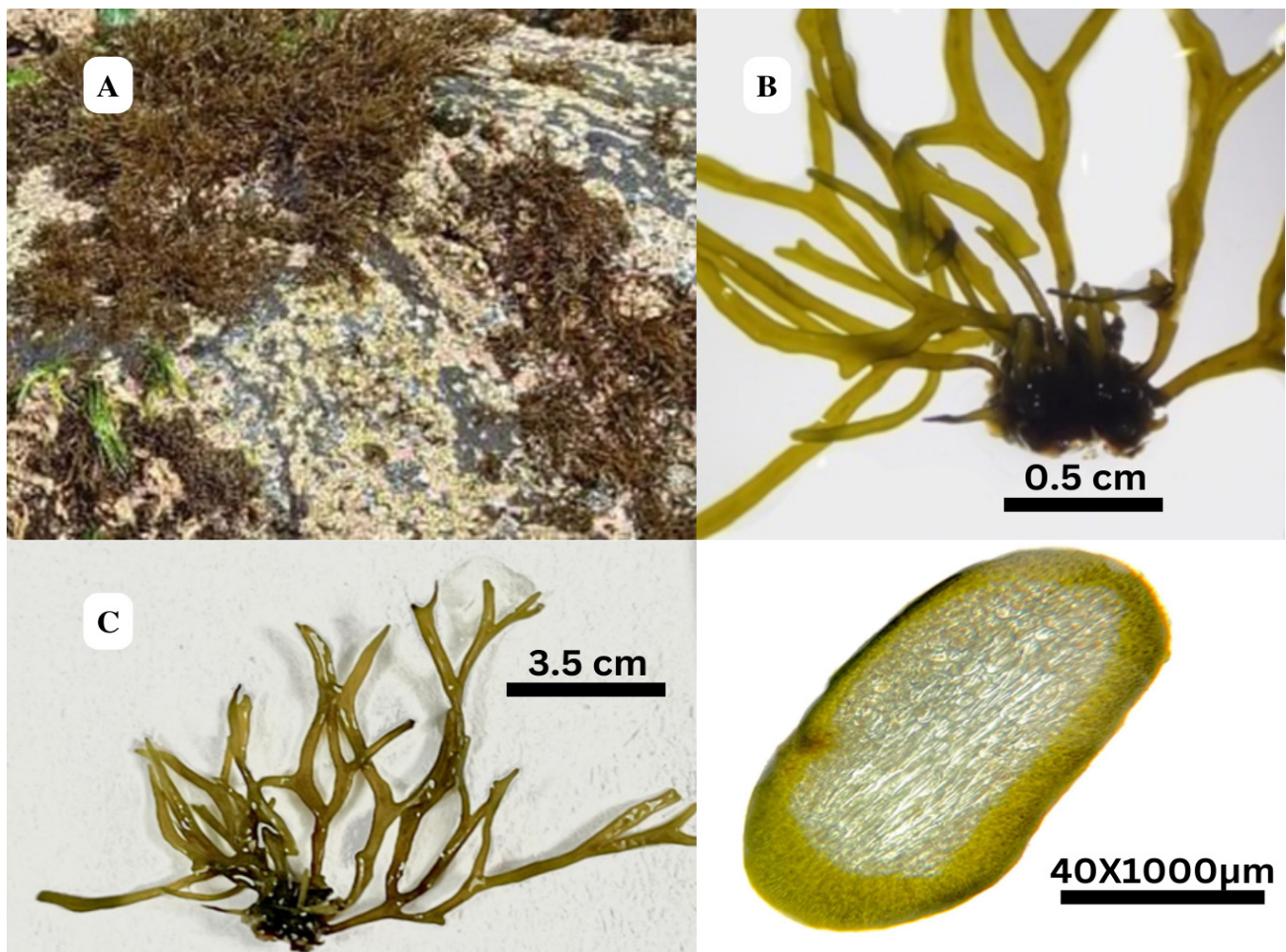
coloraciones doradas a rojizas. De acuerdo con Pedroche y Ávila (1996), aquellos individuos que presentan color verde son talos juveniles, ya que al madurar los pigmentos provocan coloraciones rojizas.

Hábitat: se encuentran en la zona meso mareal alta, adherido a sustrato rocoso.

Distribución en El Salvador: departamento de La Libertad: La Curva de Don Gere, municipio de Tamanique; con coordenadas: N13° 29' 12.259" W89° 18' 27.759" y Playa La Tusera en el municipio de Jicalapa, con coordenadas: N13°29'50.8" W089°28'54.4".

Especie: *Chnoospora pacifica* J. Agardh 1847.

(Phylum: Ochrophyta, Clase: Phaeophyceae, Orden: Ectocarpales, Familia: Scytosiphonaceae)



A-E: *Chnoospora pacifica*. (A) Hábitat: creciendo adherida a rocas en zona de rompiente de olas, (B) Ramificación simpodial, dicotómica; (C) Crecimiento apical del talo; (D) Vista al estereoscopio del organismo con tamaño de fronda de 3.5 cm constituidos por talos ramificados o comprimidos y ásperos al tacto. (E) Corte transversal donde se muestran las células corticales fuertemente pigmentadas de color pardo.

Sinónimos:

- *Choospora fastigiata* J. Agardh 1848.
- *Choospora fastigiata* var. *pacifica* (J.Agardh) J.Agardh 1848.

Descripción: algas de color amarillo-marrón, poseen talos ramificados o comprimidos, uniseriados con organización heterótrica, gregarios, epilíticos, unidos al sustrato mediante un disco basal, erectos, rígidos, ásperos, coriáceos, comprimidos, pero con ápices obtusos, con ramificación dicotómica a subdicotómica, en uno o varios planos, de segundo a tercer orden. Los ejes se ensanchan ligeramente en cada dicotomía. Los segmentos presentan un ancho uniforme (excepto en la ramificación, donde son ligeramente mayores). En el corte transversal, se observa una capa de células corticales y grupos dispersos de color dorado con formas que van de ovaladas a

rectangulares, por debajo hay 1 a 2 capas de células más pequeñas, de forma redondeada que forman la sub corteza.

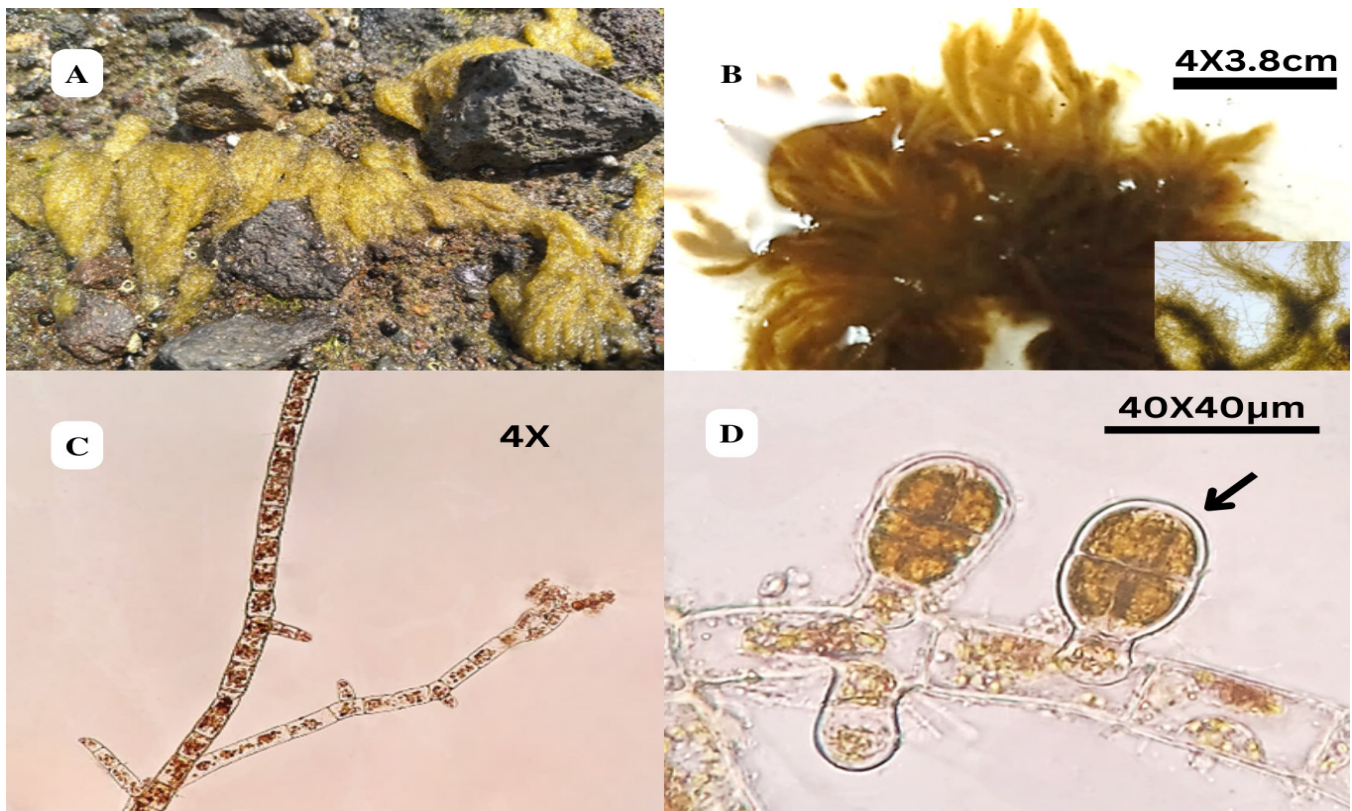
Hábitat: Litoral rocoso, zona de rompiente de olas.

Distribución en El Salvador: departamento de La Libertad: La Curva de Don Gere, municipio de Tamanique; con coordenadas: N13° 29' 12.259" W89° 18' 27.759" y Playa Pital en Mizata municipio de Teotepeque con coordenadas 13°30'43.8"N 89°36'21.0"W.

Distribución mundial: Centroamérica: El Salvador, Nicaragua, México (Pacífico). Atlántico Occidental: Trópico América del Sur: Islas Galápagos (Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2009. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on July 2022).

Especie: *Asteronema breviarticulatum* (J. Agardh) Ouriques & Bouzon 2000.

(Phylum: Ochrophyta, Clase: Phaeophyceae, Orden: Scytothamnales, Familia: Asteronemataceae)



A-D: *Asteronema breviarticulatum*. (A) Hábito de la especie: creciendo postrada en forma de mechones adheridos a las rocas expuestas al impacto de las olas pero conservan una consistencia suave al tacto (B) Vista al estereoscopio de la especie, donde es posible observar la apariencia de las hebras suaves al tacto; (C) Filamento uniseriado, eventualmente ramificado observado a 4x, destacando las agrupaciones de cloroplastos con el característico color dorado y (D) Estructuras reproductivas de la especie vistas al microscopio en 40x.

Sinónimos:

- *Hincksia breviarticulata* (J.Agardh) P.C.Silva 1987.
- *Feldmannia breviarticulata* (J.Agardh) Pham-Hoàng Hô 1969.
- *Ectocarpus breviarticulatus* (J.Agardh) 1847.

Descripción: algas marinas que expuestas en rocas intermareales son de color amarillo a marrón dorado. Los talos forman mechones de filamentos entrelazados, con la apariencia de hebras deshiladas en las puntas. Los filamentos son uniseriados e irregularmente ramificados y también se puede apreciar ramas cortas en forma de gancho. El crecimiento es a partir de divisiones celulares intercalares. En las ramas se pueden observar los esporangios en posición adaxial, que pueden ser tanto uniloculares como pluriloculares. Los esporangios se caracterizan por poseer una forma casi iso diamétrica de entre 20 a 50 μm . En los especímenes recolectados para este estudio se pudo apreciar esporangios uniloculares con diámetro entre los 25 μm hasta los 40 μm . Las células de sus filamentos pueden medir entre 25 a 33 μm de ancho y entre 60 a 80 μm de largo.

Hábitat: sobre sustrato rocoso en pozas intermareales y rompiente de olas.

Distribución en El Salvador: departamento de La Libertad: La Curva de Don Gere, municipio de Tamanique con coordenadas 13° 29' 12.259"N 89° 18' 27.759"W y Playa El Pital, Mizata municipio de Teotepeque, con coordenadas 13°30'43.8"N 89°36'21.0"W.

Distribución mundial: común en todos los mares cálidos, con reportes en Islas del Pacífico (Hawái), en América del Norte (Isla Guadalupe), en Centroamérica (El Salvador y Costa Rica), Islas del Caribe (Barbados, Jamaica, Antillas, Trinidad), por América del Sur (Brasil, Colombia, Venezuela), también con reportes en Japón, China, Taiwán, Australia y Nueva Zelanda (Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2009. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on July 2022).

Discusión

Contrario a lo que se esperaría, los litorales rocosos expuestos al alto impacto del oleaje presentan importantes poblaciones de algas marinas que soportan la alta energía del oleaje gracias a las adaptaciones que presentan, por ejemplo, talos con texturas rígidas y fuertemente ramificados como se observó principalmente en *Chaetomorpha antennina*, *Chnoospora pacifica*, *Hypnea pannosa* y *Gracilaria mammillaris*. Dichas adaptaciones, tal como lo afirman Aschwin et al (2005) les han permitido desafiar a la fuerza hidrodinámica y al desprendimiento de los sustratos, logrando establecer poblaciones significativas en las zonas de alta energía por la fuerza del oleaje. Los autores también mencionan los cambios de coloración de los talos como una forma de adaptarse a la fuerte radiación solar en las zonas de alto impacto; lo anterior, se pudo observar en el caso de *Dermonema virens* que fue recolectada en dos sitios: sobre los rompeolas en la Curva de Don Gere, donde predominó el color amarillo verdoso y café claro, y en la playa La Tusera, donde además de los colores antes mencionados, se recolectaron algas de color rojizo en zonas expuestas a la radiación solar y alejadas del fuerte impacto del oleaje. Por lo anterior, se podría inferir que la especie, es capaz de concentrar en mayor o menor proporción de los pigmentos accesorios que enmascaran a la clorofila a, para protegerla de la foto destrucción; sin embargo, Pedroche y Ávila (1996), sostienen que la diferencia de coloración entre individuos de *D. virens* se debe al grado de madurez del talo, prevaleciendo los colores claros en las etapas juveniles.

Asteronema breviarticulatum, es un alga filamentosa que se observó creciendo de forma abundante sobre rocas expuestas a fuerte oleaje en la playa El Pital y también en los rompeolas y las paredes de las piletas artificiales en la Curva de Don Gere. Cuando se removían los talos del sustrato, se observó una gran cantidad de moluscos juveniles bajo la protección de los talos. Esta alga también fue informada en las playas rocosas, expuestas al fuerte oleaje en el departamento de La Libertad, específicamente en Sol y Mar,

ahora Curva de Don Gere y en la playa El Zonte por Avilés R. and J.S. Canjura en 1979, como *Ectocarpus breviarticulatus*.

También fue posible observar los tipos de ensamblajes y relaciones que establecen las algas con invertebrados y otras especies de algas epífitas, tal es el caso de *Ulva flexuosa* y los tubícolas observados creciendo sobre *Gracilaria mammillaris*. De acuerdo con Quiroz-González et al. (2023) es común encontrar algas del género *Ulva* epifitando diferentes basioobiontes de macroalgas. En el estudio se pudo ver como las intervenciones humanas, como la creación de pozas intermareales con rompeolas artificiales resultan ser una estrategia atractiva para el turismo y favorece el crecimiento de poblaciones de algas.

Wurdemannia miniata, solamente fue encontrada sobre las paredes y el fondo arenoso de las pozas artificiales de la Curva de Don Gere; en cambio las algas *Chaetomorpha antennina*, *Chnoospora pacifica* y *Asteronema breviarticulatum*, se encuentra bien adaptadas a zona de fuerte oleaje y no se encontraron ni en las pozas de marea de la playa El Pital, ni en las pozas artificiales. *Hypnea panosa* y *Dermonema virens*, ambas especies del Phylum Rhodophyta fueron recolectadas en sustrato rocoso en la plataforma intermareal.

De las nueve especies descritas en este estudio, la mayoría cuentan con registros en la colección y base de datos de algas marinas del herbario de la escuela de Biología (ITIC) de la universidad de El Salvador, a excepción de *Wurdemannia miniata*, porque a pesar de ser informada por Gutiérrez en 1985 y por Avilés and Canjura en 1979; estos investigadores no dejaron muestras secas en el herbario.

Conclusiones

Las algas desempeñan funciones polifacéticas en el ecosistema costero, desde la producción primaria hasta posibles aplicaciones económicas; sin embargo, en El Salvador, el estudio taxonómico de las algas marinas, su distribución y abundancia en los litorales rocosos, así como su estado actual representa un importante desafío científico, tomando

en cuenta que gran parte de la biodiversidad marina depende de ellas, para alimentarse y como sitios de reproducción y refugio. Lo anterior, implica realizar constantes investigaciones que permitan actualizar el conocimiento de los procesos que regulan los patrones de diversidad y abundancia de estas poblaciones, así como de sus interacciones espaciales y temporales sobre todo enfocados en la conservación de este valioso recurso.

Para lograr una mejor comprensión de los impactos que pueden causar perturbación en las poblaciones vegetales a mediano y largo plazo, las colecciones de herbario resultan instrumentos imprescindibles para un país; es por ese motivo que se vuelve necesario proseguir los esfuerzos de identificación taxonómica y preservación de muestras de la flora algal, misma que ofrecen oportunidades de intercambio de información con herbarios de otros países, apoyo a actividades educativas y de investigación, fomentando una mejor comprensión de la biodiversidad marina y la dinámica de los ecosistemas salvadoreños. Así mismo, se genera información importante para futuros estudios aplicados y para la conservación de nuestros ecosistemas.

Agradecimientos

A la Licenciada Eunice Ester Echeverría por hacer posible el viaje para fotografiar los microambientes en La Curva de Don Gere y compartir las fotografías; a los compañeros del ICMARES, Jaime Fernando Castillo y a Yuri Agarin Trejo, por la elaboración del mapa y al maestro Oscar Molina Lara investigador del ICMARES por colaborar con el trabajo de campo.

Referencias

- Abbott I, Huisman J. 2004. Marine green and brown algae of the Hawaiian Islands. Bishop Museum Press. pp 157-158.
- Afaq-Husain S, Shameel M, Usmanghani K, Ahmad M, Perveen S, Uddi-Ahmad V. 1991. Brominated sesquiterpene metabolites of *Hypnea pannosa* (Gigartinales, Rhodophyta). J Appl Phycol. 3. [accessed 2022 Oct 15]. <https://doi.org/10.1007/BF00003692>.

- Albis Salas MR, Alden J, Camacho Hadad OM, Collin R, Díaz Ruiz MC, Driskell A, Fernández García C, Fikes R, Fredericq S, Freshwater DW, et al. 2008. Field Guide to Common Marine Algae of the Bocas del Toro Area. Bocas del Toro, Panamá: Bocas Research Station's Training in Tropical Taxonomy program.
- Aviles, R. and J.S. Canjura. 1979. Lista preliminar de algas macroscópicas de playas rocosas de El Salvador I. Com. Biol. 1: 5–15.
- Barraza, J.E. 2017. La sensibilidad ambiental de los ecosistemas costeros de El Salvador ante derrames de hidrocarburos. Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI),
- Britton, Nathaniel Lord, - Millspaugh, Charles Frederick, 1920 Flora of Bermuda. New York Botanical Garden.
- Castro Avilés, M. Tejada O. L. 1993. Algunos Aspectos de la Dinámica Poblacional de cinco géneros de macroalgas Phaeophytas en dos ambientes rocosos de la zona intermareal de El Salvador. Tesis para optar al grado de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias y Humanidades. Universidad de El Salvador. El Salvador.
- Collins, F.S. Hervey, A.B. 1917. The algae of Bermuda. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences 53: 1-195, 6 pls.
- Engelen AH, Åberg P, Olsen JL, Stam WT, Bree-man AM. 2005. Effects of wave exposure and depth on biomass, density and fertility of the fu-coid seaweed *Sargassum polyceratium* (Phaeophyta, Sargassaceae). European Journal of Phycology. 40(2):149-158. doi:10.1080/09670260500109210.
- Fernández-García C, Riosmena-Rodríguez R, Wysor B, Tejada, O.L, Cortés J. 2011. Check-list of the Pacific marine macroalgae of Central América. Botánica Marina. 54(1). doi:10.1515/bot.2011.001. [accessed 2023 Feb 2]. <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/bot.2011.001/html>.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2009. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>.
- Gutiérrez, L.A. 1985. Flora ficológica de El Salvador. Una propuesta integral para su estudio. M.Sc. tesis, Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de México (UNAM), México D.F.
- López-Victoria M, Cantera JR, Díaz J.M, Roza D.M, Posada B.O, Osorno A. 2004. Estado de los litorales rocosos en Colombia: acantilados y playas rocosas. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia. Santa Marta: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (INVEMAR).
- Norris JN. 2010. Marine Algae of the Northern Gulf of California: Chlorophyta and Phaeophyceae. Washington D.C.: Smithsonian Institution Scholarly Press. searched on 04 November 2022.
- Norris JN. 2014. Marine Algae of the Northern Gulf of California II: Rhodophyta. Smithsonian Contributions to Botany (96):1–555. doi:10.5479/si.19382812.96.
- Orantes Ramos T.E and Vieyetz Basagoitia B. 2004. abundancia y distribución de *Pyrodinium bahamense* en fase vegetativa y quística, en las playas: el Sunzal, Taquillo y Mizata, departamento de La Libertad, El Salvador. Tesis para optar al grado de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias y Humanidades. Universidad de El Salvador. El Salvador.
- Pedroche F, Avila A. 1996. Aspectos morfológicos vegetativos y reproductivos de *Dermonema* (rhodophyceae: liagoraceae) en México. Acta Botánica Mexicana.
- Quiroz-González N, León-Álvarez, Rivas-Acuña M. 2017. New records of marine green algae (Ulvophyceae) from Tabasco, México. 121-138. DOI: <http://dx.doi.org/10.21829/abm118.2017.1204>

Quiroz-González N, Aguilar-Estrada LG, Acosta-Calderón JA, Álvarez-Castillo L, Arriola-Álvarez F. 2023. Biodiversity of epiphytic marine macroalgae in México: composition and current status. *Botánica Marina*. 66(3):181–189. doi:[10.1515/bot-2023-0009](https://doi.org/10.1515/bot-2023-0009).

Titlyanov A, Titlyanov V, Li X, Huang H. Coral reef marine plants of Hainan Island. Academic Press. 2017 [accedido 2023 Ene 16]; 75-228. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811963-1.00004-4>