



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA**

**"CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y
ANATÓMICA DEL GÉNERO *HALIMEDA* DE
LAS COSTAS DE VERACRUZ, MÉXICO"**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA
P R E S E N T A :
RICARDO VALDÉS GARDUÑO**



**DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. GLORIA GARDUÑO SOLORZANO
SECCIÓN DE FICOLOGÍA DEL HERBARIO IZTA, FES IZTACALA**

Tlalnepantla, EDO. MEX.

2003



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.

DEDICATORIA

A mis padres Ricardo Valdés Hernández y Rosa Mirtha Garduño García; por crearme, por educarme, por su apoyo incondicional, su confianza, cariño y motivación para iniciar mi formación profesional y concluir la presente obra. Gracias mamá; gracias papá.

A mi hija A. Arantza Valdés Endo y mi hijo E. Zaid Valdés Endo, por el amor, la felicidad y la extraordinaria vida que me han brindado.

A mis hermanos Edgar Valdés Garduño, Víctor Hugo Valdés Garduño y Rodrigo Perseo Valdés Garduño, por el cariño y su ayuda proporcionada.

A Karina Endo Navarrete, por su paciencia y apoyo brindados para concluir esta obra.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que han contribuido directamente e indirectamente en mi formación profesional y crecimiento intelectual.

A mi Abue Magdalena V. H., mi tía Blanca Estela H. V. y mis primos-hermanos Wendy, Raúl y Karen, por el tiempo compartido y excelentes recomendaciones.

A mis abuelos Indalecio G. y Esperanza G.

A la M. en C. Gloria Garduño Solórzano por aceptar dirigir mi tesis, por brindarme la confianza, la infraestructura y el apoyo moral y económico que me permitieron concluir esta obra.

A los miembros de la Comisión Dictaminadora por el tiempo brindado para la revisión de la tesis y por las valiosas observaciones: Dra. Gloria Vilaclara Fatjo, Dr. Víctor Rivera Aguilar, M. en C. Guadalupe Oliva Martínez y Biol. Ma. De Los Ángeles García Gómez.

A la maestra Edith López Villafranco por permitirme ser parte del Herbario IZTA

A la Dra. Aljandrina Ávila Ortiz por su amistad, sus valiosas observaciones y sugerencias.

A todos los compañeros y amigos de la carrera por hacer la estancia más agradable: †Hugo Enrique Urbieto C., Rubén H.S., J. Sabás R. M., Teresa V.C., Fernando, Carlos, Laura, Sonia, Claudia, Miguel, Alejandro, Emilio, José Luis, Irving, Rubén, Horacio y a todos aquellos que por el momento no los recuerdo.

A todos los compañeros y amigos del herbario que hicieron más agradable la estancia en esté: Cassandra, Carlos, Gabriela P., Gabriela, Alelí, Sergio, Adriana, Julio, Daniel

INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
OBJETIVOS.....	7
AREA DE ESTUDIO.....	7
MATERIALES Y METODOS.....	11
RESULTADOS.....	13
DISCUSION.....	24
CONCLUSIONES.....	28
BIBLIOGRAFIA.....	29
APENDICE I.....	32
APENDICE II.....	36

RESUMEN

El género *Halimeda* está representado en el Atlántico mexicano y mar Caribe por diez especies, de las cuales para el estado de Veracruz hay registro de cinco especies (*Halimeda copiosa*, *H. discoidea*, *H. opuntia*, *H. scabra* y *H. tuna*). Se revisaron 173 especímenes de las costas de Veracruz, correspondientes a Playa Paraíso, Punta Gorda, Punta Mocambo, Arrecife La Gallega, Isla de Enmedio, Isla Sacrificios, Isla Salmedina, e Isla Verde. Para la determinación taxonómica se consideraron las obras de Bula-Meyer (1982), Hillis (1959, 1980), Littler y Littler (2002), y Taylor (1959). De los especímenes solamente se utilizaron segmentos maduros para la medición de caracteres taxonómicos y anatómicos (Diámetro y longitud de utrículos primarios y secundarios; diámetro, longitud y grosor de los segmentos; y la determinación del modelo de los filamentos medulares en la porción del nodo). Se determinaron cuatro especies: *Halimeda incrassata*, *H. opuntia*, *H. scabra* y *H. tuna*. Incluyendo las fotografías de las especies y de algunos caracteres taxonómicos. Todo el material biológico fue procesado según la técnica señalada por Garduño *et. al.* (2002) y depositado en el Herbario IZTA. Apoyado en las claves específicas del género, de la literatura consultada para la determinación se construyó una clave específica modificada para las especies registradas para las costas del Golfo de México y Mar Caribe, añadiendo las figuras necesarias para una mejor comprensión. En la presente investigación se encontró con el 60% de las especies registradas para Veracruz, aun hace falta localizar *Halimeda copiosa* y *H. discoidea*. Por su parte *Halimeda incrassata* corresponde al primer registro para las costas de Veracruz. La distribución del género *Halimeda* en las costas de Veracruz corresponde a 16 localidades, siete costeras, y nueve insulares. Veracruz con el 18.2% de la biodiversidad mundial del género *Halimeda*. La especie con mayor distribución es *H. opuntia* con siete localidades, seguida de *H. scabra* con cuatro localidades. *Halimeda tuna* y *H. incrassata* solamente se registraron en una localidad. La bibliografía nos indica que la especie de *Halimeda* con mayor distribución corresponde a *H. opuntia* que esta registrada para 12 localidades. En la presente investigación las especies con mayor número de organismos fueron *H. scabra* con 91 especímenes; seguida de *H. opuntia* con 73 especímenes.

Caracterización morfológica y anatómica del género *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta) de las costas de Veracruz

INTRODUCCIÓN

El orden Bryopsidales contiene algunas de las especies ecológicamente dominantes en los ecosistemas tropicales (Vroom *et al.*, 1998). Este orden también es nombrado Caulerpales, Codiales o Siphonales (Hillis, 1984). Incluye seis familias con alrededor de 24 géneros. El talo es un sistema simple o complejo de sifones tubulares cenocíticos, frecuentemente constreñidos. Los sifones varían en longitud y manera de ramificarse: pueden ser simples con ramificaciones laterales u organizarse dentro de sistemas multiaxiales complejos. El citoplasma está restringido a la periferia justo debajo de la pared y contiene muchos núcleos y cloroplastos que van de la forma discoidea a la fusiforme y pueden o no presentar pirenoides; los pigmentos fotosintéticos, además de la clorofila a y b, son dos xantofilas, sifoneína y sifonoxantina. La pared celular está constituida principalmente de manano o xilano. La reproducción vegetativa es por medio de rizomas, propágulos o fragmentación. La reproducción sexual es por isogamia, anisogamia o raramente oogamia; los gametos móviles son biflagelados (Silva, 1982).

El género *Halimeda* Lamouroux, 1816 (Halimedaceae), presenta un talo erecto, postrado o colgante; usualmente no excede los 25 cm de altura, aunque algunos especímenes postrados alcanzan hasta 40 cm (Hillis, 1959). El registro fósil data del Pérmico, alcanzando su diversidad actual en el Cenozoico (Hillis, 2001). Actualmente existen 33 especies agrupadas en cinco secciones, basadas en el arreglo de los filamentos medulares en la porción del nodo (Hillis, 1980) y están ampliamente distribuidas en los arrecifes tropicales del mundo (Hillis, 2001). La unidad estructural, tanto de los segmentos como de la estructura de fijación es el filamento (Wilbur *et al.*, 1969). Tiene una organización multiaxial -con excepción de *H. cryptica* que es uniaxial (Graham, 1975)- conformada de una masa rizoidal, estípite y filoide. La masa rizoidal puede estar bien desarrollada cuando crecen en fondos arenosos o fangosos; otras especies que crecen sobre coral muerto o rocas la presentan pobremente desarrollada (Bula-Meyer, 1982). El estípite es corto o puede carecer de él (Hillis, 1959). Por último, el filoide corresponde a la región fotosintética con

un arreglo particular de segmentos calcificados conectados por uniones estrechas, flexibles y descalcificadas llamadas nodos, con una organización bien definida de filamentos medulares y corticales (Hillis, 1959 y 1980). Los filamentos medulares corren a lo largo del segmento y generalmente se ramifican tricotómicamente; las ramificaciones resultantes se desplazan lateralmente y se ramifican de una hasta tres veces para formar una corteza constituida de utrículos. Las ramificaciones más externas o periféricas se llaman utrículos primarios, las siguientes son los utrículos secundarios y así hasta que la corteza se integra a la médula (Hillis, 1980).

En la mayoría de los casos, los utrículos primarios son los más pequeños y en vista lateral son cilíndricos o cónicos. Los ápices son truncados o redondeados y en vista superficial, forman en la mayoría de las especies, una continua pista de facetas poligonales generalmente hexagonales (Bula-Meyer, 1982), con excepción de *H. scabra*, en la que estos ápices son acuminados (Howe, 1905).

Hillis (1980) menciona que los filamentos medulares en la porción del nodo presentan cinco patrones característicos. Los primeros tres fueron descritos por Barton (1901, *in* Hillis, 1980): el primero consiste en la fusión de todos los filamentos en un solo grupo por pequeñas porciones y después se separan; en el segundo, los filamentos se fusionan en pares por pequeñas porciones y después se separan, y en el tercero, los filamentos están fusionados completamente en grupos de dos o tres y no se separan. Posteriormente, Yamada (1941, *in* Hillis, 1980) observó en *H. micronesica*, *H. fragilis* y *H. melanesica* un cuarto patrón donde los filamentos medulares no se fusionan, y, por último Colinvaux y Graham (1964) descubrieron el quinto patrón en *H. cyíptica*, donde solamente se presenta un filamento medular.

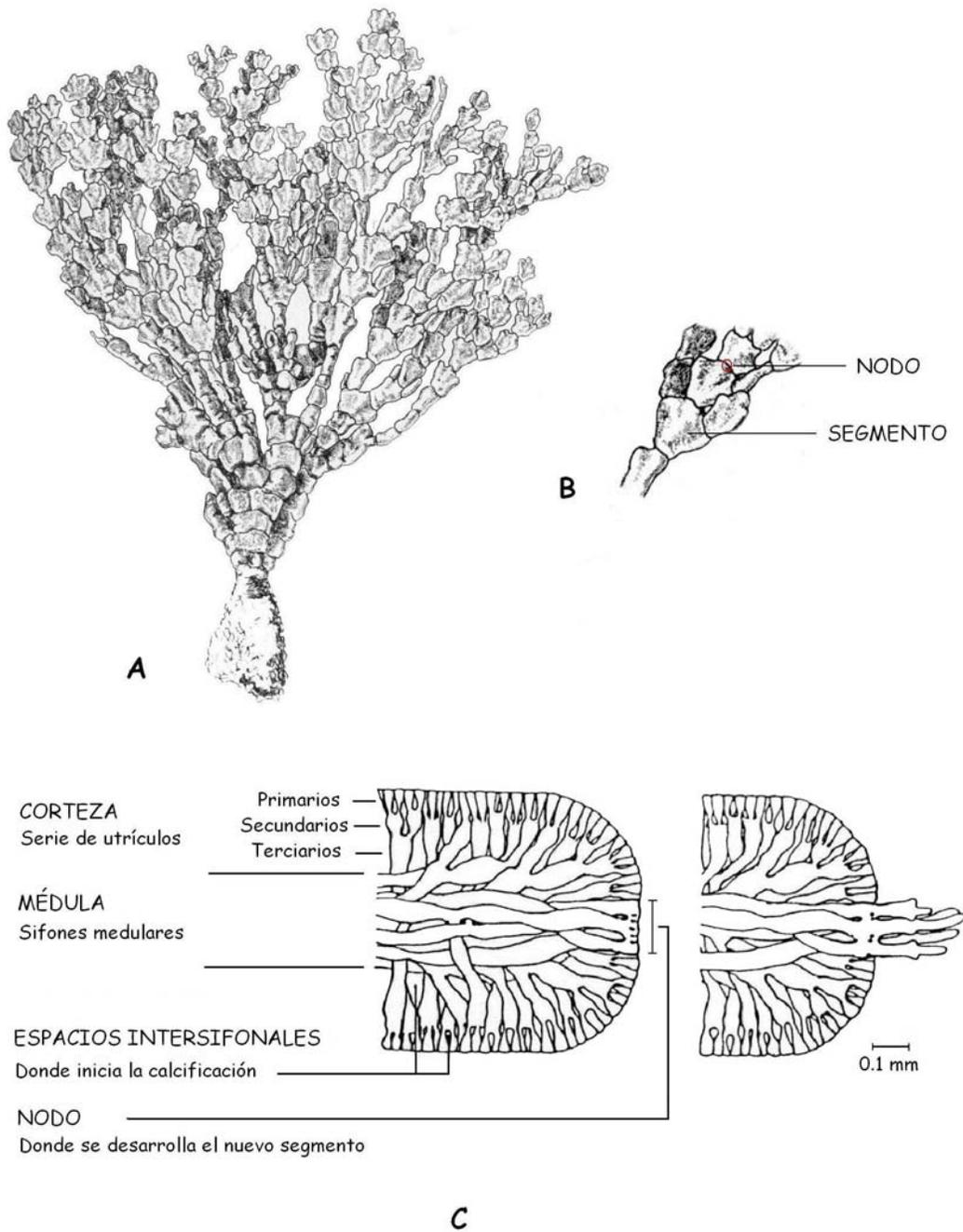


Figura I. **A.** Talo de *Halimeda incrassata* (Ellis) Lamouroux (Tomado de Taylor, 1960) **B.** Porción del talo en la que se observa la organización de segmentos y nodos. (Modificado de Taylor, 1960). **C.** Sección longitudinal del segmento en donde se aprecia la organización de filamentos medulares y la corteza de utrículos. (Tomado de Hillis *et al.*, 1998).

Los nuevos segmentos se forman por extensión de los sifones medulares a través del nodo, y éstos no están calcificados, presentando únicamente amiloplastos. En segmentos maduros hay dos tipos de plastos: amiloplastos y cloroplastos. La calcificación inicia cuando el cloroplasto es funcionalmente maduro (Borowitzka y Larkum, 1977). La cristalización de CaCO_3 como aragonita ocurre en los segmentos, entre los utrículos y los filamentos medulares (Wilbur *et al.*, 1969).

La reproducción sexual se lleva a través de gametos biflagelados, globoides y pedunculados, localizados en filamentos especiales y forman grupos sobre la superficie calcificada de los segmentos (Bula-Meyer, 1982; Hillis, 1959). Algunas especies también se pueden reproducir asexualmente por fragmentación vegetativa (Walters *et al.*, 2002).

Los aspectos históricos se tomaron de Hillis (1980). , ella menciona que la historia taxonómica de *Halimeda* comienza en el año de 1599, cuando el Naturista Imperato describe e ilustra una planta marina del Mediterráneo con el nombre de *Sertolara*, que tiempo más tarde se supo se trataba de *Halimeda tuna*. Esta planta fue nombrada de diferentes maneras en escritos naturalistas: Clusius (1601) la nombró *Lichenus marinus*, Parkinson (1640) como *Opuntia marina*, Bauhin y Cherley (1651) como *Fucus folio rotunda* y *Scutellaria sive Opuntia marina*. La segunda especie descubierta fue *H. opuntia*, que en un principio fue nombrada por Sloane (1707) como *Corallina opuntia*. Ellis (1755) hace mención de dos especies de algas verdes calcáreas, que estaban agrupadas dentro de *Corallines* como un grupo muy diverso, las cuales posteriormente se conocieron como *H. opuntia* y *H. incrassata*. Tiempo más tarde, las separa en cinco especies (*H. incrassata*, *H. tridens*, *H. monile*, *H. opuntia* y *H. tuna*) y las clasifica dentro de *Corallina*, la cual pertenecía a un grupo de animales. La clasificación de Ellis fue aceptada hasta que Baxter (1761) y Pallace (1766) la objetaron, al no observar la presencia de pólipos. Se generó una gran controversia respecto la posición de este grupo. Fue hasta el siglo XIX cuando Lamouroux establece el género *Halimedeia* (1812) y *Halimeda* (1816), al cual transfirió las cinco especies determinadas por Ellis (1755) dentro de *Corallina*. Hasta el año de 1842 fue cuando el género *Halimeda* se acepta de manera general en el reino Plantae.

En México, la primera cita del género *Halimeda* para las costas de Veracruz corresponde al año 1887, cuando el General Carlos Pacheco remitió a Alfonso Herrera una colección de algas de los géneros *Dictyota*, *Padina*, *Sargassum*, *Halimeda* y *Nemalion* de los médanos de Veracruz, efectuada por el Ingeniero Ignacio Ochoa y Villagómez (Ortega *et al.*, 2001).

Hasta la fecha, en las costas de Veracruz se han citado 5 especies de *Halimeda* en 17 publicaciones. Todos los antecedentes corresponden a listados ficoflorísticos elaborados entre 1887-1996 (Tabla I).

Especie	Referencias
1. <i>H. copiosa</i>	3
2. <i>H. discoidea</i>	4, 9, 14, 15, 16
3. <i>H. opuntia</i>	1, 2, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14
4. <i>H. scabra</i>	17,
5. <i>H. tuna</i>	6, 7, 4, 9, 10, 13, 16

Referencias:

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1- Ochoa y Villagómez (1887) | 10- Chávez (1973) |
| 2- Pacheco (1887) | 11- Sánchez Rodríguez <i>et al.</i> , (1975) |
| 3- Hillis (1959) | 12- Huerta <i>et al.</i> , (1977) |
| 4- Huerta (1960a) | 13- Mendoza González y Mateo Cid (1985) |
| 5- Huerta (1960b) | 14- Quintana Molina (1991) |
| 6- De la Campa (1965) | 15- Lehman y Tunnell, Jr. (1992) |
| 7- Chávez <i>et al.</i> , (1970) | 16- Flores Davis (1993) |
| 8- Lot Helgueras (1971) | 17- Mateo-Cid <i>et al.</i> , (1996) |
| 9- Villalobos (1971) | |

Tabla I. Especies del género *Halimeda* señaladas para las costas de Veracruz, incluyendo las referencias

La importancia del género *Halimeda* es ecológica, pues presenta una considerable cobertura en los arrecifes tropicales (Hillis, 1980). Además; contribuye significativamente al flujo de carbono reducido con sedimentos calcáreos y forma parte considerable de arrecifes calcáreos (Hillis, 2001). Lee (1989) menciona que Hoskin (1963) examinó la arena del Arrecife Alacrán, México. encontrando que un 35% de ésta corresponde a sedimentos calcáreos de *Halimeda*. En el Sureste de México se utiliza como material decorativo en árboles navideños (Ortega *et al.*, 1997). *H. opuntia* presenta sustancias antibióticas; *H. tuna*, propiedades fungicidas (Martínez, 1991); *H. discoidea*, propiedades anticoagulantes (de Lara y Álvarez, 1995).

Las investigaciones ficológicas sobre algas marinas en México corresponden principalmente a tratamientos florísticos, dejando de lado aquellas de índole específico. Recientemente se aportan las monografías de *Codium*, *Gracilaria* y *Laurencia* para regiones o provincias biogeográficas del Pacífico y Caribe mexicanos (Senties y Dreckmann, 2002). Por su parte, en las costas mexicanas del Atlántico, los géneros de algas verdes macroscópicas con mayor riqueza específica son *Cladophora* con 26, *Caulerpa* con 16 y *Halimeda* con 10 (Garduño, 2000). El presente trabajo selecciona el estudio del género *Halimeda* en las costas de Veracruz, para que sea la base que permita su monografía en el futuro.

RESULTADOS

Se revisaron 173 organismos provenientes de las costas de Veracruz, que corresponden a tres localidades costeras y cinco insulares. Con lo que se determinaron cuatro especies: *Halimeda incrassata*, *H. opuntia*, *H. scabra* y *H. tuna*.

Respecto a los ejemplares del Herbario IZTA, se realizó una minuciosa revisión, efectuándose algunos cambios. El ejemplar 194 y 196 registrado como *H. discoidea* resultó tratarse de *H. scabra* y *H. tuna*; el ejemplar de *H. goreauii* con el número 308 resultó ser *H. opuntia*.

Se incrementó la colección científica del Herbario IZTA con 17 ejemplares del género *Halimeda* más sus respectivos duplicados.

En las siguientes tablas (II-V) se indican las especies determinadas, el número de herbario (IZTA), la localidad, el diámetro y longitud de los utrículos primarios y secundarios, las dimensiones de los segmentos y el modelo de fusión de los filamentos medulares en la porción del nodo.

Tabla II Se indica la el número de herbario (IZTA), la localidad, el diámetro y longitud de los utrículos primarios y secundarios, las dimensiones de los segmentos y el modelo de fusión de los filamentos medulares en la porción del nodo de *H. incrassata*.

<i>Halimeda incrassata</i> (Ellis) Lamouroux										
No. Herbario	Localidad	Fecha	Utrículos Primarios (µm)		Utrículos Secundarios (µm)		Segmentos (mm)			Fusión de filamentos medulares en la porción del nodo
			Diámetro	Longitud	Diámetro	Longitud	Longitud	Diámetro	Grosor	
1242	Playa Paraíso	23/10/02	50	75	50	70	5	4	1	En un solo grupo
1242		23/10/02	40	50	37.5	40	5.5	4	1.3	

Tabla III. Se indica la el número de herbario (IZTA), la localidad, el diámetro y longitud de los utrículos primarios y secundarios, las dimensiones de los segmentos y el modelo de fusión de los filamentos medulares en la porción del nodo de *H. opuntia*.

<i>Halimeda opuntia</i> (Linnaeus) Lamouroux										
No. Herbario	Localidad	Fecha	Utrículos Primarios (µm)		Utrículos Secundarios (µm)		Segmentos (mm)			Fusión de filamentos medulares en la porción del nodo
			Diámetro	Longitud	Diámetro	Longitud	Longitud	Diámetro	Grosor	
1063	La Gallega	--/02/01	27.5	30	25	42.5	5	9	0.5	2
1248	Punta Gorda	23/10/02	25	27.5	25	35	4	6.3	0.5	
1248		23/10/02	25	27.5	20	32.5	4.3	6.5	0.5	
1248		22/10/02	20	30	22.5	37.5	5.5	6.9	0.6	
1248		22/10/02	25	35	25	42.5	4.2	6.3	0.6	
1249		16/02/92	25	27.5	25	37.5	4	7	0.5	
1246		30/01/03	27.5	30	25	32.5	4	5.9	0.5	
1246		30/01/03	27.5	27.5	25	30	4.3	5.5	0.5	
1034		Punta Mocambo	26/11/94	25	27.5	20	32.5	4.7	7	
1034	26/11/94		25	25	25	42.5	5	7	0.5	
1247	30/01/03		20	30	22.5	32.5	5	7.8	0.6	
1247	30/01/03		20	32.5	20	25	4.8	7.8	0.6	
1247	30/01/03		22.5	35	27.5	27.5	4	6	0.6	
1247	30/01/03		22.5	30	25	35	5	7	0.6	
1247	31/01/03		27.5	30	27.5	32.5	4.5	6.6	0.6	
1247	31/01/03		27.5	32.5	27.5	32.5	4.7	7.1	0.6	
1247	31/01/03		25	30	25	30	4.5	6.8	0.6	
1247	31/01/03		25	32.5	27.5	32.5	4.3	7	0.6	
1247	31/01/03		25	30	25	32.5	4.4	6.5	0.6	
1241	27/11/91		20	30	25	30	5.5	6.3	0.5	
1241	27/11/91		22.5	32.5	25	35	6	8	0.5	
1245	31/01/03		22.5	42.5	22.5	52.5	5.9	8	0.5	
1245	31/01/03		27.5	42.5	25	50	6	8.3	0.5	
1245	31/01/03		25	27.5	20	32.5	4.7	7	0.4	
1245	31/01/03		25	25	25	40	5	7	0.5	
1245	31/01/03		20	30	20	30	5.3	7.6	0.6	
1247	30/01/03		22.5	42.5	22.5	52.5	5.5	8	0.5	
1247	30/01/03		27.5	42.5	25	50	5.8	8.3	0.5	
1204	I. de Enmedio	31/05/02	22.5	30	25	25	5	7	0.6	
1204		31/05/02	20	32.5	20	20	5	6.7	0.5	
1204		31/05/02	22.5	27.5	27.5	27.5	5.3	8	0.5	
1204		31/05/02	22.5	35	27.5	27.5	5.1	7.3	0.6	
1204		31/05/02	27.5	30	27.5	27.5	4.5	6.3	0.5	
1204		31/05/02	20	30	25	25	4.3	6.4	0.5	
1204		31/05/02	25	30	25	25	5.3	7	0.6	
1204		31/05/02	20	30	22.5	22.5	5.1	6.6	0.5	
1204		31/05/02	25	27.5	25	37.5	5.0	7	0.6	
1204		31/05/02	20	30	20	35	4	6	0.5	

Continuación Tabla III

<i>Halimeda opuntia</i> (Linnaeus) Lamouroux											
No. Herbario	Localidad	Fecha	Utrículos Primarios (µm)		Utrículos Secundarios (µm)		Segmentos (mm)			Fusión de filamentos medulares en la porción del nodo	
			Diámetro	Longitud	Diámetro	Longitud	Longitud	Diámetro	Grosor		
1244	I. de Enmedio	31/01/03	20	30	25	35	5	7.3	0.6	2	
1204		31/05/02	25	30	30	30	5.6	7.5	0.6		
1204		31/05/02	20	30	22.5	37.5	5.5	6.9	0.6		
1204		31/05/02	20	35	22.5	37.5	4.1	6.3	0.5		
1204		31/05/02	25	35	25	40	4	5.8	0.6		
1204		31/05/02	22.5	42.5	25	50	4.3	6	0.6		
1244		31/01/03	20	30	25	37.5	3.7	6.4	0.5		
1244		31/01/03	25	27.5	25	35	5	7	0.6		
1244		31/01/03	25	27.5	30	37.5	5	6.7	0.5		
1244		31/01/03	20	25	25	40	5.3	8	0.5		
1244		31/01/03	22.5	30	25	40	3.4	5.3	0.5		
1204		31/05/02	22.5	27.5	20	35	6	7.8	0.5		
1077		I. Sacrificios	23/02/77	27.5	30	25	45	5	8		0.5
1202			12/03/91	22.5	37.5	20	37.5	6.8	5.7		0.5
308	Isla Verde	28/04/92	30	35	25	50	3.7	7.3	0.6		
191		12/03/91	25	32.5	27.5	40	6.7	8.5	0.6		
308		28/04/92	35	40	30	55	3.6	7.4	0.6		
191		12/03/91	22.5	30	20	37.5	6.5	8.3	0.5		
1076		17/02/91	22.5	25	20	40	6	9	0.5		
1076		17/02/91	25	25	25	42.5	5	8	0.5		
1076		17/02/91	25	30	22.5	42.5	5	7	0.5		
1076		17/02/91	27.5	27.5	20	35	4	7	0.5		
1076		17/02/91	25	25	22.5	40	4	8	0.5		
704		23/06/96	22.5	25	20	40	4.1	7.3	0.6		
1076		17/02/91	22.5	22.	20	37.5	6	8.3	0.5		
1076		17/02/91	30	32.5	25	35	4.3	8	0.5		
182		22/05/91	25	27.5	20	27.5	5.5	7.5	0.5		
182		22/05/91	22.5	27.5	20	25	5.2	7.4	0.5		
182		22/05/91	25	37.5	27.5	45	4.3	6.8	0.5		
480		31/02/93	3.5	40	47.5	50	6	8.7	0.6		
480		31/02/93	25	35	27.5	42.5	4.5	7.4	0.5		
616		28/03/93	25	27.5	20	27.5	4	5.9	0.5		
616		28/03/93	25	30	25	25	5.3	7	0.6		
616		28/03/93	20	30	22.5	22.5	5.1	6.6	0.5		
616	28/03/93	25	32.5	27.5	40	6.7	8.5	0.6			
1076	17/02/91	30	32.5	25	35	4.3	8	0.5			

Tabla IV. Se indica la el número de herbario (IZTA), la localidad, el diámetro y longitud de los utrículos primarios y secundarios, las dimensiones de los segmentos y el modelo de fusión de los filamentos medulares en la porción del nodo de *H. scabra*

<i>Halimeda scabra</i> Howe										
No. Herbario	Localidad	Fecha	Utrículos Primarios (µm)		Utrículos Secundarios (µm)		Segmentos (mm)			Fusión de filamentos medulares en la porción del nodo
			Diámetro	Longitud	Diámetro	Longitud	Longitud	Diámetro	Grosor	
1018	Playa Paraiso	16/02/92	40	82.5	40	82.5	8	10	0.6	3
1018		16/02/92	40	85	42.5	82.5	8	12	0.6	2
1243	I. de Enmedio	31/01/03	45	137.5	42.5	140	6	9.5	0.7	3
1243		31/01/03	50	100	42.5	65	7.8	11	0.7	
1243		31/01/03	47.5	105	50	112.5	5	7.8	0.6	2
1243		31/01/03	45	65	37.5	80	8	10	0.8	3
1243		31/01/03	45	145	37.5	150	7	8.7	0.7	2
1243		31/01/03	32.5	82.5	47.5	87.5	6.1	10	0.8	3
1243		31/01/03	47.5	112.5	50	125	7	8.8	0.5	
1243		31/01/03	40	115	40	145	6	9	0.8	

Continuación Tabla IV

<i>Halimeda scabra</i> Howe										
No. Herbario	Localidad	Fecha	Utrículos Primarios (µm)		Utrículos Secundarios (µm)		Segmentos (mm)			Fusión de filamentos medulares en la porción del nodo
			Diámetro	Longitud	Diámetro	Longitud	Longitud	Diámetro	Grosor	
1243	I. de Enmedio	31/01/03	50	145	40	147.5	4.8	8	0.8	3
1243		31/01/03	35	75	37.5	112.5	6	8.5	0.7	
1243		31/01/03	37.5	82.5	35	42.5	6.3	8.5	0.8	
1200	I. Salmedina	22/10/02	40	75	32.5	55	9	14.4	0.6	2
1200		22/10/02	37.5	70	35	60	9	14.3	0.5	3
1200		22/10/02	42.5	85	37.5	60	8.4	9.1	0.6	2
1200		22/10/02	47.5	117.5	40	65	7	8.6	0.5	3
1200		22/10/02	37.5	90	30	52.5	8.7	12.2	0.7	2
1200		22/10/02	40	85	30	52.5	7.9	9.2	0.7	
1200		22/10/02	35	77.5	30	50	8.3	11	0.6	3
1200		22/10/02	32.5	70	30	52.5	8.2	11.3	0.6	2
1200		22/10/02	52.5	100	42.5	117.5	8.3	11.4	0.7	3
1201		03/07/91	37.5	80	32.5	52.5	9.2	10.6	0.7	
1201		03/07/91	35	82.5	37.5	62.5	8.7	11	0.6	2
1201	03/07/91	47.5	120	37.5	62.5	8.8	13.0	0.6	3	
1201	03/07/91	32.5	70	30	52.5	8	11.3	0.6	2	
1201	03/07/91	37.5	75	25	47.5	8	10	0.7	3	
1203	01/05/81	42.5	87.5	37.5	62.5	10.4	15	0.5		
1201	03/07/91	35	70	32.5	55	9.7	13.6	0.5	2	
1201	03/07/91	40	80	37.5	57.5	8.6	11.3	0.6	3	
1201	03/07/91	37.5	82.5	32.5	57.5	9.2	11	0.5		
1201	03/07/91	37.5	80	32.5	55	9.5	10.8	0.6	2	
1201	03/07/91	37.5	80	27.5	50	9.6	14.2	0.5		
1201	03/07/91	35	70	27.5	52.5	8.3	11.7	0.6		
1201	03/07/91	32.5	65	27.5	50	7.7	10.2	0.7	3	
1201	03/07/91	37.5	80	32.5	52.5	8.6	11.6	0.6	2	
1201	03/07/91	35	77.5	27.5	50	9.5	14.1	0.5		
1201	03/07/91	40	47.5	50	112.5	8.4	11	0.4	3	
1201	03/07/91	40	50	57.5	120	8.7	11.6	0.5		
1201	03/07/91	37.5	47.5	55	112.5	9	12	0.5	2	
1201	03/07/91	42.5	57.5	62.5	125	8	11.3	0.6		
1201	03/07/91	42.5	55	67.5	122.5	10	13	0.7	3	
1201	03/07/91	40	47.5	72.5	140	11	13.6	0.7		
1062	19/07/01	42.5	45	80	110	7.5	10.6	0.5	2	
194	14/06/91	40	60	100	120	12.5	10	0.5		
194	14/06/91	42.5	50	80	125	11.4	8.8	0.5	3	
194	14/06/91	35	40	65	67.5	10.5	7.6	0.5		
194	14/06/91	40	42.5	75	80	12.3	8.3	0.5		
194	14/06/91	32.5	35	120	145	12.5	11	0.5	2	
194	14/06/91	42.5	42.5	125	145	12.2	8.3	0.6	3	
1203	01/05/81	45	85	37.5	65	10	13	0.6		
1201	03/07/91	40	42.5	77.5	100	7.5	10.6	0.6	2	
1201	03/07/91	45	55	65	100	9	12	0.5		
194	14/06/91	35	90	57.5	150	12	17	0.6	3	
194	14/06/91	35	62.5	57.5	147.5	8.3	12.2	0.5		
194	14/06/91	32.5	90	60	140	8	11.6	0.5		
194	14/06/91	37.5	90	57.5	142.5	9	12.4	0.6		
194	14/06/91	42.5	80	50	120	8	10	0.5		
194	14/06/91	40	100	50	120	7.6	10	0.6		
194	14/06/91	40	115	40	145	9	12.4	0.6		
194	14/06/91	37.5	105	42.5	150	8.4	11.6	0.6	3	
194	14/06/91	37.5	95	55	145	8.8	12.5	0.5	2	
194	14/06/91	42.5	110	60	150	9.3	13.7	0.6	3	
194	14/06/91	45	87.5	60	127.5	7.3	10.2	0.6	2	
194	14/06/91	35	90	55	140	8.6	12	0.6		
194	14/06/91	40	95	50	135	7.8	10	0.6	3	
1201	03/07/91	32.5	25	72.5	120	7.0	11	0.5	2	
1201	03/07/91	37.5	42.5	85	120	6.4	9	0.5	3	
1201	03/07/91	30	32.5	70	100	8.2	11	0.5	2	
1201	03/07/91	40	37.5	75	155	7.9	10	0.6	3	
1201	03/07/91	45	35	62.5	125	7.6	10	0.5	2	
1201	03/07/91	42.5	30	80	120	6.5	8.6	0.5	3	
1200	22/10/02	35	80	32.5	65	7.8	10.6	0.7	2	
1200	22/10/02	50	100	40	120	8.8	11	0.7	3	

Continuación Tabla IV

<i>Halimeda scabra</i> Howe											
No. Herbario	Localidad	Fecha	Utrículos Primarios (µm)		Utrículos Secundarios (µm)		Segmentos (mm)			Fusión de filamentos medulares en la porción del nodo	
			Diámetro	Longitud	Diámetro	Longitud	Longitud	Diámetro	Grosor		
1201	Isla Verde	03/07/91	40	30	85	125	10	13.2	0.6	3	
1201		03/07/91	45	32.5	75	120	8.5	11.4	0.5		
1201		03/07/91	37.5	40	85	115	9	12.5	0.6	2	
1201		03/07/91	30	80	42.5	100	9.4	12	0.8		
1201		03/07/91	35	87.5	45	110	7.5	10	0.7	3	
1201		03/07/91	50	60	27.5	75	8.9	10	0.6		
1201		03/07/91	42.5	60	27.5	82.5	9.2	10	0.6	2	
1201		03/07/91	47.5	62.5	37.5	70	9.1	14	0.4		
1201		03/07/91	47.5	62.5	35	72.5	8.7	11	0.5	3	
1078		17/02/91	42.5	85	40	77.5	8	11	0.8		
1200		I. Salmedina	22/10/02	37.5	72.5	32.5	55	8.9	12	0.5	2
1200			22/10/02	35	72.5	32.5	52.5	9	12.2	0.6	
1200	22/10/02		32.5	77.5	27.5	62.5	9.4	12.3	0.8	3	
1200	22/10/02		50	105	42.5	150	7.6	10	0.7		
1200	22/10/02		37.5	87.5	37.5	100	6.7	10	0.8	3	
1200	22/10/02		37.5	117.5	37.5	67.5	8.6	12.4	0.8		

Tabla V. Se indica la el número de herbario (IZTA), la localidad, el diámetro y longitud de los utrículos primarios y secundarios, las dimensiones de los segmentos y el modelo de fusión de los filamentos medulares en la porción del nodo de *H. tuna*.

<i>Halimeda tuna</i> (Ellis et Solander) Lamouroux										
No. Herbario	Localidad	Fecha	Utrículos Primarios (µm)		Utrículos Secundarios (µm)		Segmentos (mm)			Fusión de filamentos medulares en la porción del nodo
			Diámetro	Longitud	Diámetro	Longitud	Longitud	Diámetro	Grosor	
190	Isla verde	03/07/91	55	45	85	115	8	11	0.6	2
190		03/07/91	47.5	45	85	120	10.6	7.8	0.6	
190		03/07/91	50	40	80	125	11	8.8	0.6	3
190		03/07/91	45	25	70	125	8	12.5	0.5	
190		03/07/91	50	30	75	120	9.8	13	0.6	
190		03/07/91	55	45	85	125	9	12	0.6	2
190		03/07/91	45	30	90	120	11.3	8.8	0.5	

Las descripciones morfológicas y anatómicas se indican enseguida; se añaden fotografías originales de talo y de los caracteres microscópicos seleccionados, sustrato, distribución citada en las costas de Veracruz y el número de material revisado de las colecciones científicas y, en su caso, los nuevos registros en negritas.

Halimeda incrassata (Ellis) Lamouroux

Figura III

Talo erecto y compacto, de verde claro a oscuro, hasta 7 cm de altura incluyendo la masa rizoidal. Las ramificaciones generalmente di-tetracotomicas y con crecimiento apical. Los segmentos fuertemente calcificados en la base del talo y decreciendo hacia el ápice, planos, reniformes, discoides, u ovals, ondulados o profundamente lobulados, el primer y segundo segmento basal de cilíndrico a subcuneado, hasta 6 mm de largo, 4 mm de ancho y 1.3 mm de grosor. La corteza de hasta tres series de utrículos; los utrículos primarios de 40-50 μm de diámetro, de 50-75 μm de largo; los utrículos secundarios de 37-50 μm de diámetro, de 40-70 μm de longitud y generalmente de forma subglobosa a globosa, sustentando de 2-4 utrículos primarios. En el nodo los filamentos medulares fusionados por pequeñas porciones y en un solo grupo.

Sustrato: arena.

Material revisado: IZTA=1242.

Notas: Nuevo registro para las costas de Veracruz (**Playa Paraíso**).

Talo extendido irregularmente, de verde oscuro a claro, formando grupos densos de hasta 12 cm de alto y 20 cm o más de diámetro (generalmente son pequeños); las ramificaciones son irregulares presentando dos planos de crecimiento tanto lateral como apical; la masa rizoidal es difusa y no está restringida al área inicial, presenta más de una estructura de fijación la cual se forma en los segmentos que están en contacto con el sustrato. Los segmentos son extremadamente variables de planos a contorneados, también son de cilíndricos u oblongos a auriculados, el margen puede ser liso, ondulado o lobulado, de largo 3-7 mm, de ancho 5-9 mm y de grosor 0.4-0.6 mm. La corteza constituida de hasta cuatro series de utrículos; los utrículos primarios de 20-35 μm de diámetro y de 25-43 μm de largo y en vista superficial hexagonales, los utrículos secundarios de 20-48 μm de diámetro y 20-53 μm de largo, y sustentando de tres a cinco utrículos primarios. Los filamentos medulares del nodo fusionados en pares, y la fusión es en pequeñas porciones.

Sustrato: corales muertos y rocas.

Distribución: Localidades insulares: Arrecife Blanquilla, Arrecife de Lobos, Arrecife Hornos, Arrecife Pájaros, **La Gallega** Isla Blanquilla, Isla de Enmedio, Isla de Lobos, Isla Sacrificios, Isla Santiaguillo, Isla Verde. Localidades costera: Playa Paraíso [La Mancha], **Punta Gorda, Punta Mocambo, Coatzacoalcos** y Veracruz.

Material revisado: IZTA=182, 191, 308, 480, 616, 704, 1034, 1063, 1076, 1077, 1202, 1204, 1241, 1244, 1245, 1246, 1247, 1248, 1249.

Material registrado en ENCB: ENCB=11474, 14252, 14253, 14254, 14255, 14256, 14257, 14258, 14259; 14260, 14261, 14264, 15778;

Observaciones: La forma de los utrículos primarios de *H. opuntia* no corresponde a la ilustrada por Hillis (1959 y 1980) del Atlántico y Littler y Littler (2000) de especies del Caribe y Golfo de México.

Talo erecto hasta 10 cm de alto, coloración verde oscura, al deshidratarse el material se torna amarillo-blanco; las ramificaciones generalmente dicotómicas, en un solo plano y con crecimiento apical. La masa rizoidal inconspicua. Los segmentos ligeramente calcificados, de subreniformes a reniformes, subcuneados a discoideos con el margen redondeado, de 5-13 mm de largo, de 8-15 mm de ancho y de 0.4-0.8 mm de grosor. La corteza constituida de tres series de utrículos; los utrículos primarios con una proyección en forma de espina (ocasionalmente gancho) en el ápice, de 30-50 μm de diámetro y de 30-150 μm de largo, en vista superficial hexagonales con un punto en el centro; los utrículos secundarios de 25-85 μm de diámetro y de 42-150 μm de largo, sustentando de 5-8 utrículos primarios. En el nodo los filamentos medulares fusionados en pares y grupos de tres por pequeñas porciones, en algunos organismos la fusión es total.

Sustrato: sobre corales muertos, rocas y arena.

Distribución: Localidades Insulares: **Isla de Enmedio, Isla Salmedina, Isla Verde.**

Localidades Costeras: La Mancha [Punta Mancha], **Playa Paraíso.**

Material revisado: IZTA=194, 1018, 1062, 1078, 1200, 1201, 1203, 1243.

Talo erecto de hasta 8 cm de alto, coloración verde oscura, al deshidratarse la coloración se torna amarillo-blanco, las ramificaciones generalmente di-tricotómicas con un solo plano de crecimiento y es apical. La masa rizoidal poco desarrollada. Los segmentos ligeramente calcificados, discoides a reniformes, principalmente subcuneados, de 8–12 mm de largo, de 8-13 mm de ancho y de 0.5-0.6 mm de ancho. La corteza de hasta tres series de utrículos; los utrículos primarios de 45-55 μm de diámetro y de 25-45 μm de largo, hexagonales en vista superficial; los utrículos secundarios de 70-90 μm de diámetro y de 115-125 μm de largo, sustentando de 2-4 utrículos primarios. En el nodo los filamentos medulares fusionados en pares y grupos de tres, la fusión es por pequeñas porciones, en algunos organismos la fusión es total.

Sustrato: corales muertos.

Distribución: Localidades Insulares: Arrecife Blanquilla, Isla de Enmedio, Isla Sacrificios, Isla Verde; Localidades Costeras: Boca Andrea, El Morro [Punta del Morro], Laguna Verde.

Material revisado: IZTA=190.

Material registrado en ENCB: ENBC=4264.

Observaciones: La longitud de utrículos primarios no corresponde a la indicada en bibliografía: Hillis (1959 y 1980) del Atlántico, Littler y Littler (2000) de especies del Caribe y Golfo de México y Taylor (1960) del Atlántico.

A continuación en la Tabla VI se anotan los municipios costeros de Veracruz con exploración ficológica señalando aquellos municipios en donde se registra *Halimeda*.

Tabla VI. Municipios costeros del estado de Veracruz que han sido explorados ficológicamente (Ortega *et al.*, 2001) *Nuevo registro

Municipios	Presencia del género <i>Halimeda</i>
Actopan	X
Alto Lucero	X
Alvarado	
Boca del Río *	X
Catemaco	
Cazones de Herrera	
Coatzacoalcos	X
La Antigua	
Ozuluama	
Pajapan	
Pueblo Viejo	
San Andrés Tuxtla	
Tamalín	
Tamiahua	
Tampico Alto	
Tuxpan	
Úrsulo Galvan	
Veracruz	X

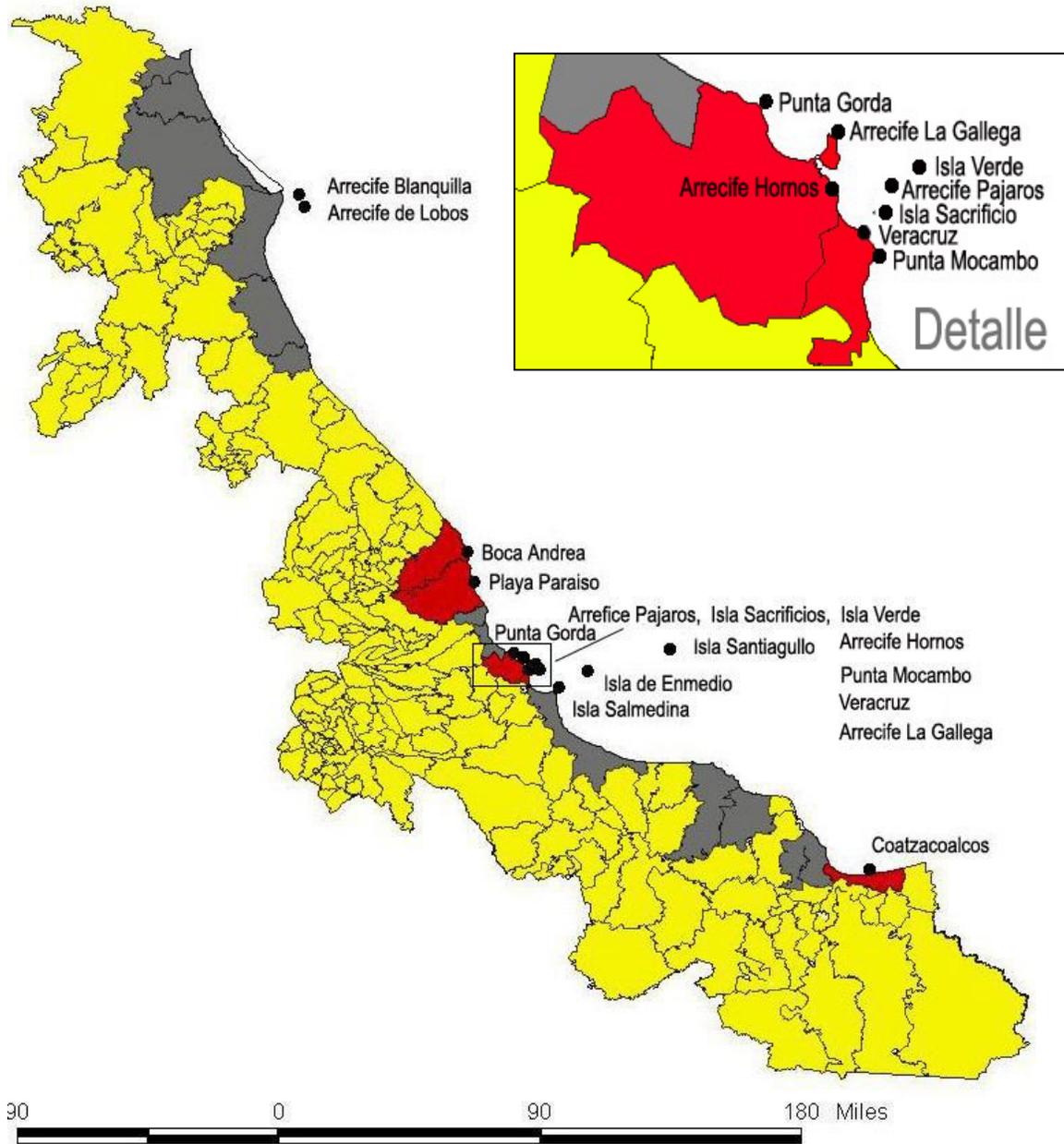


Figura VII. Área de estudio. En gris los municipios costeros con exploración ficológica; en rojo los municipios donde se registra el género *Halimeda*. Los puntos negros corresponden a las localidades donde se distribuye el taxón, en el ángulo superior derecho se muestra un detalle de las localidades adyacentes a Punta Gorda

A continuación, se muestran las tablas (VII y VIII) en las cuales se puede apreciar y comparar los promedios de las medidas de los caracteres taxonómicos de los ejemplares de *Halimeda* y los parámetros obtenidos en la bibliografía [Hillis (1959 y 1980); Taylor (1960) y Littler y Littler (2000)]

Tabla VII. Medias de las dimensiones de los utrículos primarios y secundarios así como los segmentos de *Halimeda* de las costas de algunas localidades de Veracruz.

Nombre científico	Localidad	Utrículos primarios (µm)		Utrículos secundarios (µm)		Segmentos (mm)		
		Diámetro	Longitud	Diámetro	Longitud	Largo	Ancho	Grosor
<i>H. incrassata</i>	Playa Paraíso	45	62.5	43.8	55	5.25	4	1.15
<i>H. opuntia</i>	La Gallega	27.5	30	25	42.5	5	9	0.5
	Isla de Enmedio	22.4	30.6	24.7	33	4.8	6.8	0.5
	Isla Sacrificios	27.5	30	25	45	5	8	0.5
	Isla Verde	25.5	30.9	24.3	37.4	5.3	7.6	0.5
	Playa Paraíso	24	29.5	23.5	37	4.4	6.6	0.5
	Punta Gorda	27.5	28.8	25	31.3	4.15	5.7	0.5
<i>H. scabra</i>	Punta Mocambo	23.9	32.5	24.1	36.4	7.7	7.3	0.5
	Isla de Enmedio	43.2	105.9	41.8	109.8	6.4	9	0.7
	Isla Salmedina	40	87.2	34.7	72.8	8.3	11.3	0.6
	Isla Verde	39.2	66.9	55.1	101.8	9	11.4	0.5
<i>H. tuna</i>	Playa Paraíso	41.7	93.3	37.5	72.5	8	10.7	0.6
	Isla Verde	49.6	37.1	81.4	121.4	9.7	10.6	0.6

Tabla VIII. Dimensiones de utrículos primarios, secundarios y segmentos según Hillis (1959 y 1980), Littler y Littler (2000) y Taylor (1960).

Nombre científico	Utrículos primarios (µm)		Utrículos secundarios (µm)		Segmentos (mm)		
	Diámetro	Longitud	Diámetro	Longitud	Largo	Ancho	Grosor
<i>H. incrassata</i>	(30-)45-85(-105)	(40-)50-95(-125)	23-70(-95)	30-115	-10	-14	.75-1.5
<i>H. opuntia</i>	12-20(-63)	15-30(-70)	11-35(-50)	30-50	-12	-20	0.3-0.5
<i>H. scabra</i>	26-55(-66)	(50-)26-55(-240)	30-60(-70)	No registrada	-15	-20	0.3-0.75
<i>H. tuna</i>	(25-)34-100(-125)	(45-)60-130(-230)	(20-)30-80(-120)	(20-)30-80(-110)	-13	-19	0.5-0.75

OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar el género *Halimeda* de algunas costas de Veracruz con base en su morfología y anatomía.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Conocer la riqueza específica y marcar al área de distribución de *Halimeda* en diferentes localidades costeras e insulares de Veracruz.
- Elaborar una guía ilustrada del género, incluyendo los caracteres taxonómicos de cada especie.

ÁREA DE ESTUDIO

Por su extensión de 72,815 km², Veracruz representa el 3.7 % del territorio nacional. Su longitud media es de 780 km y su anchura es variada; asimismo su litoral mide 800 km. El litoral se localiza entre las coordenadas geográficas 22°28' y 17°09' norte y 93°36' y 98°39' oeste (INEGI, 2001)

Las costas del estado de Veracruz se ubican dentro de la Provincia Costera Golfo Noroeste, presentando los aspectos climáticos y oceanográficos que se especifican a continuación.

Clima: semicálido seco a cálido semiárido subhúmedo, excepto en la temporada de nortes (otoño-invierno y noviembre-marzo). **Evaporación:** mínima en la última parte del verano (menor a 100 mm), máxima en invierno (menor a 250 mm) (media anual). **Precipitación:** máxima en junio-agosto (1000 mm) (media anual). **Circulación eólica:** vientos alisios del sur y masas polares del norte; nortes en invierno y actividad menor en verano. **Meteorología:** nortes, tormentas tropicales y vientos del sureste, ocasionalmente huracanes y ciclones de julio a septiembre. **Corrientes:** corrientes de Lazo, de Yucatán, gran Giro Anticiclónico de Tamaulipas, generación de anillos ciclónicos, frentes fluviales. **Masas de agua:** subtropical subsuperficial; dos períodos, estratificación en verano y mezcla en invierno. **Mareas:** mixtas y diurnas (Arriaga Cabrera *et al.*, 1998).

Las localidades insulares correspondientes al estado de Veracruz están ubicadas dentro de la Provincia Oceánica Golfo de México. Presentando los siguientes aspectos climáticos y oceanográficos. **Clima:** cálido a semicálido semiárido al noroeste y subhúmedo hacia el sur. **Evaporación:** 1600-1800 al norte y 1200-1600 al sur (media anual). **Precipitación:** 1200-2000 mm al sur y 600-1200 al noreste (media anual). **Circulación eólica:** vientos dominantes del norte, este y noroeste todo el año; vientos alisios del sur y masas polares del norte; nortes en invierno y actividad menor en verano. **Meteorología:** anillos, transporte lateral, tormentas tropicales, frentes fríos; ocasionalmente huracanes y ciclones de julio a septiembre; nortes y huracanes. **Corrientes:** corrientes de Lazo, de Yucatán (Arriaga Cabrera *et al.*, 1998).

Clasificación de ecosistemas costeros. Según la propuesta de Carranza *et al.* (1975, *in* Contreras 1993) las costas de Veracruz comprenden las unidades I, II y III morfotectónicas continentales Tectónicamente se trata de unidades representadas por costas de mares marginales según Inman y Nordstrom (1971, *in* Contreras 1993). La unidad I se extiende desde el río Bravo, Tamps., hasta Punta Delgada, Ver; según la clasificación geomorfológica y genética de Shepard (1973, *in* Contreras 1993), posee dos tipos principales de costas: primarias con depositación subaérea y depositación por ríos y deltáicas; secundarias, con depositación marina, costas de barrera e islas de barrera. La unidad II se extiende desde Punta Delgada, Ver. hasta las inmediaciones de Coatzacoalcos, Ver; según Shepard (1973, *in* Contreras 1993), se pueden tener costas de tres tipos: costas primarias volcánicas, de flujo de lava y tefra; secundarias, constituidas por organismos, arrecifes coralinos y costas de arrecifes bordeantes (como los que se hayan frente a Veracruz), y primarias de depositación subaérea, por viento, costas de dunas (al norte de Veracruz). La unidad III se ubica entre Coatzacoalcos Ver. y la porción oriental de la laguna de Términos en Campeche; según Shepard (1973, *in* Contreras 1993), se trata de costas primarias con depositación subaérea por acción de ríos y con costas de complejos deltaicos (Contreras, 1993).



Figura II. Área de estudio modificado de (Ortega *et al.*, 2001).

Localidades exploradas. Playa Paraíso, Punta Gorda y Punta Mocambo (costeras): La Gallega y las islas de Enmedio, Sacrificios, Salmedina y Verde (insulares).

Playa Paraíso, situada dentro del complejo el Morro de la Mancha, se encuentra ubicada a los 19°36'08'' norte y 96°22'40'' oeste. Es una playa baja, arenosa y de poca longitud. La costa rocosa está expuesta parcialmente a la acción marina, así como a tormentas o "Nortes" la mayor parte del año. La fisonomía de las costas cambia abruptamente durante el invierno, debido al acarreo de arena sobre el sustrato rocoso. En verano, el nivel de arena es bajo y la fuerza de oleaje rompe por arriba del nivel de marea baja; con marea alta, las rocas reciben el impacto de ondas del oleaje relativamente largas (Quintana Molina, 1980).

Punta Gorda se ubica en las coordenadas 19°15'00'' norte y 96°10'28'' oeste. Presenta un sustrato de roca sedimentaria y volcano-sedimentarias con arenisca toba (CETENAL, 1981).

Punta Mocambo se localiza en los 19°09'53'' norte y 96°05'47'' oeste. Tiene una extensión de 60 km² con una longitud de 2.2 km y 950 m de anchura. Presenta una geología de múltiples barreras arenosas separadas linealmente (Eberhardt, 2002).

Las localidades insulares se localizan dentro del área natural protegida conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, con carácter de Parque Marino Nacional, decretado el 24 de Agosto de 1992 por Carlos Salinas De Gortari, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos (Diario Oficial, 1992). Estas localidades son:

El Arrecife La Gallega se ubica frente al puerto de Veracruz, entre los paralelos 19°10'00'' norte y 96°03'00'' oeste; comprende una pequeña parte de la plataforma continental interna de 25 millas marinas cuadradas (INEGI, 2002).

Isla de Enmedio se localiza en los 19°50'42'' norte y 95°55'41'' oeste; su forma es elíptica y se encuentra alrededor de 7 km del poblado de Antón Lizardo, el arrecife tiene una extensión de 1200 m de longitud y 1000 m de anchura, la profundidad varía de 1.5-25 m, la isla es triangular y se localiza al sur del arrecife (Lehman y Tunnell, 1992).

Isla Sacrificios se localiza en los 19°10'27'' norte y 96°05'31'' oeste; con 280 m de diámetro aproximadamente; se localiza en la parte sur del arrecife del mismo nombre; a tres cuartos de milla al norte de Punta Mocambo. El arrecife tiene media milla de extensión y está formado por corales (Huerta, 1960a).

Isla Salmedina, se localiza en los 19°04'45'' norte y 95°57'17'' oeste; su forma es elíptica y se encuentra aproximadamente a 6 km del poblado de Antón Lizardo, tiene una extensión

aproximada de 80 m de longitud por 40 m de ancho; comparte el arrecife con Isla de Enmedio. El sustrato son rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias (CETENAL, 1981).

Isla Verde se localiza en las coordenadas 19°11'50'' norte y 96°04'06'' oeste; ubicada a 5.37 km del puerto de Veracruz, tiene una extensión de 1214 m de longitud y 750 m en su parte más ancha; presenta una porción emergida en el sur del arrecife con 300 m de largo y 170 m de anchura (Lot-Helgueras, 1971).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un fichero con los principales caracteres y estados de carácter del género incluyendo ilustraciones bibliográficas de las especies, con el fin de facilitar consultas posteriores durante la determinación taxonómica y caracterización morfológica de las especies.

El material biológico fue colectado en ocho localidades de las costas de Veracruz, por diferentes personas e instituciones, entre 1996 y 2003.

El material algal procedió de los herbarios IZTA y ENCB, además de nuevas colectas en ocho localidades de Veracruz (octubre 2002, enero 2003, marzo 2003). Los ejemplares se colectaron manualmente o con ayuda de una espátula en el piso intermareal, y se colocaron en bolsas de plástico acompañadas de una etiquetas que indicaba la localidad, colector, fecha de colecta, piso, modo y facie. Después fueron fijadas en una solución de formaldehído al 4% en agua de mar. Parte de este material se utilizó para el estudio de los caracteres morfológicos y el resto fue procesado para su colección.

El material colectado se procesó según la técnica señalada por Garduño *et al.*, (2002) y se etiquetó para su registro en el herbario IZTA.

Entre los ejemplares colectados por el autor y los provenientes de los herbarios fueron 173 especímenes estudiados, los cuales se procesaron según la técnica propuesta por Hillis

(1959), donde solamente se utilizan segmentos maduros de la porción media del talo, de los cuales se midió el diámetro y longitud de los utrículos primarios y secundarios, así como se determinó el patrón de arreglo de los filamentos medulares en la porción del nodo.

Para medir y observar los utrículos es necesario separar los filamentos medulares y corticales con la ayuda de agujas de chaquiras. Un ocular micrométrico fue empleado para obtener las diversas medidas.

En algunos casos se utilizó verde brillante, haciendo evidente algunos caracteres, como: patrón de arreglo de los filamentos medulares y forma de los utrículos.

La medición de caracteres morfológicos y anatómicos fue anotada en el siguiente formato diseñado por el autor.

Nombre Científico	No. Herbario	Localidad	Utrículos primarios (µm)		Utrículos secundarios (µm)		Segmentos (mm)			Arreglo de filamentos medulares en el nodo
			Diámetro	Longitud	Diámetro	Longitud	Longitud	Anchura	Grosor	

Para la determinación taxonómica se consideraron las obras de Hillis (1959, 1980), Taylor (1960), Bula-Meyer (1982) y Littler y Littler (2000).

A partir de las descripciones originales, se analizaron y confrontaron con los obtenidos en el presente trabajo.

Para la elaboración de la guía ilustrada se utilizó un microscopio óptico marca Nikon con cámara incorporada modelo Lobaphot II.

Por otra parte, se tomaron fotografías del ejemplar recién colectado y se digitalizó la imagen directamente del material procesado.

Finalmente, con la información obtenida de la literatura y de las colecciones científicas revisadas fue posible la elaboración del mapa de distribución de las especies de *Halimeda* en las costas de Veracruz.

CONCLUSIONES

Los ejemplares de las colecciones de los herbarios (IZTA y ENCB) señalan, en general, que los caracteres de las especies determinadas corresponden a las indicadas en la bibliografía; asimismo se corrobora la presencia del 60% de los taxa citados en la literatura.

H. incrassata corresponde al primer registro de este taxón para las costas de Veracruz.

Las especies con mayor número de organismos fueron *H. scabra*, con 91 organismos colectados en una localidad costera y tres insulares, seguida de *H. opuntia*, con 73 organismos de siete localidades, cuatro insulares y tres costeras; con menor número, *H. tuna*, con 7 organismos colectados en Isla Verde, y por último, *H. incrassata* con dos organismos colectados en Playa Paraíso.

Según nuestra investigación la distribución del género *Halimeda* en las costas de Veracruz corresponde a ocho localidades: tres costeras (Playa Paraíso, Punta Gorda, Punta Mocambo) y cinco insulares (La Gallega, Isla de Enmedio, Isla Sacrificios, Isla Salmedina e Isla Verde). En la bibliografía (Ortega, *et al.*, 2001), además de algunas localidades antes mencionadas, también hay registros para Isla La Blanquilla, Isla De Lobos, Isla Santiaguillo, Boca Andrea y El Morro.

Se identificaron cuatro especies de *Halimeda*, de las cuales la mayor distribución la registra *H. opuntia* con siete localidades, seguida de *H. scabra* con cuatro localidades, *H. tuna* y *H. incrassata* con una localidad cada una.

Las localidades estudiadas del estado de Veracruz cuentan con el 18% de biodiversidad mundial del género.

Es necesario realizar nuevas y minuciosas exploraciones ficológicas en las zonas infralitoral e intermareal en las costas de Veracruz en busca de las especies citadas en la literatura y que aún no se cuenta con ellas en la colección científicas nacionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González-Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muños López, V. Aguilar Sierra (coords.). 1998 *Regiones prioritarias marinas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Borowitzka, M.A. y A.W.D. Larkum, 1977. Calcification in the green algae *Halimeda*. I. an ultrastructure study of the tallus development. *J. Phycol.* 13: 6-16.
- Bula-Meyer, G., 1982. Una clave para las especies del género *Halimeda* (Udoteaceae, Chlorophyta) del Atlántico occidental. *Anales. Inst. Invest. Mar. Punta de Betín* 12: 41-49.
- CETENAL. 1981. Carta Geológica, México E-14-A-18. Escala 1: 1,000,000. S.P.P.
- Contreras, Espinoza, F., 1993. *Ecosistemas costeros mexicanos* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México D.F. 415 pp.
- Chávez, E.A., E. Hidalgo y M.L. Sevilla, 19970. Datos acerca de las comunidades bentónicas del arrecife de Lobos, Veracruz. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 31: 211-280.
- Chávez, E.A., 1973. Observaciones generales sobre las comunidades del arrecife de Lobos, Veracruz. *Anales Esc. Nac. Ci. Biol.* 20: 13-21.
- De la Campa de Guzmán, S., 1965. Notas preliminares sobre un reconocimiento de la flora marina del Estado de Veracruz. *Anales Inst. Nac. Inves. Biol.-Pesq.* 1: 1-49.
- De Lara, I.G. y S.H. Álvarez, 1995. Anticoagulant properties of Mexican marine algal extracts: Heparin-like potency of *Halimeda discoidea* (Chlorophyta) extract. *Cryptogamie. Algol.* 16: 1999-2005.
- Eberhardt-Toro, I., 2002. *Composición faunística del orden Archaeogastropoda en la Planicie Arrecifal Punta Mocambo, Ver.* Tesis de Licenciatura Iztacala. UNAM. 71 pp.
- Flores Davis, J.G., 1993 *Clorofíceas del litoral rocoso de la Mancha, Veracruz*. Secretaría de Educación y Cultura, Dirección General de Educación Media Superior y Superior [Xalapa, Veracruz, México] 94 pp.
- Garduño Solórzano, G., 2000. *Banco de datos de las algas Chlorophyceae bénticas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe*. Tesis de Maestría., Facultad de Ciencias, UNAM. 240 pp.
- Garduño Solórzano, G., J.L. Godínez y M.M. Ortega, 2002. *Clave de campo de las algas verdes de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe*. AGT, México, 72 pp.
- Graham, E.A. 1975. Fruiting in *Halimeda* (Order Siphonales) 1. *Halimeda cryptica* Colinvaux and Graham. *Bull. Mar. Sci.*, 25: 130-133.
- Hillis, L.W., 1959. A revisions of the genus *Halimeda* (order Siphonales). *Publ. Inst. Mar. Sci.* 6: 321-403.
- Hillis-Colinvaux, L., 1980. Ecology and taxonomy of *Halimeda*: primary producers of coral reefs. *Adv. Mar. Biol.* 17: 1-327.
- Hillis, L. (as Hillis-Colinvaux, L) y Graham, E.A., 1964 A new species of *Halimeda*. *Nova Hedwigia* 7: 5-10.
- Hillis, L. W., 1984. *Systematics of the siphonales*. In: Irvine, D., John, E.G. (Eds.). *Systematics of the Green Algae*. Academic Press, London, pp. 271-296.

- Hillis, L.W., 2001. The calcareous reef alga *Halimeda* (Chlorophyta, Bryopsidales): a cretaceous genus that diversified in the Cenozoic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 166: 89-100.
- Hillis, L.W., J. A. Engman y W.H.C. F. Kooistra, 1998. Morphological and molecular phylogenies of *Halimeda* (Chlorophyta, Bryopsidales) identify three evolutionary lineages. *J. Phycol.* 34: 669-681.
- Howe, M.A. 1905. Phycological studies I. New Chlorophyceae from Florida and the Bahamas. *Bull. Torrey. Bot. Club.* 32: 241-252 pls. 11-15.
- Huerta, L., 1960a. Lista preliminar de las algas del litoral del estado de Veracruz. *Bol. Soc. Bot. México* 25: 39-45.
- Huerta, L., 1960b. *Guía de excursión: [Veracruz lista de algas marinas]* En: *Primer Congreso Mexicano de Botánica* (24 a 26 de Octubre de 1960). Sociedad Botánica de México, México, D.F., pp. 25-26.
- Huerta, L., M.L. Chávez y M.E. Sánchez Rodríguez, 1977. Algas marinas de la Isla de Enmedio, Veracruz. En: *Mem. Congr. Nac. Oceanogr. (Guaymas Sonora, México)*. 5: 314-325.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática) <http://www.inegi.gob.mx>
- Kooistra, W. H. C., E.G.G. Coppejans y C. Payri, 2002. Molecular systematics, historical ecology, and phylogeography of *Halimeda* (Bryopsidales). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 24: 121-138.
- Lee, R.E., 1989. Phycology. Segunda edición Cambridge University Press. U.S.A., pp 246-249.
- Lehman, R.L. y J.W. Tunnell, Jr., 1992. Species composition and ecology of the macroalgae of Enmedio reef, Veracruz, México. *Texas J. Sci.* 44(4): 445-457.
- Littler, D. S. y M. M. Littler, 2000. *Caribbean reef plants. An identification guide to the reefs plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico*. Offshore Graphics, Inc., Washington, D. C., 542 pp.
- Lot Helgueras, A., 1971. Estudios sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz Ver. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México*, Ser. Bot. 42(1): 1-48.
- Martínez L.S., 1991 Algas marinas de aplicación farmacéutica I. *Publicaciones Biológicas-F. C. B. / U. A. N. L. México* 5(2): 81-91.
- Mateo Cid, L.E., A.C Mendoza González y C. Galicia García, 1996. Algas marinas de Isla Verde, Veracruz, México. *Acta. Bot. Mex.* 36: 59-75.
- Mendoza González, A.C. y L.E. Mateo Cid, 1985. Contribución al conocimiento de la flora marina bentónica de las Islas Sacrificio y Santiaguillo, Veracruz, México. *Phytologia* 59 (1): 9-16.
- Ochoa y Villagómez, I., 1887. Vegetación espontánea y repoblación de los médanos de la zona litoral de Veracruz. Informe presentado a la Secretaría de fomento. *Mem. de la Secretaría de Fomento*, México (1883-1885), vol. 3, pp. 641-655.
- Ortega M.M., J.L. Godínez y G. Garduño Solórzano, 2001. *Catálogo de algas bénticas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe*. Cuaderno 34, Instituto de Biología UNAM. 594 pp.

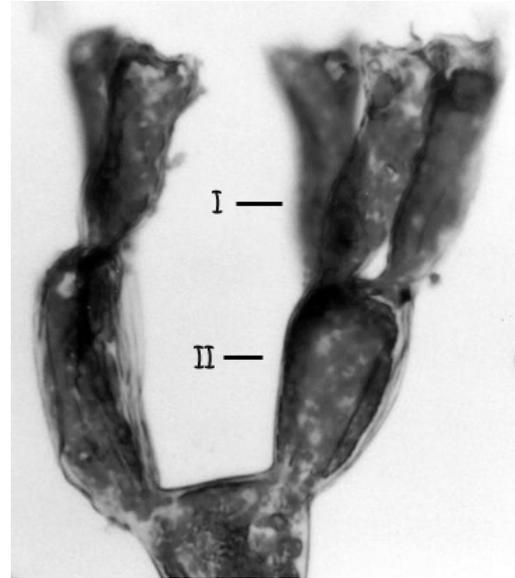
- Ortega, M.M., J.L. Godínez., G. Garduño., M.G. Oliva y G. Vilaclara, 1997. Uso tradicional de las algas marinas de México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 3 (2): 161-163.
- Pacheco, C., 1887. Carta dirigida por C. Pacheco a A. Herrera en la que comunica los objetos coleccionados por el Ing. Ignacio Ochoa Villagómez en su expedición a la zona litoral de Veracruz. En: Anexo 43, Comisión Científica. *Mem. de la Secretaría de Fomento*, México (1883- 1885), vol. 4 pp. 447-448.
- Quintana Molina, J.R., 1980. *La zonación rocosa intermareal de playa Paraiso, Veracruz*. Univ. Autón. Metropolitana, México, D.F., 52 pp., [Rep. de investigación Núm. 4].
- Quintana Molina, J.R., 1991 Resultados del programa de investigaciones en arrecifes veracruzanos del laboratorio de sistemas bentónicos litorales. *Hidrobiológica* (México) 1(1): 73-86.
- Sentíes Granados, A. y K.M. Dreckmann (Editores) En: Monografías ficológicas. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México. 192 pp.
- Sánchez Rodríguez, M.E., G. Flores Davis y A. Ramírez Rodríguez, 1975. Trayecto Playa Paraíso-Villa Rica-Boca Andrea. En: *Guías Botánicas de excursiones en México*. Sociedad Botánica de México, Xalapa [México], pp. 77-82.
- Silva, P.C. 1982. Chlorophycota. En: S.P. Parker (Ed.). *Synopsis and classification of living organism*. Mc Graw-Hill Book Company. New York, pp.133-161.
- Taylor, W.R., 1960. *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the America*. University of Michigan Press. 870 pp.
- Villalobos. A., 1971. Estudios ecológicos en un arrecife coralino en Veracruz, México. En: *Symp. On investigations and resources of the Caribbean Sea and adjacent regions*. CICAR, UNESCO y FAO, pp 531-545.
- Vroom, P.S., Smith, C.M., Keeley, S.C.,1998. Cladistics of the Bryopsidales: a preliminary analysis. *J. Phycol.* 34: 351-360.
- Walters, L.J., Walters, C.M. Smith, J.A. Coyer, C.L. Hunter, K.S. Beach y P.S. Vroom, 2002. Asexual propagation in the coral reef macroalga *Halimeda* (Chlorophyta, Bryopsidales): production, dispersal and attachment of small fragments. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 278: 47-65.
- Wilbur, K.M., L. Hillis, and N. Watabe, 1969. Electron microscope study of calcification in the alga *Halimeda* (order Siphonales). *Phycologia* 8:27-35.

APENDICE I

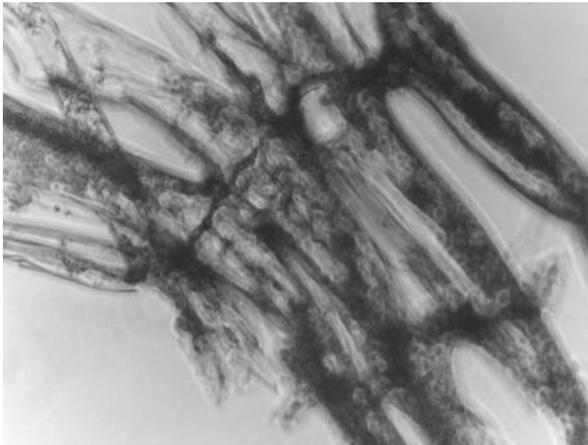
Figura III



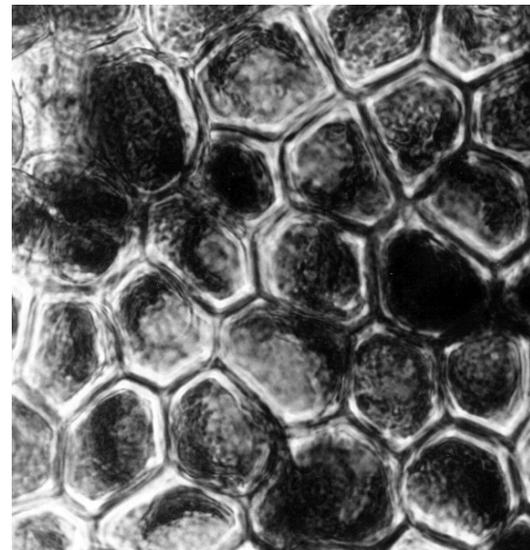
Halimeda incrassata (Ellis) Lamouroux



Utrículos primarios (I) y secundarios (II) 10x

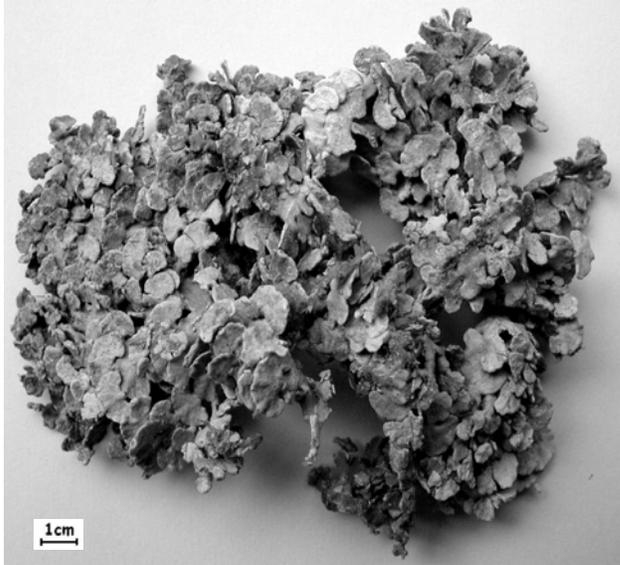


Filamentos medulares fusionados en un solo grupo

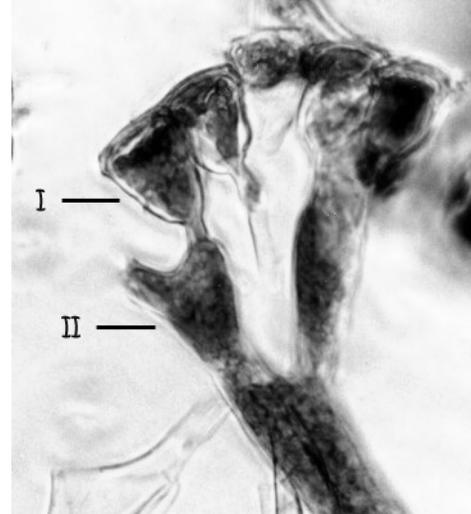


Vista superficial utrículos primarios 10x

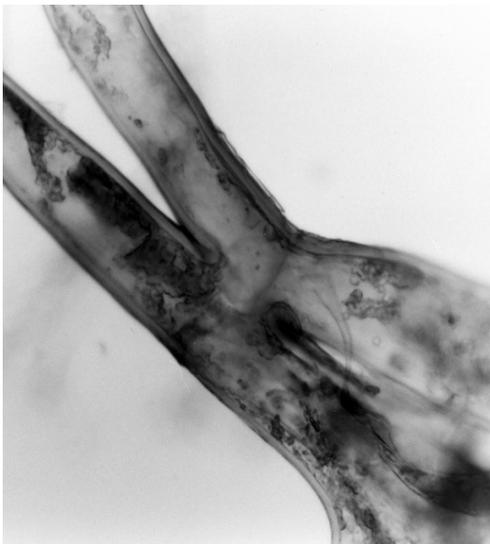
Figura IV



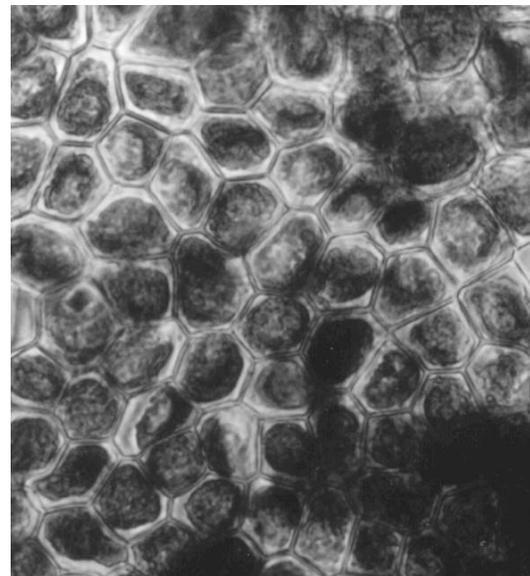
Halimeda opuntia (Linnaeus) Lamouroux



Utrículos primarios (I) y secundarios (II) 10x

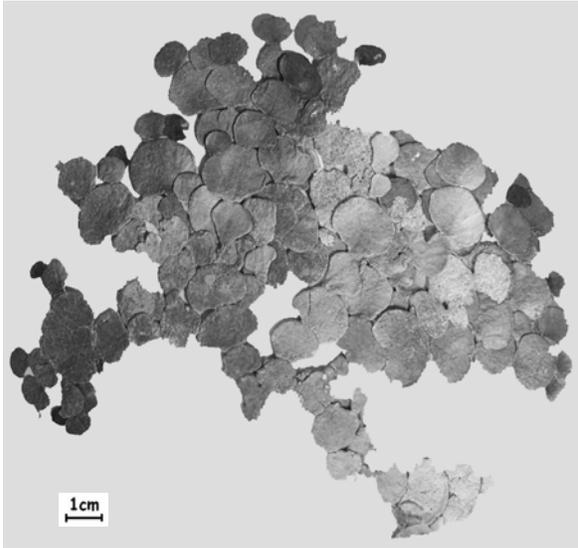


Filamentos medulares fusionados en pares 10x

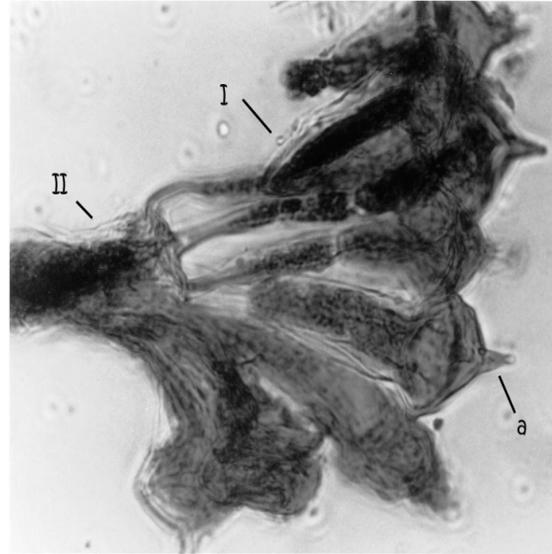


Vista superficial utrículos primarios 10x

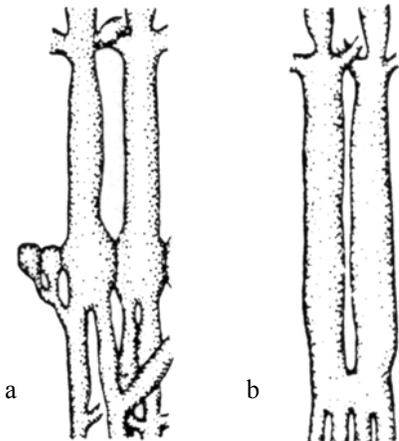
Figura V



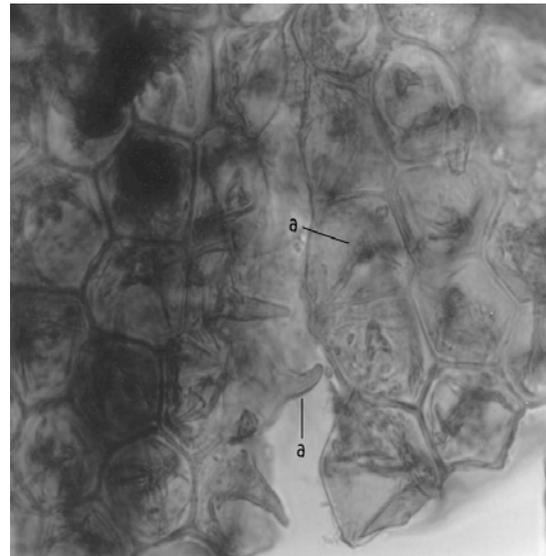
Halimeda scabra Howe
IZTA 1062



Utrículo primarios (I), secundarios (II)
y proyección (a). (10x)

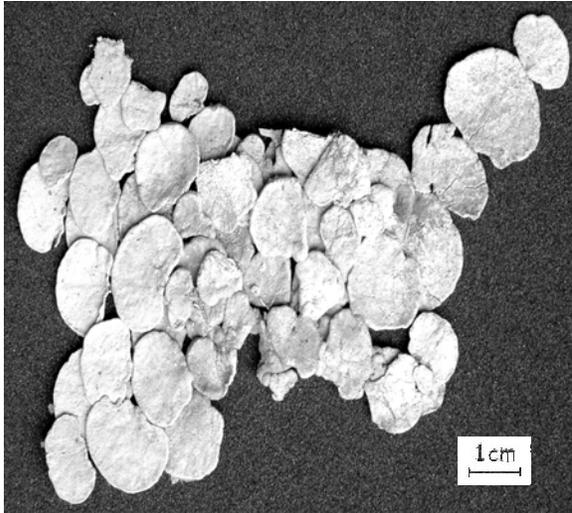


Fusión de filamentos medulares en la
porción del nodo: fusión total (a), fusión
parcial (b). Tomado de Hillis, 1959.

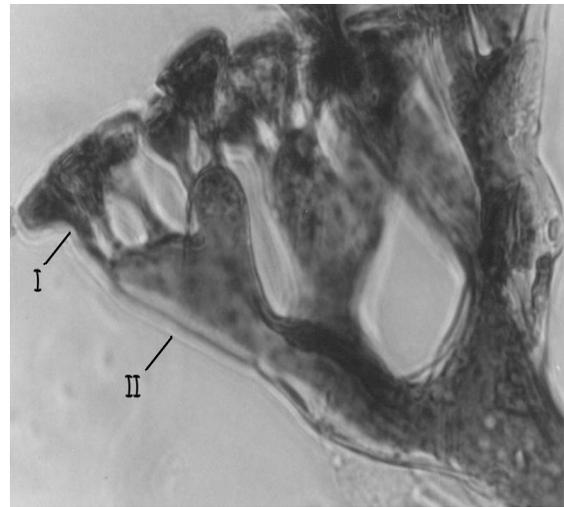


Utrículos primarios en vista
superficial, proyección (a)

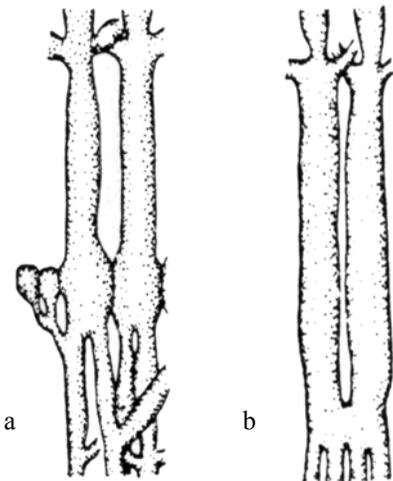
Figura VI



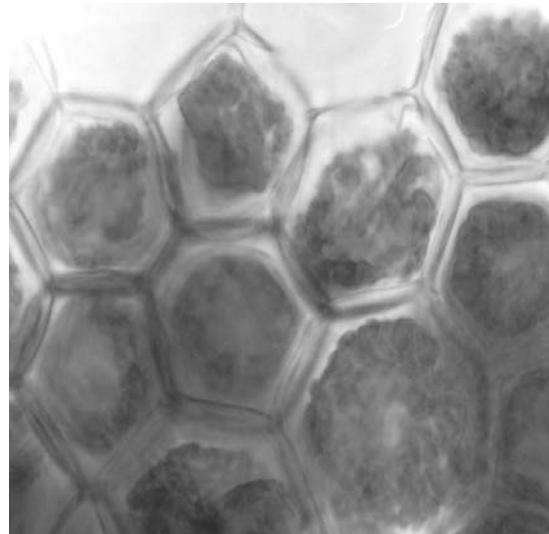
Halimeda tuna (Ellis et Solander) Lamouroux



Utrículos primarios (I)
y secundarios (II) (10x)



Fusión de filamentos medulares en la
porción del nodo: fusión total (a), fusión
parcial (b). Tomado de Hillis, 1959.



Utrículos primarios en vista
superficial (10x)

APÉNDICE II

Técnica para la observación de filamentos medulares y utrículos (Hillis 1959, modificada)

Para la determinación taxonómica, solamente utilice los segmentos maduros de la porción media del talo.

En ellos realice cortes en pequeños rectángulos con ayuda de una navaja de doble filo en la porción media del segmento, ya que es aquí donde se presentan más desarrollados los filamentos medulares y utrículos. También realice cortes en el nodo.

A partir de estos segmentos cortados tanto del segmento como del nodo, deberán descalcificarse, mediante el uso de una solución de ácido clorhídrico o ácido sulfúrico al 25%, aproximadamente durante 12 horas. Una vez descalcificados, es necesario remover una delgada capa superficial de estos para observar los utrículos primarios y secundarios, así como los filamentos medulares.

El empleo de dos agujas de chaquira nos auxiliará para apartar los filamentos medulares y utrículos, de tal forma que se puedan observar las características taxonómicas propias de cada taxón.

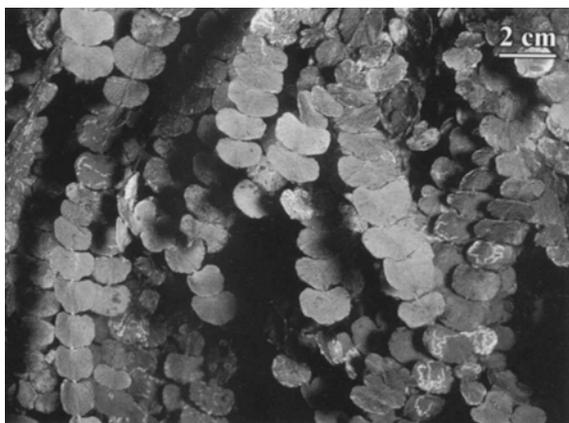
Cabe aclarar que la unión de los filamentos medulares en el nodo, es un carácter taxonómico importante, por lo que la descalcificación deberá ser de buena calidad para poder lograr aislar estos y observar la unión de ellos en la región medular.

Clave de identificación para las especies del género *Halimeda*

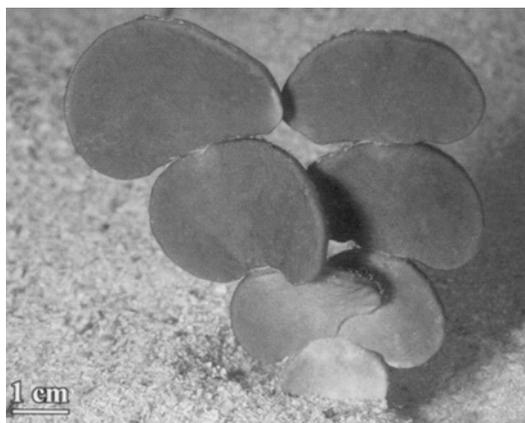
Se realizó una clave para las especies del género *Halimeda* citadas en las costas del Atlántico mexicano; tomando en cuenta el hábito, crecimiento, modelo de fusión de los filamentos medulares en la porción del nodo, los utrículos primarios y secundarios y la forma de los segmentos.

- 1-. Talo con crecimiento apical.....2
- 1-. Talo con crecimiento apical y lateral; con más de una masa rizoidal.....*H. opuntia*
- 2-. Hábito postrado y erecto.....3
- 2-. Hábito colgante; formando grandes cadenas 10-15 –(70) cm de longitud.....*H. copiosa*
- 3-. Hábito erecto.....4
- 3-. Hábito postrado; presenta más de una masa rizoidal.....*H. gracilis*
- 4-. Utrículos primarios lisos.....5
- 4-. Utrículos primarios acuminados.....*H. scabra*
- 5-. Vista superficial de utrículos primarios fuertemente hexagonales o poligonales.....6
- 5-. Vista superficial de utrículos primarios ligeramente redondeada; segmentos con el margen superior entero o ligeramente lobulado.....*H. simulans*
- 6-. Tamaño de utrículos primarios y secundarios muy semejante.....7
- 6-. Tamaño de utrículos primarios y secundarios evidentemente diferentes; los utrículos secundarios mayores de 90 μ de diámetro.....*H. discoidea*
- 7-. Segmentos de formas cilíndricas o planas.....8
- 7-. Segmentos de formas esféricas, comúnmente pequeño no excede los 5 cm.....*H. lacrimosa*
- 8-. Segmentos principalmente planos.....9
- 8-. Segmentos principalmente cilíndricos; masa rizoidal muy desarrollada.....*H. monile*
- 9-. Filamentos medulares en la porción del nodo unidos en pares o en grupos de 2 ó 3.....10
- 9-. Filamentos medulares en la porción del nodo unidos en un solo grupo; utrículos secundarios de forma globosa a subglobosa.....*H. incrassata*
- 10-. Filamentos medulares en la porción del nodo unidos en pares; segmentos fuertemente trilobulados.....*H. goreauii*
- 10-. Filamentos medulares en la porción del nodo unidos en grupos de 2 ó 3; segmentos de forma discoide a reniforme.....*H. tuna*

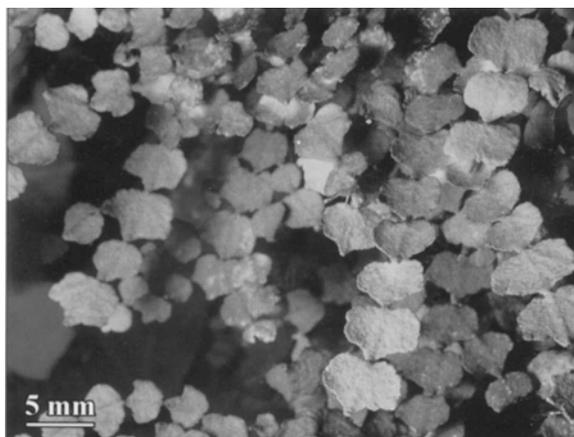
* Tomadas de Littler y Littler, 2002.



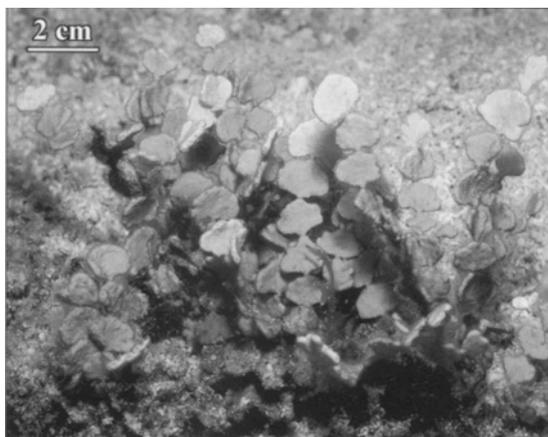
Halimeda copiosa *



Halimeda discoidea *



Halimeda goreauii *



Halimeda gracilis *

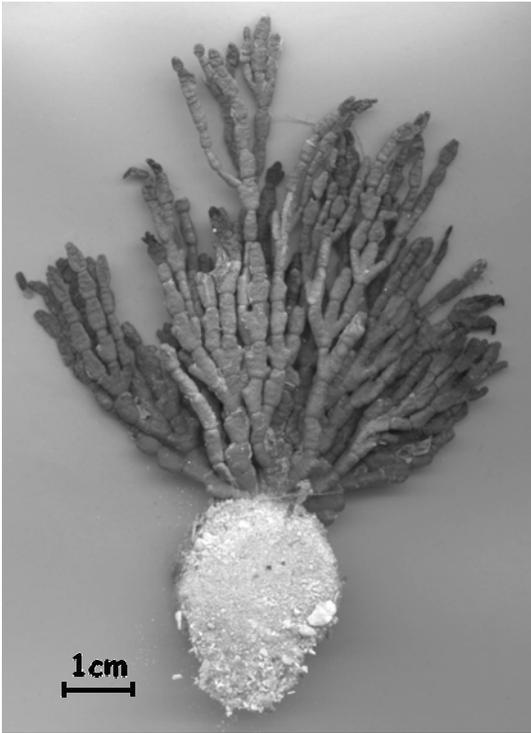


Halimeda incrassata
IZTA 1242

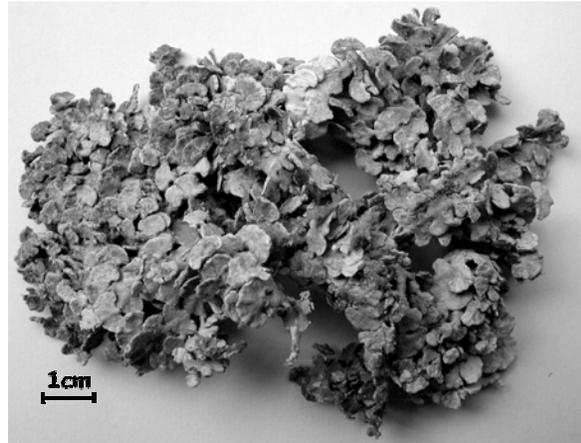


Halimeda lacrimosa *

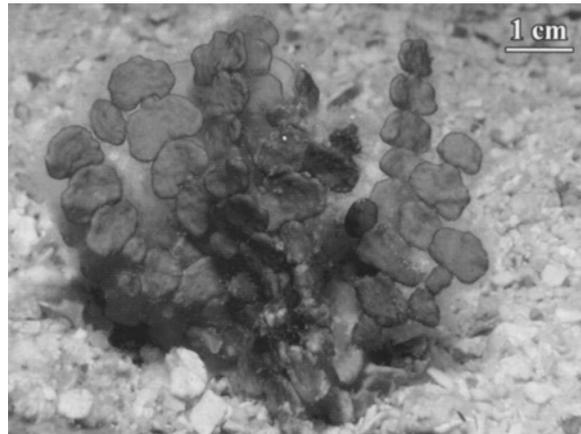
* Tomados de Littler y Littler, 2002



Halimeda monile
IZTA 285



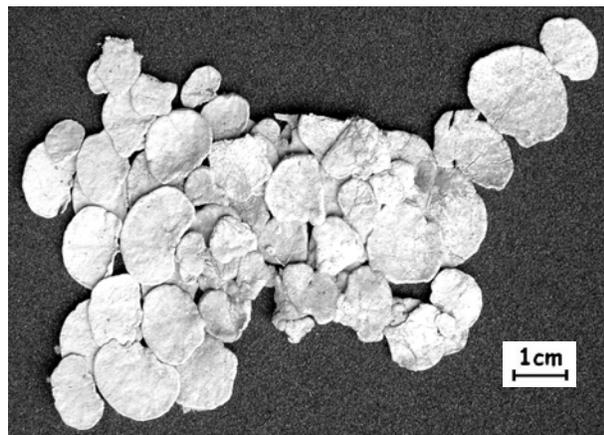
Halimeda opuntia
IZTA 1245



Halimeda simulans *



Halimeda scabra
IZTA 1062



Halimeda tuna
IZTA 190