

ESTUDIOS SOBRE FANERÓGAMAS MARINAS EN LAS CERCANÍAS DE VERACRUZ, VER. *

ANTONIO LOT-HELGUERAS **

RESUMEN

En este estudio, llevado a cabo en los arrecifes frente al Puerto de Veracruz, principalmente, y en la Laguna de Mandinga, Ver., se aporta información ecológica de las especies de fanerógamas marinas presentes en esta zona del Golfo de México. Las especies de "pastos marinos" encontradas son: *Thalassia testudinum* Koenig, *Syringodium filiforme* Kützinger, *Halodule wrightii* Ascherson, *Halophila decipiens* Ostenfeld var. *pubescens* Hartog y *Ruppia maritima* Linnaeus. Las primeras cuatro se encuentran en los arrecifes y la última en la Laguna de Mandinga, que a pesar de tener influencia marina presenta salinidades más bajas que las registradas en los arrecifes y bajos de Veracruz, por lo que la asociación de *R. maritima* es considerada para el área de estudio como "ceibadal" (nombre por el que se conocen comúnmente en México los pastos marinos) de lagunas costeras salobres.

La distribución de dichas especies en la zona de Veracruz se encuentra fuertemente influenciada por la acción de los "nortes" que, a su vez, intervienen activamente en los factores limitantes de los "ceibadales" considerados para Veracruz y que son: temperatura, turbiedad, corrientes y acción de las olas.

Se informa por primera vez de la existencia de las siguientes especies de "pastos marinos" frente al Puerto de Veracruz:

Syringodium filiforme

Halodule wrightii

Halophila decipiens var. *pubescens*.

Se trata la distribución general de dichas fanerógamas en los arrecifes cercanos a Veracruz, incluyendo datos de sociabilidad y biomasa.

ABSTRACT

This paper is part of a study of the environments and plant resources of Veracruz. It was carried out in el Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM. The study is based on observations made in the reef area of the Gulf of Mexico which fronts the city of Veracruz, Mexico. Ecological information concerning the marine phanerogams is presented. The following species of "sea grasses" are treated: *Thalassia testudinum* Koenig, *Syringodium filiforme* Kützinger, *Halodule wrightii* Ascherson, *Halophila decipiens* Ostenfeld var. *pubescens* Hartog, and *Ruppia maritima*

* Flora de Veracruz. Contribución núm. 2. Proyecto conjunto del Instituto de Biología de la UNAM, y del Arnold Arboretum y el Gray Herbarium de la Universidad de Harvard, para llevar al cabo un estudio ecológico-florístico del Estado de Veracruz, México. Una información detallada del proyecto puede verse en Anal. Inst. Biol. 41 (1) Ser. Bot.: 1-2.

** Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM. Este estudio es una parte del trabajo presentado como tesis profesional, para obtener el título de Biólogo de la Facultad de Ciencias de la UNAM, bajo la dirección del doctor Arturo Gómez-Pompa del Instituto de Biología de la UNAM.

Linnaeus. Of these, the *Syringodium*, *Halodule*, and *Halophila* represent first records from Veracruz. The first four species were encountered in the reef area and the fifth species was found only in the Mandinga Lagoon. The Lagoon has a much lowered salinity and for this reason the *Ruppia* appears to be restricted in its distribution.

The distribution of these marine phanerogams in the sea off Veracruz seem to be strongly influenced by the action of the north winds ("norte"). These winds affect the water temperature, turbidity, current, and wave action. All of these elements are limiting factors in the distribution of the species.

In addition to general distribution patterns in the reef area, sociability and biomass data are presented for each species.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se planteó como una colaboración entre el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto de Investigaciones Médico-Biológicas de la Universidad Veracruzana y la Comisión Consultiva de Pesca.

El presente trabajo está ligado al estudio ecológico "Flora de Veracruz", la cual tiene como fundamental objetivo la elaboración de una flora con un fuerte enfoque ecológico.

Tomando en cuenta la escasa información que se tiene en México sobre fane-

rógamas marinas, se proyectó el presente estudio con los siguientes objetivos:

1. Describir la zonación de la vegetación marina en algunos arrecifes de Veracruz y
2. Estudiar diferentes aspectos de la ecología y distribución de las fanerógamas marinas frente al Puerto de Veracruz.

La duración de este estudio fue de 16 meses a partir de febrero de 1967, llevándose a cabo en el Instituto de Investigaciones Médico-Biológicas, U. V., y en el Instituto de Biología, UNAM.

FANEROGAMAS MARINAS

Son conocidas mundialmente con el nombre común de "pastos marinos". Según Hutchinson (1959) están agrupadas en cinco órdenes y cinco familias de las monocotiledoneas. Para Lawrence (1951), Rendle (1956) y otros, estarían en únicamente dos familias (Hydrocharitaceae y Potamogetonaceae) del antiguo orden natural Helobiales, forma como son más conocidas y reportadas por los diferentes autores. Este pequeño grupo de plantas que florecen sumergidas en las aguas marinas se encuentra formado por

45 especies, agrupadas en 11 géneros, según Hutchinson (1959), Dawson (1966) y Sculthorpe (1967); aunque otros autores, como Ostenfeld (1914), Seichell (1920) y Good (1964), no están de acuerdo, considerando sólo 8 géneros con 30, 34 y 23 especies respectivamente.

Con base en la obra de Hutchinson (1959), se exponen a continuación los géneros representativos de las costas del mundo y su distribución según los informes de los principales autores mencionados anteriormente:

Orden BUTOMALES

Familia Hydrocharitaceae

Thalassia (con 2 especies)

Halophila (con 9 especies)

Enhalus (con 1 especie)

Tropical
y
subtropical

Orden JUNCAGINALES

Familia Posidoniaceae

Posidonia (con 3 especies)

Subtropical y templado

Orden APONOGETONALES

Familia Zosteraceae

Zostera (con 11 especies)

Subtropical, templado y boreal

Phyllospadix (con 3 especies)

Subtropical y templado

Orden POTAMOGETONALES

Familia Ruppiaceae

Ruppia (con 1 especie)

(Cosmopolita)

Orden NAJADALES

Familia Zannichelliaceae

Halodule (con 6 especies)

Subtropical, tropical y templado

Althenia (con 2 especies)

Templado

Cymodocea (con 4 especies)

Tropical y subtropical

Amphibolis (con 2 especies)

Tropical y subtropical

Syringodium (con 2 especies)

Tropical y subtropical

En la República Mexicana se conocen 8 géneros de fanerógamas marinas que forman "ceibadales", término por el cual son conocidos ampliamente y que el autor usará continuamente para referirse a este tipo de vegetación en el presente trabajo. Los géneros son en su mayoría monoespecíficos y se localizan tanto en el Océano Pacífico como en el Golfo de México, según los informes de los autores que han realizado algunas colecciones en el litoral mexicano. La distribución conocida de las especies se tratará más adelante.

La distribución general de los "pastos marinos" en las costas del mundo está controlada por el factor temperatura, según las observaciones de Moore (1964), considerando, sin embargo, que los diferentes "ceibadales" presentan varios aspectos ecológicos similares como: un sustrato suave, aguas poco profundas y cierta intensidad luminosa, por lo que

dichas comunidades forman entidades naturales que se reconocen en cualquier parte donde se encuentren. Para Thorne (1954) el factor más importante en la distribución de "ceibadales" en el Golfo de México es la intensidad luminosa, y secundariamente el sustrato, encontrándoseles en aguas someras que difícilmente alcanzan los 10 m de profundidad. Sin embargo, Taylor (1928) encontró *Halophila engelmannii* Ascherson a 73.2 m de profundidad en Dry Tortugas, Florida, donde las aguas son más claras. Phillips (1960) y Moore (1963) estudian los factores limitantes que determinan la distribución de "pastos marinos" en áreas de Norteamérica, discutiendo el último que los factores limitantes de *Thalassia testudinum* en las costas de Estados Unidos de América son: temperatura, profundidad, salinidad, turbiedad y acción de las olas.

IMPORTANCIA DE LAS FANERÓGAMAS MARINAS

Los "ceibadales", especialmente los de *Thalassia*, forman un tipo de vegetación en las costas del mundo que ha sido considerado muy importante por sus implicaciones ecológicas, siendo de interés las siguientes:

1. Sus poblaciones forman complejas comunidades, en las que habita una gran variedad de organismos que intervienen en forma importante en el desarrollo de arrecifes coralinos y lagunas costeras, fundamentalmente por:

- a) ser los productores primarios de carbohidratos, según Voss y Voss (1955) y Odum (1957). Por ejemplo: *Thalassia testudinum*, según Burkholder *et al* (1959), es una base nutritiva de muchos organismos, al estar formada por proteínas en un 13%, carbohidratos en 33% y fibras crudas no aprovechables en un 13%; con 12 aminoácidos, siendo los más importantes y abundantes los ácidos aspártico y glutámico, la arginina, la lisina y la leucina. Por otro lado, su contenido en yodo con relación a su medio ambiente es considerable;
- b) su denso follaje, que resulta excelente microambiente para el refugio, reproducción y fuente alimenticia de pequeños invertebrados y formas embrionarias y juveniles de vertebrados, algunas de las cuales tienen importancia comercial, como señalan Hoese (1960), Hoese y Jones (1963) con relación al "camarón rosa" (*Penaeus duorarum*) y *Penaeus aztecus*, que forman importantes poblaciones en las bahías de Texas. Randall (1965) menciona que los "pastos marinos" *Syringodium* y *Thalassia* son un requerimiento alimenticio

de muchos peces como especies de *Scarus* y *Sparisoma* y *Acanthurus chirurgus* y *Hemirhamphus brasiliensis* y de la "tortuga verde" *Chelonia mydas*;

- c) sus rizomas y raíces ayudan grandemente a la estabilización de partículas sueltas que aumentan considerablemente la proporción del sedimento (Gingsburg y Lowens-tam, 1956; Hedgpeth, 1957; Kornicker *et al*, 1959; Hoskin, 1962; Ayala - Castañares, 1963; Bonet, 1967) y con ello la invasión de especies bentónicas que forman una parte interesante de la comunidad que habita entre dichas partes del vegetal (O'Gower y Wacasey, 1967);
 - d) en cierta época del año las hojas soportan abundantes formas epibióticas, principalmente de coralináceas incrustantes (algas anuales microscópicas), que al morir contribuyen al contenido de carbonato de calcio en el sedimento (Humm, 1964) y
 - e) que la fragmentación de las hojas resulta un medio muy efectivo en la dispersión de los diferentes organismos epífitos, como los foraminíferos que viven sobre ellas, según señala Bock (1967) en el caso de *Thalassia testudinum*.
2. Los "ceibadales" presentan un interés botánico muy especial en los diferentes procesos reproductores:
- a) la reproducción vegetativa por crecimiento del ápice del rizoma es muy activa o continua, según Tomlinson y Vargo (1966), interviniendo en forma impresionante en la colonización de nuevas zonas y compitiendo así con otras comunidades que toman parte en la evo-

lución del medio marino donde se encuentren dichos vegetales;

- b) los procesos de floración, que por su poca frecuencia han sido muy discutidos por los diferentes autores, siendo un problema que necesita de mayor estudio;
- c) el fenómeno de la polinización, que al igual que los demás procesos sexuales es sumergida; pero no se conoce cómo es llevada a cabo;
- d) la diseminación de frutos y semillas está influenciada por diversos

factores, en los cuales llegan a intervenir organismos animales como el pez "ballího" (*Hemirhamphus brasiliensis*) que ha sido observado con frutos sostenidos entre la boca (Ostenfeld, 1914; Sculthorpe, 1967) y

- e) la germinación y los factores que la limitan.
3. Su abundancia en mares tropicales y subtropicales permite hacer estudios genecológicos y autecológicos de campo y laboratorio.

ANTECEDENTES EN MÉXICO

Como base del presente trabajo se realizó una búsqueda exhaustiva de material bibliográfico sobre fanerógamas marinas de las costas de América principalmente, observándose que es muy escasa la información de que se dispone del litoral de México, y en forma condensada se da a continuación. El primer informe de la presencia de fanerógamas marinas en el litoral mexicano se debe a Ostenfeld (1927) con las especies *Thalassia testudinum* Koenig, *Halophila engelmannii* Ascherson y *Halodule wrightii* Ascherson, (= *Diplantera wrightii*) de la Laguna de Términos, Campeche; Moldenke (1940) menciona de la misma Laguna de Términos y del arrecife Alacranes, Yucatán, a *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* Kützinger, (= *Cymodocea maritima*); Hildebrand (1958) y Kornicker *et al* (1959) reportan a *T. testudinum* y *H. wrightii* de la Laguna Madre, Tamaulipas, pero en pequeñas zonas y en forma discontinua. Zarur (1961) relaciona la proporción del carbonato de calcio en el sedimento y la transparencia del agua con la distribución de *T. testudinum* y *H. wrightii* de la Laguna de Términos. Esta laguna ha sido objeto de numerosas investigaciones, principalmente de tipo

geológico, considerándose como una de las zonas con mayor número de datos ambientales. La principal contribución es la de Ayala-Castañares (1963) en su estudio de la ecología y distribución de los foraminíferos, en el que cita el posible papel sedimentológico de los "ceibadales" en la laguna. Pero quizá la región donde se han trabajado más aspectos relacionados con las fanerógamas marinas es el arrecife Alacranes, donde Huerta (1961) describe un tipo de comunidad frecuente en las aguas poco profundas de Isla Pérez, que llama "comunidad de *Thalassia-Halimeda-Amphiroa*" y elabora un mapa con la distribución de dicha asociación y el resto de la flora ficológica; Bonet y Rzedowski (1962) hablan sobre la fauna que habita los restos de algas y del "pasto marino" que se acumulan en las playas de las islas del arrecife Alacranes y, además, describen la vegetación terrestre de dichas islas; Hoskin (1962) relaciona con detalle la proporción del carbonato de calcio en el sedimento con la proliferación de los "lechos" de *T. testudinum* y Hildebrand *et al* (1964), enlistan los peces que viven entre dicho "pasto" y su zonación, en términos generales, en el mencionado arrecife; Bo-

net (1967), por último, vuelve a tratar los "ceibadales" de *T. testudinum* principalmente, como una asociación climax que contribuye a la formación del sedimento en forma importante en el arrecife Alacranes.

En la región de Veracruz, que constituye la zona de trabajo de este estudio, son sólo cuatro las investigaciones relativas a la ecología de las fanerógamas marinas: la de Turner (1963) sobre la flora marina de la Isla de Sacrificios, Ver., en el que informa de la distribución de las algas y de la antofita *Thalassia* dentro del arrecife; Humm (1961), en su estudio sobre las epífitas de *T. testudinum*, menciona 113 algas del sur de Florida y menciona algunas presentes en la comunidad de *Thalassia* en el arrecife Hornos, Ver.; Díaz-Garcés (1966), en su estudio sobre la flora marina del arrecife La Blanquilla, Ver., menciona 11 especies de algas epífitas sobre *Thalassia* y expone algunos aspectos ecológicos de interés que intervienen en su distribución, junto con las algas, en la parte interna del arrecife; Pérez-Rodríguez (1967), sobre moluscos de la costa del Puerto de Veracruz, tratando al "ceibadal" de *Thalassia testudinum* como "hábitat" de 12 especies de moluscos, algunas de las cuales viven entre las raíces de la fanerógama, formando una parte interesante de la comunidad.

Los trabajos de Huerta (1960) y Campa (1965) contribuyen al conocimiento de la flora ficológica del litoral de Veracruz y son importantes por presentarse muchas especies como acompañantes de la comunidad de los "ceibadales" en los arrecifes de Veracruz, Ver., aunque no se refieren específicamente a fanerógamas marinas. Fuera de la zona de estudio del presente trabajo, pero dentro del Estado de Veracruz, se conoce solamente el estudio de Rigby y McIntire (1967) que menciona la dis-

tribución de *T. testudinum* junto con otras comunidades marinas en la Isla de Lobos frente a Tamiahua, no localizándola en los otros arrecifes (Blanquilla y del Medio) cercanos a éste.

El trabajo de Dawson (1966) es el único conocido donde se mencionan las especies de los "ceibadales" presentes en las costas del Pacífico de México, siendo *Zostera marina* L. y *Phyllospadix torreyi* Wats. las que se distribuyen ampliamente en Baja California, aunque la primera llega hasta Sinaloa.

Debido a lo disperso de la literatura y a lo heterogéneo del contenido de las revistas en donde se buscaron datos sobre fanerógamas marinas, se da una lista clasificada de los trabajos conocidos:

Ecología y distribución

Ascherson y Gürke (1889), Ostenfeld (1914, 1927), Howe (1915), Bowman (1916), Arber (1920), Setchell (1920), Taylor (1928, 1960), Feldman (1936, 1938), Davis (1940), León (1946), Bernatowicz (1952), Thorne (1954), Voss y Voss (1955), Gingsburg y Lowenstam (1956), Humm (1956, 1964), Hedgpeth (1957), Caldwell (1957), Rodríguez (1959), Emberger (1960), Hoese (1960), Phillips (1960), Pomeroy (1960), Lowell *et al* (1961), Hoese y Jones (1963), Moore (1963), Bayer y Work (1964), Good (1964), Moore (1964), Orpurt *et al* (1964), Meyers *et al* (1965), Wood (1965), Randall (1965), Dawson (1966), Olivier *et al* (1966), O'Gower y Wacasey (1967), Díaz Piferrer (1967), McMillan y Moseley (1967), Sculthorpe (1967), Parker (1969) y recientemente Bock (1967).

Productividad y composición química

Odum (1957, 1963), Odum *et al* (1959), Burkholder *et al* (1959), Margalef (1961) y Wood *et al* (1969).

Morfología y anatomía

Ascherson y Gürke (1889), Graves (1908), Rydberg (1909), Arber (1920), Muenscher (1944), Erdtman (1952), Swamy y Lakshmanan (1962), Engler (1964), Orpurt y Boral (1964), Tomlinson y Vargo (1966) y el trabajo recopilador de Sculthorpe (1967).

Taxonomía

Koenig y Sims (1906), Ascherson y Gürke (1889), Rydberg (1909), Fernald y Wiegand (1914), Erdtman (1952), Hartog (1959), Engler (1914), Jisaburo (1965).

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA ESTUDIADA

LOCALIZACIÓN

Se encuentra situada frente al Puerto de Veracruz, Ver., entre los paralelos $19^{\circ} 10'$ y $19^{\circ} 14'$ latitud norte y los meridianos $96^{\circ} 03'$ y $96^{\circ} 08'$ longitud Oeste, que comprenden una pequeña parte de la plataforma continental interna (25 millas marinas cuadradas) donde se levanta un grupo de ocho arrecifes coralinos: La Gallega, Galleguilla, La Blanquilla, Aneгада de Adentro, Isla Verde, Pájaros, Isla de Sacrificios y Hornos.

También se visitó un arrecife representativo de otro grupo o franja arrecifal, coralina, situado frente a Antón Lizardo, Ver. Este arrecife, conocido como Isla de Enmedio, se encuentra a $3\frac{1}{2}$ millas marinas al NE de Punta Coyol, a los $19^{\circ} 06'$ latitud norte y $95^{\circ} 56' 19''$ longitud Oeste; además, se recorrió la Laguna de Mandinga, Ver., que se encuentra a 18 km del Puerto en dirección sur, entre los paralelos $19^{\circ} 00'$ y $19^{\circ} 06'$ latitud norte y los meridianos $96^{\circ} 02'$ y $96^{\circ} 08'$ longitud oeste (Fig. 1).

CLIMATOLOGÍA

Con base en los datos climáticos del Centro de Previsión del Golfo en Veracruz, Ver., que cuenta con anotaciones y promedio de más de 50 años, fue posible considerar el clima de la zona de estudio como "caliente-húmedo con lluvias en verano", correspondiendo al clima

A (W_2'') (W) (i) de la clasificación de García (1964).

La ubicación de dicho Centro, conocido como Instituto de Meteorología Náutica ($19^{\circ} 11' 25''$ latitud norte y $96^{\circ} 7' 25''$ longitud oeste) tiene especial interés, por encontrarse frente al Arrecife Hornos, con su estación hidrográfica sobre un pequeño muelle, a unos metros de las comunidades de "ceibadales" y donde se hicieron algunos cuadros de muestreo (Tabla 1).

ARRECIFES ESTUDIADOS

Los arrecifes situados al frente y al suroeste del Puerto de Veracruz (Fig. 1) se levantan de profundidades aproximadas a los 40 m, formando una extensa franja o zona arrecifal frente a Punta Coyol, de arrecifes, islas y bajos coralinos, entre los que se encuentran los de mayor superficie (hasta 5 km en su longitud mayor).

Emery (1963) expone las anotaciones recogidas en las cartas de navegación sobre materiales del fondo del litoral frente al Puerto de Veracruz y sugiere que los arrecifes constituyen la fuente moderna de sedimentos gruesos para la plataforma continental, siendo el más importante productor de detritus un coral madreporario y los productores secundarios, conchas de moluscos, algas calcáreas rojas y *Halimeda* (clorofita).

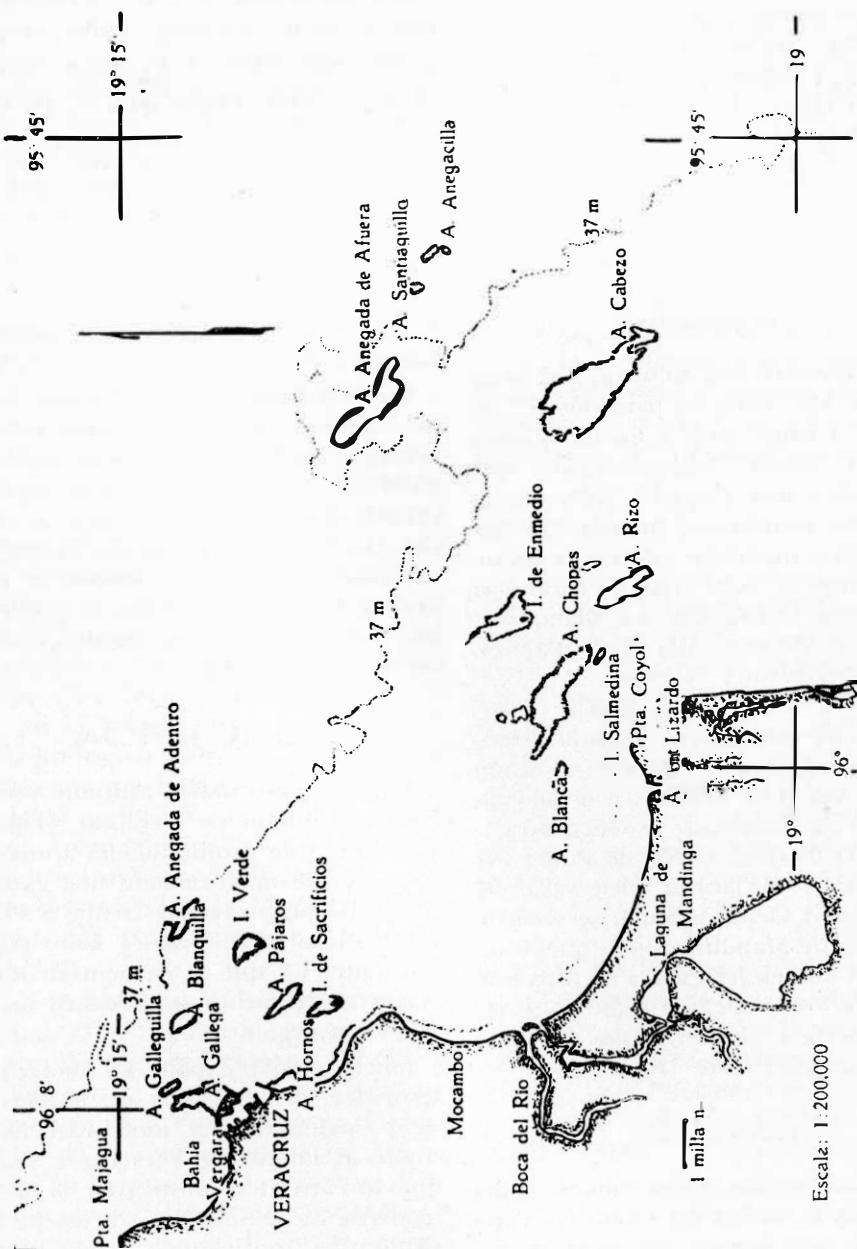


Fig. 1. Mapa que muestra los anecifes cercanos al Puerto de Veracruz, Ver., donde se localiza el área de estudio. (Tomado de la Carta Pesca P.H. 101-P.N.).

PRINCIPALES DATOS CLIMATICOS Y OCEANOGRAFICOS DE VERACRUZ, VER.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Temperatura media-estacional	pr.- 26.6				ve.- 27.4				ot.- 24.2		in.- 22.3		
media-mensual	21.5	22.1	23.4	25.2	27.0	27.5	27.3	27.6	27.2	26.3	23.9	22.3	25.1
agua mar superficial, media a las 8 horas	22.0	22.5	23.6	25.6	27.4	28.6	28.7	29.5	29.0	27.7	25.4	23.3	26.1
ambiente a la misma hora	21.3	21.6	23.3	25.6	27.3	27.4	26.9	27.5	27.2	26.1	24.3	22.5	25.1
Precipitación Pluvial media-mensual	19.2	15.6	13.5	18.9	65.0	272.0	341.8	283.0	339.7	169.5	72.2	26.6	1637.0
Vientos dirección dominante	N	N	N	E	E	E	E	E	N	N	N	N	NORTE
velocidad m/seg	8.1	7.9	8.1	5.2	3.9	3.5	3.1	3.5	6.4	7.3	8.0	7.8	7.7
"Nortes" porcentaje de días con "nortes"	35	38	29	22	19	15	14	15	34	39	33	35	27
No. con rachas de 18.1-29 m/seg	4	4	3	2	1	0.4	0.2	0.5	3	4	4	4	3.0
Insolación media-mensual en horas	152.8	159.2	173.5	174.0	193.3	192.7	192.1	204.3	160.9	179.2	138.9	136.2	2032.3
Humedad relativa del aire%	82	83	83	82	81	81	82	80	81	78	79	81	81
Salinidad red. 15° C. media-mensual g/l	34.5	35.7	35.9	35.8	35.7	35.0	31.9	32.8	34.1	33.8	35.2	35.5	34.7
máxima observada día/año	37.0 27/63	37.3 4/54	38.0 17/53	39.4 11/65	38.9 10/53	38.4 30/57	36.7 1/55	35.8 21/62	37.0 8/53	36.7 22/60	37.6 7/54	36.6 6/62	
mínima observada día/año	34.0 9/61	33.6 24/66	33.7 22/66	33.6 28/53	31.9 1/53	30.2 25/56	18.3 26/55	25.1 12/58	25.4 26/55	23.9 21/62	31.5 11/58	34.1 19/58	

Tabla 1. Datos climáticos y oceanográficos con promedio de 50 años (1917-1966), tomados por el Instituto de Meteorología Náutica de Veracruz, Ver. (19°11'25" lat. norte, 96°7'25" lon. oeste).

La principal característica física común entre los arrecifes de Veracruz es su posición y forma que, según las observaciones de Helprin en 1890 (Emery, 1963), son debidas a la dirección de llegada de las olas, correspondiendo a la

forma alargada de los arrecifes, en el sentido de noreste a suroeste.

Es sobre el borde o barrera coralina del lado noresteeste donde las olas altas que llegan desde la profundidad chocan y sufren una refracción muy aparente,

rodeando en su mayor parte a la media circunferencia delimitada por la barrera coralina noreste-este, zona que es conocida como lado de sotavento, donde la acción del oleaje es disminuida en gran parte, escapando la masa de agua a través de la porción central del arrecife por canales en ocasiones bastante anchos y ligeramente profundos, en forma de escurrimientos, otra vez al mar abierto por el lado de barlovento (suroeste-oeste).

En casi todos los arrecifes visitados se presenta una pequeña área que emerge hacia el sur del arrecife, donde el declive es más suave y la acción del oleaje es menor. Esta área emergida, en ocasiones está formada por montones de residuos como trozos de corales muertos y de conchas que forman arenas gruesas o grava de tamaño muy heterogéneo, como la pequeña superficie conocida como "Pellote" del arrecife Pájaros o el reducido bajo descubierto del arrecife Anegada de Adentro, que no alcanza ni 12 m² de superficie; pero en algunos arrecifes se forman pequeños cayos con superficies poco mayores de 500 m² y alturas de 1 a 8 m, los que son conocidos precisamente como islas, siendo el caso de la Isla de Enmedio, la Isla de Sacrificios y la Isla Verde, donde se desarrolla cierto tipo de vegetación y pequeñas playas (Figs. 2 y 3).

La parte central del arrecife delimitada por la barrera coralina de las aguas profundas rara vez tiene una profundidad mayor de 2 m, y en general conserva una profundidad promedio de 1.10 m, considerándose como la laguna del arrecife.

La relación entre el movimiento del agua de la parte oceánica a través del arrecife con la topografía tiene mucha importancia en la distribución por zonas de las comunidades, tanto alrededor (talud arrecifal) como en el centro del arrecife (laguna arrecifal). La zonación de este sistema litoral, según la termino-

logía de Perés (Olivier *et al.* 1966), se divide en los siguientes pisos o zonas:

1. Piso o zona supralitoral;
2. Piso o zona mediolitoral, intermareal o intercotidal;
3. Piso o zona infralitoral, eulitoral o parte de la zona sublitoral de Díaz-Piferrer (1967); y
4. Piso o zona circalitoral, resto de subzonas de la zona sublitoral de Díaz-Piferrer (1967).

1. La zona supralitoral se encuentra sobre el límite superior de las mareas más altas y determina la frontera de vegetación terrestre, sujeta a la acción de marejadas, viento marino o aspersión del oleaje y huracanes.

2. Esta segunda zona está entre el límite superior de la pleamar (marea alta) y el inferior de la bajamar (marea baja). Esta zona de mareas presenta un ciclo diario y estacional, afectando la temperatura, humedad, salinidad e insolación con cambios constantes y bruscos, presentándose una flora y fauna tolerante a dichos cambios.

3. La zona infralitoral se localiza desde el límite inferior de la bajamar máxima hasta donde desaparecen las zostéricas o en este caso los "ceibadales" principalmente de *Thalassia testudinum*.

4. La zona circalitoral empieza donde termina el borde de crecimiento de los "ceibadales" (*Thalassia*), hasta el límite de la plataforma continental, siendo la luz el principal factor que permite o limita el establecimiento de la flora bentónica (algas principalmente) en este piso del litoral.

Las 4 zonas del sistema litoral de Perés se encuentran representadas por diversas comunidades presentes en todos los arrecifes visitados. Dentro de las comunidades bien representadas en los arrecifes, frente al Puerto de Veracruz, se

estudiaron sólo los "ceibadales" o las comunidades relacionadas con éstos. Las comunidades son nombradas en forma general por las especies dominantes, considerándose las siguientes:

1. *Acropora palmata*;
2. *Diploria* sp;
3. *Thalassia-Diploria*;
4. *Thalassia-Povites*;
5. *Thalassia testudinum*; y

6. Psamófila de *Halimeda-Caulerpa-Rhipocephalus*.

Generalmente, estas comunidades se presentan en el orden señalado, del borde coralino y parte más profunda de la laguna a la porción más somera del centro del arrecife o donde principia la elevación de la parte emergida o playa, si existe; pero pueden encontrarse en cualquier lugar del arrecife, formando inclusive complejas combinaciones, co-



Fig. 2. Acción erosiva del mar en la línea de playa hacia el noreste de Isla de Enmedio, Ver., donde sólo se observa creciendo la pionera *Sesuvium portulacastrum*.

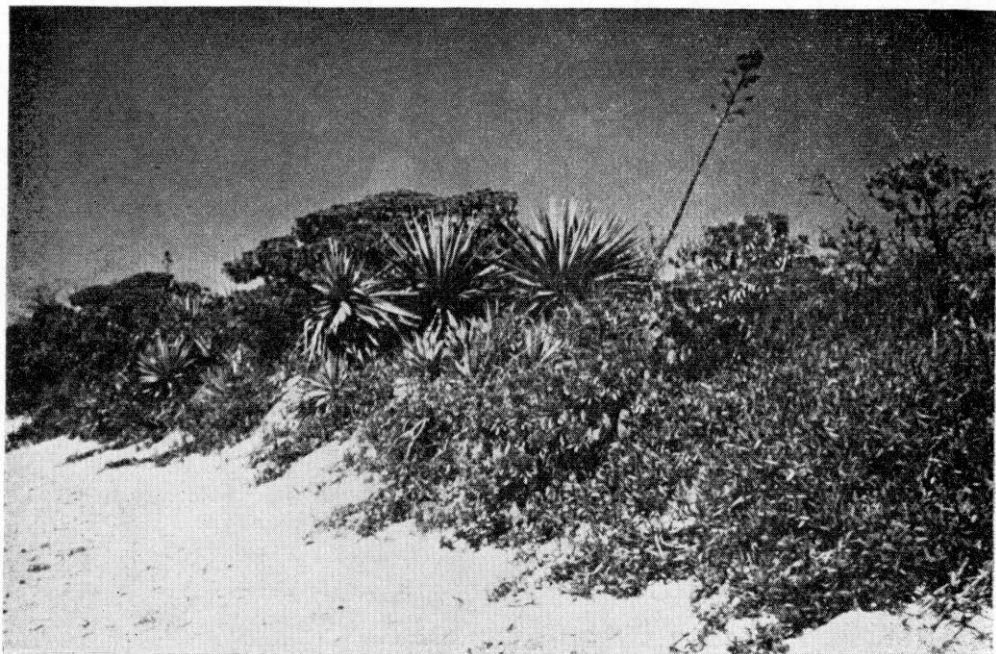


Fig. 3. Principal vegetación de Isla Verde, Ver., hacia la playa oeste, observándose en primer plano un manchón de *Sesuvium portulacastrum* y arbustos de *Tournefortia gnaphalodes* junto con *Agave angustifolia*.

mo resultado del efecto variado de las corrientes, la acción de las olas y las características del fondo (Fig. 4).

Las partes emergidas o islas de los arrecifes estudiados se caracterizan por presentar un tipo de vegetación que, según la clasificación de Miranda y Hernández (1963), se conoce como "vegetación de dunas costeras". La vegetación terrestre de estas zonas es importante con relación a las comunidades marinas circundantes, ya que interviene en la estabilización de las partes emergidas de los arrecifes, que a su vez delimitan el desplazamiento de las comunidades marinas cercanas.

Entre los arrecifes visitados que presentan posibilidades de desarrollar un tipo de vegetación, se encuentran los arrecifes La Blanquilla, Isla Verde, Isla de Sacrificios e Isla de Enmedio.

El arrecife la Blanquilla es escaso en vegetación terrestre, seguramente por su

posición septentrional, siendo el primero en recibir los fuertes vientos de los "nortes" y también porque presenta el área emergida más pequeña y de poca altura (1.80 m como máximo) entre todos los arrecifes mencionados, cambiando de forma y proporción de superficie constantemente y creando así un medio inestable para el crecimiento de formas vegetales terrestres. Debido a la frecuencia de temporales con marejadas fuertes, se llegan a encontrar normalmente de uno a tres arbustos achaparrados (90 cm de altura como máximo), de la borraginácea *Tournefortia gnaphalodes* hacia la porción más protegida del cayo en la parte sur, muy cerca del faro donde se localizan cortos estolones en crecimiento de *Ipomoea stolonifera* y de *Sesuvium portulacastrum*. Sólo en la época más favorable del año se llegan a encontrar otras especies, pero su presencia es temporal.

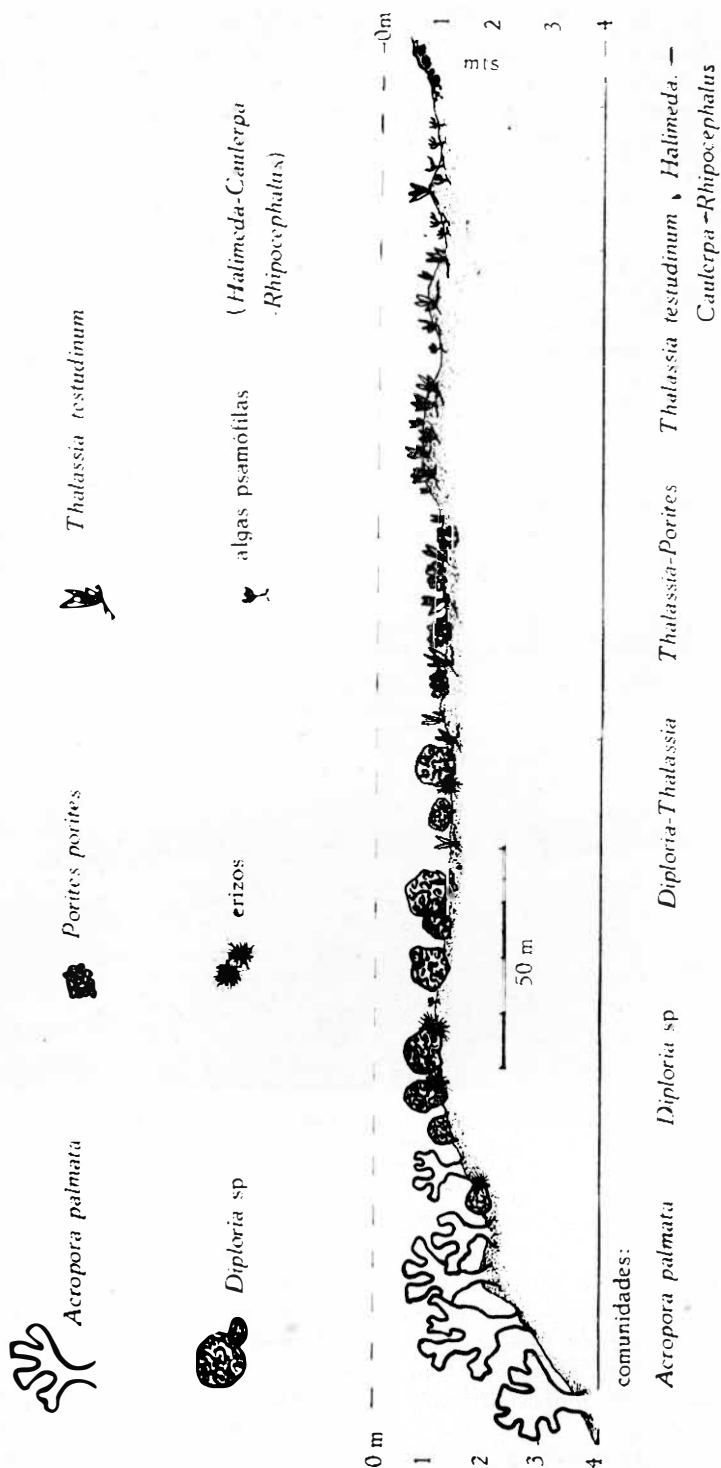


Fig. 4. Sección diagramática que representa la zonación general de las principales comunidades marinas en la porción lagunar de los arrecifes frente al Puerto de Veracruz, Ver.

De las tres islas cercanas al Puerto de Veracruz, Isla Verde es la única que se conserva en condiciones más naturales en cuanto a su flora terrestre, con una vegetación poco perturbada por la actividad humana, a diferencia de la de Sacrificios y la de Enmedio, que se encuentran habitadas por las personas encargadas de los faros, además de ser muy visitadas por vacacionistas. Estas dos últimas islas tienen zonas con plantas cultivadas (herbáceas en su mayoría) y arborescentes, entre las que destaca *Casuarina equisetifolia*.

ISLA VERDE

Es un cay situado en el extremo sur de un arrecife de 1 km de largo y 700 m de ancho en su parte central. La

arena blanca con abundancia de trozos de coral y conchas, y se eleva sobre el nivel del mar, desde 80 cm. hasta cerca de 6 m, donde varias plantas de *Pandanus* sp y *Randia lacteovirens* (Fig. 6) retienen la arena empujada por los vientos del norte que llegan directamente, y forman un montículo más alto que los del resto de la isla. Frente a este montículo, hacia el norte, se localiza una depresión sin vegetación, muy aparente por delimitar la vegetación principal de la Isla Verde, formada por *Tournefortia gnaphalodes* y *Agave angustifolia* (Figs. 3 y 8). El borde más externo de esta vegetación está formado por las pioneras *Euphorbia buxifolia* y *Sesuvium portulacastrum* que intervienen activamente en la fijación de pequeñas dunas

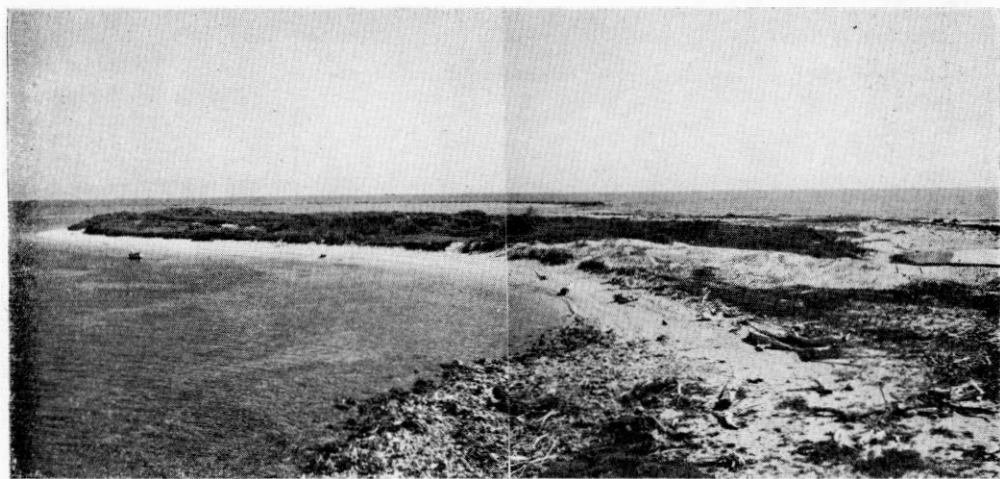


Fig. 5. Vista desde el faro de Isla Verde, Ver., observándose la mayor parte de la isla, con su vegetación que se distribuye hacia la punta norte. En el primer plano se distingue una bahía y a la derecha la "laguneta".

porción emergida en su longitud mayor, tiene 300 m y en la parte más ancha 170 m, lo que le da una forma alargada, con dos pequeñas bahías opuestas que la estrechan en la parte media; una se localiza al noreste y la otra al suroeste, al final de la cual se encuentra un faro (Fig. 5).

El sustrato de la isla está formado por

(Fig. 7). Se conocen 26 especies terrestres, algunas de las cuales constituyen asociaciones importantes que determinan una zonación muy aparente de la vegetación (A. Lot-Helgueras, en preparación).

La barrera coralina que encierra a la laguna central se interrumpe en la porción este en forma muy aparente, cons-



Fig. 6. Parte más alta de Isla Verde, Ver., con *Pandanus* sp y *Randia laetevirens* que intervienen en la fijación de dunas.

tituyendo una boca de casi 50 m, enfrente de la cual, hacia la laguna, se localiza una fosa de un poco más de 10 m de profundidad. La posición de esta entrada tiene significativa importancia en la distribución de las comunidades dentro del arrecife, ya que se establece una corriente de la zona oceánica hacia la laguna por medio de canales en dirección NE-SW, determinando la ausencia de "ceibadal" en dichos canales y formando los "parches" o "manchas" de esta vegetación submarina (Fig. 9).

ARRECIFE PÁJAROS

Se localiza entre Isla Verde e Isla de Sacrificios, más cerca a esta última de la que está separada solamente por un angosto y peligroso canal de 300 m de ancho y de 18 de profundidad.

El arrecife Pájaros tiene una marcada forma alargada, con una longitud de casi 1 milla náutica (1750 m) por 670 m en su parte más ancha, presentando un pequeño "pellote" conocido como "Pellote Pájaros" hacia el SW, de 25 m



Fig. 7. Pequeñas dunas parcialmente inmovilizadas por *Euphorbia buxifolia* en la parte noroeste de Isla Verde, Ver. Al fondo destaca un almendro introducido (*Terminalia catappa*) entre los arbustos de *Tournefortia gnaphalodes*.



Fig. 8. En primer plano: el desarrollo de ramas nuevas de *Tournefortia gnaphalodes* sobre la arena. Al fondo: *Terminalia catappa*, solitario en la parte este de Isla Verde, Ver.



Fig. 9. Vista de la playa oeste de Isla Verde, Ver., con su pequeña bahía, donde se observan manchas oscuras que corresponden a los "parches" densos del "ceibadal" de *Thalassia* a una profundidad media de 70 cm. Nótese la línea entre mareas.

de extensión, que queda cubierto con la marea alta casi en su totalidad. El borde coralino es muy denso, especialmente hacia las porciones noroeste, junto al faro y noreste, con gran crecimiento de coral viviente que se interna hacia la laguna del arrecife, haciendo difícil la navegación en bote; su profundidad media es mayor de 70 cm sólo en la porción hacia el SE, donde las cabezas de coral son menos abundantes y factible la navegación.

La forma, tamaño y algunas condiciones físicas de este arrecife, lo asemejan grandemente al arrecife Anegada de Adentro, que es el más alejado de la costa frente al Puerto de Veracruz.

ARRECIFE HORNOS

Este arrecife debe considerarse aparte de los demás, en cierta forma, ya que por su situación frente a la costa ha sido aprovechado por el hombre desde hace

algunos años, cuando se construyó un rompeolas y parte del malecón, resultando una fuente directa de materiales rígidos para la construcción y protección del Puerto.

El borde del arrecife Hornos corre a lo largo de la línea costera, a partir del rompeolas sur que protege y limita la entrada al Puerto, siendo el arrecife de la Gallega el equivalente del lado norte sobre el otro rompeolas. La longitud del A. Hornos no está bien delimitada, por su crecimiento discontinuo; pero constituye una ancha franja de 500 m entre la zona del rompeolas sur y Punta Hornos. La barrera coralina se compone en la actualidad de corales muertos en su mayoría, que han sido grandemente perloradas por anélidos y pelecípodos, así como grupos de erizos, en su porción interna. La laguna, en zonas, es más profunda (3 a 5 m) por el dragado continuo para mantener un canal central

por donde transitan los botes de los pescadores a los muelles.

La actividad humana en este arrecife tiene mucha importancia en el desarrollo y limitación de las comunidades.

OTRAS ZONAS

Además de la zona arrecifal descrita, se recorrió el sistema estuarino que for-

ma la Laguna de Mandinga y que tiene influencia marina directa, con posibilidad de desarrollo de "ceibadales" presentes en los arrecifes cercanos. La descripción precisa en la Laguna de Mandinga con sus tipos de vegetación puede consultarse en el trabajo de Vázquez-Yanes (1971), que se presenta en este número.

LA VEGETACIÓN MARINA

MATERIAL Y MÉTODOS

SELECCIÓN DE ZONAS

Se recorrieron en un principio los arrecifes situados frente al Puerto de Veracruz, con el objeto de realizar observaciones generales sobre las condiciones del hábitat en cuanto a profundidad, transparencia del agua, tipo de sustrato y biota dominante en cada arrecife, colectándose las principales especies vegetales y animales de las comunidades de "pastos marinos".

Con base en estos recorridos se escogieron tres zonas arrecifales representativas (Isla Verde, arrecife Pájaros y arrecifes Hornos), ya que se observó que en general los ocho arrecifes situados frente al Puerto presentan condiciones ecológicas muy semejantes, lo que trae como consecuencia una similitud en las especies vegetales y animales sésiles, presentes prácticamente en todos los arrecifes cercanos a Veracruz.

DATOS DE CAMPO

La metodología de campo utilizada en los arrecifes seleccionados consistió básicamente en secciones (transectos) para conocer en forma general la zonación según la profundidad y tipo de fondo, así como en cuadros de 1 m² con el fin de obtener datos comparables abióticos y de sociabilidad entre los diferentes "ceibadales". Se trazaron 3 secciones para los tres arrecifes representativos que se lo-

calizan en las figuras 22, 25 y 27. En los cuadros se anotaron las siguientes observaciones comparativas:

- Fecha/hora
- Localidad del cuadro
- Profundidad
- Tipo de fondo
- Turbiedad
- Dirección del viento
- Corriente apreciable dentro del cuadro
- Grado de protección del área
- Topografía general y topografía del cuadro
- Fanerógama dominante:
 - a) Color de la hoja
 - b) Epifitismo en la hoja
 - c) Profundidad del rizoma
 - d) No. de grupos foliares dentro del cuadro

Fanerógama subdominante
Algas asociadas presentes en el cuadro.

Además, dentro de cada cuadro se obtuvieron muestras de sedimento (de 20 cm³ aprox.), en cinco puntos distantes, por medio de un tubo de plástico transparente de 30 cm de largo x 3.3 de boca. Succionando con un tapón sujeto a una varilla, se observó la estratificación aparente de los sedimentos, se mezclaron las cinco muestras y se guardaron en una bolsa de plástico para la determinación

posterior de carbonatos y materia orgánica.

Por último, se levantaron 929.03 cm² (1 pie cuadrado), de la fanerógama dominante (hojas, rizoma y raíces), presente en el cuadro, para expresar su biomasa en peso seco por área de superficie.

La determinación de la turbiedad se valoró en tres grados usando el disco de Secchi, según la escala de Gómez-Aguirre (1965):

- a) Aguas claras con visibilidad de 1 m o más
- b) Aguas con transparencia media entre 0.51 y 0.99 m; y
- c) Aguas turbias con visibilidad menor de 0.50 m.

La dirección de la corriente fue apreciada con la ayuda de una pequeña lámina de corcho amarrada con fuerte hilo a un extremo del marco de bronce que nos delimitaba el metro cuadrado, dándonos una idea comparable de la velocidad, al cronometrar el tiempo en que el corcho llegaba de un extremo a otro del marco. Este sencillo método se realizó en todos los cuadros, gracias a la facilidad que nos ofrecía la poca profundidad de las aguas.

El grado de protección del área es un punto que se consideró importante en el establecimiento y desarrollo de la comunidad, especialmente entre los vegetales y animales sésiles de la zona, por lo que se dan a conocer las características de protección de cada área en la forma más objetiva posible, según la siguiente escala:

- a) Área muy protegida (por 3 a 4 costados);
- b) Área semiprotegida (por 2 costados);
- c) Área poco protegida (por 1 costado); y
- d) Área expuesta.

En Isla Verde se estableció el 11 de noviembre una estación localizada en la laguna del arrecife a 17.30 m de la playa (con nivel medio de marea), hacia el suroeste de la Isla y a 70 m aproximadamente del faro en dirección norte, precisamente a unos metros de donde se estableció uno de los cuadros el 14 de octubre (Fig. 22).

El objeto de la estación fue para conocer la variación diurna de oxígeno disuelto en una comunidad representativa de esta zona, donde el "ceibadal" de *Thalassia testudinum* es más o menos denso, en ciertas condiciones ambientales, dadas por la época del año. Se usó el método de Winkler modificado por Strickland y Parsons (1960), que procura el mínimo de error en cuanto a turbulencia al tomar la muestra de agua, siendo muy práctico en estas zonas de poca profundidad. El aparato utilizado para estos fines consiste en un pequeño soporte de madera donde se aseguran tres frascos de acabado esmerilado, con tapones de hule, y se comunican en forma tal que, al sumergir el aparato debidamente anclado y equilibrado, se llenen uno a uno los frascos, quedando el primero en las condiciones más semejantes al medio ambiente, al desaparecer el efecto de burbujeo.

Junto con cada colecta se anotaron las siguientes observaciones:

Hora,

Temperatura ambiente en grados centígrados,

Temperatura del agua a nivel de la colecta en grados centígrados,

Dirección del viento,

Profundidad (para conocer la variación de la marea),

Corriente apreciable.

pH del agua,

pH del sedimento, y

Observaciones generales (nubosidad, insolación, lluvias, etcétera).

También, en Isla Verde, se tomaron muestras de agua para conocer la salinidad de la laguna interna del arrecife.

La mayor parte de las fotografías fueron tomadas por el autor con una cámara submarina Nikonos de 35 mm.

Todo el material colectado se depositó en el Instituto de Investigaciones Médico-Biológicas de la U. V., incluyendo duplicados de los ejemplares de herbario de fanerógamas marinas y terrestres, cuyos originales se encuentran en el Herbario Nacional, Instituto de Biología, de la UNAM (MEXU).

ANÁLISIS DEL SEDIMENTO

Las muestras de sedimento se separaron en tres porciones, una para determinar la proporción de carbonato de calcio, otra para materia orgánica y la última para conocer la salinidad del sedimento.

El carbonato de calcio se determinó bajo un método sencillo, partiendo de la base general del utilizado en el Instituto de Geología de la UNAM, para las muestras marinas, que consiste fundamentalmente de los siguientes pasos:

1. La muestra es molida parcialmente con el fin de lograr un tamaño uniforme en las partículas del sedimento:
2. Se seca en la estufa y se pesa 1 gr de la muestra:
3. Se le agregan 50 ml de ácido clorhídrico 0.1 N, calentándose ligeramente, teniendo cuidado de no evaporar nada del ácido:
4. Se enfría a la temperatura ambiente y se le agrega un poco de indicador de fenolftaleína, y
5. Con una solución 0.1 N de hidróxido de sodio se titula la muestra hasta que aparece una coloración rosa (virado), haciéndose la lectura correspondiente del gasto de sosa.

Se siguió el método de Walkley y Black (1934) para determinar la materia orgánica presente en el sedimento, en el que se valora por titulación como en el método anterior.

La última parte de las muestras se utilizó para conocer la salinidad del suelo por medio del clásico procedimiento de titulación con nitrato de plata (Jackson, 1964).

Esta parte del trabajo referente al tratamiento del sedimento se realizó en el laboratorio de Edafología de la Facultad de Ciencias en la UNAM.

ANÁLISIS DEL AGUA

La clorinidad de las muestras de agua fue valorada por el método de Mohr (Barnes, 1959). La determinación del oxígeno disuelto en el agua de mar fue realizada según el método de Winkler modificado (Strickland y Parsons, 1960) como se mencionó anteriormente.

TRATAMIENTO DE FANERÓGAMAS MARINAS

La parte levantada (929.03 cm²) de fanerógama dominante en cada cuadro fue tratada siguiendo el método conocido como "standing crop" descrito por Burkholder *et al* (1959) y que consiste básicamente de los siguientes pasos:

1. Se obtienen las plantas completas (raíces, rizomas y hojas) que cubren una superficie conocida (929.03 cm²):
2. con la ayuda de un tamiz se lavan, de preferencia con el agua de mar de la zona donde se colectaron, tratando de quitar partículas de arena, restos de esqueletos animales y la mayor parte de las algas epífitas, que representarían un error en el peso total;
3. se secan en un horno entre 100 y 105°C durante una hora aproximadamente, y

4. se pesan por separado las diferentes partes de la fanerógama. De esta for-

ma se obtienen valores de biomasa en los "ceibadales".

LA VEGETACIÓN DE "PASTOS MARINOS"

La vegetación marina en el área estudiada se encuentra constituida por un número relativamente grande de algas bentónicas, epifitas, algunas pocas pelágicas y por los "pastos marinos" o "ceibadales" con menor número de especies, pero ocupando importantes extensiones dentro de las zonas del arrecife.

La flora ficológica que se tomó en cuenta en el presente estudio está formada únicamente por las especies de algas que se asocian a los "ceibadales" o por aquellas que habitan los límites de crecimiento de las fanerógamas y que pueden tener influencia en procesos sucesionales dentro de la comunidad de "pastos marinos". Estas algas son llamadas psamófilas por desarrollarse sobre sustrato inestable; además, dependen del tipo de sedimento y cantidad de luz presente. Deben ser consideradas en la formación de "ceibadales", con arena o gravilla *Halimeda* y en fango *Penicillus*, como discute Margalef (1961) al interpretar el "ceibadal" de *Thalassia testudinum* como clímax de 2 sucesiones o series convergentes según el tipo de sustrato, conservando las etapas finales algunas diferencias. En algunas zonas de los arrecifes de Veracruz esto puede ocurrir con *Rhipocephalus* en lugar de *Penicillus*; pero es necesario investigar más el problema.

Dentro de las fanerógamas marinas, la especie más importante es *Thalassia testudinum*, según los valores registrados en cuanto a número de grupos foliares y peso seco de las partes vegetativas, siendo además la única que se presenta en la parte central (laguna) de todos los arrecifes visitados, aunque en algunos de

ellos, como en el arrecife Galleguilla y el arrecife Anegada de Adentro, presenta un crecimiento muy raquítico y esparcido con pequeños grupos foliares de hojas que difícilmente alcanzan los 9 cm de longitud (Tablas 2 y 3).

Las poblaciones de *Thalassia testudinum* rara vez se asocian con otros "pastos marinos"; pero en zonas de cierta profundidad, entre 1.80 y 2.50 m, donde es abundante el "ceibadal" de *Syringodium filiforme*, llegan a entremezclarse en sus límites de crecimiento (Fig. 10).

En las partes más someras es el "ceibadal" de *Halodule wrightii* el más frecuente, donde las condiciones ambientales sufren variaciones más extremas en cuanto a temperatura y salinidad, afectando indirectamente otros factores que se suman e intervienen positivamente en la presencia de ciertas especies y en el grado de desarrollo de las mismas. Este punto tiene especial importancia en fanerógamas de hojas con mayor longitud, ya que llegan inclusive a quedar expuestas en las mareas más bajas, como ocurre con los ápices o partes terminales de las hojas más largas de *Thalassia*, que con frecuencia se encuentran sin la coloración verde característica por su abundante contenido de clorofila, que para Margalef (1961) indica un grado de vitalidad o intensidad de crecimiento.

Por otro lado, es común encontrar fragmentos de hojas de diferentes edades a la orilla de las playas, especialmente después de los "nortes" más fuertes y normalmente hacia finales de verano e invierno. Esto es debido a diferentes causas, que seguramente confluyen hacia esas épocas del año. Una de ellas, quizá la de mayor importancia, es discutida

TABLA 2

FANERÓGAMAS MARINAS DE LAS ZONAS VISITADAS EN VERACRUZ

zona	dominante	subdominante	otras
Arrecife Blanquilla	<i>Thalassia testudinum</i>		<i>Halophila decipiens</i> var. <i>pubescens</i>
Arrecife Galleguilla	<i>T. testudinum</i>		
Arrecife Gallega	<i>T. testudinum</i>		
Arrecife Hornos	<i>T. testudinum</i>	<i>Halodule wrightii</i>	<i>H. decipiens</i> var. <i>pubescens</i> y <i>Syringodium</i> filiforme.
Isla de Sacrificios	<i>T. testudinum</i>		
Arrecife Pájaros	<i>T. testudinum</i>	<i>S. filiforme</i>	<i>H. wrightii</i>
Isla Verde	<i>T. testudinum</i>	<i>H. wrightii</i>	
Arrecife Anegada de Adentro	<i>T. testudinum</i>		
Isla de Enmedio	<i>T. testudinum</i>	<i>S. filiforme</i>	<i>H. wrightii</i>
Laguna de Mandinga	<i>Ruppia maritima</i>		

TABLA 3

D. ATOS DE PRODUCTIVIDAD EN LOS CEIBADALES
DE LOS CUADROS DE LAS DIFERENTES LOCALIDADES

Localidad y tipo de fondo	"Ceibadal"	Nº de grupos foliares en 929.03 cm ²	Peso seco en gramos por hojas	929.03 cm ² rizomas y raíces	total de hojas rizomas y raíces
I. Verde (SW)					
(Arenoso)	<i>Thalassia</i>	16.7	33.4	44.1	77.5
A. Pájaros (SW)					
(Arena fina)	<i>Thalassia</i>	18.0	32.2	10.4	42.6
A. Pájaros (SW)					
(Arena fina)	<i>Syringodium</i>	10.3	6.5	5.9	12.4
A. Pájaros (E)					
(Grava)	<i>Syringodium</i>	9.8	7.9	3.3	11.2
A. Hornos (NW)					
(Arenoso limoso)	<i>Halodule</i>	7.4	1.2	0.8	2.0
A. Hornos (NW)					
(Arenoso limoso)	<i>Halophila</i>	3.6			0.429

por Tomlinson y Vargo (1966) al afirmar que cuando las hojas viejas de *Thalassia* alcanzan una cierta longitud prontamente se rompen en la base, donde se encuentra la zona transitoria del limbo y la vaina aunándose a esto en ocasiones partes de "tallos cortos" (tallos verticales que parten del rizoma) con grupos de hojas, ya que cuando los "tallos cortos" tienen un gran desarrollo (alcanzando hasta 10 cm) su adhesión al rizoma se debilita y acaba por romperse. Además de este proceso natural de crecimiento existen otros fenómenos que intervienen en la rotura y desprendimiento de las hojas de "ceibadales", como la actividad de pequeños vertebrados y algunos invertebrados de cierto peso que frecuentemente reptan para alimentarse, entre los grupos foliares que sobresalen del sedimento.

Halophila decipiens var. *pubescens* fue el "ceibadal" que se localizó siempre a

mayor profundidad, siendo quizá este el mayor inconveniente que se presentó para determinar su distribución, encontrándolo en el arrecife Hornos entre 3 y 5 m de profundidad (a los lados del canal dragado) y a 10 m de profundidad al SW del arrecife la Blanquilla, donde fueron colectados algunos ejemplares por el doctor Alejandro Villalobos en marzo de 1968, formando pequeñas "manchas" no mayores de 5 m de superficie, sobre arena muy fina.

En la distribución general de los "ceibadales" en los arrecifes estudiados no parecen intervenir ni el contenido de carbonato de calcio, ni la materia orgánica, ni la proporción de salinidad en el sedimento, ya que se encuentran en proporciones iguales en los diferentes arrecifes, con diferencias muy pequeñas que pueden tener cierto significado solamente en la zonación y desarrollo de las distintas especies de "pastos marinos".



Fig. 10. Límites de crecimiento donde se mezclan *Thalassia testudinum* (fondo) y *Syringodium filiforme* (primer plano) en la Isla de Enmedio, Ver. Nótese la dirección de las hojas por el continuo flujo y reflujo del mar.

A los datos relacionados con salinidad y temperatura que se tomaron durante el presente estudio se suman los registrados en el Instituto de Meteorología Náutica de Veracruz (Tabla 1), para determinar la variación estacional, con valores máximos y mínimos, considerando que la zona arrecifal frente al Puerto de Veracruz presenta buenas condiciones para el desarrollo de "pastos marinos", según exponen Phillips (1960) y Moore (1963), quienes piensan que los valores óptimos para el desarrollo y distribución de fanerógamas marinas, principalmente *Thalassia testudinum*, en las costas de Estados Unidos de América, son una temperatura entre 20 y 30°C y una salinidad que va desde 25 a 40 g/l, determinando los extremos una condición limitante del crecimiento a lo ancho y a lo largo de las hojas. En general, los factores limitantes discutidos por los autores anteriores en las áreas de Florida, principalmente, son los que rigen en las zonas típicamente arrecifales como la estudiada, aunque en ésta hay que tomar muy en cuenta los vientos de cierta velocidad, principalmente del norte y del este que tienen influencia en los factores limitantes de los "ceibadales" considerados para Veracruz: temperatura, turbiedad, corriente y acción de las olas.

La profundidad, para algunos autores como Moore (1963), es tomada en cuenta como otro factor aparente; ocurre lo mismo con el importante factor luz que depende de la profundidad y grado de turbiedad de las aguas. Indudablemente que la interacción de todos estos factores son los que determinan la distribución y desarrollo de las diferentes especies de "ceibadales".

En la distribución de las fanerógamas marinas debe ser tomada muy en cuenta la dispersión de las plantas por medio de frutos y semillas, en las que llegan a intervenir no sólo las corrientes marinas, sino algunos animales como el pez *Hemirhamphus brasiliensis*, que es frecuente

en los arrecifes de Veracruz, así como también por el crecimiento vegetativo tan importante en dichas plantas para la colonización de nuevas áreas, aunque los rizomas u otras partes vegetativas que se desprenden son incapaces de regenerar una planta, según las observaciones de Tomlinson y Vargo (1966). Con relación a estos puntos es importante mencionar la suposición de McMillan y Moseley (1967) de que *Thalassia* y *Halodule*, en el Golfo de México, son resultado de la reproducción vegetativa de un simple genotipo, por la infrecuente y aparentemente nula reproducción sexual de estas plantas en las bahías de Texas. Esto, sin embargo, no debe ser considerado en los arrecifes de Veracruz, en donde intervienen procesos sexuales con formación de semillas viables.

El "ceibadal" de *Ruppia maritima*, debe ser tratado en forma especial; esta especie se menciona como típico "pasto marino" de las costas de Norteamérica, especialmente Florida (Thorne, 1954; Humm, 1956; Hoese, 1960; Phillips, 1960; Moore, 1963; McMillan y Moseley, 1967), ya que en el área de Veracruz estudiada nunca se encontró en aguas marinas, sino sólo en zonas de la Laguna de Mandinga con cierta salinidad, pero que nunca alcanzan los valores de concentración de las aguas marinas circundantes o de los arrecifes cercanos. Por el trabajo de McMillan y Moseley (1967), se sabe que esta fanerógama tolera una amplia variación de salinidad, encontrándose tanto en aguas dulces, como salobres y marinas, donde llega a competir con *Halodule* y *Thalassia*. Se encontró en la Laguna Larga y porción sur de la Laguna Chica de Mandinga, a profundidades no mayores de 1 m, formando "ceibadales" muy densos que llegan a ocupar extensiones hasta de 250 m de longitud en franjas de 5 a 15 m de ancho, frente al borde del manglar o línea de playa.

OBSERVACIONES GENERALES DE LAS COMUNIDADES

Una zona de los arrecifes de Veracruz se encuentra ocupada por comunidades de fanerógamas marinas. El "ceibadal" de *Thalassia testudinum* es el más importante, ya que ocupa mayores extensiones.

Isla Verde representa uno de los arrecifes más protegidos, donde *Thalassia* forma los "ceibadales" más densos, ocupando prácticamente todo el fondo interno del arrecife, con algunos "parches" mayores de 60 m de superficie. En estas áreas el autor realizó las observaciones más interesantes de la fauna macros-

disminuyen entre los "ceibadales" de *Thalassia* y también sobre la feofita *Padina variegata*, donde obtienen su material nutritivo, ya que al examinar el contenido intestinal de estos moluscos se encontraron partes de *Thalassia* no digeridas completamente y de algas al parecer epífitas no identificadas.

Los equinodermos más comunes entre el "ceibadal" de *Thalassia*, son los erizos *Lytechinus variegatus* y *Tripneustes ventricosus*, que son fácilmente confundidos por estar cubiertos con fragmentos de hojas de dicha fanerógama y en ocasio-



Fig. 11. *Aplysia* sp adulta, reptando sobre el "ceibadal" de *Thalassia testudinum*, donde realiza parte de su actividad alimenticia, en Isla Verde, Ver.

cópica acompañante del "ceibadal" entre las que sobresalen invertebrados que reptan sobre las hojas y el sedimento. El molusco *Aplysia* sp (Fig. 11) hacia finales de la primavera se encuentra en forma abundante cuando los rayos solares

nes por algas y trozos de conchas que según las observaciones de Voss y Voss (1955) los protegen de la fuerte iluminación en aguas de poca profundidad; parece ser que durante sus actividades alimenticias rompen muchos limbos, con-

tribuyendo a la fragmentación tan aparente de las hojas. Con relación a dichas actividades nutricionales, Wood *et al* (1969) discuten que los restos de "ceibadal" presentes en el tracto digestivo de estos erizos no son digeridos completamente y que forman sólo una parte de su alimentación. Otros equinodermos que se observaron, aunque no tan frecuentemente, fueron las estrellas de mar de la especie *Linckia guildingi*, que se protegen escondiéndose durante el día.

Una especie no identificada de nudibranquio es muy frecuente entre el follaje denso de *Thalassia*, así como pequeños gasterópodos entre los que destaca *Cerithium variabile*.

Entre las esponjas existen dos especies que ocasionalmente se encuentran en la comunidad de *Thalassia*: son frecuentes en zonas regularmente protegidas donde las corrientes limitan un desarrollo denso del "ceibadal", como en la porción sureste del arrecife de Isla Verde, en la que se encuentran la esponja amarilla *Neopetrosia longleyi* (Fig. 16), y secundariamente *Haliclona rubens*, esponja roja que en ocasiones se desarrolla alrededor de hojas de *Thalassia* a las que aprisiona en la región media o basal del limbo.

Entre los peces más abundantes en todas las épocas del año están los "gini-guaros" de la especie *Halichoeres bivittatus* (Fig. 12), pequeños lábridos que se alimentan en parte de invertebrados que usualmente se localizan entre el follaje de *Thalassia* y *Syringodium*, así como en sus sedimentos. En consecuencia, estos peces recortan y fragmentan las hojas.

Ya entrada la primavera son comunes pequeños cardúmenes de las formas juveniles de *Abudefduf saxatilis* (Fig. 12); *Ocyurus chrysurus* (Fig. 13) *Sphyræna barracuda* (Fig. 14) y, secundariamente, *Pomacanthus* sp (Fig. 15); *Chaetodon* sp (Fig. 17); pequeños "peces pipeta"

Syngnathus sp, así como algunas formas adultas de la especie *Hemiramphus brasiliensis* L., que tiene particular interés, ya que se alimentan exclusivamente de hojas de *Thalassia* en determinada época del año, según las observaciones de Burckholder *et al* (1959) y además porque interviene en la diseminación de frutos y semillas.

En el sedimento donde crecen los "ceibadales" se desarrolla una fauna macroscópica y una microscópica muy abundantes. O'Gower y Wacasey (1967) comunican datos de interés acerca del número de especies de invertebrados en las comunidades de *Thalassia* y *Halodule*, comparadas con la proporción de invertebrados psamófilos que habitan en la arena sin vegetación. Colectaron 300 muestras de 15 cm³ en dos áreas de Florida con diferente proporción en el flujo de marea, durante mayo y junio de 1965:

	<i>Halodule</i>	<i>Thalassia</i>	Arena sin "ceibadal"
Cayo Biscayne	117 esp.	133 esp.	33 esp.
Cayo Virginia	75 esp.	101 esp.	29 esp.

La relación proporcional a cada medio es evidente, apareciendo solamente 9 especies comunes en todos los medios y 91 especies de anélidos poliquetos, siendo éstos los más abundantes.

En Veracruz las especies macroscópicas más importantes que se encontraron siempre cerca de los rizomas y raíces de *Thalassia*, fueron: hemicordados de *Balanoglossus* sp, varias especies de poliquetos y moluscos lamelibranquios, entre los que destacan las "almejas blancas" *Codakia orbicularis*, *Anodontia alba* y *Semele proficua*, representadas en la figura 18.

Sobre las hojas de *Thalassia*, además de encontrarse comúnmente formas epi-



Fig. 12. Formas juveniles de *Abudedefduf saxatilis* y *Halichoeres bivittatus* (de franjas longitudinales) que es un fuerte depredador de las hojas de *Thalassia*. Nótese el sustrato tan grueso donde se desarrolla en ocasiones dicho "ceibadal", en Isla de Enmedio, Ver.



Fig. 13. Entre los peces más comunes de la comunidad de "ceibadales" se encuentran formas juveniles de *Ocyrops chrysurus* (centro), que contribuyen a la fragmentación de las partes terminales de las hojas de *Thalassia*, como se nota en algunos grupos foliares. Zona poco profunda del arrecife Pájaros, Ver.



Fig. 14. Crecimiento denso del "ceibadal" de *Thalassia testudinum* donde frecuentemente se refugian barracudas jóvenes, resultando difícil notar su presencia por la forma alargada del cuerpo y coloración poco llamativa que se confunde con el follaje, como se observa en la parte central superior de la foto, donde apenas se localiza una barracuda (*Sphyrna barracuda*) de 50 cm de longitud aproximadamente, en Isla Verde, Ver.



Fig. 15. *Pomacanthus* sp sorprendido al "hojear" los limbos de *Thalassia*; se observan partes muertas del coral *Diploria* sp sobre el cual se desarrolla *Galaxaura rugosa*. Isla Verde, Ver.



Fig. 16. "Ceibadal" de *Thalassia* que cubre parcialmente a la esponja ramificada *Neopetrosia longleyi*, en la porción sureste de Isla Verde, Ver.



Fig. 17. Individuos jóvenes de *Chaetodon* sp entre el "ceibadal" de *Thalassia testudinum*, en Isla de Enmedio, Ver.

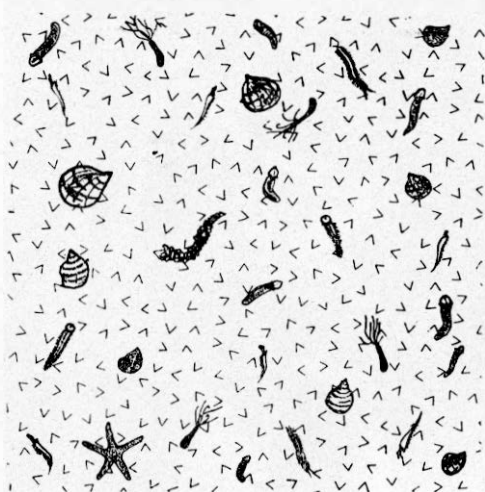


Fig. 18. Fauna macroscópica principal que habita entre el sedimento arenoso de una típica comunidad de *Thalassia testudinum* en 0.5 m² de fondo.

fiticas de algas incrustantes de la familia Corallinaceae, se localizan frecuentemente numerosos organismos, siendo de interés unas pequeñas anémonas que sólo se observaron en Isla Verde, Isla de Sacrificios e Isla de Enmedio. Hacia la porción basal de las hojas, donde la vaina encierra los limbos, se acumulan partículas de arena y formas vivas del foraminífero *Planorbulina* sp, que se distribuye también en otras partes de la hoja y en

el sedimento, donde son abundantes testas de los foraminíferos *Quinqueloculina* sp y *Discorbis* sp entre otros. Dicha fauna y flora deberían estudiarse detalladamente, ya que forman una parte muy importante de la comunidad de *Thalassia* y otros "pastos marinos", siendo fundamentales en el ciclo de la productividad (Burckholder *et al*, 1959) y sedimentación de la zona (Bock, 1967).

Los "ceibadales" de *Thalassia* y *Syringodium* se desarrollan en algunas áreas donde están presentes corales propios de la porción lagunar de los arrecifes, constituyendo en ocasiones importantes comunidades formadas por la asociación de un coral masivo como *Porites porites* con *Thalassia testudinum* y *Diploria* sp con dicho "ceibadal" hacia el borde coralino del arrecife, donde se encuentran *Syndergastrea sydereia*, *Montastrea anularis* y, más escasamente, *Millepora alcorni* y *Meandrina* sp.

En los límites de crecimiento de los "ceibadales", y en general en zonas de menor profundidad, dominan las comunidades de algas psamófilas formadas por *Rhipocephalus phoenix*, *Halimeda opuntia* y dos especies de *Caulerpa*. Frecuentemente se asocian sobre fondo arenoso inestable *Rhipocephalus* y *Halimeda* que se adhieren fuertemente a pequeños trozos de conchas o fragmentos disgregados de corales (no mayores de 2 cm), por medio de sus rizoides; en cambio *Caulerpa sertularioides* y *C. cupressoides* pueden internarse en zonas con arena más fina sin fragmentos aparentemente mayores, por la presencia de "estolones" que les facilitan una difusión mayor aún entre el "ceibadal" de *Thalassia testudinum* (Figs. 19 y 20).

Las diferentes asociaciones en las que intervienen los "ceibadales", sobre todo *Thalassia testudinum*, han sido consideradas frecuentemente por los autores como comunidades independientes, entre las que destacan:



Fig. 19. Aspecto típico de los límites de una comunidad de *Thalassia testudinum*, donde se asocian frecuentemente algas psamófilas como *Caulerpa cupressoides*, la cual se observa creciendo por estolones.



Fig. 20. *Thalassia testudinum* creciendo "en línea" en forma aislada, dejando franjas arenosas que son invadidas principalmente por algas como *Halimeda*, *Rhipocephalus* y *Caulerpa*; en este caso *C. sertularioides* en la Isla de Sacrificios, Ver.

- a) *Thalassia-Codakia*, según Storr (1964);
- b) *Thalassia-Halimeda*;
- c) *Thalassia-Porites*;
- d) *Thalassia-Diploria*, según Rigby y McIntire (1967); y
- e) *Thalassia-Penicillus* (comunidad galenofílica psamófila), según Taylor (1960).

Sin duda alguna, la comunidad de *Thalassia* protege y da alimento a mayor número de poblaciones animales; además, es un soporte mayor de algas y animales epífitos en comparación con las comunidades de *Syringodium* y *Halodule* que presentan follaje y rizomas más delgados. O'Gower y Wacasey (1967) afirman este punto y consideran que la proporción de invertebrados bentónicos de una comunidad de "ceibadales" de la misma especie, en dos áreas, difieren según el flujo de mareas.

En general las comunidades de fanerógamas marinas representan un buen

material de estudio para diversas investigaciones; en especial en ecología de poblaciones, por la abundante y variada, flora y fauna que integra dichas comunidades. En el apéndice de este estudio se enlistan las principales especies de la flora y fauna colectadas en las comunidades de "ceibadales" de los arrecifes cercanos a Veracruz.

ISLA VERDE

La comunidad de *Thalassia testudinum* en este arrecife fue la que se estudió con mayor atención, ya que forma los "ceibadales" con mayores valores de productividad, en comparación con otros arrecifes (Tabla 3), correspondiendo, en 10 m², 1 510 grupos foliares y casi 70 kg de peso seco de hojas, rizomas y raíces.

En la porción suroeste de la isla se estableció una estación (Fig. 22), para conocer la variación en 24 horas del oxígeno disuelto entre el "ceibadal" de *Thalassia*, observándose que el aumento

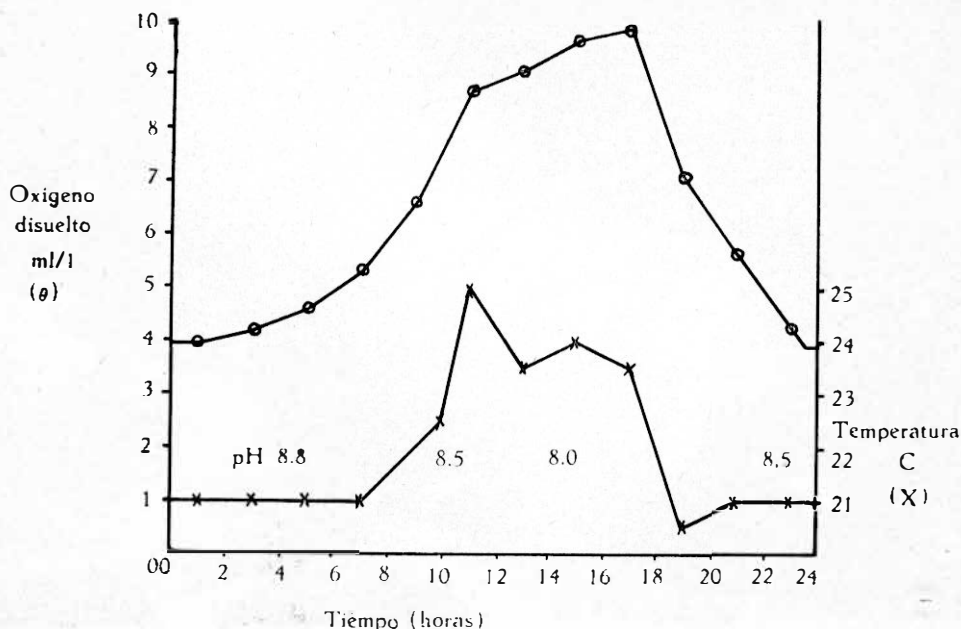


Fig. 21. Gráfica donde se representan las variaciones del oxígeno disuelto entre el "ceibadal" de *Thalassia testudinum*, la temperatura del fondo y el pH del sedimento, durante 24 horas en la estación de Isla Verde, Ver. (65 cm de profundidad con nivel medio del mar; 11-12 nov. 1967).

del oxígeno va desde 3.97 ml/l, durante las primeras y últimas horas del día, hasta 9.90 ml/l después del mediodía (Fig. 21), lo que corresponde en forma general a la gráfica típica que presenta Odum (1957 y 1963) y Odum *et al* (1959) en zonas con "pastos marinos".

Halodule wrightii es la otra fanerógama que se presenta en la laguna arrecifal y junto con *Thalassia testudinum* son representadas en las figuras 22 y 23 con relación a su distribución y zonación en la Isla Verde.

ARRECIFE PÁJAROS

En este arrecife y en la Isla de Enme-

dio se encuentran los "manchones" o "parches" más extensos del "ceibadal" de *Syringodium filiforme*, que cubren una área de 15 a 25 m de superficie, con valores de 890 grupos foliares y cerca de 12 kg de peso seco entre sus partes vegetativas por cada 10 m² (Tabla 3). Este "ceibadal" se presenta generalmente a mayor profundidad que donde se desarrollan *Thalassia* (que es la más abundante) y *Halodule* (en importancia secundaria esta última; pero formando "ceibadales" mucho más densos y extendidos que los de Isla Verde).

Una gran parte del arrecife Pájaros se encuentra invadida por las comunidades coralinas, que compiten fuerte-

DISTRIBUCION DE FANEROGAMAS MARINAS EN LA ISLA VERDE. VERACRUZ

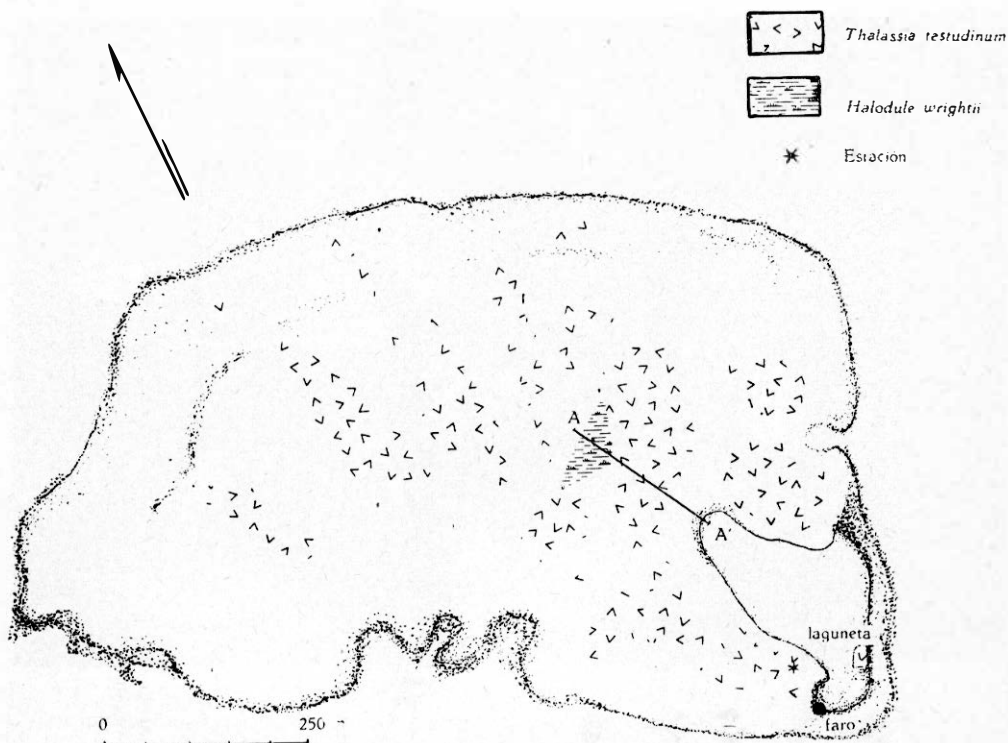


Fig. 22 Mapa donde se muestra la distribución generalizada de los "ceibadales" dentro del arrecife, localizándose la sección trazada (A-A'). (Esquema basado en la fotografía aérea de Aerográfica y Constructora, S. A.).

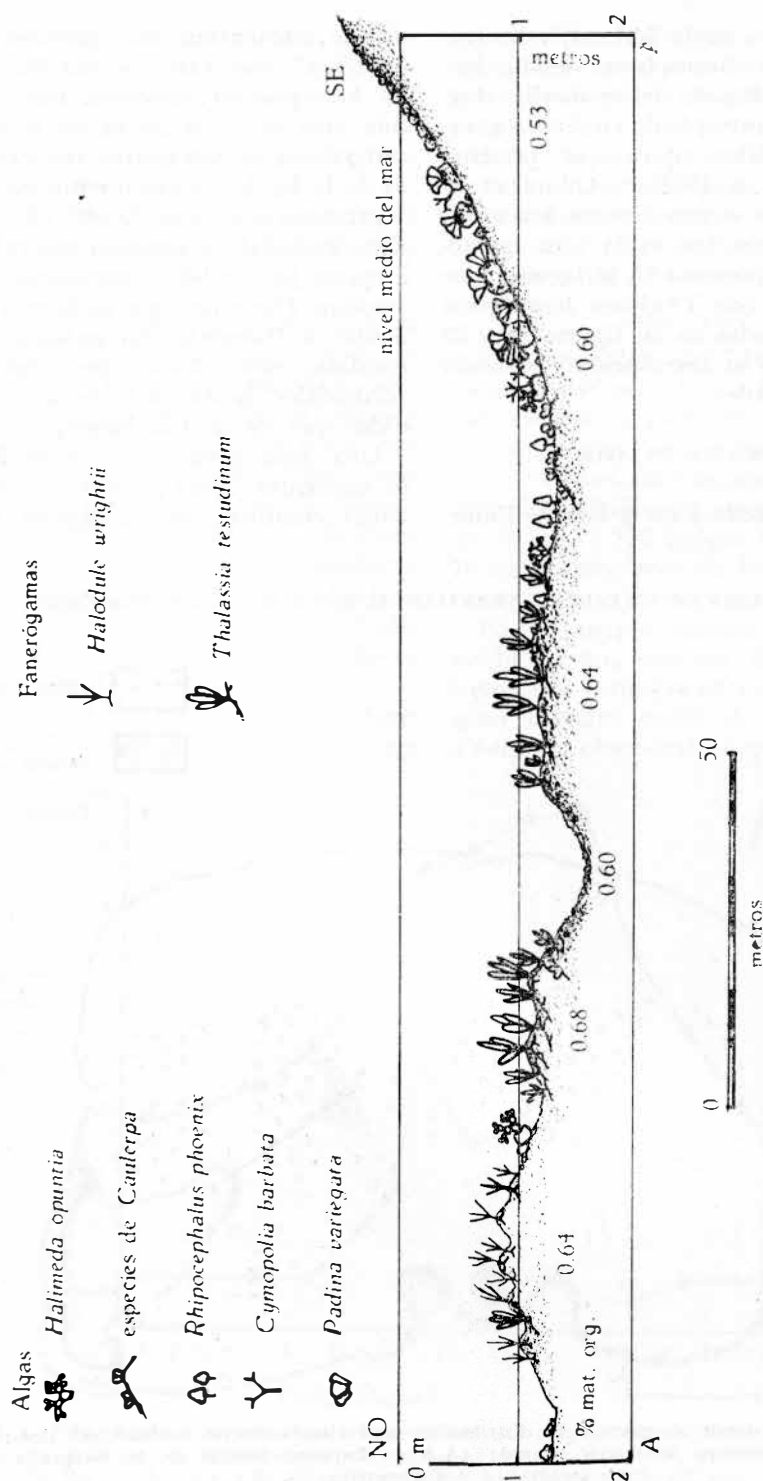


Fig. 23. Sección diagramática (A-A') de la vegetación marina de Isla Verde, Ver. donde se representan la topografía general y el contenido de materia orgánica en el sedimento hasta 10 cm de profundidad. La proporción de carbonatos en los sedimentos de esta zona presenta valores mayores de 85% con máxima de 92%. El grado de aireación del suelo es siempre muy bajo.

mente en las zonas de cierta profundidad con el mencionado "ceibadal" de *Syringodium*, que resulta el más interesante de este arrecife (Fig. 24).

Las figuras 25 y 26 representan respectivamente la distribución general de las fanerógamas y la zonación de la flora en una sección.

ARRECIFE HORNOS

Este arrecife litoral es quizá el de mayor interés en algunos aspectos, por presentar, en su alterada porción central o lagunar, cuatro especies de "ceibadales" sin una zonación determinada, excepto *Halophila decipiens* que se desarrolla entre los 3 y los 5 m de profun-

didad y sobre sustrato bastante inclinado.

Las figuras 27 y 28 muestran la zonación y distribución generalizada de los "ceibadales".

Los resultados generales obtenidos por medio de los cuadros en los tres principales arrecifes mencionados anteriormente se encuentran en las tablas 3, 4 y 5. Los datos de los cuadros dan una idea relativa de algunas características abióticas y bióticas de las comunidades de "ceibadales". Es importante aclarar que dichos cuadros fueron realizados hacia principios del invierno, cuando empiezan a ser frecuentes los "nortes"; se considera necesario obtener este tipo de datos en las otras épocas del año.



Fig. 24. Aspecto típico del "ceibadal" de *Syringodium filiforme* en el arrecife Pájaros a 1.80 m de profundidad, en el que se advierte las características y abundantes hojas cilíndricas.

DISTRIBUCION DE FANEROGAMAS MARINAS EN EL ARRECIFE PAJAROS, VERACRUZ



Fig. 25. Mapa que muestra la distribución generalizada de los "ceibadales" dentro del arrecife Pájaros, localizándose la sección trazada (B-B'). (Esquema basado en la fotografía aérea de Aerografía y Constructora, S. A.).

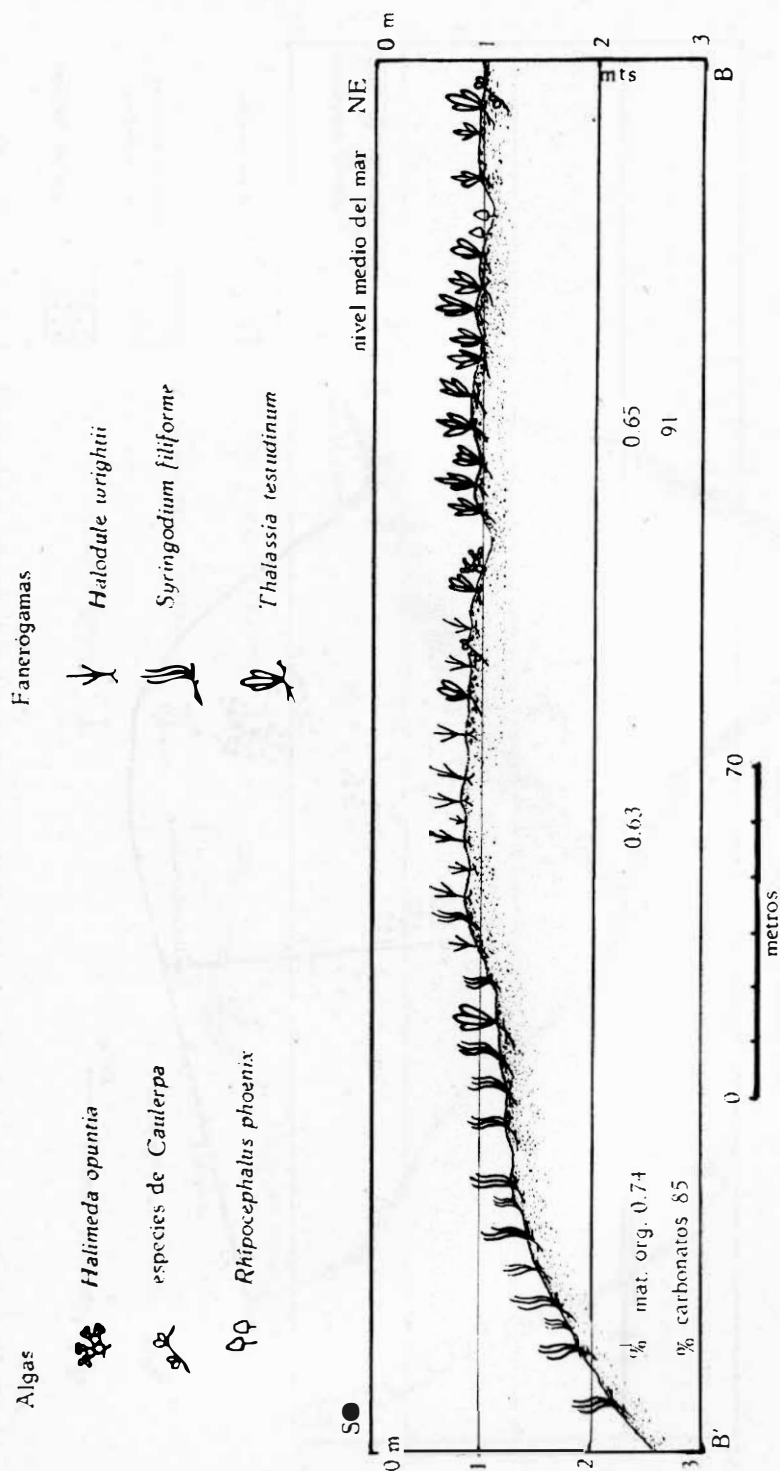


Fig. 26. Sección diagramática (B-B') de la vegetación marina del arrecife Pájaros, Ver., donde se representa la topografía general y el contenido (de materia orgánica y carbonatos en el sedimento hasta 10 cm de profundidad. El grado de aireación del suelo es siempre muy bajo.

DISTRIBUCION DE FANEROGAMAS MARINAS EN EL ARRECIFE HORNOS VERACRUZ

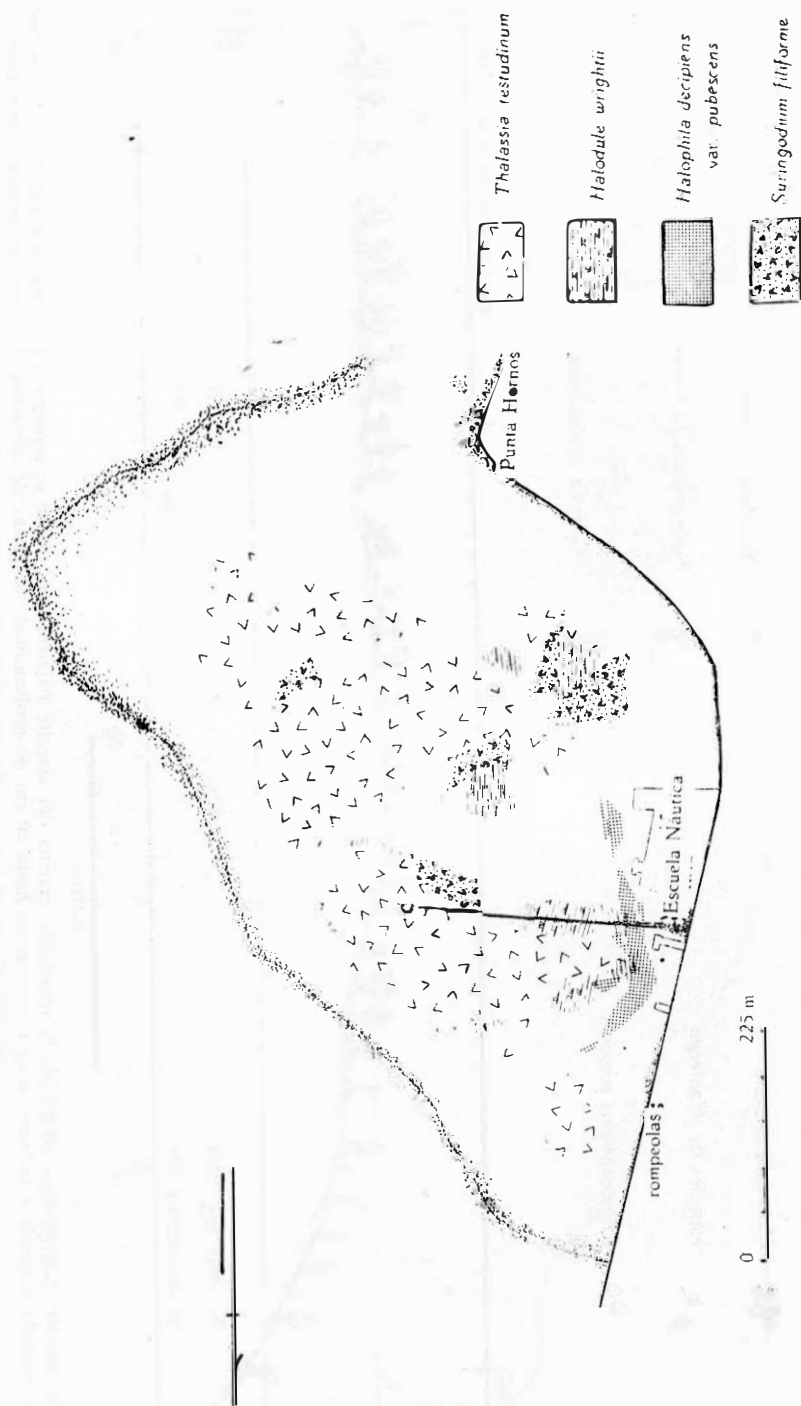


Fig. 27. Mapa donde se muestra la distribución generalizada de los "cebadales" dentro del arrecife Hornos, localizándose la sección trazada (C-C') (Esquema basado en la carta navegación II. O. 2760).

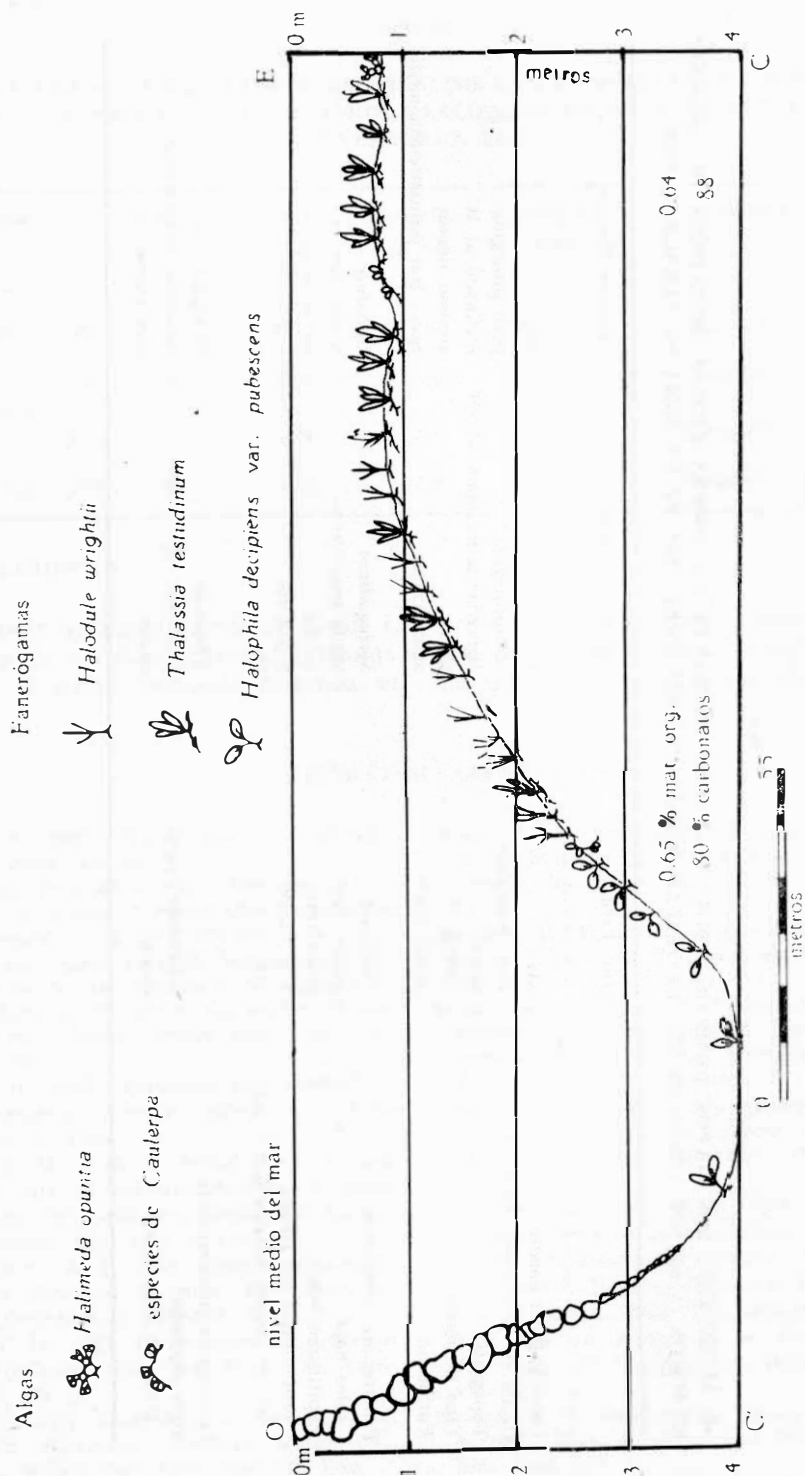


Fig. 28. Sección diagramática (C-C') de la vegetación marina del arrecife Hornos, Ver., donde se representa la topografía general y el contenido de materia orgánica y carbonatos en el sedimento hasta 10 cm de profundidad. El grado de aireación del suelo es siempre muy bajo.

TABLA 1

SE MUESTRAN LOS DATOS COMPARATIVOS LOGRADOS MEDIANTE LA OBSERVACIÓN Y MUESTREO DE ALGUNOS CUADROS (1 m²) DE LAS COMUNIDADES ESTABLECIDAS EN TRES ARRECIFES DE LA ZONA DE VERACRUZ, VER.

	Isla Verde		Arrecife Pájaros		Arrecife Hornos	
Localidad del cuadro	SW		E		NW	
Grado de protección del área	muy protegida		semiprotegida		poco protegida	
Topografía	plano		ligeramente inclinado al SW		inclinado al W	
Tipo de fondo	arenoso		grava		arenoso limoso	
Turbiedad	aguas claras		aguas claras		aguas con transparencia media	
Fanerógama dominante	<i>Thalassia</i>		<i>Syringodium</i>		<i>Halodule</i>	
color/hoja	pardo claro		verde amarillento		verde claro	
epifitismo/hoja	abundante		escaso		no se observa	
profundidad del rizoma	4 a 7.5 cm		3 a 6 cm		1 a 3 cm	
Nº de grupos foliares por 1 m ²	151		89		67	
Fanerógama subdominante			<i>Thalassia</i>		<i>Halophila</i>	
Algas asociadas	<i>Galaxaura rugosa</i>		<i>Caulerpa cupressoides</i>		<i>Caulerpa sertulmoides</i>	
grado de abundancia	escasa		escasa		muy escasa	

TABLA 5

SE MUESTRAN LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE SEDIMENTO (0-10 cm PROF.) EN LOS CUADROS REALIZADOS EN LA ZONA ARRECIFAL DE VERACRUZ, VER.

Localidad		CaCO ₃ (%)	Mat. Org. (%)	Clorinidad (g/kg)	Salinidad (g/kg)	"Ceibadal"
I. Verde	(SW)	92	0.70	1.96	3.58	<i>Thalassia</i>
	(SW)	91	0.61	1.96	3.58	<i>Thalassia</i>
A. Pájaros	(E)	85	0.74	2.68	4.91	<i>Syringodium</i>
A. Hornos	(NW)	80	0.65	2.60	4.77	<i>Halodule</i> y <i>Halophila</i>

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al doctor Lorin I. Nevling su revisión crítica del manuscrito y al señor Armando Butanda su

ayuda en la corrección y revisión de la bibliografía, así como a todas las personas que contribuyeron en este trabajo.

LITERATURA CITADA

- ARBER, A., 1920. *Water plants*. Cambridge. Univ. Press, 436 p.
- ASCHERSON, P. y M. GURKE, 1889. Hydrocharitaceae In: Engler & Prantl. *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* 2 (1): 238-258.
- AYALA-CASTAÑARES, A., 1963. Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Univ. Nac. Autón. México Inst. Geol., Bol.* 67: 1-130.
- BARNES, H., 1959. *Apparatus and methods of oceanography*. George Allen & Unwin. London, 1: 1-341.
- BAVER, F. M. y R. C. WORK, 1964. *Littoral marine life of southern Florida*. A guidebook for the Geological Society of America Convention: field trip 7: 1-21.
- BERNATOWICZ, A. J., 1952. Marine monocotyledonous plants of Bermuda. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean* 2: 338-345.
- BOCK, W. D., 1967. *Foraminifera on sediment and Thalassia*. Tesis. Inst. Marine Sci. Univ. Miami, 291 p.
- BONET, F., 1967. Biogeología subsuperficial del Arrecife Alacranes, Yucatán. *Univ. Nac. Autón. México Inst. Geol., Bol.* 80: 1-92.
- BONET, F. y J. RZEDOWSKI, 1962. La vegetación de las islas del Arrecife Alacranes, Yucatán, México. *Anales Esc. Nac. Ci. Biól.* 11 (1-4): 15-61.
- BOWMAN, H. M., 1916. Adaptability of a sea-grass. *Science* 43 (número especial): 244-247.
- BURKHOLDER, P. R., L. M. BURKHOLDER y J. A. RIVERO, 1959. Some chemical constituents of turtle grass, *Thalassia testudinum*. *Bull. Torrey Bot. Club* 86: 88-93.
- CALDWELL, D. K., 1957. The biology and systematics of the pinfish *Lagodon rhomboides* (L.). *Bull. Florida State Mus., Biol. Sci.* 2: 77-173.
- CAMPA DE GUZMÁN, S. DE LA, 1965. Notas preliminares sobre un reconocimiento de la flora marina del Estado de Veracruz. *Anales Inst. Nac. Invest. Biológico-Pesqueras* 1: 7-49.
- DAVIS, J. H., JR., 1940. The ecology and geologic role of mangroves in Florida. *Pap. Tortugas Lab. Carnegie Inst. Wash.* 32: 320-346.
- DAWSON, E. Y., 1966. *Marine botany: An introduction*. Holt, Rinehart and Winston, Inc. New York. 371 p.

- DÍAZ-GARCÉS, J. J., 1966. *Estudio preliminar de la sistemática y distribución de la flora marina del Arrecife la Blanquilla*. Ver. Tesis Fac. Ciencias, Univ. Nac. Autón. México. 89 p.
- DÍAZ-PIFFERRER, M., 1967. Las algas superiores y fanerógamas marinas. In: *Ecología marina*. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Caracas, Venezuela. Monog. 14: 273-307.
- EMBERG, L., 1960. Les vegetaux vasculaires. In: Chadeband, M. y L. Emberger *Traité de botanique (systématique)*. Masson et Cie. Éditeurs, Paris. v. 2: 755-1539.
- EMERY, K. O., 1963. Arrecifes coralinos en Veracruz, México. *Geofis. Inter.* 3: 11-17.
- ENGELER, A., 1964. *Syllabus der Pflanzenfamilien*. Gebrüder Borntraeger, Berlin-Nikolassee. 2: 1-666.
- ERDMAN, G., 1952. *Pollen morphology and plant taxonomy (Angiosperms)*. Almqvist & Wiksell, Stockholm. 239 p.
- FELDMAN, J., 1936. Les monocotylédones marines de la Guadeloupe. *Bull. Soc. Bot. France* 83: 604-613.
- FELDMAN, J., 1938. Sur la repartition du *Diplanthea wrightii* Asch. sur la côte occidentale d'Afrique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique N.* 29: 107-112.
- FERNALD, M. L., y K. M. WIEGAND, 1914. The genus *Ruppia* in eastern North America. *Rhodora* 16: 119-127.
- GARCÍA, E., 1964. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koepfen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Offset Larios, S. A., México, D. F., 71 p.
- GINGSBURG, R. N., y H. A. LOWENSTAM, 1956. Influence of marine bottom communities on the depositional environments of sediments. *Cong. Geol. Intern., 20a Ses.* México, 232 p.
- GÓMEZ, A. S., 1965. *Comportamiento estacional del plancton de la Laguna de Términos, Campeche, México (resultados preliminares)*. Tesis. Fac. Ciencias, Univ. Nac. Autón. México. 106 p.
- GOOD, R. M. A., 1961. *The geography of the flowering plants*. 3a. ed. Longmans, London. 518 p.
- GRAVES, A. H., 1908. The morphology of *Ruppia maritima*. *Trans. Texas Acad. Sci.* 14: 19.
- HARTOG, C. DEN, 1959. A key to the species of *Halophila* (Hydrocharitaceae), with description of the American species. *Acta Bot. Neerl.* 8: 484-489.
- HEDGPETH, J. M., 1957. Classification of marine environments. *Mem. Geol. Soc. Amer.* 67 (1): 17-28.
- HILDEBRAND, H. H., 1958. Estudios biológicos preliminares sobre la Laguna Madre de Tamulipas. *Ciencia (México)* 17 (7-9): 151-173.
- HILDEBRAND, H., H. CHÁVEZ y H. COMETON, 1964. Aporte al conocimiento de los peces del Arrecife Alacranes, Yucatán (México). *Ciencia (México)* 23 (3): 107-134.
- HOESE, H. D., 1960. Juvenile penaeid shrimp in the shallow Gulf of Mexico. *Ecology* 41: 592-593.
- HOESE, H. D., y R. S. JONES, 1963. Seasonality of larger animals in a Texas turtle grass community. *Publ. Inst. Mar. Sci.* 9: 37-47.
- HOSKIN, C. M., 1962. *Recent Carbonate sedimentation on Alacran Reef, Yucatán, Méx.* Tesis. Univ. Texas, 254 p.
- HOWE, M. A., 1915. The marine algae and marine spermatophytes of the Tomás Barrera, expedition to Cuba. *Smithsonian Misc. Collect.* 68 (11): 1-13.
- HUERTA-MUZQUIZ, L., 1960. Lista preliminar de las algas marinas del litoral del Estado de Veracruz. *Bol. Soc. Bot. México* 25: 39-45.
- , 1961. Flora marina de los alrededores de la Isla Pérez, Arrecife Alacranes, Sonda de Campeche, México. *Anales Esc. Nac. Ci. Biol.* 10 (1-4): 11-22.
- HUMM, H. J., 1956. Sea grasses of the northern Gulf coast. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean* 4: 305-308.
- , 1964. Epiphytes of the sea grass, *Thalassia testudinum* in Florida. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean* 14: 306-341.
- HUTCHINSON, J., 1959. *The families of flowering plants. (Monocotyledons)*. Oxford University Press. v. 2, 792 p.
- JACKSON, M. L., 1964. *Análisis químico de suelos*. (Traducción). Ed. Omega, México. 662 p.
- JISABURO, O., 1965. *Flora of Japan*. (Traducción). Smithsonian Institution, Washington. 1066 p.
- KOENIG, C., y J. SIMS, 1806. *Thalassia*, a new aquatic genus. *Ann. Bot. (König & Sims)* 2 (7): 96-97.
- KORNICKER, L. S., F. BONET, C. ROSS y C. M. HOSKIN, 1959. Alacran reef, Campeche Bank, México. *Publ. Inst. Mar. Sci.* 6: 1-22.
- LAWRENCE, G. H. M., 1951. *Taxonomy of vascular plants*. MacMillan Co., New York. 823 p.
- LEÓN, J. S., 1946. *Flora de Cuba. (Gymnospermas Monocotiledoneas)*. Contr. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio "De la Salle". 441 p.
- LOWELL, P. T., D. R. MOORE y R. C. WORK, 1961. Effects of hurricane Donna on the turtle grass beds of Biscayne Bay, Florida. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean* 11: 191-197.
- MARGALEF, R., 1961. Variaciones intraespecíficas de los pigmentos asimiladores en clorofíceas y fanerógamas acuáticas. *Inst. Invest. Pesq. (Barcelona)* 19: 111-118.

- McMILLAN, C., y F. N. MOSLEY, 1967. Salinity tolerances of five marine spermatophytes of Redfish Bay, Texas. *Ecology* 48: 503-506.
- MEYERS, S. P., P. A. ORPURT, J. SIMMS y L. L. BORAL, 1965. Thalassiomycetes VII. Observations on fungal infestation of turtle grass, *Thalassia testudinum* Koenig. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean* 15: 548-561.
- MIRANDA, F. y E. HERNÁNDEZ X., 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. México* 28: 29-179.
- MOLDENKE, H. N., 1940. Marine flowering plants. *Torreya* 40: 120-124.
- MOORE, D. R., 1963. Distribution of sea grass, *Thalassia* in the United States. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean* 13: 329-342.
- MOORE, H. B., 1964. *Marine ecology*. John Wiley & Sons, New York. 493 p.
- MUENSCHER, W. C., 1944. *Aquatic plants of the United States*. Comstock Publishing Company, Inc., Cornell University. 374 p.
- ODUM, H. T., 1957. Primary production measurements in eleven Florida springs and a marine turtle grass community. *Limnol. & Oceanogr.* 2: 85-97.
- , 1963. Productivity measurements in Texas turtle grass and the effects of dredging and intracoastal channel. *Publ. Inst. Mar. Sci.* 9: 47-58.
- ODUM, H. T., P. R. BURKHOLDER y J. A. RIVERO, 1959. Measurements of productivity of turtle grass, flats, reefs and the Bahía Fosforescente of southern Puerto Rico. *Publ. Inst. Mar. Sci.* 6: 160-170.
- O'GOWER, A. K. y J. W. WAGASEY, 1967. Animal communities associated with *Thalassia*, *Diplanthera* and sand beds in Biscayne Bay. I Analysis of communities in relation to water movements. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean* 17: 175-210.
- OLIVIER, S. R., I. de P. KREIBHOF y R. BASTIDA, 1966. Estudios biocenóticos en las costas de Chubut (Argentina) I zonación biocenológica de Puerto Pardelas (Golfo Nuevo). *Bol. Inst. Biol. Mar.* 10: 6-74.
- ORPURT, P. A. y L. L. BORAL, 1964. The flowers, fruits and seeds of *Thalassia testudinum* Koenig. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean* 14: 226-302.
- OSTENFELD, C. H., 1914. On the geographical distribution of the sea grasses. *Proc. Roy. Soc. Victoria* 27 (número especial): 179-190.
- , 1927. Meeresgräser I marine Hydrocharitaceae. In: Harnig & Winkler, *Pflanzenarvorteil* 1 (3): 35-38.
- PARKER, R. H., 1969. Benthic invertebrates in tidal estuaries and coastal lagoons. In: *Lagunas Costeras*, in Simposio. *Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras*. UNAM-UNESCO Nov. 28-30, 1967. México, D. F.: 563-590.
- PÉREZ-RODRÍGUEZ, R., 1967. *Estudio sistemático y de comunidades de moluscos marinos más frecuentes en las costas del Puerto de Veracruz, Ver. México*. Tesis. Fac. Ciencias. Univ. Nac. Autón. México. 114 p.
- PHILLIPS, R. C., 1960. Observations on the ecology and distribution of the Florida seagrasses. *Profess. Pap. Ser., Florida State Board Conservation Mar. Lab.* 2: 1-72.
- POMEROY, L. R., 1960. Primary productions of Boca Ciega Bay, Florida. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean* 10: 1-10.
- RANDALL, J. E., 1965. Grazing effect on sea grasses by herbivorous reef fishes in West Indies. *Ecology* 46: 255-260.
- RENDLE, A. B., 1956. *The classification of flowering plants (Gymnosperms and Monocotyledons)* 2^a ed. Cambridge University Press. 412 p.
- RIGBY, J. K. y W. G. MCINTIRE, 1967. The Isla de Lobos and associated reefs, Veracruz, México. *Brigham Young Univ. Stud.* 13: 3-46.
- RODRÍGUEZ, G., 1959. The marine communities of Margarita Island, Venezuela. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean* 9: 237-280.
- RYDBERG, P. A., 1909. The flowers and fruits of turtle grass (*Thalassia*). *J. New York. Bot. Gard.* 10: 261-265.
- SCULTHORPE, C. D., 1967. *The biology of aquatic vascular plants*. Edward Arnold Ltd., London. 610 p.
- SEICHELL, W. A., 1920. Geographical distribution of the marine spermatophytes. *Bull. Torrey Bot. Club* 47: 563-579.
- STORR, J. F., 1964. Ecology and oceanography of the coral-reef tract, Abaco Island, Bahamas. *Mem. Geol. Soc. Amer.* 79: 1-98.
- STRICKLAND, J. G. y T. R., PARSONS, 1960. A manual of sea water analysis. *Fish. Res. Board Canada Bull.* 25: 23-38.
- SWAMY, B. G. L. y K. K. LAKSHMANAN, 1962. The origin of epicotylary meristem and cotyledon in *Halophila ovalis* Gandich. *Ann. Bot. (London)*. 26: 243-249.
- TAYLOR, W. R., 1928. The marine algae of Florida, with special reference to the Dry Tortugas. *Pap. Tortugas Lab. Carnegie Inst. Wash.* 25 (1): 1-129.
- , 1960. *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the Americas*. University of Michigan Press. 870 p.
- THORNE, R. E., 1954. Flowering plants of the waters and shores of the Gulf of Mexico. In: *Gulf of Mexico, its origin, waters, and marine life*. U. S. Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull., 89: 193-202.

- TOMLINSON, P. B. y G. A. VARGO, 1966. On the morphology and anatomy of turtle grass, *Thalassia testudinum* (Hydrocharitaceae). I Vegetative morphology. *Bull. Mar. Sci. Gulf. Caribbean* 16: 748-761.
- TURNER, K., 1963. *Notas preliminares sobre la flora marina de la Isla de Sacrificios, Veracruz*. In: Resúmenes de los trabajos. II Cong. Méx. de Bot. San Luis Potosí. Sep. 17-21 1963: 47.
- VÁZQUEZ-YANES, C., 1971. La vegetación de la Laguna de Mandinga, Ver. *An. Inst. Biol. Univ. Nat. Autón. México* 42, Ser. Botánica (1): 49-94.
- VOSS, G. L. y N. A. VOSS, 1955. An ecological survey of Soldier Key, Biscayne Bay, Florida. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean* 5: 203-229.
- WALKLEY, A. y I. A. BLACK, 1934. An examination of methods for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-38.
- WOOD, E. J. F., 1965. *Marine microbial ecology*. Reinhold, New York. 243 p.
- WOOD, E. J. F., W. E. ODUM y J. C. ZIEMAN, 1969. Influence of sea grasses on the productivity of coastal lagoons. In: *Lagunas Costeras, un Simposio. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras*. UNAM-UNESCO, Nov. 28-30, 1967. México, D. F.: 495-502.
- ZARUR, A. M., 1961. *Estudio biológico preliminar de la Laguna de Términos, Campeche (México)*. Tesis Fac. Ciencias, Univ. Nac. Autón. México. 69 p.

APÉNDICE

LISTA DE FLORA Y FAUNA COLECTADAS EN LAS COMUNIDADES DE "CEIBADALES"
DE LOS ARRECIFES CERCANOS A VERACRUZ, VER.

CHLOROPHYTA

Acetabularia sp
Caulerpa cupressoides (Vahl.) Ag. var. *typica* Weber - van Bosse
C. racemosa (Forsskal) J. Agardh var. *uvifera* (Turner) Weber - van Bosse
C. sertularioides (Gmelin) Howe f. *brevipes* (J. Agardh) Svedelius
Cymopolia barbata (L.) Lamouroux
Halimeda discoidea Decaisne
H. opuntia (L.) Lamouroux f. *triloba* (Decaisne) Barton
H. tuna (Ellis & Solander) Lamouroux
Rhipocephalus phoenix (Ellis & Solander) Kützing f. *longifolius* A. & E. S. Gepp.
Valonia ventricosa J. Agardh.

PHAEOPHYTA

Dictyota cervicornis Kützing
Padina variegata (Lamouroux) Hanck.

RHODOPHYTA

Amphiroa fragilissima (L.) Lamouroux
Galaxaura lapidescens (Ellis & Solander) Lamouroux
G. rugosa (Ellis & Solander) Lamouroux
Hypnea musciformis (Wulfen) Lamouroux

ANTOPHYTA

HYDROCHARITACEAE

Halophila decipiens Ostenfeld var. *pubescens* Hartog
Thalassia testudinum Koenig

ZANNICHELLIACEAE

Halodule wrightii Ascherson
Syringodium filiforme Kützing

PROTOZOOA

FORAMINIFERIDA

Amphisorus sp
Cibicides sp
Discorbis sp

Miliolinella sp
Nodobaculariella sp
Paneroplis sp
Planorbulina sp
Planulina sp
Quinqueloculina sp
Sorites sp
Textularia sp

PORIFERA

APIOSCLERIDA

Haliclona rubens (Pallas) Laubenfels
Neopetrosia longleyi Laubenfels

COELENTERATA

HYDROZOA

Millepora alcicornis L.

ANTHOZOA

Diploria sp
Meandrina sp
Montastrea annularis Ellis & Solander
Porites porites Pallas
Siderastrea siderea Ellis & Solander

PLATYHELMINTES

TURBELLARIA

Notoplana sp

ANNELIDA

POLYCHAETA

Amphitrite ornata Leidy
Glycera dibranchiata Ehlers
Hermodice carunculata Andrews (?)
Leodice sp
Nereis sp
Sabella sp

MOLLUSCA

GASTROPODA

Aplysia sp
Cerithium variabile Adams
Fasciolaria tulipa L.
Modulus modulus L.
Pleuroploca gigantea Kiener
Strombus raninus Gmelin

LAMELLIBRANCHIATA

Anodontia alba Link
Trachycardium muricatum L.
Codakia orbicularis L.
Lima pellucida Adams
Semele proficua Pulteney

CEPHALOPODA

Octopus sp

ECHINODERMATA

ECHINOIDEA

Echinometra lucunter L.
Eucidaris tribuloides Lamarck
Lytechinus variegatus Lamarck
Tripneustes ventricosus Lamarck

ASTEROIDEA

Linckia guildingi Gray

ARTHROPODA

CRUSTACEA

COPEPODA

Euterpina sp
Labidocera scotti Giesbrecht

ISOPODA

Gnathia sp

STOMATOPODA

Squilla sp

DECAPODA

Callinectes sapidus Rathbun

CHORDATA

HEMICHORDATA

Balanoglossus sp

CRANIATA

PISCES

Abudefduf saxatilis L.

Chaetodon sp

Halichoeres bivittatus Bloch

Hemiramphus brasiliensis L.

Ocyurus crysurus Bloch

Pomacanthus sp

Sphyræna barracuda Walbaum

Syngnathus sp

LISTA DE LAS ESPECIES DE FANERÓGAMAS TERRESTRES
QUE SE CITAN EN EL TRABAJO

AIZOACEAE

Sesuvium portulacastrum L.

AMARYLLIDACEAE

Agave angustifolia Haw.

BORRAGINACEAE

Tournefortia gnaphalodes (L.) R. Br.

CASUARINACEAE

Casuarina equisetifolia L.

COMBRETACEAE

Terminalia catappa L.

CONVOLVULACEAE

Ipomoea stolonifera (Cyrill.) Poir.

EUPHORBIACEAE

Euphorbia buxifolia (Lam.) Small.

RUBIACEAE

Randia laetevirens Standl.