

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

OBSERVACIONES ECOLOGICAS DE LAS POBLACIONES DE  
*THALASSIA TESTUDINUM* KÖNIG, (HYDROCHARITACEAE MARINA)  
EN UNA ZONA ARRECIFAL DE VERACRUZ

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

PRESENTA

LUIS ALEJANDRO NOVELO RETANA

MEXICO, D.F.

1976



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

A mis padres Horacio y Ofelia  
con profundo respeto

A mis hermanos,

Horacio

Virginia y

Eduardo

A Carmen

**A mis maestros**

**A mis compañeros de cubículo**

## CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
LOCALIZACION DEL ARRECIFE DE ISLA DE ENMEDIO	7
METODOLOGIA	
DELIMITACION DEL AREA DE TRABAJO Y ESTACIONES DE MUESTREO	9
MUESTREO DE LAS POBLACIONES	10
MARCAJE DE LAS POBLACIONES	12
RESULTADOS	
DISTRIBUCION DE <i>THALASSIA TESTUDINUM</i> EN EL ARRECIFE	13
DENSIDAD DE LA POBLACION	14
CRECIMIENTO DE LOS RIZOMAS	16
FORMACION DE VASTAGOS	17
REPRODUCCION SEXUAL	17
VASTAGOS REPRODUCTORES AUTONOMOS	20
DISCUSION	
FACTORES ECOLOGICOS QUE INTERVIENEN EN LA DISTRIBUCION DE <i>THALASSIA TESTUDINUM</i> EN EL ARRECIFE	22
INTERRELACION DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN EL PATRON DE CRECIMIENTO Y REPRODUCCION DE LAS POBLACIONES DE <i>THALASSIA</i> <i>TESTUDINUM</i> EN EL ARRECIFE	24
BIBLIOGRAFIA CITADA	34
AGRADECIMIENTOS	38

## RESUMEN

El presente estudio fue llevado a cabo en el arrecife de Isla de Enmedio, Veracruz, con una duración de 12 meses, de mayo de 1974 a abril de 1975.

En el trabajo se analiza la presencia de algunos factores físicos, como temperatura, salinidad, profundidad, tipo de substrato, corrientes y elementos del clima en general y su efecto sobre la densidad de la población, porcentaje de floración, nacimientos y muertes de vástagos y en general la edad y el crecimiento de los rizomas que mantienen la amplia distribución de *Thalassia* dentro de la laguna arrecifal y la posibilidad de extenderse a nuevas áreas.

El método empleado consistió en mantener sitios permanentes de observación durante el tiempo que duró este estudio. En ellos se marcó el último vástago del rizoma, el cual periódicamente era medido, encontrándose interesantes variaciones estacionales en el crecimiento del rizoma con valores altos (0.32 cm/día) durante el mes de agosto y decayendo paulatinamente hasta llegar a los valores más bajos (0.12 cm/día) en el mes de marzo.

El número promedio de vástagos formados cada mes, varió de 1.60 en el mes de septiembre hasta 0.67 en el mes de enero.

Las observaciones sobre la densidad de la población y número de flores se hicieron en cuadros al azar, encontrándose una relación entre el tipo de substrato y la profundidad a la que se encontraba el "ceibadal", con valores de densidad y número de flores altos (208 vástagos / m<sup>2</sup> y 50 flores respectivamente) en suelos arenosos a profundidades promedio de 52.93 cm, hasta los valores más bajos (159 vástagos / m<sup>2</sup> y ninguna flor) en suelos rocosos a profundidades promedio de 70.81 cm.

En el mes de abril coincidiendo con los valores más altos de temperatura y los valores más bajos de salinidad se calculó el número promedio de flores por individuo, dándonos un valor de 0.0263.

Se reporta por primera vez la presencia de "vástagos reproductores autónomos", tratando de interpretar su función en el mantenimiento de las poblaciones de *Thalassia testudinum* en ciertas zonas del arrecife.



## I N T R O D U C C I O N

Las comunidades de fanerógamas marinas, comunmente llamadas en México "ceibadales" (Lot-Helgueras, 1968), juegan un papel muy importante en los mares costeros tropicales, estabilizando el sedimento y favoreciendo la transparencia del agua, lo cual permite el desarrollo de los arrecifes coralinos, uno de los ecosistemas más productivos de la biósfera.

Recientemente, durante la primera reunión de trabajo sobre "pastos marinos", efectuada a nivel mundial (International Sea-grass Workshop. Leiden, Netherlands, 1973), se señaló claramente, que a partir de la última década se han intensificado los estudios de las comunidades de "pastos marinos".

(Fuss y Kelly, 1969; Kelly, et al., 1971; Phillips, 1974; Thorhaug, 1974) y otros, se han interesado en el estudio de los trasplantes de varias especies de "pastos marinos" en zonas donde han sido devastados, principalmente por la actividad humana.

En algunos lugares de los Estados Unidos y Canadá se han

utilizado experimentalmente semillas y pedazos de rizoma (con tejido meristemático) para regenerar estas comunidades en zonas donde originalmente los "pastos marinos" proveían de energía a los niveles tróficos superiores y en general jugaban un papel importante en el equilibrio ecológico de esas áreas.

La alta productividad de estas comunidades marinas, es muy difícil de medir debido al hábitat tan particular en el que se encuentra esta angiosperma. Los métodos de la evaluación del oxígeno como el de las cámaras bénticas y el del oxígeno en corriente se ven alterados por el almacenamiento del oxígeno dentro de las cámaras intersticiales de la hoja.

Zieman (1974a), atendiendo a este problema, observó que las hojas al principio de la mañana son esencialmente rectangulares, pero durante el día, las hojas aumentan 200 ó 250% el volúmen inicial, debido a la producción interna de gases (principalmente  $O_2$ ), en una cantidad tan alta que no puede ser intercambiado.

El otro método denominado "standing crop" usado para obtener datos de productividad, igualmente proporciona valores erróneos del peso seco mayores de lo normal, debido a la gran cantidad de algas calcáreas y epífitas que se encuentran adheridas en las hojas.

Patriquin (1972), encontró que la producción de carbonatos en el sedimento (en la región de Barbados) se debe fundamentalmente a los esqueletos de los epibiontes que viven sobre las hojas de *Thalassia*, estimando dicha producción de 250 a 1600  $gr/m^2/año$ .

Zieman (1974a,b), con un sencillo método, evalúa únicamente la producción de nuevo material foliar, ya que según él, aunque no llega al valor promedio de la producción neta, sí es el más importante porque suministra energía a los niveles tróficos superiores por medio de la red de detritus.

Estos estudios de productividad y transplantes, complementados con estudios acerca de la dinámica de la población, especialmente los patrones de crecimiento, natalidad, mortalidad y análisis de floración y fructificación, nos podrán ayudar a predecir el tiempo que requerirá *Thalassia* para colonizar áreas en donde ha sido devastada o áreas que potencialmente puede llegar a colonizar.

Los estudios acerca de la dinámica de la población de *Thalassia testudinum*, han sido descuidados en la mayoría de sus aspectos y solamente algunos autores como (Den Hartog, 1970; Patriquin, 1973; Zieman 1974a, b, 1975) han puesto su atención en estos problemas.

En México, Lot-Helgueras (1971) se ha interesado en realizar estudios ecológicos generales y en particular sobre la reproducción y biología floral de estas comunidades vegetales en las cercanías de Veracruz, presentando en 1973, en el "International Sea-grass Workshop" un trabajo sobre el estado general de las investigaciones acerca de estas comunidades de "pasos marinos" en México.

Hornelas (1975) hace una comparación de la biomasa, densidad y de algunos aspectos morfométricos de *Thalassia* en tres diferentes áreas geográficas del Golfo de México.

Nuestra preocupación por esta carencia de investigaciones principalmente en México, nos llevó a realizar el presente trabajo sobre las relaciones que existen entre ciertos factores ambientales y algunos aspectos de la dinámica de la población de *Thalassia testudinum*.

Los aspectos de la población considerados en este trabajo son:

- a) crecimiento de los rizomas
- b) conteo de vástagos o grupos foliares
- c) producción de flores masculinas y femeninas y su distribución en la población
- d) producción y muerte de vástagos
- e) velocidad de formación de vástagos.

Entre los factores ambientales seleccionados, se encuentran los siguientes:

- a) profundidad
- b) salinidad
- c) temperatura
- d) tipo de substrato
- e) corrientes
- f) elementos del clima en general.

## LOCALIZACION DEL ARRECIFE DE ISLA DE ENMEDIO

Aproximadamente a la mitad de la costa entre Veracruz y Alvarado, se encuentra la Punta Antón Lizardo y al noreste de ella, una serie de arrecifes, bancos e islas de origen coralino (entre las cuales está la Isla de Enmedio), que tienen importancia tanto como puntos de referencia para la navegación, como por el peligro que significan a lo largo de una de las rutas de cabotaje más frecuentadas de nuestro país (Tamayo, 1962).

Lumbier (1919), describe a la Isla de Enmedio de la siguiente forma:

Enmedio.- Isla, banco y arrecife situados cerca del anclaje de Antón Lizardo al norte y hacia los  $19^{\circ}06'$  latitud norte y  $95^{\circ}16' 19''$  longitud oeste de Greenwich.

Los datos acerca de la localización del arrecife, banco e isla que proporciona Lumbier no son exactos. La localización precisa de la

isla, examinada en el mapa de la Defensa Nacional de 1968, es de  $19^{\circ}16'$  latitud norte y  $95^{\circ}56' 18''$  longitud oeste de Greenwich.

El arrecife tiene una orientación noroeste-sureste con una longitud máxima aproximada de 3.1 Km y 2 Km en su parte más ancha y se localiza a 6.5 Km al noreste de la Escuela Naval de la Punta Antón Lizardo.

## M E T O D O L O G I A

## DELIMITACION DEL AREA DE TRABAJO Y ESTACIONES DE MUESTREO

En un recorrido por toda la laguna arrecifal, se seleccionó una área de trabajo de aproximadamente  $7,350 \text{ m}^2$ , que incluía condiciones diferentes en cuanto a profundidad, tipo de substrato, canales dentro del bajo y la presencia de *Thalassia testudinum*, distribuída en manchones de diferentes formas y dimensiones.

Se escogió un sitio de muestreo y observación permanente dentro del área de trabajo, ubicada hacia el norte de la isla (Fig. 1 EP) a 50 m de la playa.

Hacia el noreste de este sitio, a unos 50 m, se encontraba un canal principal de aproximadamente 3 m. de profundidad, con fuerte corriente y desprovisto casi en su totalidad de vegetación sumergida (Fig. 1 CP).

Hacia el norte (Fig. 1 PC<sub>1</sub>) y sureste (Fig. 1 PC<sub>2</sub>) hay dos pe.

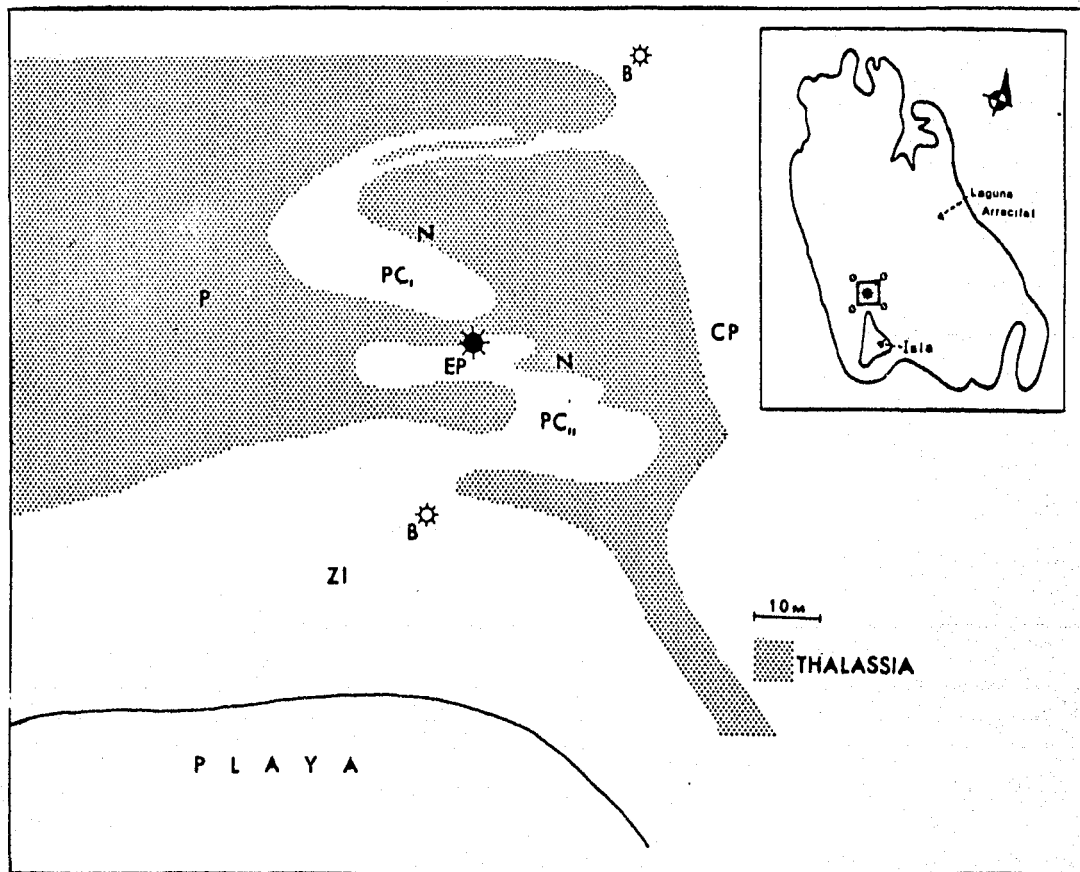


Fig.1. Esquema de la distribución de *Thalassia testudinum* y áreas de muestreo en el lado norte de la Isla de Enmedio, Veracruz. EP, estación piloto; CP, canal principal; PC<sub>I</sub> y PC<sub>II</sub>, pequeños canales; B, boyas; ZI, zona de entremareas; P, manchón puro; N, manchón norte. En el cuadro superior se presenta la posición del arrecife completo indicando la localización del área de estudio (\*).



queños canales de aproximadamente 1.50 m de profundidad, con una corriente moderada y con escaso "ceibadal".

La zona entre mareas queda más al sur, ocupando un frente de 30 m de longitud, comprendidos entre el margen del "ceibadal" y la playa (Fig. 1 ZI).

Hacia el oeste se encontraba un manchón puro y bastante extenso de *Thalassia testudinum*. (Fig. 1 P).

En la figura 1 se observan 2 de las boyas (B), que indican los límites del área de estudio, estas 2 boyas se encuentran separadas a 70 m una de la otra, y las otras 2 boyas, (ver cuadro superior de la Fig. 1) que no se observan aquí, están ubicadas hacia el sureste a una distancia aproximada de 105 m, quedando delimitada así un área total de 7,350 m<sup>2</sup>.

#### MUESTREO DE LAS POBLACIONES

Para poder seguir el crecimiento de los rizomas durante el tiempo que duró el trabajo (de mayo de 1974 a abril de 1975), en la estación piloto al margen de los manchones, se comenzó a desenterrar las puntas de crecimiento del rizoma con enérgicos movimientos de las manos removiendo el sedimento hasta dejarlos al descubierto. Este método es el más sencillo y efectivo que se pudo utilizar, porque los sedimentos se van separando del rizoma sin peligro de dañarlos o romperlos.

Para cuantificar la densidad de la población, se hicieron muestreos alrededor del área de 7,350 m<sup>2</sup>, con un cuadro de 25 X 25 cm, tirándolo al azar en donde se encontraba el "ceibadal" de *Thalassia testudinum*. Se muestrearon 72 cuadros en total.

En estos cuadros se contaron cuidadosamente, el número de vástagos o "tallos verticales", número de flores tanto masculinas como femeninas, profundidad a la que se encontraba el "ceibadal" y se describía el tipo de substrato, utilizando la siguiente escala que se ilustra en la figura 2:

Arenoso.- Cuando exclusivamente está constituido de arena fina, sin ningún pedazo de coral o restos de conchas.

Arenoso-rocoso.- En donde el tipo de substrato es principalmente arena con trozos grandes de coral muerto.

Rocoso.- Cuando la parte más superficial del substrato está constituido por pedazos de coral muerto y solo los huecos estan cubiertos por arena.

En los meses de julio, agosto y septiembre de 1974, se hicieron intensivos recorridos en el área de 7,350 m<sup>2</sup> para buscar frutos, semillas y plántulas y también se hicieron algunas observaciones sobre los cambios de nivel de los sedimentos y movimiento de los manchones de *Thalassia*.

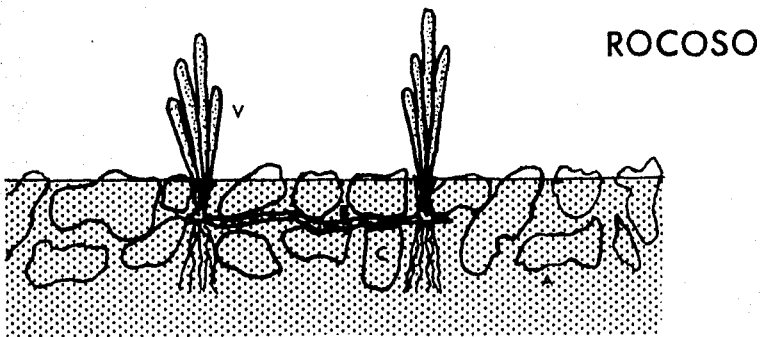
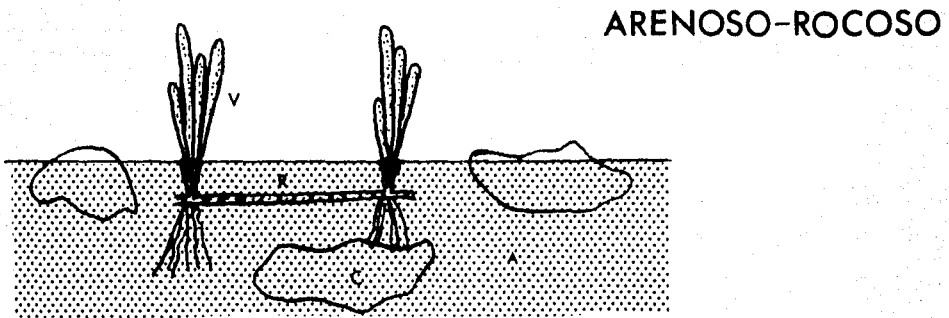
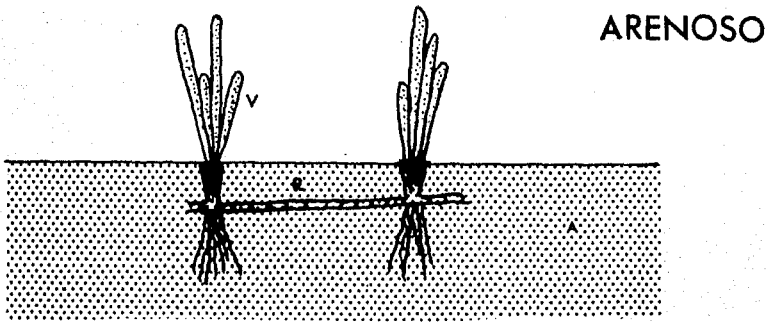


Fig. 2. Esquema de los tipos de sedimentos en los que se desarrolla *Thalassia testudinum*. En Isla - de Enmedio, Veracruz (1974-1975).

## MARCAJE DE LAS POBLACIONES

Se desenterraba el rizoma en su parte terminal, localizando el último vástago con hojas y raíces desarrolladas y con un trozo de alambre delgado (de cobre para embobinar motores) se enredaba dicho vástago y el rizoma, teniendo cuidado de no dañar ninguna de sus partes y al mismo tiempo asegurarse que no se perdiera la marca (Fig. 3).

Después se anotaba en una lámina de acrílico transparente previamente pulida, la distancia que había de éste último vástago a la punta del rizoma y su localización en un mapa.

Para no interferir en su crecimiento se volvía a enterrar el rizoma junto con una marca de alambre galvanizado del #20 y una señal de cinta Dymo de color brillante para facilitar su posterior localización (Fig. 3).

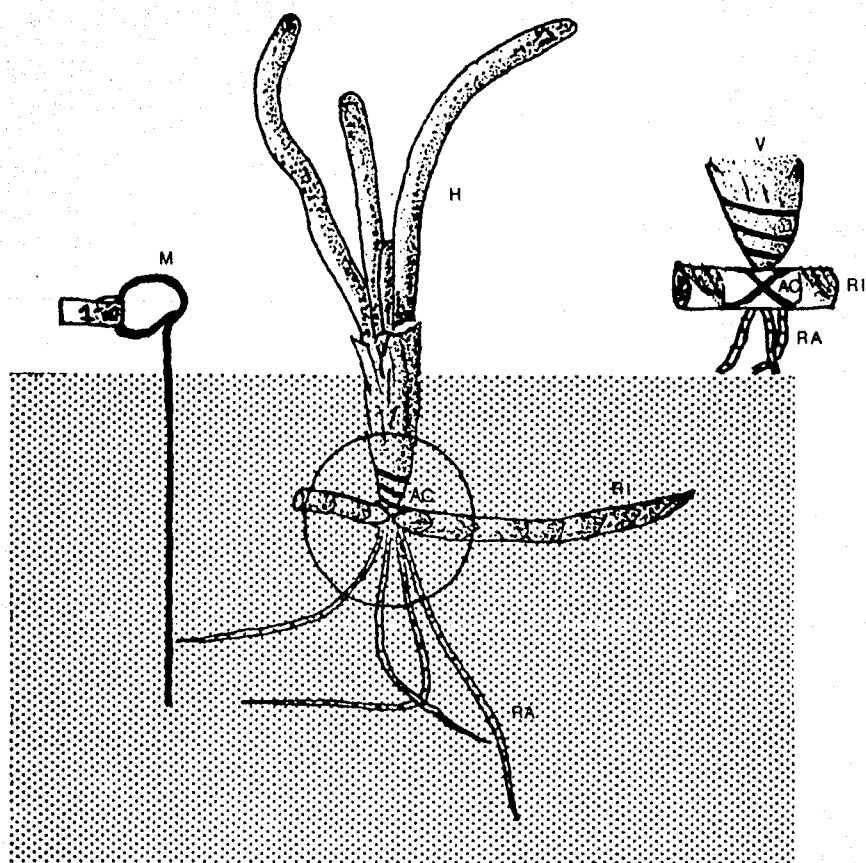


Fig. 3. Esquema del marcaje de un rizoma en Isla de Enmedio, Ve racruz. H, hojas; V, vástago; RI, rizoma; RA, raíz; AC, alambre de cobre; M, marca de alambre galvanizado; 1, - marca de cinta Dymo.

## R E S U L T A D O S

DISTRIBUCION DE *THALASSIA TESTUDINUM* EN EL ARRECIFE

La distribución de *Thalassia testudinum* dentro de la laguna arrecifal se ve afectada por varios factores físicos, tales como: el sistema de canales, la profundidad, el tipo de substrato y las corrientes (Fig. 1).

En los meses de mayo a septiembre, los manchones de *Thalassia* que se encuentran distribuidos hasta las márgenes de los canales, presentan un mayor crecimiento, intentando colonizar estas nuevas áreas, pero en los meses siguientes sufren un decaimiento bastante evidente debido a la influencia de los "nortes", los cuales provocan en los canales un fuerte movimiento de las aguas, levantando los sedimentos, aún aquellos que están protegidos por el sistema radical de esta especie y dejando al descubierto los frágiles rizomas y vástagos, con peligro de que éstos se rompan.

La profundidad, es otro factor que está limitando el crecimiento de *Thalassia testudinum* en el arrecife, debido a que las partículas que se

encuentran suspendidas en el agua interfieren en la penetración de la luz.

En los canales de mayor profundidad, algunas veces se llegan a encontrar pequeños manchones de *Thalassia* poco desarrollados y protegidos por algunos pedazos de coral muerto.

El tipo de sustrato óptimo para el crecimiento del "ceibadal", como se discutirá más adelante, es el arenoso, debido a que no existe ninguna dificultad para que los rizomas se extiendan en todas direcciones, además de que el mismo manchón de *Thalassia* va asentando el sedimento, aumentándolo en espesor lo que permite que los vástagos que se encuentran en los márgenes puedan colonizar áreas vecinas.

#### DENSIDAD DE LA POBLACION

Estos datos se relacionaron con los factores abióticos tipo de sustrato y profundidad a la que se encuentra el "ceibadal" de *Thalassia testudinum*, como se indica en la tabla 1. En el caso de la relación entre la profundidad y la densidad, el coeficiente de correlación dió un valor de menos .4213, lo cual indica una relación inversa entre ambas variables ( $P < .05$ ) (ver figura 4). Para obtener dicha correlación, se analizó el número de vástagos y su profundidad correspondiente en todos los cuadros muestreados.

Por los datos obtenidos en la tabla 1, parece ser que también

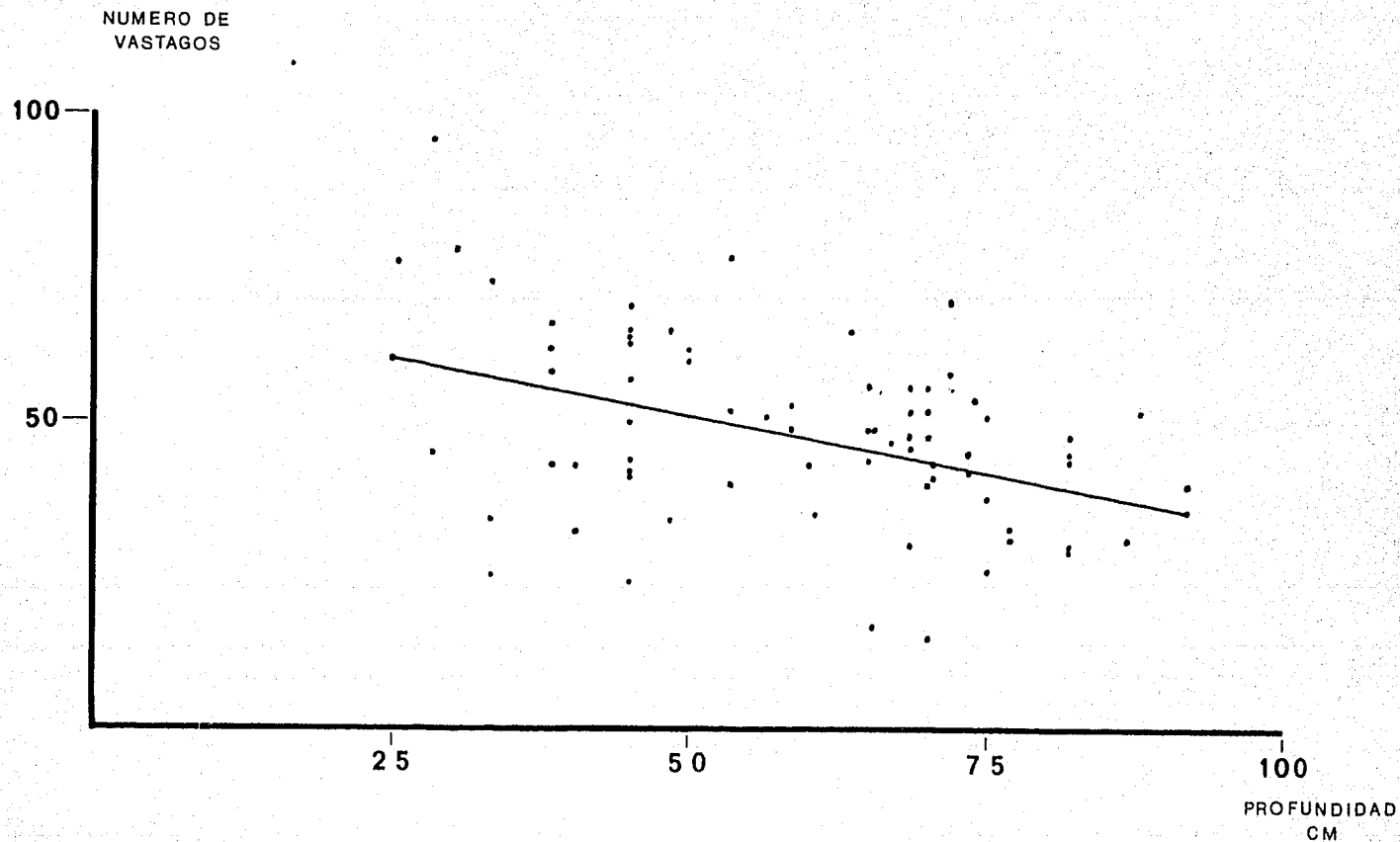


Fig. 4 Correlación entre la profundidad y el número de vástagos encontrados. En la gráfica se muestran los 72 puntos analizados y la regresión ( $y = a + (-.3774)x$ ;  $r = -.4213$ )



existe una correlación entre el tipo de sustrato y el número de vástagos, pero debido a que este factor abiótico no se consideró de una manera cuantitativa, sino cualitativa, no se pudo sacar dicha correlación como en el caso de la profundidad y la densidad de *Thalassia*.

En el mes de marzo, de los 38 cuadros muestreados se obtuvo un número promedio de 200 vástagos por  $m^2$ , un mínimo de 68 y un máximo de 384; en el mes de abril, de los 34 cuadros muestreados el número promedio fue de 187 vástagos por  $m^2$ , con un mínimo de 60 y un máximo de 300.

T A B L A 1

Tipo de sustrato	Profundidad promedio (cm)	Vástagos $\bar{x}$ ( $m^2$ )	Desv. St. s	Número de cuadros muestreados
Arenoso	52.93	208	16.1	35
Arenoso-rocoso	62.38	186	12.9	29
Rocoso	70.81	159	11.0	8

## CRECIMIENTO DE LOS RIZOMAS

El crecimiento fue medido desde el mes de mayo de 1974, cuando se dejaron marcados los últimos "tallos verticales" o vástagos de los rizomas (Fig. 3). Los datos obtenidos están representados en la figura 6.

Los factores que se relacionan directamente con el crecimiento de los rizomas son temperatura y salinidad. En la figura 5 se muestran los datos de salinidad, temperatura y régimen de lluvias que son el promedio de más de 50 años que han sido tomados por el Instituto de Meteorología Náutica del Centro de Previsión del Golfo de México, en el puerto de Veracruz (Lat.  $19^{\circ}11' 25''$  Long.  $96^{\circ}07' 23''$  hora del meridiano  $90^{\circ}W$ ). Las gráficas de temperatura y salinidad de las figuras 6 y 8, corresponden únicamente a observaciones hechas desde el mes de mayo de 1974 a abril de 1975 por este mismo Centro.

El diagrama de crecimiento de uno de los rizomas que fue marcado desde mayo de 1974 conservándose hasta la terminación del presente trabajo, está representado en la figura 7, en la cual se incluyen los datos de natalidad y mortalidad de los vástagos en 5 de los meses más representativos.

A lo largo de los 12 meses que duraron las observaciones, se cuantificó el crecimiento de los rizomas, dándonos un promedio de rizomas marcados para cada mes de 9.3, en el cual se tuvo un crecimiento neto de 20 vástagos por año (74 nuevos vástagos y 54 muertes).

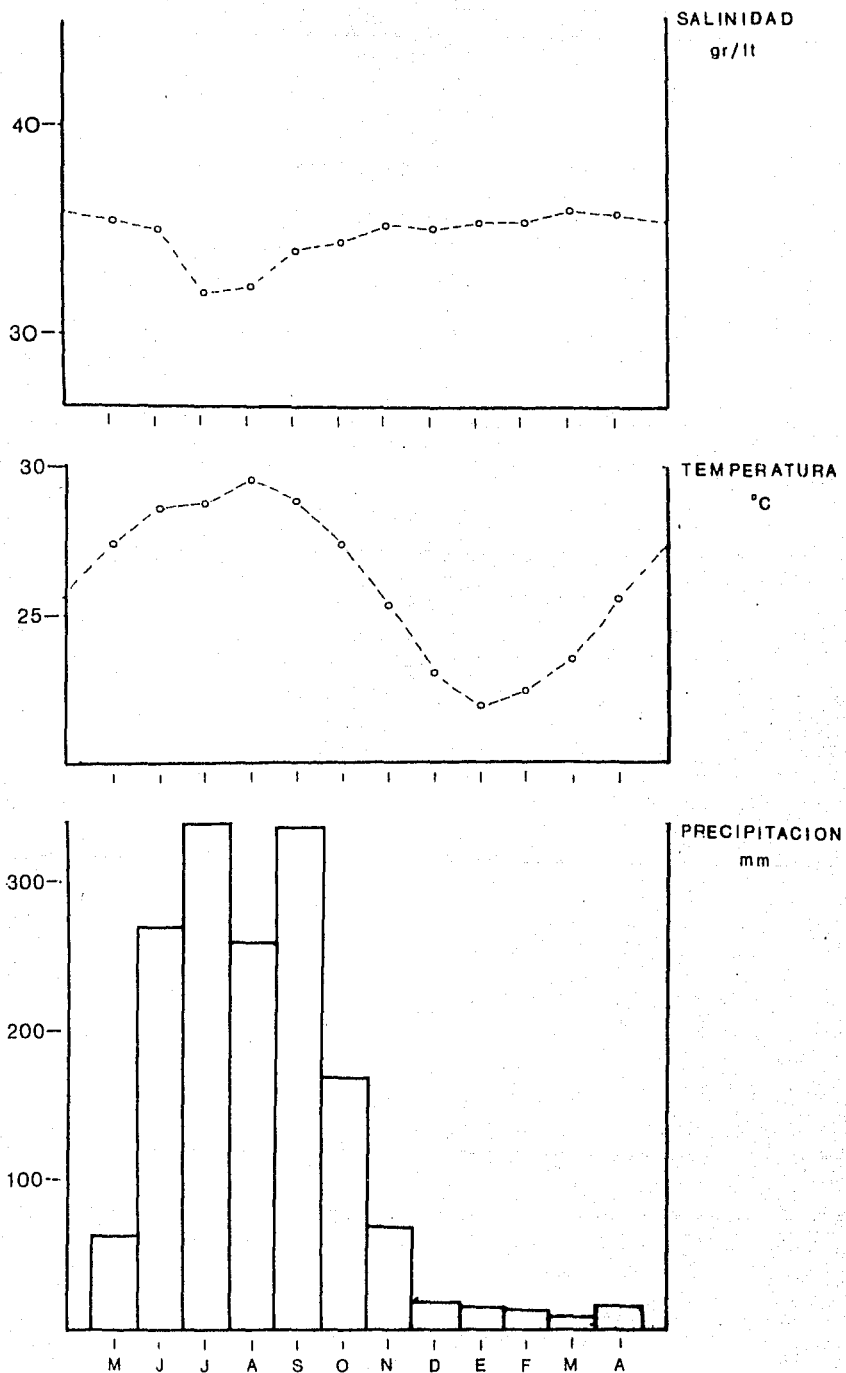


Fig. 5. Gráficas de Salinidad y Temperatura del agua y régimen de lluvias en el Puerto de Veracruz. Datos del promedio de más de 50 años, tomados por el Instituto de Meteorología Náutica del Centro de Previsión del Golfo de México.

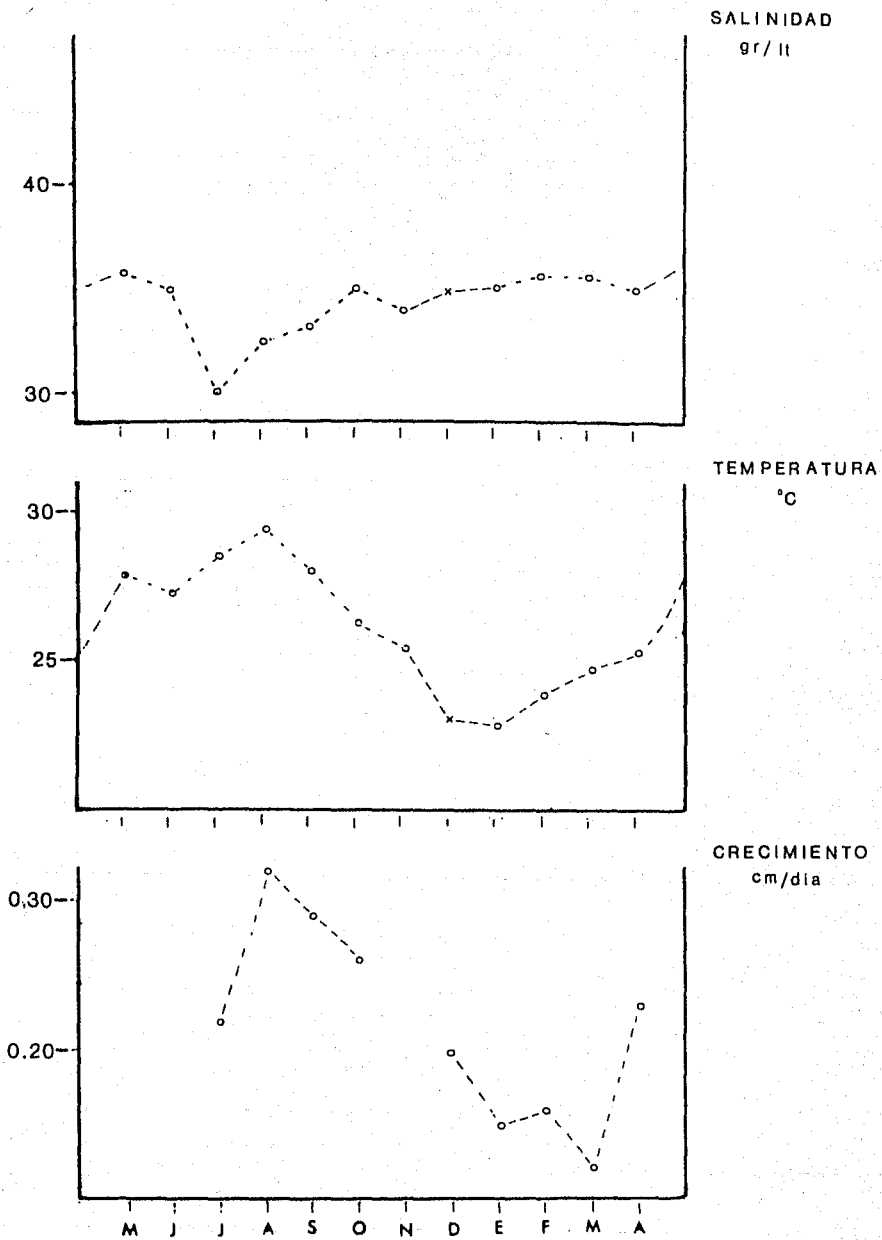


Fig. 6. Graficas de Salinidad, Temperatura y Crecimiento promedio de los rizomas en Isla de Enmedio, Veracruz. De mayo de 1974 a abril de 1975. Los valores representados en las graficas corresponden a 1975, excepto el dato de diciembre en las graficas superiores (x), dado que este valor al extraviarse fué sustituido por el dato promedio de 50 años del Centro de Previsión del Golfo.

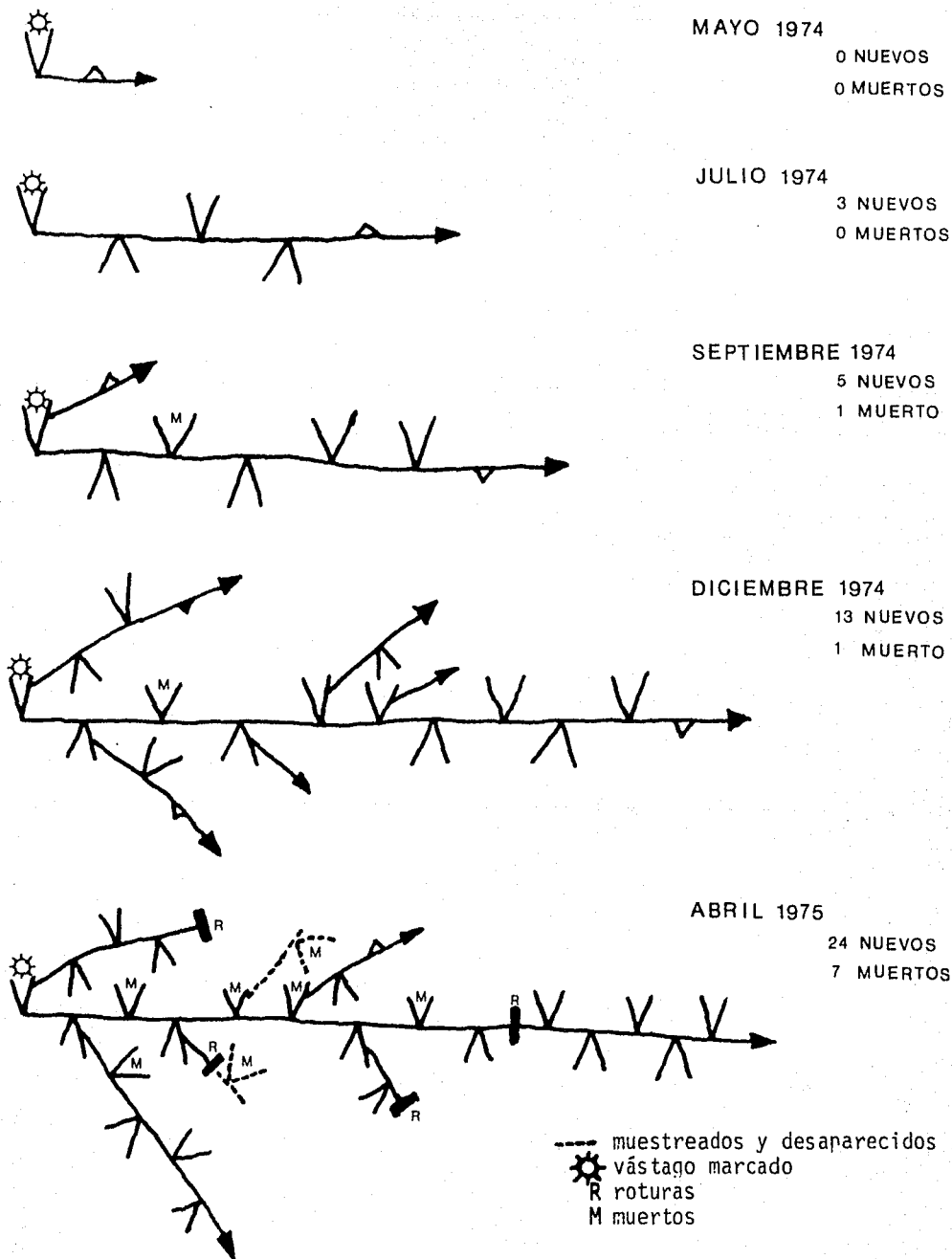


Fig. 7 Esquema del desarrollo de un rizoma en Isla de Enmedio, Veracruz. Con número de vástagos nuevos y vástagos muertos, de mayo de 1974 a abril de 1975.

## FORMACION DE VASTAGOS

Con base en las observaciones realizadas a lo largo de un año, se calculó el número promedio de vástagos formados cada mes (Fig. 8), obteniéndose los siguientes resultados:

MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1.50	1.50	1.50		1.60	1.04	0.90	0.90	0.67	0.80	0.67	0.76

NOTA: falta el dato del mes de agosto, debido a que se perdieron la mayoría de las puntas de crecimiento de los rizomas que habían sido marcados anteriormente.

## REPRODUCCION SEXUAL

En la tabla 2, se presentan los datos obtenidos de los 72 cuadros de 25 X 25 cm muestreados al azar en el área de 7,350 m<sup>2</sup> durante los meses de marzo y abril de 1975. (de los cuales 35 cayeron en substrato arenoso, 29 en arenoso-rocoso y 8 en rocoso), en el cual se relacionan los factores físicos: tipo de substrato y la profundidad, con el número de flores (masculinas o femeninas) y frutos en la estación reproductiva.

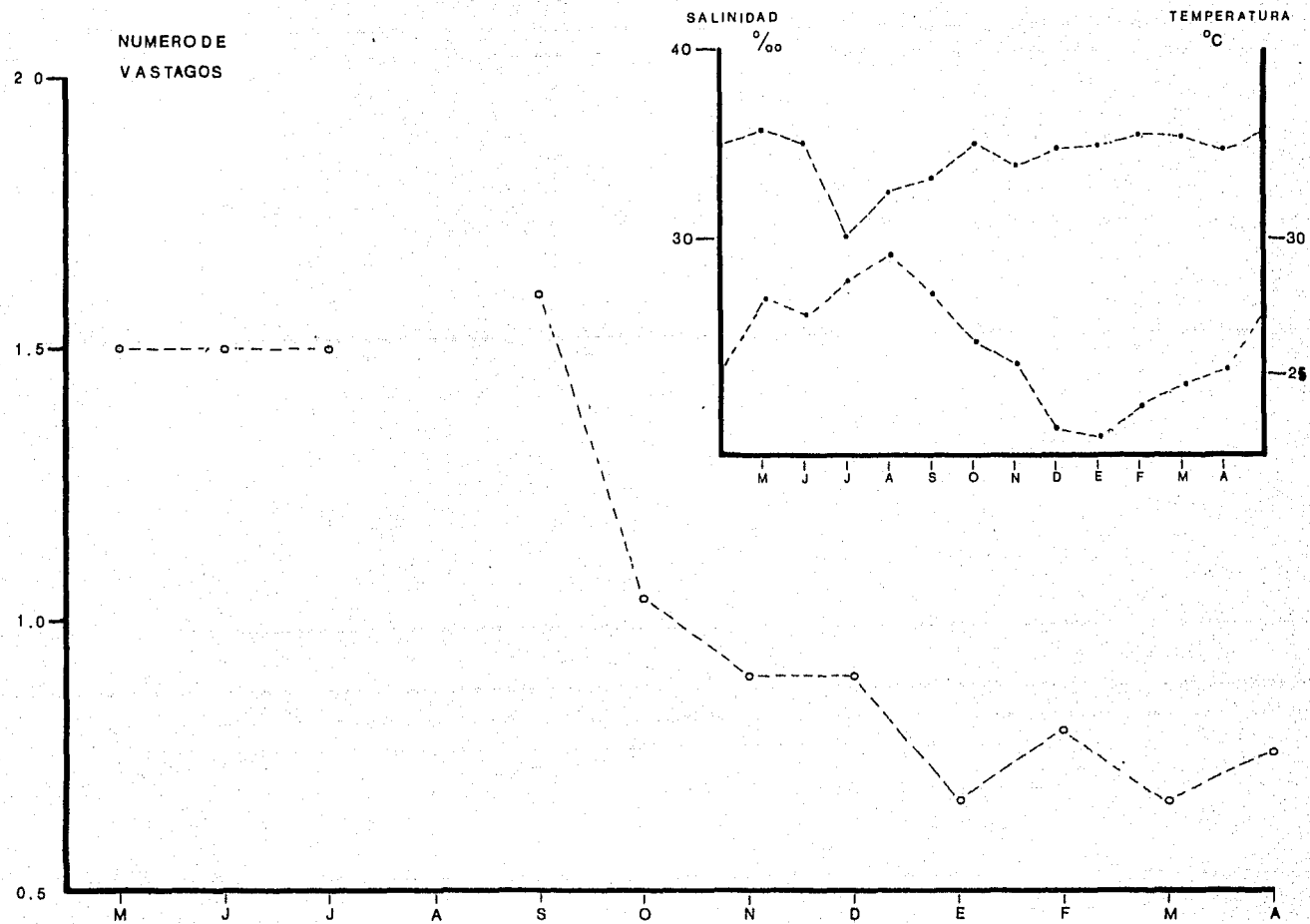


Fig. 8 Graficas de Salinidad, Temperatura y Número de vâstaços formados por mes; en Isla de Enmedio, Veracruz, de mayo de 1974 a abril de 1975.

T A B L A 2

Tipo de substrato	Profundidad promedio (cm)	No. de flores		Número de frutos	Cuadros con flo- res y frutos	Cuadros Muestreados
		0	0			
Arenoso	52.93	24	26	1	8	35
Arenoso-rocoso	62.38	0	8	1	3	29
Rocoso	70.81	0	0	0	0	8
T O T A L		24	34	2	11	72

Distribución del número de flores y frutos en los diferentes tipos de substrato y la profundidad promedio a la que se encontraron.



T A B L A 3

Día	Mes	Número de flores	Número de frutos	No. $\bar{X}$ de flores/vast.	No. $\bar{X}$ de frutos/vast.	Profundidad promedio (cm)	Cuadros con flores y frutos	Cuadros muestreados
28-29	marzo	16	0	.0084	0	55.0	3	38
29	abril	42	2	.0263	.0012	60.8	8	34

En esta tabla se encuentran expresados los conteos parciales en cuanto al número de flores, frutos y su análisis en los meses de marzo y abril.

## VASTAGOS REPRODUCTORES AUTONOMOS

A finales del mes de agosto, en zonas en donde los manchones de *Thalassia testudinum* estén sometidos a una gran erosión por parte de las masas de agua que pasan a través de los canales que circundan esta comunidad, se colectaron estos vástagos, que por su función y desconocimiento en la literatura, fueron denominados como "vástagos reproductores autónomos" (Fig. 9).

Durante el período de lluvias, (junio, julio, agosto y septiembre) se acentúa el proceso erosivo antes mencionado quedando los rizomas expuestos fuera del sedimento, a tal grado que son arrancados los vástagos, quedando solamente la red intrincada de rizomas muertos.

En estos lugares se encontró este material que tiene características muy especiales. Son vástagos únicos, a veces dobles que no están separados por un pedazo de rizoma, sino que parecen salir del mismo lugar; tienen hojas pequeñas y delgadas, semejantes a plántulas recién emergidas de la semilla.

Los vástagos más grandes, que alcanzan un tamaño aproximado de 12 cm, presentaban raíces y algunos inicios de puntas de crecimiento de un verdadero rizoma, mientras que la mayoría de los pequeños de aproximadamente 4 ó 5 cm, no presentaban raíces.

Algunos de los vástagos presentaban una base muy alargada y

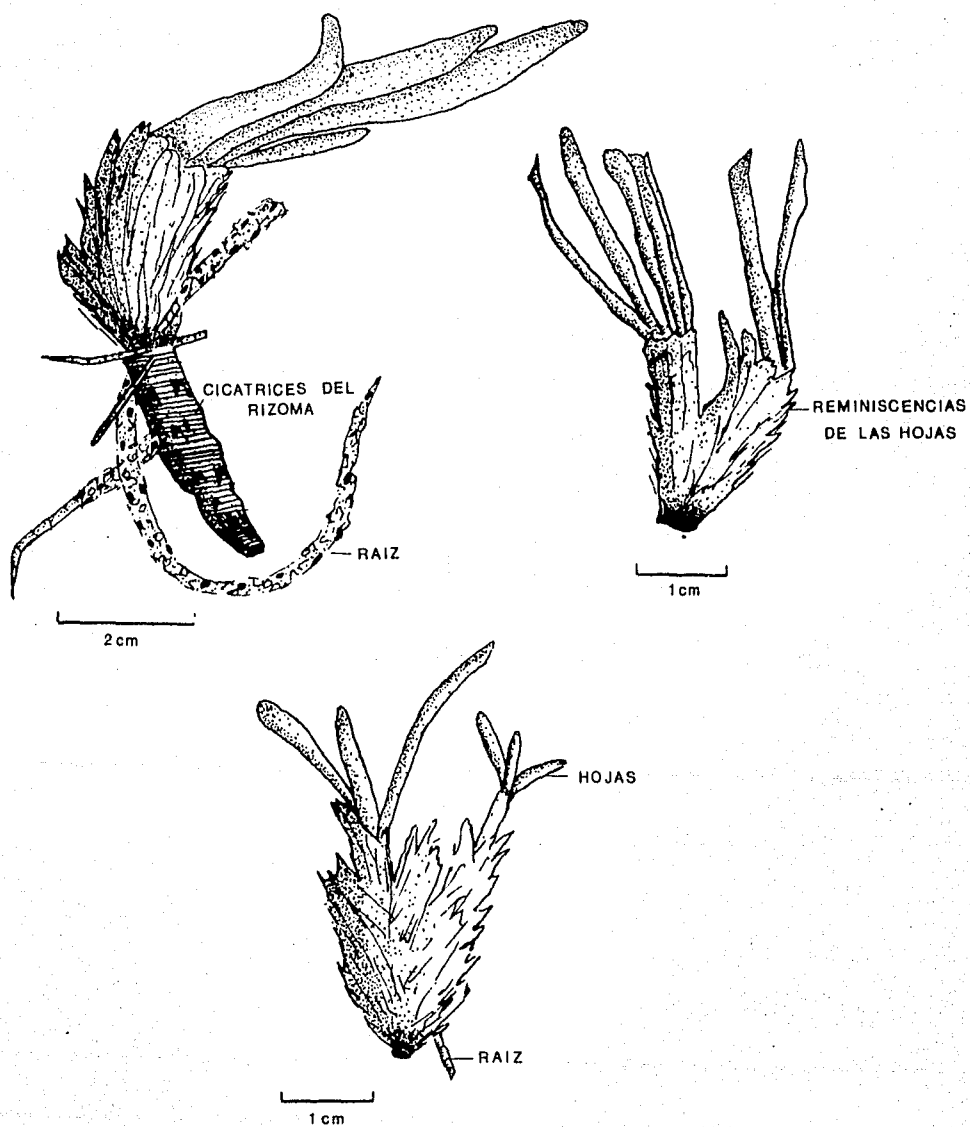


Fig. 9 Esquema de los "vástagos reproductores autónomos" colectados en agosto de 1975 en Isla de Enmedio, Veracruz.

parecían ser vástagos viejos por presentar gran cantidad de cicatrices de hojas sobre el pequeño tallo. Se colectaron 17 vástagos con estas características.

En general, parece ser que estos vástagos están más ampliamente distribuidos en el arrecife, puesto que se encontraron en una área muy reducida al lado de la estación piloto. No se buscaron más de estos vástagos, debido a que en esos meses, nuestra atención estaba concentrada en la búsqueda de plántulas, de las que se encontraron solamente 9 en una área comparativamente igual a los  $7,350 \text{ m}^2$  de la zona de estudio.

## DISCUSION

FACTORES ECOLOGICOS QUE INTERVIENEN EN LA DISTRIBUCION DE *THALASSIA TESTUDINUM* EN EL ARRECIFE.

Como ya se dijo anteriormente, la distribución de *Thalassia* en el arrecife se ve afectada principalmente por varios factores ecológicos, como el sistema de canales, la profundidad, el tipo de substrato y las corrientes.

Primeramente, dentro de la laguna arrecifal existe un sistema de canales permanente, en el cual la velocidad del agua que pasa a través de ellos es considerablemente fuerte a lo largo de todo el año, manteniendo así una profundidad mínima de 2.5 m.

Las plantas que se pudieron establecer en dichos canales, están sometidas a una erosión constante y limitadas a una menor iluminación en comparación con los manchones bien establecidos a profundidades menores y en aguas con menor turbulencia.

Estos manchones bien establecidos, tienen un mejor desarrollo a profundidades menores, en cuanto al número de vástagos, como puede verse en la tabla 1 y figura 4; esta relación se encontró estadísticamente significativa ( $P < .05$ ).

Los vientos dominantes del norte, que están presentes 8 meses del año en esta región y que influyen sobre las corrientes de la laguna arrecifal, como lo indica Lot-Helgueras (1968,1971), determinan que se formen franjas de *Thalassia* orientadas perpendicularmente a la dirección al viento, pero con los ejes de los rizomas orientados en la misma dirección de las corrientes o sea la del viento dominante.

Los manchones que se encuentran en el margen oeste (Fig. 1N), presentaban una elevación de 50 cm mayor, en relación a los manchones que se encuentran al otro lado de los pequeños canales (Fig. 1 EP). Estos manchones ganan gran cantidad de sedimentos que van siendo depositados paulatinamente por el efecto conjunto de las raíces y hojas, permitiendo que se forme un substrato de arena fina que es en el que mejor se desarrolla este "pasto marino".

Esto concuerda con las observaciones de Zieman (1974a), de que la comunidad de *Thalassia* tiene la habilidad de reducir el flujo de agua, promover la sedimentación y estabilizar la superficie del sedimento y esto está en función de la densidad de las hojas.

A los manchones que se localizan al otro lado del canal les sucede lo contrario, ya que hay una mayor erosión por efecto de la corriente, provocando que los rizomas queden desprotegidos facilitando su rompimiento.

Este fenómeno o patrón observado, permite que los manchones de *Thalassia* vayan teniendo un corrimiento dentro de la laguna arrecifal a través del año. La velocidad del corrimiento va a estar influenciada, por un lado, por la fuerza de la corriente y la velocidad de depositación o movilidad del sedimento, y por otro lado por la capacidad adaptativa de las poblaciones de *Thalassia testudinum*, caracterizada principalmente por la densidad foliar y desarrollo radicular.

#### INTERRELACION DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN EL PATRON DE CRECIMIENTO Y REPRODUCCION DE LAS POBLACIONES DE *THALASSIA TESTUDINUM*.

Entre los factores abióticos que influyen más directamente en el patrón de crecimiento de *Thalassia testudinum* se encuentran el tipo de substrato y la profundidad.

El tipo de substrato es uno de los factores más importantes que está influyendo sobre el crecimiento, la densidad de la población y la reproducción sexual principalmente.

Comenzaremos por decir que el tipo de substrato, considerado como factor físico es el lugar que está en contacto con el sistema radical de *Thalassia* y que de hecho está influyendo en el crecimiento de los rizomas. Como se ve en las tablas 1 y 2, el tipo de substrato está en relación directa con la profundidad a la que se encuentran las "camas" de *Thalassia*.

En los sitios más someros en donde los manchones de *Thalassia* estaban bien desarrollados, se encontró un substrato arenoso y en sitios más profundos en donde el desarrollo de ésta fanerógama no era el óptimo, se encontró un substrato rocoso.

Este óptimo desarrollo de *Thalassia* encontrado en el substrato fino a menores profundidades, es el resultado de la habilidad que tienen los "pastos marinos" para promover la sedimentación, aumentando el espesor del substrato, como ha sido señalado por Ginsburg y Lowenstan (1956) y posteriormente por (Schubel, 1973).

En este substrato fino los rizomas tienen una mayor facilidad para irse extendiendo, en cambio en suelos rocosos, la punta de crecimiento se vería obstaculizada en cada momento por los pedazos de coral.

En la laguna arrecifal predominó el tipo de substrato arenoso (35 de 72 cuadros muestreados), indicándonos un buen desarrollo de la comunidad de *Thalassia testudinum* en este ecosistema arrecifal.



En cuanto a la profundidad, el rango en que se encontró bien desarrollada *Thalassia testudinum* en la zona arrecifal de Veracruz, va desde por debajo de la zona de entre mareas, hasta un poco más allá de 90 cm. En estos lugares el agua no es muy clara por la influencia de los "nortes" los cuales provocan en la laguna arrecifal un mayor movimiento de los sedimentos, lo que impide la penetración de la luz.

Los datos que a continuación se presentan, ilustran la relación tan directa que existe entre el desarrollo de los rizomas y los factores temperatura y salinidad, como se observó en este trabajo.

Tomlinson y Vargo (1966), en su intensivo estudio acerca de la morfología y anatomía de las partes vegetativas de *Thalassia testudinum*, encontraron que el tejido meristemático está únicamente restringido al ápice del rizoma y que entre vástagos adyacentes existe un número constante de cicatrices de hojas escamosas que comunmente varían en número de 9, 11 ó 13, por lo que la ramificación del rizoma es periódica.

Patriquin (1973), estimó que la proporción promedio de crecimiento de los rizomas es de 0.27 cm/día, obtenido de la división de la longitud del rizoma entre dos vástagos y las edades de éstos. Observándose una periodicidad en la ramificación del rizoma del orden de 24 días.

Phillips (1960) y Den Hartog (1970), indican que *Thalassia* se desarrolla bien en temperaturas entre los 20 y 30°C. Posteriormente

Zieman (1974a), midió la productividad máxima de *Thalassia* cercana a 30°C, decreciendo esta productividad a valores cercanos a cero en temperaturas abajo de 19°C y arriba de 36°C, también encontró una salinidad óptima de 30‰, decreciendo la productividad abajo y arriba de este valor, pudiendo soportar por cortos periodos de tiempo salinidades de 3.5 y 60‰, pero usualmente sufren defoliación.

En el presente trabajo encontramos que los resultados se acercan mucho a los observados por los autores arriba citados en cuanto a temperatura y salinidad. Los resultados de Patriquin (1973), acerca de la proporción promedio de crecimiento de 0.27 cm/día realizados en el verano de 1969, son semejantes para los meses de julio y agosto en la zona arrecifal de Veracruz (ver Fig. 6). Solo que se tendrían que hacer mediciones del crecimiento de los rizomas a lo largo de un año para que nos den una visión más amplia del comportamiento de este tejido rizomatoso.

Tomlinson y Vargo (1966), discuten que el crecimiento del ápice del rizoma es aparentemente continuo, pero no saben exactamente si la proporción de crecimiento de los rizomas decrece en los meses de invierno.

En la Fig. 6, se observa que el mayor crecimiento promedio alcanzado por los rizomas corresponde al de 0.32 cm/día en el mes de agosto, coincidiendo con la temperatura del agua más alta del año que es de 29.4°C y la segunda salinidad más baja del año que es de 32.5‰, aproximándose a los datos óptimos presentados por Zieman (1974a) de 30°C y 30‰ de salinidad.

A partir de septiembre, el crecimiento promedio de los rizomas decrece ligeramente coincidiendo con la baja de la temperatura del agua, llegando al valor de 0.12 cm/día en el mes de marzo o sea el valor más bajo de crecimiento registrado; en cambio la gráfica de salinidad va aumentando hasta llegar a la segunda salinidad más alta del año en el mismo mes de marzo.

Por los datos obtenidos en el área de Veracruz, se puede decir que el crecimiento de los rizomas disminuye aunque no llega a detenerse totalmente. Estos resultados nos dan un promedio anual de crecimiento de los rizomas en el área de Veracruz de 0.21 cm/día.

La formación de nuevos "tallos erectos" o vástagos está en relación con el crecimiento de los rizomas (Figs. 7 y 8). De mayo a octubre es cuando más rápidamente se forman nuevos vástagos y en los meses de menores temperaturas y de mayores salinidades, disminuye esta velocidad de formación de nuevos vástagos. El número promedio de vástagos formados en un año fué de 12.91 y el promedio mensual de 1.07, lo que quiere decir que el rizoma se puede ramificar cada 28.03 días.

Esto es importante ya que Patriquin (1973), encontró una periodicidad en la ramificación del rizoma de 24 días, si esto se quiere extrapolar al crecimiento del rizoma y la formación de nuevos vástagos en todo el año, encontraríamos que habría una diferencia en el crecimiento en relación con nuestros resultados de 0.6 milímetros diarios y en cuanto a la formación de nuevos vástagos habría una diferencia de 4.03 días en cada mes.

Si suponemos que se marca el último vástago del rizoma el 1° de enero, para el 31 de diciembre próximo, encontraríamos según los datos de Patriquin, obtenidos en Barbados, un rizoma de 98.55 cm con 15.2 vástagos en el eje principal; en cambio con los datos obtenidos en este trabajo en ese mismo tiempo tendríamos un rizoma de 76.65 cm con 13.02 vástagos en el eje principal, lo que nos estaría indicando una diferencia notable en la proporción de crecimiento y velocidad de ramificación del rizoma, debido probablemente a diferencias latitudinales y tipo de substrato.

En relación con la reproducción sexual, Marmelstein, et al (1968), concluyeron que la floración natural y el crecimiento vegetativo de *Thalassia*, están aparentemente influenciados por el fotoperiodo, indicados por su naturaleza estacional y respuesta a la profundidad y transparencia del agua. Encontraron también que hay un aparente requerimiento de una longitud del día mínima, lo mismo que una longitud de obscuridad mínima, por lo que clasifican a *Thalassia testudinum* tentativamente como una "planta de día intermedio" con respecto a la floración y crecimiento vegetativo.

Con base en los datos de Marmelstein, las longitudes del día y de la noche mínimas requeridas para que se lleve a cabo la floración, según lo enunciado por él, coincide a mediados del mes de marzo en la zona arrecifal estudiada y precisamente en los manchones de *Thalassia* sobre substrato arenoso que se encuentra a menores profundidades (ver Tabla 3), siendo en manchones un poco más profundos, en el mes de abril.

Orpurt y Boral (1964), reportaron que en Bahía Biscayne, Florida, las plantas de tamaño intermedio que se encuentran en los manchones más someros, florecen más tempranamente, seguidos por las plantas de los manchones más profundos a medida que progresa la estación.

En el trabajo de Lot-Helgueras (1973), se indica que hay una relación entre las horas de insolación por mes y el mayor número de días claros, con el proceso de floración, reportándola a mediados del mes de abril.

En el presente trabajo se encontró el más alto promedio de flores por vástago en el mes de abril, de .0263, coincidiendo con los valores más altos de temperatura (29.4°C) y los valores más bajos de salinidad (32.5‰) (ver Tabla 3).

Este valor, aunque no es el porcentaje de floración si puede ser comparado con los porcentajes de floración obtenidos en Bahía Biscayne, Florida, por Orpurt y Boral (1964), de menos del 1% y los de Marmelstein, et al (1968), que no llegaron al 0.5%. Sin embargo, los últimos encontraron un porcentaje mucho mayor bajo condiciones de laboratorio, del 25% en plan-

tas bajo el tratamiento de 12 horas de luz y 13.3% en el de 18 horas de luz, lo cual indica que en la naturaleza difícilmente se llegan a obtener condiciones de fotoperiodo de 12 horas.

Estos datos mostrarían parte de un modelo del comportamiento de la población, faltando ahora los datos de mortalidad que está influenciada en esta zona por los "nortes" y las lluvias principalmente.

En los resultados hablamos de "vástagos reproductores autónomos", refiriéndonos a un caso no reportado anteriormente en la literatura.

Tomlinson (1969, 1974), que es quien más se ha interesado en estos aspectos, solo explica que el crecimiento continuo del organismo depende enteramente de la actividad de los vigorosos ápices del rizoma, no mencionando la presencia de estos vástagos anormales.

Tomlinson (1974), explica que en ausencia de meristemas residuales, el crecimiento adventicio es imposible, inclusive el de las raíces. Esto es importante ya que los fragmentos de vástagos y rizomas son incapaces de regeneración. Así, en contra de esta apariencia de vigor y exuberancia, *Thalassia* no está bien adaptada a la propagación asexual por fragmentos separados.

Esto es lo que generalmente sucedería pero existen casos como estos "vástagos reproductores autónomos" que tuvieron no solo la capacidad de mantenerse vivos separados del rizoma progenitor, sino que llegaron a formar raíces y en algunos casos comenzaban a desarrollar un verdadero rizoma.

Para poder dar una posible explicación a la presencia de estos vástagos y su función, es necesario revisar algunos procesos que intervienen en la reproducción sexual.

Por los resultados obtenidos en este trabajo, acerca del número de flores, se debe esperar que el número de semillas que se van a establecer en el arrecife (o zona de posible establecimiento) van a ser muy pocas.

Para poder fundamentar parte de este proceso, tenemos que considerar entre otros, los siguientes puntos:

- a) De las 58 flores que se encontraron en los dos meses que se observó la floración, solamente 26 flores eran femeninas,
- b) de estas 26 flores no sabemos cuantas van a ser fecundadas,
- c) y en el proceso de dispersión, los frutos y las semillas pueden ser llevados fuera del arrecife.

En el proceso de dispersión cabe señalar, que el fruto flota a la deriva por un periodo relativamente corto, después del cual se abre en 5 u 8 valvas (Orpurt y Boral, 1964) emergiendo de él de 3 a 5 semillas que también flotan por un periodo de 2 horas (Lot-Helgueras, 1968).

Esta característica que tienen los frutos y semillas de

*Thalassia*, de flotar por algún tiempo, está menguando la cantidad de plántulas que se podrían establecer en el mismo sitio de su formación, lo cual nos llevaría a pensar que la reproducción sexual en esta comunidad no tiene un aporte muy grande para mantener una población tan extendida como lo es ahora, sino que la reproducción vegetativa y en menor grado estos "vástagos reproductores autónomos" (que superan en número a las plántulas y semillas encontradas), son los responsables de que los "ceibadales" de *Thalassia testudinum* sean considerados comunidades "climax" (Margalef, 1962) o maduras y que se encuentren tan ampliamente distribuidos en los mares costeros tropicales.



## B I B L I O G R A F I A   C I T A D A

- FUSS, C. M. JR., y J. A. KELLY. JR. 1969. Survival and growth of sea grasses transplanted under artificial conditions. Bull. Mar. Sci. 19(2): 351-365.
- GINGSBURG, R. N. y H. A. LOWENSTAN. 1956. Influence of marine bottom communities on the depositional environments of sediments. Congr. Geol. Intern, 20a. Ses. México, 232.
- HARTOG, C. DEN. 1970. The sea-grasses of the world. North Holland Pub. Co., Amsterdam. 275 pág.
- HORNELAS, O. Y. 1975. Comparación de la biomasa, densidad y de algunos aspectos morfológicos de la fanerógama marina *Thalassia testudinum*, König, 1805, en tres diferentes áreas geográficas del Golfo de México. Tesis Fac. de Ciencias. U. N. A. M., México. 54.
- KELLY, J. A., C. M. FUSS y J. R. HALL. 1971. The transplanting and survival of turtle grass, *Thalassia testudinum* in Boca Ciega Bay, Florida. Fish. Bull. 69(2): 273-280.

LOT-HELGUERAS, A. 1968. Estudios sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz, Ver. Tesis. Fac. de Ciencias. U. N. A. M., México. 66.

\_\_\_\_\_ 1971. Estudios sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz, Ver. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México, 42(1): 1-48. (Parte del trabajo presentado como tesis).

\_\_\_\_\_ 1973. General status of research on sea-grasses ecosystem in Mexico. In: Seagrass Ecosystems; A Scientific perspective: International Seagrass Workshop. Leiden, Netherlands. 22-26 october. (En prensa).

LUMBIER, M. M. 1919. Algunos datos sobre las islas mexicanas para contribuir al estudio de sus recursos naturales. An. Inst. Geol. Univ. Nal. Autón. de México. 7: 46-47.

MARGALEF, R. 1962. Comunidades naturales. Capítulo 31. La climax de *Thalassia*. Publ. Esp. Inst. Biol. Mar, Univ. de P. R. pp. 400-406.

MARMELSTEIN, A. D., P. W. MORGAN y W. E. PEQUEGNAT. 1968. Photoperiodism and related ecology in *Thalassia testudinum*. Bot. Gaz. 129(1): 63-67.

ORPURT, P. A. y L. L. BORAL. 1964. The flowers, fruits and seeds of *Thalassia testudinum* Koenig. Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean. 14(2): 296-302.

PATRIQUIN, D. G. 1972. Carbonate mud production by epibionts on *Thalassia testudinum*: an estimate based on leaf growth rate data. J. Sedimentol.

Petro1. 42(3): 687-689.

\_\_\_\_\_ 1973. Estimation of growth rate, production and age of the marine angiosperm *Thalassia testudinum* Koenig. Carib. J. Sci. 13(1-2): 111-121.

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.

\_\_\_\_\_ 1974. Transplantation of seagrasses, with special emphasis on eelgrass, *Zostera marina* L. Aquaculture 4(2): 161-176.

SCHUBEL, J. R. 1973. Some comments on seagrasses and sedimentary processes. In Proceedings of International Seagrass Workshop. 22-26 october.

TAMAYO, J. L. 1962. Geografía general de México. Instituto Mexicano. Investigaciones. Económicas. México. V. 2.

THORHAUG, A. 1974. Transplantation of seagrass *Thalassia testudinum* Koenig. Aquaculture 4(2): 177-183.

TOMLINSON, P. B. 1969. On the morphology and anatomy of turtle grass, *Thalassia testudinum* (Hydrocharitaceae). II. Anatomy and development of the root in relation to function. Bull. Mar. Sci. 19(1): 57-91.

\_\_\_\_\_ 1974. Vegetative morphology and meristem dependence -the foundation of productivity in seagrasses. *Aquaculture*. 4(2): 107-130.

\_\_\_\_\_ y G. A. VARGO. 1966. On the morphology and anatomy of turtle grass, *Thalassia testudinum* (Hydrocharitaceae). I. Vegetative morphology. *Bull. Mar. Sci.* 16(4): 748-761.

ZIEMAN, J. C. 1974a. Quantitative and dynamic aspects of the ecology of turtle grass, *Thalassia testudinum*. Recent Advance in Estuarine Research Proceedings of the Second International Estuarine Research Conference, Myrtle Beach, S. C. oct. 1973.

\_\_\_\_\_ 1974b. Methods for the study of the growth and production of turtle grass, *Thalassia testudinum* König. *Aquaculture*. 4(2): 139-143.

\_\_\_\_\_ 1975. Seasonal variation of turtle grass, *Thalassia testudinum* König, with reference to temperature and salinity effects. *Aquatic Botany*. 1(2): 107-123.

## A G R A D E C I M I E N T O S

Deseo agradecer por este conducto al M. en C. Antonio Lot Helgueras, por su asesoría en la realización de este trabajo y su sincera amistad. A los miembros del Jurado, Dr. Carlos Vázquez Yanes, Biól. Alma D. Orozco Segovia, M. en C. Alfredo Pérez Jiménez, Biól. Rodolfo Dirzo Minjarez, por la revisión del manuscrito y por sus atinadas sugerencias. Al Sr. Armando Butanda por la revisión bibliográfica del trabajo. Al Contralmirante I. E. Gilberto López Lira, Director General de Oceanografía y Señalamiento Marítimo, por su autorización oficial y apoyo para realizar estos estudios y por facilitar el Buque Guardafaro DENE B para realizar las visitas periódicas a Isla de Enmedio. Al Sr. Francisco Garelli, del Departamento de Oceanografía y Señalamiento Marítimo del Puerto de Veracruz y en general a la tripulación del DENE B por su ayuda prestada en todo momento para transportarnos a la Isla de Enmedio. Al Guardafaro Sr. Francisco Velázquez y Sra, por todas las facilidades prestadas durante nuestra estancia en la Isla de Enmedio.