

Ayhllon-Osorio, M.F., J.L. Godínez-Ortega & F. Álvarez-Nogue-
ra. 2025. Análisis de la Dieta del Erizo *Echinometra lucunter* (Lin-
naeus, 1758) sobre la Diversidad de Algas de Montepío, Veracruz,
México, p. 383-408. In: A. Granados-Barba, L.D. Ortiz-Lozano
& A.L. Gutiérrez-Velázquez (eds.). Nuevo Conocimiento sobre el
Corredor Arrecifal del suroeste del Golfo de México: Integrando los
Ambientes Costeros. Universidad Autónoma de Campeche. 540 p.
ISBN 978-607-8907-34-2. doi 10.26359/EPOMEX02202516.

Análisis de la Dieta del Erizo *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758) sobre la Diversidad de Algas de Montepío, Veracruz, México

María Fernanda Ayhllon-Osorio¹, José Luis Godínez-Ortega^{2,*}
& Fernando Álvarez-Noguera¹

¹Colección Nacional de Crustáceos, Instituto de Biología,
Universidad Nacional Autónoma de México

²Colección de Algas, Instituto de Biología,
Universidad Nacional Autónoma de México

*Autor de correspondencia: jlgo@unam.mx

Resumen

En la zona intermareal rocosa los erizos propician la formación de microhábitats marinos para otros invertebrados marinos y algas. Los erizos fungen como removedores de sedimentos y controlan las comunidades de algas, ya que son su alimento principal. El objetivo de este estudio es conocer las preferencias alimenticias de *Echinometra lucunter* y cuáles especies de algas son controladas por los erizos. Se realizaron tres muestreos tanto de algas como de erizos (30) durante 2013 y 2014 en las temporadas de secas, lluvias y nortes. Se excluyeron de este estudio los contenidos estomacales obtenidos en temporada de secas por no encontrar algas. Rhodophyta (17) fue la división con mayor riqueza florística, seguido de Heterokontophyta (10) y de Chlorophyta (7), predominando los géneros *Dictyota*, *Padina* y *Laurencia*. Los contenidos estomacales de los erizos estuvieron constituidos por siete especies de Rhodophyta siendo el grupo más consumido por el erizo, seguido de cinco especies de algas Heterokontophyta y de tres especies de Chlorophyta. En comparación con los animales, las algas resultaron ser las más consumidas, el 44 % de algas se encontraron dentro de los contenidos estomacales. *Pterocliadiella capillacea*, *Hypnea spinella*, *Padina*, *Dictyota* y *Anadyomene* son las principales algas que consume *E. lucunter* con formas biológicas laminares y filamentosas. Se encontraron otros organismos dentro de los contenidos estomacales como hojas de pastos marinos, musgos, hepáticas, moluscos, crustáceos, anélidos, poríferos, briozoarios y cnidarios.

Palabras clave: Chlorophyta, Heterokontophyta, Rhodophyta, algas; erizos.

Abstract

In the rocky intertidal zone, urchins promote the formation of marine microhabitats for other aquatic invertebrates and algae. Since they are their primary food, urchins serve as sediment removers and control algal communities. The objective of this study is to know the food preferences of *Echinometra lucunter* and which species of algae are controlled by urchins. Three samplings of algae and urchins (30) during 2013 and 2014 were collected in the dry, rainy, and northern seasons. Stomach contents from the dry season were excluded from this study because algae was not founded. Rhodophyta (17) was the division with the highest species richness, followed by the Heterokontophyta (10) and finally the Chlorophyta (7), predominating the genera *Dictyota*, *Padina* and *Laurencia*. The stomach contents of the urchins comprised seven species of Rhodophyta, the group most consumed by the urchin. The next group was five species of Heterokontophyta and three species of Chlorophyta. Compared to animals, algae was the most consumed; 44% of algae was in the stomach. *Pterocliadiella capillacea*, *Hypnea spinella*, *Padina*, *Dictyota*, and *Anadyomene* are the primary algae consumed by *E. lucunter* with lamellar and filamentous biological forms. Other organisms include seagrass leaves, mosses, liverworts, mollusks, crustaceans, annelids, poriferans, bryozoans, and cnidarians.

Keywords: Chlorophyta; Heterokontophyta; Rhodophyta; algae; sea urchins.

Introducción

Los equinodermos son invertebrados estrictamente marinos que están representados actualmente por cinco clases y más de 6 500 especies. La clase de interés de este estudio es Echinoidea, que con aproximadamente 900 especies, es donde se encuentran los erizos de mar. México tiene una gran diversidad de erizos de mar, al menos el 10 % de todas las especies a nivel mundial (Solís-Marín & Laguarda-Figuera, 2008).

La importancia ecológica de los erizos de mar es su función en la trama trófica (nichos), así como su capacidad para modificar las condiciones del sustrato o bioturbación en el que viven. Los erizos son responsables de la producción de grandes cantidades de sedimento fino que recubre el piso marino el cual es producido por su aparato masticador (Hendler *et al.*, 1995).

En los trópicos muchas especies de erizos son abundantes en las comunidades someras de arrecifes coralinos y arenas o mixtos donde influyen en la estructura y el funcionamiento del ecosistema (Alvarado & Chiriboga, 2008). Sus hábitos excavadores son bien reconocidos (Ogden, 1977; Hoskin & Reed, 1985; Bak, 1990), en especial, sobre litorales rocosos carbonatados (Hoskin &

Reed, 1985); sin embargo, un hábitat particular son los asentamientos de erizos sobre roca basáltica proveniente de erupciones volcánicas.

Los erizos son considerados principalmente herbívoros (algas y pastos marinos), aunque también aprovechan a invertebrados marinos si se encuentran disponibles (Birke-land, 1989). Una población de erizos puede desnudar vastas regiones de algas y pastos marinos, controlando sus poblaciones (Hendler *et al.*, 1995). Las oquedades que crea esta especie, sirven como microhábitats para albergar a otros invertebrados (Schoppe & Werding, 1996). *Echinometra lucunter* selecciona los lugares expuestos de la zona intermareal que coincidan con el hábitat de las poblaciones algales.

En México existen pocos trabajos realizados sobre erizos de hábitats particulares como los roqueríos basálticos de Montepío, por lo que el objetivo de este trabajo se enfoca sobre el conocimiento de la flora algal disponible para su alimentación y la biota contenida en el estómago de *E. lucunter* en tres temporadas del año (secas, lluvias y nortes).

Materiales y métodos

Área de estudio

Montepío, Veracruz pertenece a la Ecorregión marina de América del Norte número 14: Golfo de México sur (Wilkinson *et al.*, 2009). El área de estudio se encuentra en la zona intermareal rocosa de Montepío, ubi-

cado en el municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz (18°28'31" N, 95°17'58" W) (figura 1).

Presenta un clima tropical y régimen térmico cálido regular, con temperatura media anual de 24.6 °C y gran precipitación pluvial



Figura 1. Ubicación del área de estudio, playa Montepío, en el Municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz.

(Andrle, 1964; Soto, 1976). Los ríos Col y Máquina desembocan en la región y son el aporte de materia orgánica que se sedimenta sobre la roca basáltica (Hernández & Álvarez, 2007). Montepío está constituido de macizos rocosos originados por el Cinturón Volcánico Transmexicano y la Sierra “Los Tuxtles”.

La playa de Montepío presenta los escurrimientos de lava del vulcanismo de los Tuxtles los cuales configuraron la línea de costa, constituyendo acantilados verticales y un litoral rocoso que se ha ido modificando por las olas. De acuerdo con Ortiz-Pérez (1991) Montepío pertenece a costas rocosas donde

el proceso dominante es el trabajo abrasivo del oleaje esculpiendo la roca firme del litoral. Este tipo de costas es poco frecuente en esta región de México.

En la zona de estudio se distinguen tres temporadas climáticas: Secas o transicional (abril-mayo) con un clima cálido y húmedo con escasa precipitación; Lluvias (julio-septiembre) con temperaturas elevadas, vientos débiles y una precipitación abundante; “Nortes” (octubre-marzo) que se caracteriza por una menor precipitación, temperaturas bajas y aparición de vientos del norte (Salas-Pérez & Granados-Barba, 2008).

Trabajo ficológico

Se realizaron tres muestreos de algas asociadas a los erizos en la zona intermareal rocosa de Montepío, Veracruz en los meses de mayo 2013 (secas), agosto 2013 (lluvias) y febrero 2014 (nortes). Las colectas se hicieron de forma manual y con ayuda de una espátula, las cuales fueron llevadas a los congeladores de la estación de biología “Los Tuxtlas”, UNAM. Y trasladados a la Colección de algas del IBUNAM, para su estudio.

Las algas se conservaron en formol al 4 % neutralizado y un duplicado se herborizó. Se realizaron cortes histológicos (20 µm) a través de criostato con celda Peltier, cuyas secciones se tiñeron con anilina azul al 1 % y una gota de ácido clorhídrico diluido y se montaron en miel Karo®/agua 70:30 con un rastro de fenol añadido para evitar el crecimiento de hongos (Tsuda & Abbot, 1985). Las fotografías del material fueron realizadas con un microscopio óptico compuesto Zeiss, equipado con cámara digital Canon PowerShot G6. Las fotografías fueron digitalizadas con el programa Axio Vision 4.8.2.

La determinación específica de las algas de las poblaciones naturales se realizó con ayuda de bibliografía especializada (Taylor, 1960; Littler & Littler, 2000; De Clerck, 2003; Dawes & Mathieson, 2008). La actualización nomenclatural de las algas se realizó con la consulta de la base global de algas AlgaeBase (Guiry & Guiry, 2024). La lista de algas fueron ordenadas en el sistema taxonómico de Wynne (2022).

Análisis estadístico

Se realizó el análisis de similitud con el índice de Jaccard considerando presencia y ausencia de especies de algas por temporada de

estudio (secas, lluvias y nortes), considerando el dendrograma de similitud por el método de promedios no ponderados (UPGMA, Real & Vargas, 1996).

Trabajo con erizos

Se recolectaron los erizos en la zona intermareal rocosa de Montepío, Veracruz en los meses de mayo 2013 (secas), agosto 2013 (lluvias) y febrero 2014 (Nortes), correspondiente con las algas asociadas a ellos. En la temporada de secas (mayo 2013) la colecta se realizó a las 12 am; las siguientes temporadas, lluvias (agosto 2013) y nortes (febrero, 2014), los erizos se recolectaron a las 6 am. En cada muestreo se colectaron 30 erizos de forma manual con ayuda de guantes y espátula, los cuales fueron llevados a los congeladores de la estación de biología “Los Tuxtlas”. Posteriormente, se trasladaron a la Colección Nacional de Crustáceos del IBUNAM, para su disección.

La disección de los erizos se realizó extrayendo el contenido estomacal y preservándolo en viales con alcohol al 70 %. La identificación de los erizos se basó en Hendler *et al.* (1995). Las muestras de algas o fragmentos encontrados de otros organismos fueron analizados, fotografiados e identificados.

Análisis estadístico

Se efectuó el índice de Shannon tomando las frecuencias de las algas en los moluscos muestreados por cada temporada. La temporada de secas, se muestreó a las 12 am; sin embargo, fue sacada de este análisis ya que los contenidos estomacales resultaron ser sedimentos y lodos sin presencia de algas. Los siguientes recolecciones (lluvias y nortes) se efectuaron a las 6 am, lo cual resultó en contenidos estomacales con presencia de algas.

Resultados

Algas de ambientes naturales

Se recolectaron e identificaron 34 especies de algas de la zona intermareal rocosa de Montepío, Veracruz, pertenecientes a tres filos, tres clases, 13 órdenes, 16 familias y 24 géneros. En la tabla 1 (Anexo I) se presenta la lista taxonómica de las algas asociadas a los erizos de poblaciones naturales de Montepío, Veracruz en tres temporadas (secas, lluvias y nortes). En el Anexo 2, se encuentran fotografías de las algas que son referidas como figuras 5 a 14 en la tabla 1 (Anexo 1).

Las algas *Anadyomene stellata*, *Laurencia obtusa* y *Dictyota friabilis* fueron las únicas especies presentes en las tres temporadas; en dos temporadas, secas y nortes, se presentaron *Chaetomorpha anteninna*, *Padina gymnospora*, *Jania subulata* y *Chondria cnicophylla*; y en lluvias y nortes, sólo se presentó *Ceratodictyon planicaule*. Por su parte en una sola temporada, secas, se presentaron *D. ciliolata*, *Colpomenia sinuosa*, *Hypnea spinella*, *Titanophycus validus*, *Palisada perforata* y *Rhodymenia pseudopalmata*; en nortes, *Sargassum natans*, *Ceratodictyon variable*, *Caulerpa racemosa*, *Ulva flexuosa* y *U. intestinalis*; y en lluvias, se presentaron *Amphiroa beauvoisii*, *A. fragilissima*, *Digenia simplex* y *Cladophora laetevirens* (tabla 1 en Anexo).

En la figura 2 se presenta el dendrograma utilizando el índice de Jaccard de presencia y ausencia de especies en cada temporada (secas, lluvias, nortes). En general se observa baja similitud entre grupos; aunque existe una mayor semejanza (0.35) entre las algas de la temporada de secas y nortes; las algas de la temporada de lluvias se salen de este conglomerado observando una semejanza

menor con relación a secas y nortes (0.23). Se informa de dos nuevos registros de las poblaciones naturales de Veracruz, *Chondria cnicophylla* y *Dictyota friabilis*.

Contenido estomacal de erizos

En la figura 3A se aprecia que de las 32 especies de algas reportadas en este estudio 15 especies (44 %) estuvieron presentes en los contenidos estomacales de *E. lucunter*. Las algas Rhodophyta (rojas) fue el grupo mayoritario (7 especies) que representa el 21 % del total de algas. Le siguen las Heterokontophyta (pardas) con 5 especies en los contenidos estomacales (15 %) y finalmente las Chlorophyta (verdes) con 3 especies en el contenido estomacal (9%) (figura 3B).

En la temporada de lluvias los alimentos del erizo, con mayor frecuencia, fueron las algas laminares como *Dictyota mertensii* (11), *Anadyomene stellata* (5), *Padina gymnospora* (2); le siguen las algas filamentosas: *Hypnea spinella* (7), *Centroceras clavulatum* (1), *Sphacelaria tribuloides* (1) y *Ceramium* sp. (1) (figura 3B). Con menor frecuencia estuvieron las algas carnosas como *Laurencia obtusa* (1) y las algas calcáreas articuladas, como *Pneophyllum fragile* (1).

En la temporada de nortes la mayor frecuencia fue de las algas filamentosas: *Pterocladia capillaceae* (20) y *Centroceras clavulatum* (7), además del alga laminar *A. stellata* (7). Con menor frecuencia se encontraron a *Cladophora laetevirens* (1), un musgo (1), una hepática (1) y el pasto marino (1). En esta temporada los animales del contenido estomacal del erizo fueron identificados a nivel de grandes grupos y solo el molusco

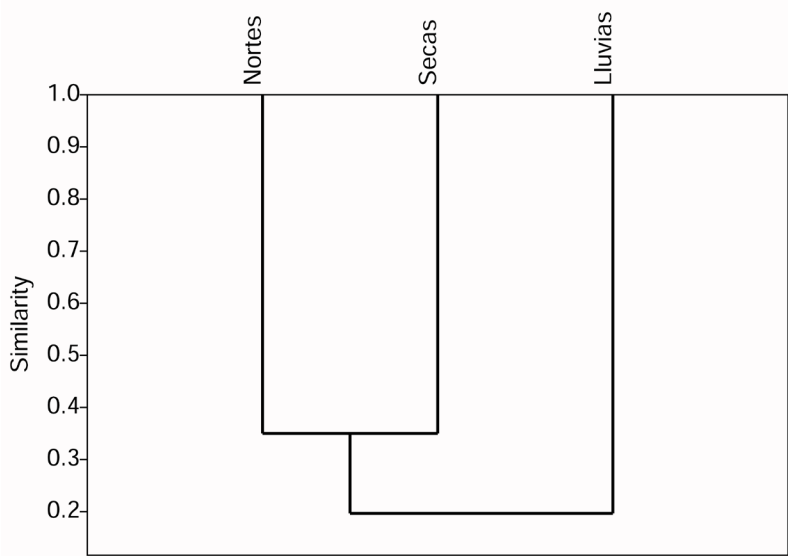


Figura 2. Análisis de similitud utilizando el índice de Jaccard considerando presencia y ausencia de especies de algas por temporada de estudio (secas, lluvias y nortes).

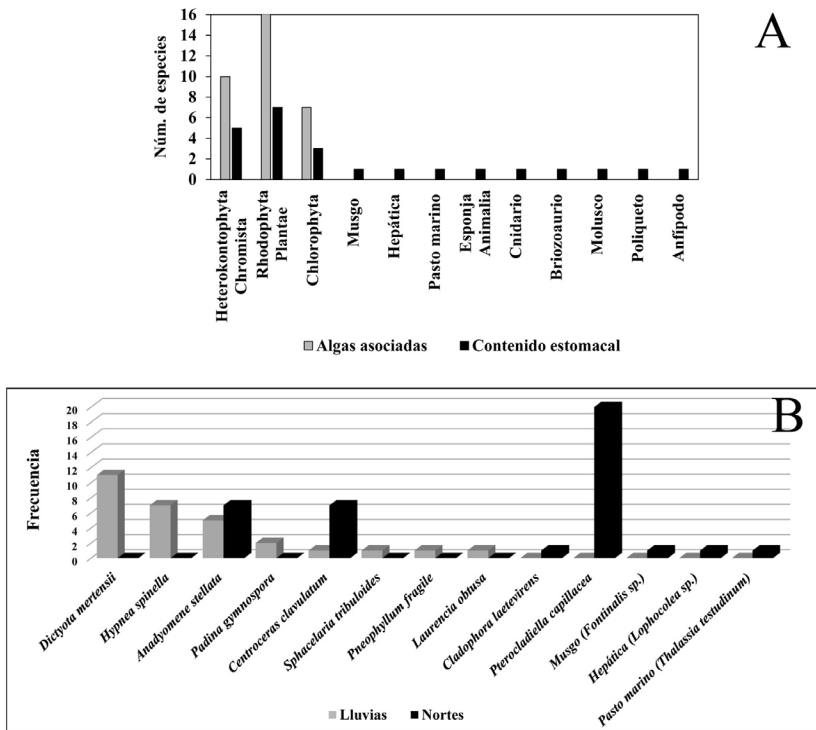


Figura 3. Riqueza biótica de algas y erizos. A: Riqueza específica de las algas asociadas y de los contenidos estomacales por grupo taxonómico. B. Frecuencia de organismos en el contenido estomacal del erizo *E. locunter* de Montepío, Veracruz.

a nivel de especie. La mayor frecuencia en contenidos estomacales fue las esponjas (4) y el molusco (*Mitrella ocellata*, 3); el resto de los animales (cnidario, briozoario, poliqueto y anfípodo) se encontró un solo organismo en el contenido estomacal del erizo.

En la figura 4 se presenta índice de Shannon de las temporadas de lluvias y secas. La mayor diversidad se aprecia en la temporada de lluvias (1.967) y en menor grado los nortes (1.705).

Discusión

En el primer muestreo realizado a media noche (12 am) en la temporada de secas (mayo 2013), solo se encontraron lodos y sedimentos en el tracto digestivo, motivo por el cual no se reportan organismos en el contenido estomacal, aunque si se reportan las algas de ambientes naturales. Con este precedente las colectas de erizos se realizaron a las 6 am, y logrando reportar alimento ingerido, casi intacto, dentro del intestino, el cual pudo ser identificado. En las temporadas de lluvias y nortes las algas rojas (Rhodophyta) resultaron ser las más frecuentes dentro del

contenido estomacal de los erizos, lo cual coincide con lo encontrado por Reyes *et al.* (2015), quienes identifican algas rojas como el alimento principal de *E. lucunter*.

Algunas de estas algas producen sustancias que a los erizos pueden atraerles, mucílagos que contienen en sus paredes celulares como agar y carragenanos (Ramalingam *et al.*, 2003). Recientemente, Addis *et al.* (2013) probaron que el género *Ulva* tiene una respuesta quimioatrayente con otras especies de erizo de mar como *Paracentrotus lividus*; no obstante, de acuerdo con Erickson

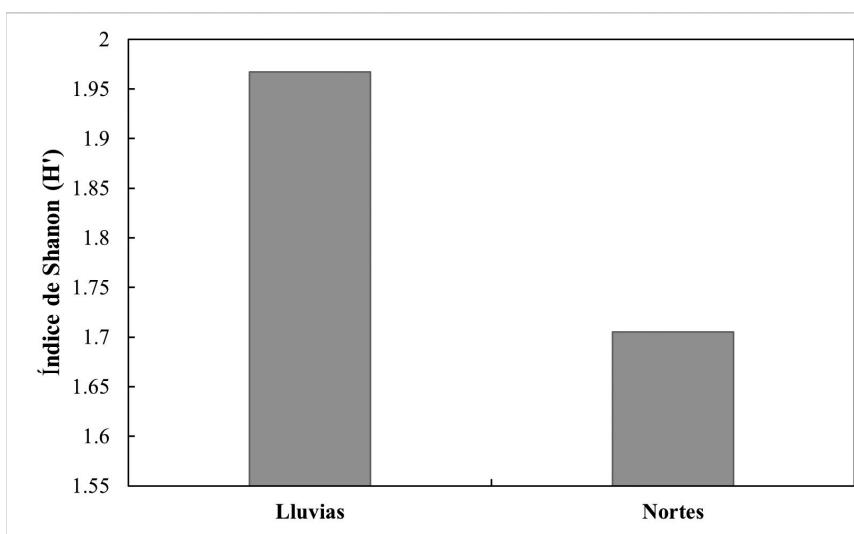


Figura 4. Índice de Shannon tomando las frecuencias de algas contenidas en los erizos de las temporadas de lluvias y nortes. La temporada de secas fue excluida de este análisis.

et al. (2006) algunas algas como *Caulerpa* y *Cladophora* podrían contener sustancias de defensa, o ser repelentes contra la herbivoría, de manera que impiden su consumo por parte de los erizos. Stevenson & Ufret (1966) identificaron dentro del contenido estomacal de *E. lucunter* a *Thalassia*, *Dictyota*, *Amphiroa* y *Cladophora*, plantas que también se encontraron en este trabajo.

Las algas laminares como *Dictyota* y *Anadyomene* son las algas favoritas de los erizo, la primera en la temporada de lluvias y la segunda en nortes (figura 3). También hubo una buena preferencia por las algas filamentosas como *Hypnea spinella*, *Centroceras clavulatum* y *Prerocliadiella capillacea*, la primera en lluvias y las dos siguientes en nortes. Reyes-Luján (2015) reportó a *Centroceras clavulatum*, alga filamentosa, como parte de la dieta de *E. lucunter*.

En la temporada de nortes se localizaron plantas en los contenidos estomacales, como la hepática *Lophocolea* sp. y un musgo muy similar al género *Fontinalis*, el cual es reportado de regiones septentrionales (Allen, 1988); sin embargo, este musgo es de hábitats acuáticos y pudo haber sido arrastrado por las corrientes de ríos que desembocan al mar. También se localizaron animales como gasterópodos de la especie *Mitrella ocellata*, un anfípodo, cnidarios y un briozoario que no se lograron identificar a especie (figura 3).

McClanahan & Muthiga (2007), mencionan que la dieta de *E. lucunter* se caracteriza por tener hábitos alimenticios herbívoros generalistas basados en macrófitas, especialmente macroalgas que, ocasionalmente, consumen invertebrados como esponjas, moluscos y corales; sin embargo, Carpenter

(1981) señala que, aunque el alimento preferencial de los erizos son las algas bentónicas, cuando estos recursos no están disponibles, consumen animales invertebrados.

El consumo de macrófitas fue mayor al consumo de animales invertebrados (figura 3); esto se encuentra relacionado con las lluvias dado que la mayor riqueza de especies de algas se presenta en esta temporada (figura 4), lo cual coincide con García-López et al. (2017) que estudiaron las algas de Veracruz. Álvarez & Angulo (1995) y Nodarse (2001) registraron la mayor abundancia de *E. lucunter* en temporada de lluvias lo cual coincide con la mayor riqueza de especies de algas en la zona de Montepío (Mateo-Cid et al., 2024).

Con base en estudios sobre biogeografía de algas, factores como la temperatura, luz y nutrientes, influyen en las poblaciones algales (Lüning, 1990). Según Mateo-Cid et al. (2024) en la región de Veracruz la mayor riqueza y composición de especies se registra en la temporada de lluvias probablemente por la mayor cantidad de luz, relacionado con las horas luz:oscuridad y por la elevación de la temperatura del agua y la poca turbidez. Por el contrario la temporada de nortes hay turbidez alta debido al movimiento de las aguas y poca penetración de luz en la columna de agua y como consecuencia una baja riqueza específica (Salas-Pérez & Granados-Barba, 2008).

Además de las preferencias comestibles de los erizos, Jangoux & Lawrence (1982) señalan que el tipo de alimentación de los erizos también depende de otros factores como la talla, la tasa reproductiva, el tipo de comida disponible, la densidad poblacional y la temperatura. Es probable que el aumento de

la materia orgánica debido a las precipitaciones y escurrimientos terrígenos, elevará la disponibilidad de alimento y el número de individuos (Harmelin *et al.*, 1981).

Conclusiones

De las algas asociadas a los erizos, el 44 % se encontraron en los contenidos estomacales de *Echinometra lucunter*, lo que indica su preferencia por las algas; en particular las laminares y filamentosas. Dentro de este 44 % destacan *Dictyota* y *Anadyomene*, así como *Pterocliadiella capillacea* y *Centroceras clavulatum*.

La temporada de lluvias difiere florísticamente de las temporadas de nortes y secas.

Dictyota mertensii y *Chondria cnicophylla* representan dos nuevos registros para Veracruz, provenientes de la zona intermareal rocosa de Montepío.

Consideraciones finales

Se requieren estudios taxonómicos y/o moleculares que coadyuven en las identificaciones del material ficológico.

Se requieren un mayor número de estudios en la temporada de secas, modificando el horario de muestreo. Se sugieren mues-

treos a las 06:00 h y a las 18:00 h, horarios en los que el erizo se alimenta.

Este trabajo es pionero y necesita mayores estudios en otras regiones de Veracruz para conocer la dieta de estos erizos y sus comportamientos de alimentación.

Literatura citada

- Allen, B.H., 1988. Studies on the genus *Fontinalis* (Musci: Fontinalaceae). *Brittonia*, 40:180-187.
- Alvarado, J.J. & A. Chiriboga, 2008. Distribución y abundancia de equinodermos en las aguas someras de la isla del Coco, Costa Rica (Pacífico Oriental). *Revista de Biología Tropical*, 56:99-111.
- Álvarez, L. & J. Angulo, 1995. Influencia de un vertimiento de aguas albañales sobre la distribución de algunas especies bentónicas del sublitoral rocoso. Trabajo de Diploma, Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de la Habana, 45 pp.
- Andrle, R.F., 1964. A biogeographical investigation of the Sierra of Los Tuxtlas in Veracruz, México. Ph. D. Dissertation, Louisiana State University, Baton Rouge.
- Bak, R., 1990. Patterns of echinoid bioerosion in two Pacific coral reef lagoons. *Marine Ecology Progress Series*, 66:267-272.
- Birkeland, C.H., 1989. The influence of echinoderms on coral reef communities. In: Jangoux, M. & J.M. Lawrence (eds.). Echi-

- noderm Studies. Rotterdam, Brookfield, Balkema, EUA. 79 pp.
- Carpenter, R.C., 1981. Grazing by *Diadema antillarum* (Philippi) and its effects on the benthic algal community. *Journal of Marine Research*, 39, 749-765.
- Cordeiro de Amorim, R., 2015. Feature relevance in Ward's hierarchical clustering using the Lp norm. *Journal of Classification*, 32:46-62.
- Dawes, C.J. & A.C. Mathieson, 2008. The seaweeds of Florida. University Press of Florida, Gainesville.
- De Clerck, O., 2003. The genus *Dictyota* in the Indian Ocean. *Opera Botanica Belgica*, 13:1-205.
- Erickson, A., V. Paul, K. van Alstyne & L. Kwiatkowski, 2006. Palatability of macroalgae that use different types of chemical defenses. *Journal Chemical Ecology*, 32:1883-1895.
- García-López, D., Mateo-Cid, L. & A. Catalina Mendoza-González, 2017. Nuevos registros y lista actualizada de las algas verdes (Chlorophyta) del litoral de Veracruz, México. *Gayana Botánica*, 74:41-56.
- Guiry, M.D. & G.M. Guiry, 2024. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org> ; consultado el 12 abril 2024.
- Harmelin, J., Bouchon, C. & E. Hong, 1981. Impact de la pollution sur la distribution des échinodermes des substrats durs en Provence (Méditerranée- Nord-occidentale). *Tethys*, 10:13-36.
- Hendler, G., Miller, J., Pewson, D. & P. Kier, 1995. Sea star, sea urchin and allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean. Washington: Smithsonian Institute.
- Hernández, C. & F. Álvarez, 2007. Changes in the crustacean community of a tropical rocky intertidal shore: is there a pattern? *Hydrobiológica*, 17:25-34.
- Hoskin, C. & J. Reed, 1985. Carbonate sediment production by the rock-boring urchin *Echinometra lucunter* and associated endolithic infauna at Black Rock, Little Bahama Bank. The Ecology of Coral Reefs. *Symposia Series Undersea Research*, 3:151-161.
- Jangoux, M. & J.M. Lawrence, 1982. Echinoderm nutrition. CRC Press. 700 pp.
- Littler, D.M. & M.M. Littler, 2000. Caribbean reef plants: An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico. Washington D.C., Offshore Graphics, Inc.
- Mateo-Cid, L.E., Mendoza-González, A., García-López, D., Hernández-Casas, C. & I. Méndez-Guzmán, 2024. Diversidad de algas marinas bentónicas del litoral de Veracruz, México. *Acta Botanica Mexicana*, 131:e2316.
- Mcclanahan, T. & N. Muthiga, 2007. Ecology of *Echinometra*. In: Lawrence, J.M. (ed.), Edible sea urchins: Biology and ecology. Amsterdam. Elsevier.
- Nodarse, K.A., 2001. Abundancia y distribución del erizo *Echinometra lucunter* (Linnaeus) (Echinodermata, equinoidea) en un arrecife del litoral norte de Ciudad de la Habana. *Revista de Investigaciones Marinas*, 22:107-115.
- Ogden, J., 1977. Carbonate sediment production by parrot fish and sea urchins on Caribbean reefs. In: Frost, S., M. Weiss & J. Saunmder (eds.). Reefs and related carbonates-ecology and sedimentology. Study geology No. 4. American Association Petroleum Geologists. Tulsa, Oklahoma.
- Ortiz-Pérez, M. & L. Espino-Rodríguez, 1991. Clasificación geomorfológica de las costas de México. *Geografía 1 Desarrollo*, 2(6):2-9.
- Reyes-Luján J., J. Barrios, D. Arrieche, V. Zapata, W. Salgado & C. Lodeiros, 2015. Dieta del erizo negro *Echinometra lucunter* (Echinometra: Echinoidea) en el Nororiente de Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 63:233-242.
- Salas-Pérez, J. & A. Granados-Barba, 2008. Oceanographic characterization of the Veracruz reef system. *Atmósfera*, 21:281-301.

- Schoppe, S. & B. Werding, 1996. The boreholes of the sea urchin genus *Echinometra* (Echinodermata: Echinoidea: Echinometridae) as microhabitat in tropical South America. *Marine Ecology*, 17:181-186.
- Solís-Marín, F. & A. Laguarda-Figueras, 2008. Equinodermos. pp. 187-214. In: Mejía-Ortiz, L.M. (ed.). Biodiversidad acuática de la isla de Cozumel. CONABIO-Universidad de Quintana Roo-Plaza & Valdés. México.
- Soto, E.M., 1976. Algunos aspectos climáticos de la región de Los Tuxtlas, Veracruz. pp. 70-111. In: Gómez-Pompa, A., S. del Amo, C. Vázquez-Yanes & A. Butanda (eds.). Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz. CECOSA, México.
- Stevenson R. & S. Ufret, 1966. Iron, manganese, and nickel in skeletons and food of the sea urchins *Tripneustes esculentus* and *Echinometra lucunter*. *Limnology Oceanography*, 11:11-17.
- Tsuda, R. & I. Abbott, 1985. Collection, handling, preservation, and logistics. pp. 67-86. In: Littler, M.M. & D.S. Littler (eds). Handbook of phycological methods. Ecological field methods: Macroalgae. Cambridge University Press.
- Wilkinson, T., E. Wiken, J. Bezaury, T. Hourigan, T. Agardy, H. Herrmann, L. Janishevski, C. Madden, L. Morgan & M. Padilla, 2009. Ecorregiones marinas de América del Norte. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal. 200 pp.
- Wynne, M., 2022. A check-list of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic. Third revision. *Nova Hedwigia*, 140:1-166.

Anexo 1

Tabla 1. Especies bentónicas de poblaciones naturales asociadas al erizo *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758) y especies fotosintéticas encontradas en el contenido estomacal del erizo de Montepío, Veracruz. (*Nuevo registro para Veracruz. ** Alga flotante. A: algas asociadas. CE: contenido estomacal (frecuencia).

Especies	Secas mayo 2013	Lluvias agosto 2013	Nortes febrero 2014
Chromista			
Heterokontophyta			
Phaeophyceae			
Dictyotales			
Dictyotaceae			
<i>Dictyota ciliolata</i> Sonder ex Kützing 1859 (Fig. 5 A, B)	A		
<i>Dictyota friabilis</i> Setchell 1926 (Fig. 5 C, D)	A	A	A
<i>Dictyota crenulata</i> J. Agardh 1847 (Fig. 5 E, F)	A		
* <i>Dictyota mertensii</i> (C. Martius) Kützing 1859 (Fig. 6 A, B)		CE (11)	
<i>Dictyota</i> sp. (Fig. 6 C)		CE (13)	CE (11)
<i>Padina gymnospora</i> (Kützing) Sonder 1871 (Fig. 6 D, E)	A	CE (1)	A
<i>Padina</i> sp.		CE (2)	
Sphacelariales			
Sphacelariaceae			
<i>Sphacelaria tribuloides</i> Meneghini 1840 (Fig. 6 F, G)		CE (1)	
Ectocarpales			
Scytosiphonaceae			
<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier 1851 (Fig. 7 A, B)	A		
Fucales			
Sargassaceae			
** <i>Sargassum natans</i> (Linnaeus) Gaillon 1828 (Fig. C, D)			A
Plantae			
Rhodophyta			
Floridophyceae			
Corallinales			
Corallinaceae			
<i>Jania subulata</i> (Ellis & Solander) Sonder 1848 (Fig. 8 E, F)	A		A
<i>Pneophyllum fragile</i> Kützing 1843 (Fig. 9 A)		CE (1)	
Lithophyllaceae			
<i>Amphiroa beauvoisii</i> J.V. Lamouroux 1816 (Fig. 8 A, B)		A	
<i>Amphiroa fragilissima</i> (Linnaeus) J.V. Lamouroux 1816 (Fig. 8 C, D)		A	
Nemaliales			
Liagoraceae			
<i>Titanophycus validus</i> (Harvey) Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood 2006 (Fig. 9 B, C)	A		

Nuevo Conocimiento sobre el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México:
integrando los ambientes costeros

Tabla 1. Especies bentónicas de poblaciones naturales asociadas al erizo *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758) y especies fotosintéticas encontradas en el contenido estomacal del erizo de Montepío, Veracruz. (*Nuevo registro para Veracruz. ** Alga flotante. A: algas asociadas. CE: contenido estomacal (frecuencia).

Especies	Secas mayo 2013	Lluvias agosto 2013	Nortes febrero 2014
Ceramiales			
Ceramiaceae			
<i>Centroceras clavulatum</i> (C. Agardh) Montagne 1846 (Fig. 9 D-F)		CE (1)	CE (7)
<i>Ceramium</i> sp. (Fig. 10 A, B)			CE (1)
Rhodomelaceae			
* <i>Chondria cnicophylla</i> (Melville) De Toni 1903 (Fig. 10 C, D)	A		A
<i>Digenea simplex</i> (Wulfen) C. Agardh 1822 (Fig.10 E, F)		A	
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V. Lamouroux 1813 (Fig. 11 A, B)	A	A,CE (1)	A
<i>Laurencia</i> sp.		CE (1)	
<i>Palisada perforata</i> (Bory) K.W. Nam 2007 (Fig. C, D)	A		
Gelidiales			
Pterocladaceae			
<i>Preroclatiella capillacea</i> (S.G. Gmelin) Santelices & Hommersand 1997 (Fig. 11 E, F)			CE (20)
Gigartinales			
Cystocloniaceae			
<i>Hypnea spinella</i> (C.Agardh) Kützing 1847 (Fig. 12 A B)	A	CE (7)	
Rhodymeniales			
Lomentariaceae			
<i>Ceratodictyon planicaule</i> (W.R. Taylor) M.J. Wynne 2011 (Fig.12 C, D)		A	A
<i>Ceratodictyon variabile</i> (J. Agardh) R.E. Norris 1987 (Fig.12 E, F)			A
Rhodymeniaceae			
<i>Rhodymenia pseudopalmeta</i> (J.V. Lamouroux) P.C. Silva 1952 (Fig. 13 A, B)	A		
Chlorophyta			
Ulvophyceae			
Bryopsidales			
Caulerpáceae			
<i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskål) J. Agardh 1873 (Fig.13 C, D)			A
Cladophorales			
Anadyomenaceae			
<i>Anadyomene stellata</i> (Wulfen) C. Agardh 1823 (Fig. 13 E, F)	A	A,CE (5)	ACE (7)
Cladophoraceae			
<i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory) Kützing 1847 (Fig. 13 G)	A		A
<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kützing 1843 (Fig. 14 A)		A	CE (1)
<i>Cladophora</i> sp.		CE (1)	

Tabla 1. Especies bentónicas de poblaciones naturales asociadas al erizo *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758) y especies fotosintéticas encontradas en el contenido estomacal del erizo de Montepío, Veracruz. (*Nuevo registro para Veracruz. ** Alga flotante. A: algas asociadas. CE: contenido estomacal (frecuencia).

Especies	Secas mayo 2013	Lluvias agosto 2013	Nortes febrero 2014
Ulvales			
Ulvaaceae			
<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen 1803 (Fig. 14 B, C))			A
<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus 1753 (Fig. 14 D-F)			A
Bryophyta			
Bryopsida			
Hypnales			
Fontinalaceae			
<i>Fontinalis</i> sp. (musgo)			CE (1)
Marchantiophyta			
Jungermannioopsida			
Lophocoleaceae			
<i>Lophocolea</i> sp. (hepática)			CE (1)
Tracheophyta			
Magnoliopsida			
Alismatales			
Hydrocharitaceae			
<i>Thalassia testudinum</i> K.D. Koenig, 1805 (pasto marino)			CE (3)

Anexo 2

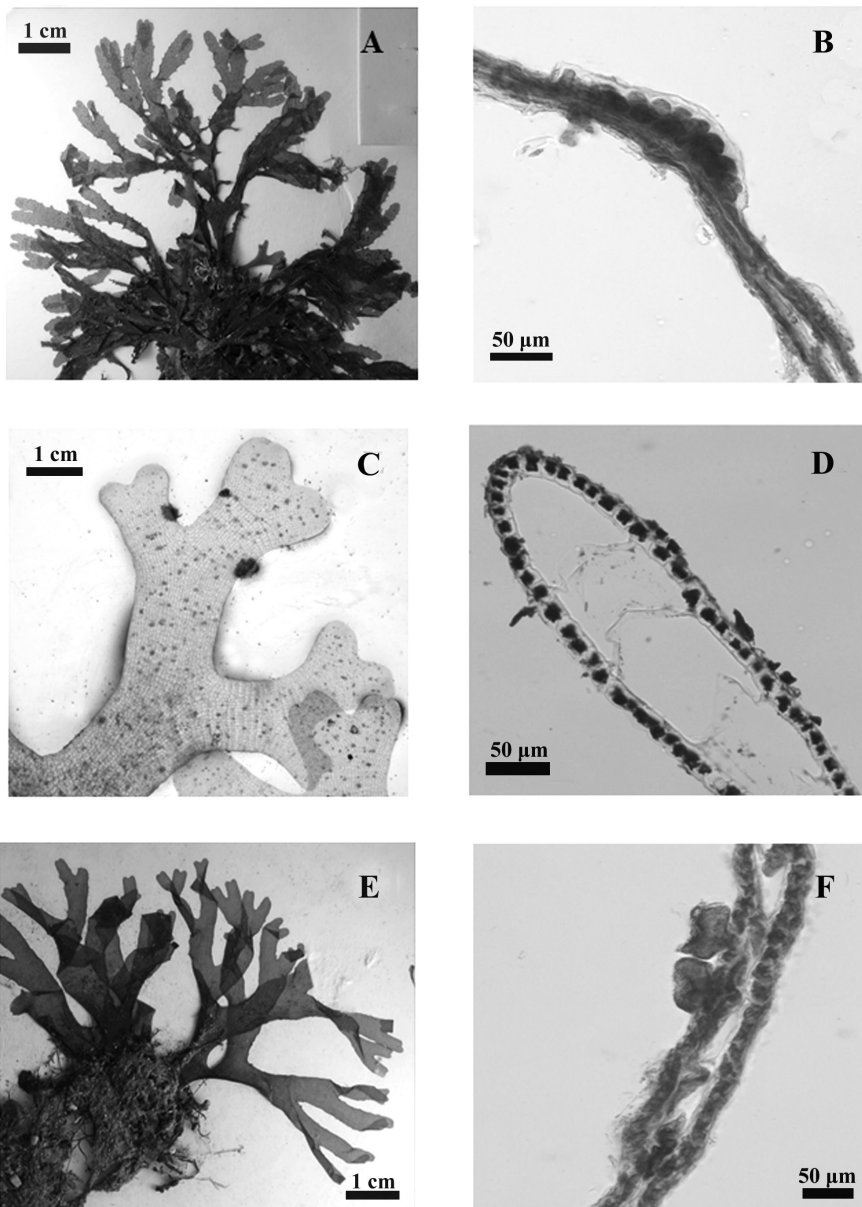


Figura 5. A: *Dictyota ciliolata* Sonder ex Kützting, aspecto del talo ramificado; B: corte transversal mostrando un soro oogonial sobre las células corticales; C: *Dictyota friabilis* Setchell, aspecto del talo; D: sección transversal del margen de una hoja; E: *Dictyota crenulata* J. Agardh, aspecto; F: corte transversal mostrando dos esporangios sobre las células corticales.

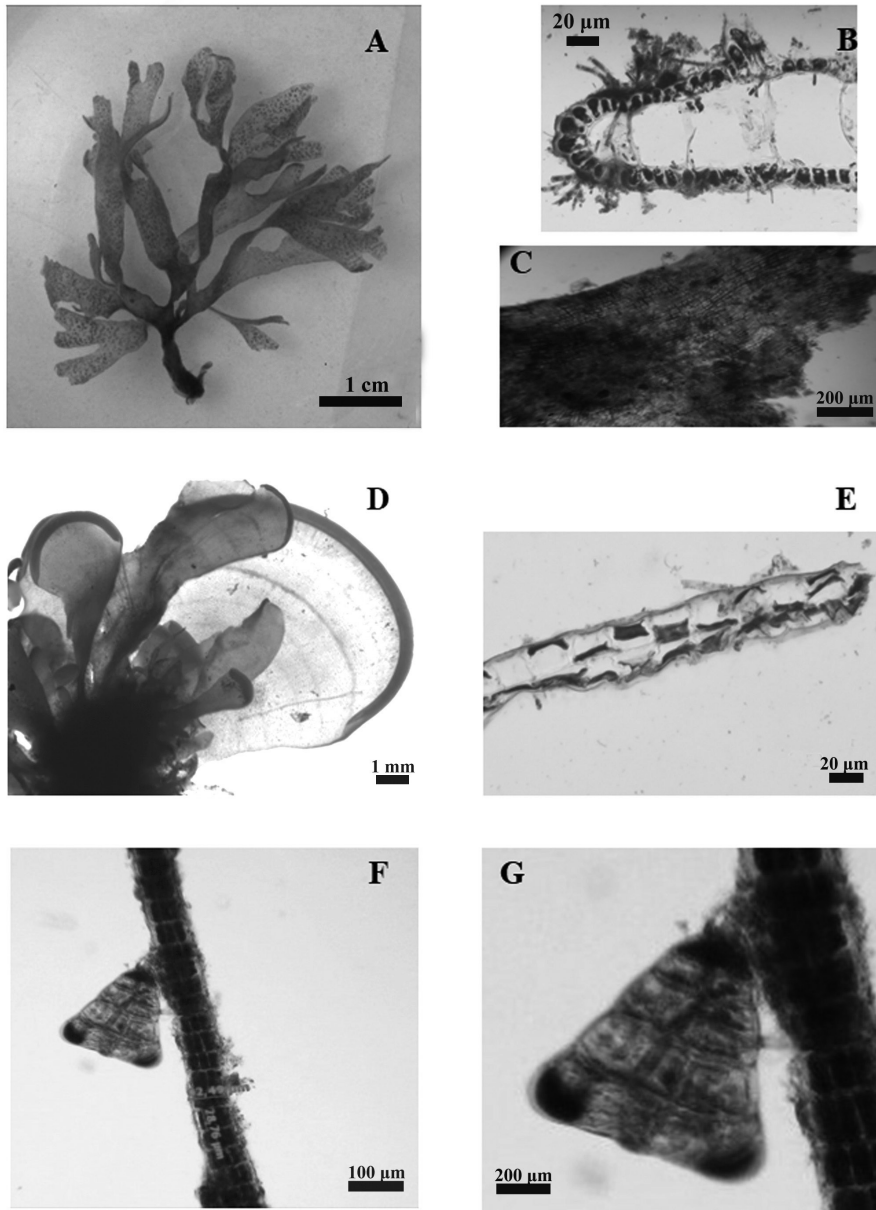


Figura 6. A: *Dictyota mertensii* (C. Martius) Kützing, aspecto de del talo ramificado; B: corte transversal de un filioide con pelos superficiales; C: *Dictyota* sp., vista superficial del talo; D: *Padina gymnospora* (Kützing) Sonder, aspecto del talo con margen enrollado; E: corte transversal del talo mostrando dos capas de células; F: *Sphacelaria tribuloides* Meneghini, material del contenido estomacal del erizo (*Echinometra locunter*) mostrando una rama filamentosas con propágulo triangular y pedicelo corto; G: un acercamiento de la misma figura.

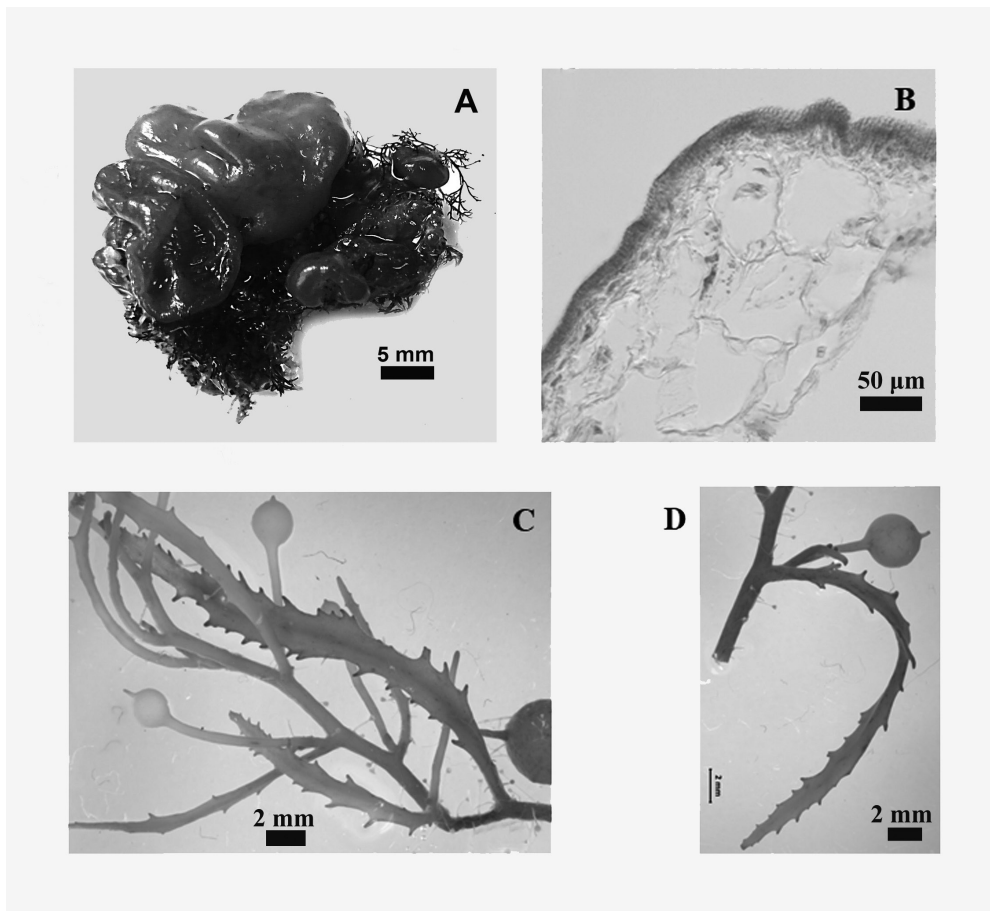


Figura 7. A: *Colpomenia sinuosa* (Mertens ex Roth) Derbès & Solier, aspecto; B: corte transversal del talo; C: *Sargassum natans* (Linnaeus) Gaillon, ramas con dientes gruesos y neumatóforo con una pequeña espina en la punta; D: acercamiento de un neumatóforo.

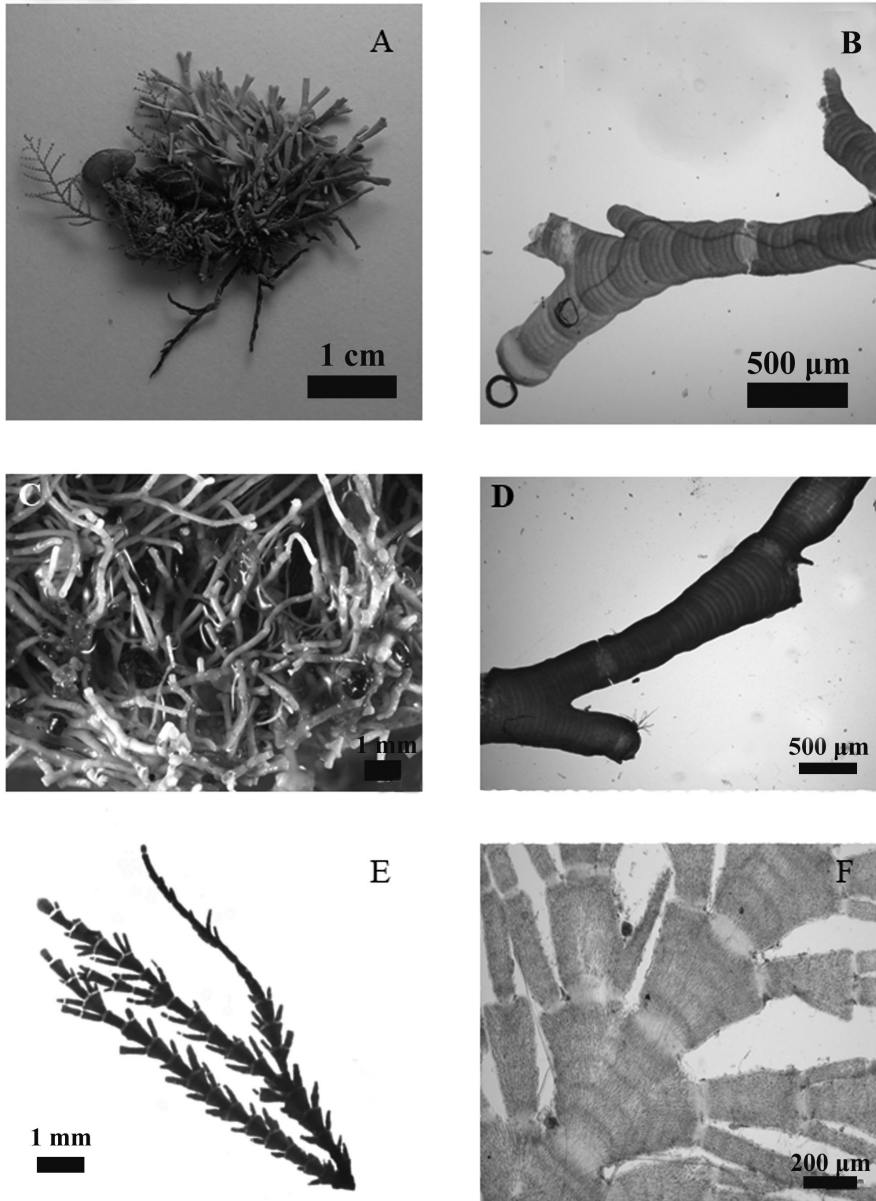


Figura 8. A: *Amphiroa beauvoisii* J.V. Lamouroux , aspecto, mostrando segmentos entre las articulaciones; B: típica mostrando seis hileras de células medulares; C: *Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) J.V. Lamouroux, aspecto de una rama; D: rama típica mostrando hileras de células medulares; E: *Jania subulata* (Ellis & Solander) Sonder, aspecto típico, mostrando ramillas opuestas con célula apical única; F: segmentos de células medulares mostrando las articulaciones.

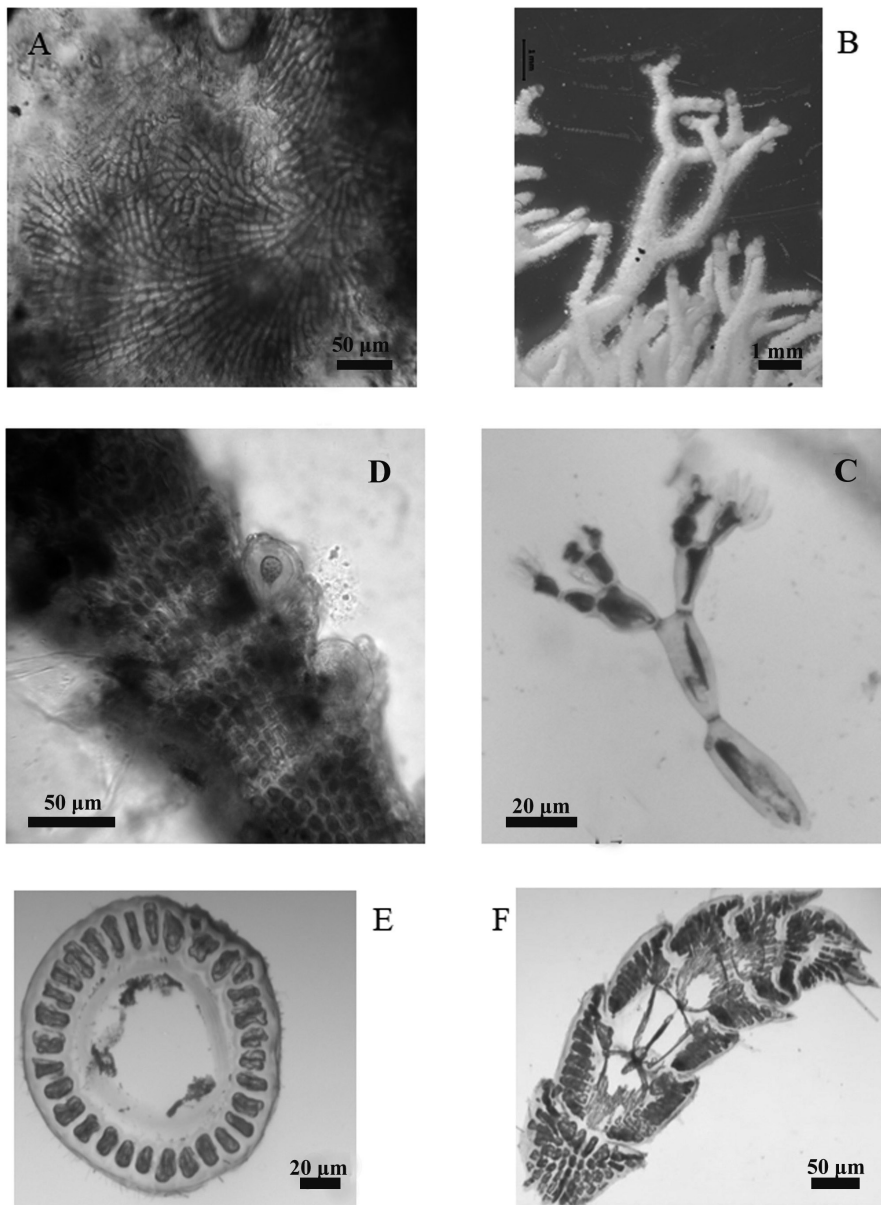


Figura 9. A: *Pneophyllum fragile* Kützing 1843, fragmento del contenido estomacal del erizo mostrando la organización celular de ocho células originarias; B: *Titanophycus validus* (Harvey) Huisman, G.W. Saunders & A.R. Sherwood, aspecto; C: detalle de los filamentos medulares longitudinales; D: *Centroceras clavulatum* (C. Agardh) Montagne, fragmento del contenido estomacal del erizo (*Echinometro lucunter*) mostrando tetrasporangios; E: corte transversal de un segmento; F: corte longitudinal de un segmento mostrando las espinas de una rama.

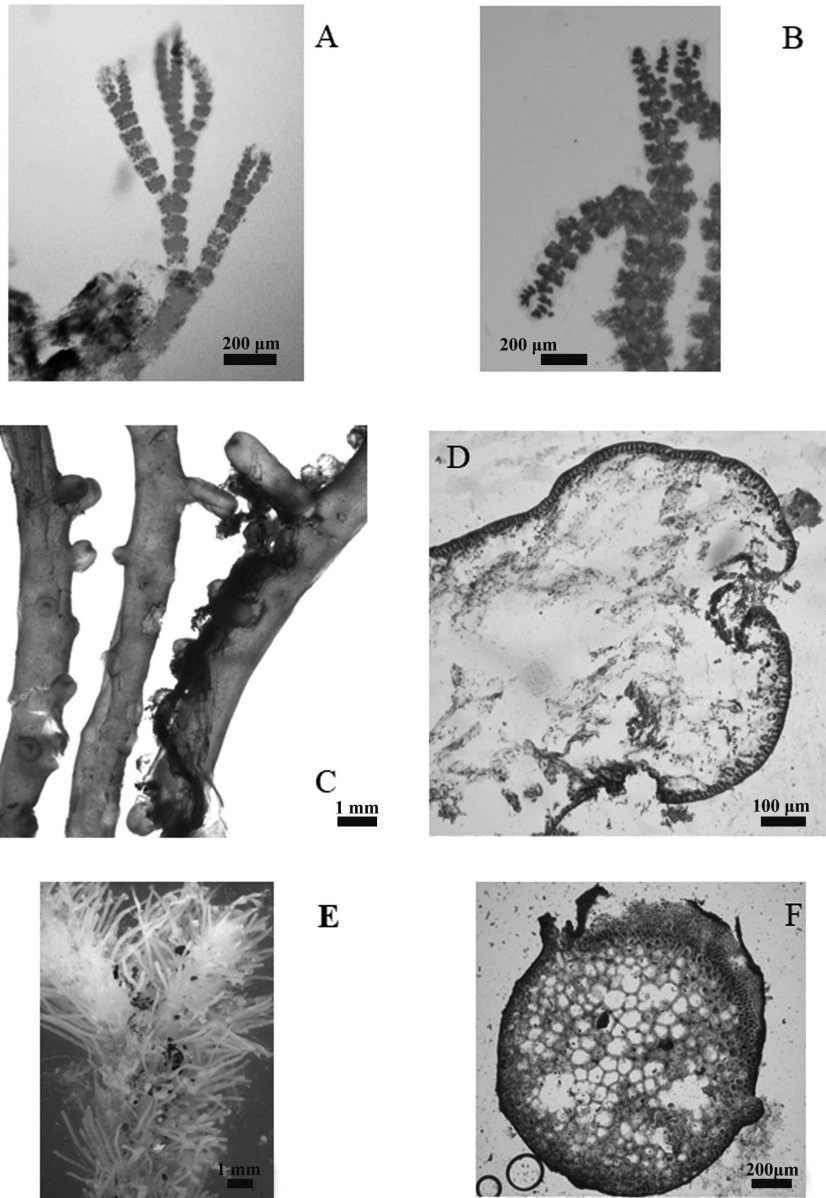


Figura 10. A: *Ceramium* sp., A: aspecto de un talo del contenido estomacal del erizo (*Echinometra lucunter*); B: típica rama distal mostrando las células apicales en forma de gancho; C: *Chondria cnicophylla* (Melvill) De Toni, aspecto de la rama con pequeñas ramillas de diferentes tamaños; D: corte longitudinal de una ramilla mostrando la depresión apical con varios filamentos; E: *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh, aspecto cubierto de numerosos filamentos; F: corte transversal con una célula axial, medulares y corticales.

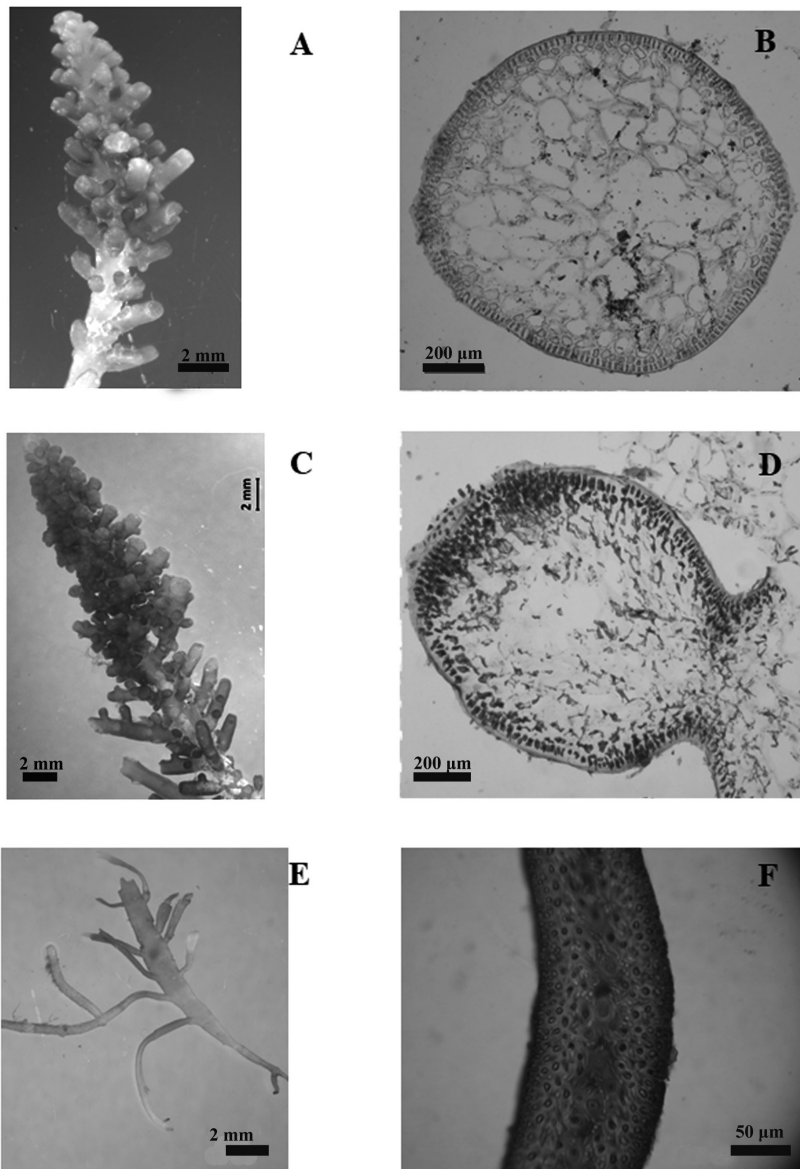


Figura 11. A: *Laurencia obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux, aspecto con numerosas ramillas; B: corte transversal mostrando las células corticales; C: *Palisada perforata* (Bory) K.W. Nam, aspecto de una rama típica densamente cubierto por ramillas; D: corte longitudinal mostrando células corticales; E: *Pterocladiella capillacea* (S.G. Gmelin) Santelices & Hommersand; aspecto; F: corte transversal de una hoja, con las células medulares alargadas con presencia de rizinas.

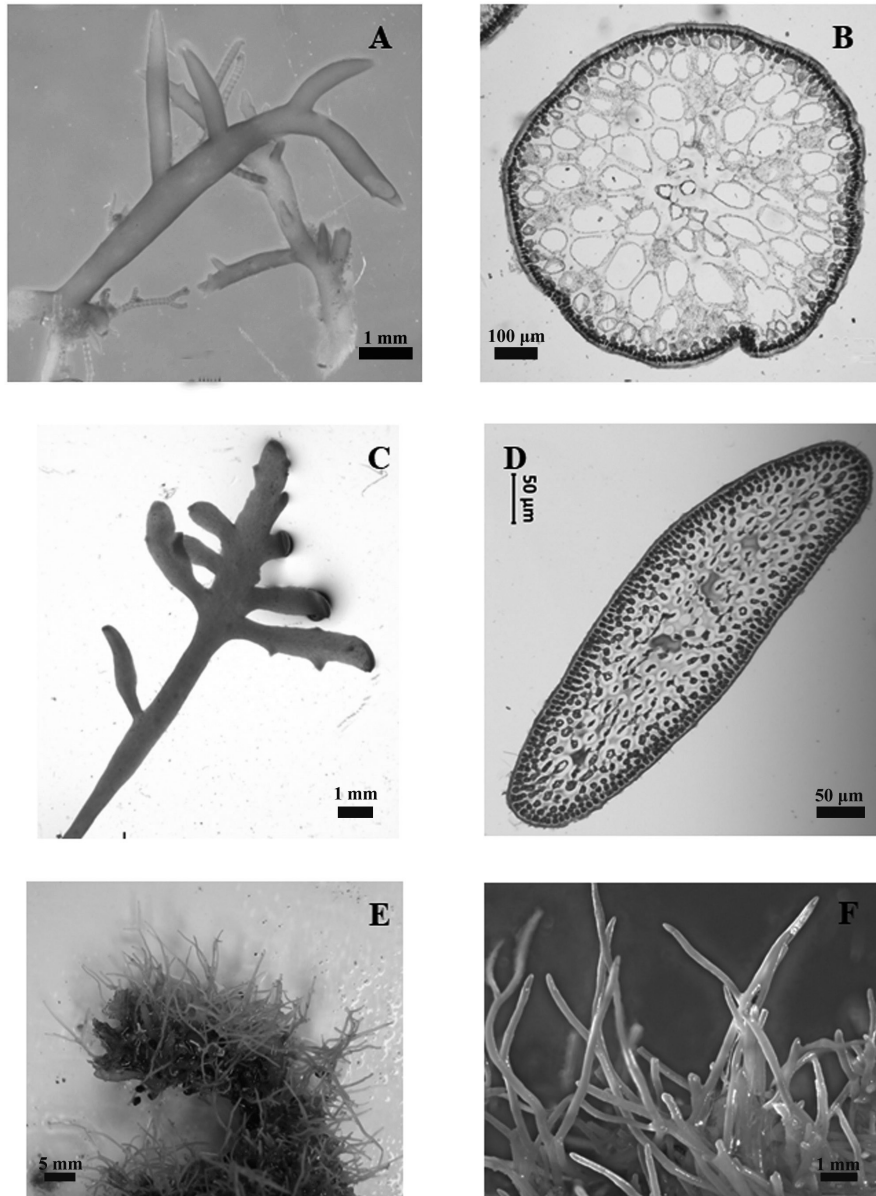


Figura 12. A: *Hypnea spinella* (C. Agardh) Kützing, aspecto de una rama con espinas; B: corte transversal de una rama mostrando la célula axial y las células corticales; C: *Ceratodictyon planicaule* (W.R. Taylor) M.J. Wynne, aspecto de una rama con ápices redondeados; D: corte transversal de una rama mostrando las células medulares alargadas y pequeñas células corticales; E: *Ceratodictyon variable* (J. Agardh) R.E. Norris, aspecto; F: acercamiento de las ramas apicales.

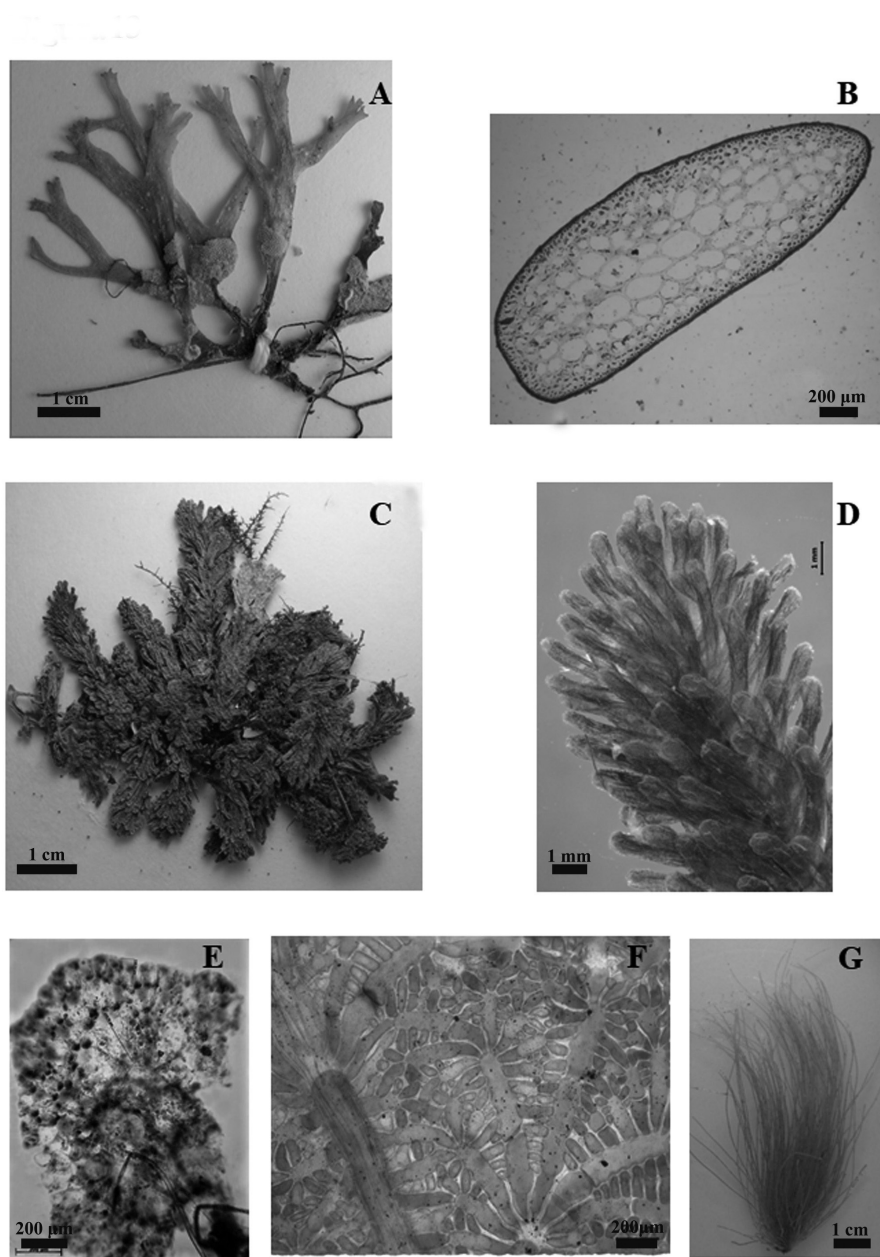


Figura 13. A: *Rbodymenia pseudopalmata* (J.V. Lamouroux) P.C. Silva, aspecto de un talo palmiforme; B: corte transversal mostrando células medulares elongadas y esféricas, córtex grueso con células ovaladas; C: *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh, aspecto de varias ramas frondosas; D: ramas con puntas esféricas; E: *Anadyomene stellata* (Wulfen) C. Agardh, fragmento del contenido estomacal del erizo (*Echinometra lucunter*); F: células paralelas, mostrando las venas principales; G: *Chaetomorpha antennina* (Bory de Saint-) Kützing, aspecto de una rama desde la base hasta la punta.

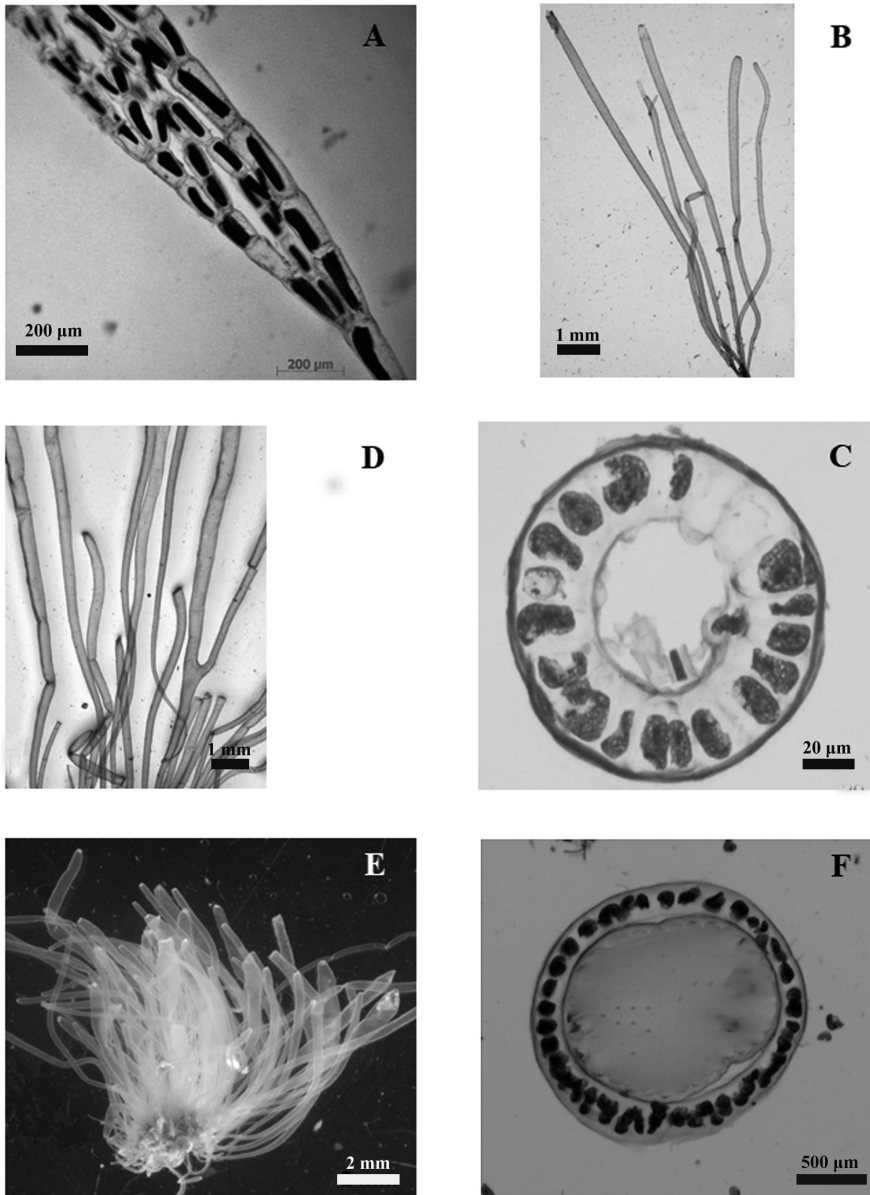


Figura 14. A: *Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kützing, aspecto de las ramas mostrando los segmentos; B: *Ulva flexuosa* Wulfen, detalle de las ramas cilíndricas en racimo; C: corte transversal de una rama; D: *Ulva intestinalis* Linnaeus, aspecto de las ramas cilíndricas; E: detalle de las ramas en racimo; F: corte transversal de una rama.

Nuevo Conocimiento sobre el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México:
integrando los ambientes costeros