

**CARACTERIZACION DE UNA COMUNIDAD CORALINA**

**U. N. A. M.  
FACULTAD DE CIENCIAS**

**TESIS PROFESIONAL  
PARA OBTENER EL TITULO DE  
BIOLOGO**

**AMAPOLA OTERO ANDRES**

**MEXICO, D. F. 1984**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está 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.

# I N D I C E

|  | Pág. |
|--|------|
| <b>AGRADECIMIENTOS.</b>                                    |      |
| <b>RESUMEN.</b>  |      |
| <b>1. INTRODUCCION.</b>                                    |      |
| 1.1 Antecedentes   | 1    |
| 1.2 Objetivos  | 9    |
| <b>2. AREA DE ESTUDIO.</b>                                 |      |
| 2.1 Descripción del área                                   | 10   |
| 2.2 Condiciones físicas del área de estudio                | 15   |
| <b>3. MATERIAL Y METODOS</b>                               |      |
| 3.1 Método y Material de campo                             | 16   |
| 3.2 Análisis de la información                             | 21   |
| <b>4. RESULTADOS Y DISCUSION.</b>                          |      |
| 4.1 Mapas de la comunidad                                  | 25   |
| 4.2 Sistemática y<br>Descripción de las especies           | 34   |
| 4.3 Composición específica                                 | 38   |
| 4.4 Abundancia de las especies                             | 41   |
| 4.5 Distribución de las especies dentro de<br>las columnas | 44   |
| <b>5. CONSIDERACIONES GENERALES.</b>                       | 48   |
| <b>6. CONCLUSIONES.</b>                                    | 52   |
| <b>7. LITERATURA CITADA.</b>                               | 54   |
| <b>8. GRAFICAS.</b>  | 58   |
| <b>9. ANEXOS.</b>  | 70   |

## AGRADECIMIENTOS.

Hace tanto desde que inicié el presente trabajo, que con seguridad olvidaré mencionar a muchas personas que de alguna forma colaboraron conmigo en la elaboración del mismo. A todas ellas, gracias.

Quiero agradecer en primer lugar a Daniel Saez, quien desinteresadamente y con toda la paciencia que lo caracteriza me acompañó a todos y cada uno de los muestreos, incluidos aquellos que tuvieron que hacerse con mal clima, y al igual que yo tuvo que aprender el manejo de los artefactos que utilizamos. En lo que se refiere a éstos, agradezco a José Martín quien me ayudó a construirlos y me enseñó a utilizar el taladro y la sierra.

A mi querida amiga Silvia Purata, las ganas con las que me animó a ordenar y a escribir los resultados y abatir la pereza de retomar el trabajo abandonado.

A Mauricio Hernández y a José Luis Perujo, su ayuda en lo referente a la computarización de los datos. A Felipe Leal, la elaboración de los dibujos.

A Eduardo Martín Chávez, Martín Merino, Patricia Thome y Juan José Espejel, por su apoyo en el trabajo durante mi estancia en la estación de Puerto Morelos.

Muy especialmente a Jane Otero, por su colaboración en multitud de detalles. A Diana Otero, Amapola Andrés y Raimundo Otero por su siempre incondicional apoyo en las etapas críticas del trabajo.

Por último, quiero agradecer al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (U.N.A.M.) por las facilidades brindadas, a la Coordinación de la Investigación Científica por la beca otorgada a través del Convenio CONACYT-UNAM durante el período 81-82, a Eric Jordan por la dirección y la sugerencia del tema de este trabajo, y a Juan Luis Cifuentes, Irene Pisanty, Juan José Consejo y Laura Arriaga por la revisión del mismo.

## RESUMEN.

Con el fin de caracterizar una comunidad de corales escleractinios e hidrocorales en la etapa de colonización, se fotografió la superficie de las ocho columnas que forman el Duque de Alba del muelle de concreto de Puerto Morelos situado en la zona lagunar de la barrera arrecifal del Noreste de la Península de Yucatán, que representa un substrato artificial joven colonizado por multitud de organismos, incluyendo los grupos de nuestro interés.

Estas fotos constituyeron un mapa detallado de la comunidad implantada en las columnas y se utilizaron como fuente de datos para caracterizar la comunidad de corales escleractinios e hidrocorales en base a la diversidad, la abundancia y la cobertura de las especies.

Así mismo, se hizo una primera aproximación para determinar la existencia de algún patrón de distribución de las especies y su relación con los factores físicos específicos de la zona de estudio.

Se encontró que de las 14 especies presentes, Diploria stri-gosa, Porites porites, Favia fragum son las más abundantes y Millepora sp. la especie dominante.

Los diferentes índices de estructura comunitaria utilizados indican que no existe diferencia entre las columnas con excepción de la columna más protegida a las corrientes dominantes, en la que la abundancia de especies y de colonias es relativamente

menor. .

Con respecto a la distribución se encontró que las especies -- más abundantes presentan cierta preferencia por la parte media y más profunda de las columnas, sin embargo, el rango de distribución de la especie dominante Millepora sp. es más amplio, distribuyéndose a lo largo de todos los niveles de las columnas lo que indica por un lado, una mayor tolerancia de esta especie a la exposición al aire en la parte cercana a la superficie debida al oleaje y por otro, mayor capacidad de las larvas para implantarse resistiendo el embate de las olas en éstos niveles.

Se concluye que los recursos limitantes en las columnas son diferentes a los del arrecife, por lo que el patrón de sucesión de la comunidad implantada será distinto al de éste último. Sin embargo, los resultados encontrados pueden aportar elementos para entender las primeras etapas del desarrollo arrecifal.

# 1. INTRODUCCION.

## 1.1 Antecedentes.

Los arrecifes de coral son considerados como el sistema marino más complejo y diverso, sólo comparable en estos términos a la selva húmeda tropical en el medio terrestre.

Las grandes masas de roca calcárea que forman el arrecife han sido despositadas a lo largo de millones de años por corales escleractinios, hidrocorales pétreos, algas calcáreas y restos de esqueletos de organismos como caracoles y erizos. Desde el punto de vista biológico, el arrecife coralino es "una compleja asociación de plantas y animales, que construyen y mantienen su propio ambiente, y son ellos los responsables de la acumulación masiva de sedimento (CaCO<sub>3</sub>) que da cuerpo y estructura al arrecife"... (Newell, 1972), pero procesos físicos como la erosión y la sedimentación, intimamente relacionados con el oleaje, intervienen también en la construcción y el crecimiento de este sistema.

Dentro de esta asociación de organismos, los corales escleractinios y los hidrocorales pétreos son los que generan la matriz de deposición y determinan con ello el desarrollo de la formación arrecifal, por lo que su estudio contribuye en gran medida a entender su dinámica y conformación.

Los corales son organismos coloniales que pertenecen a la clase Anthozoa dentro del Phylum Cnidaria (celenterados). Dentro de esta clase el orden Escleractinia (corales escleractinios o hexacorales) pertenece a la subclase Hexacorallia. Dentro del mismo Phylum, los hidrocorales pertenecen a la clase Hidrozoa, orden Milleporina; siendo el género Millepora el único representante de este orden.

(Hyman, 1940)

Los factores físicos más importantes que limitan el crecimiento de corales formadores de arrecifes son: la temperatura, la luz, la salinidad y el sedimento en suspensión (Stoddart, 1969; Smith, 1971; Boolootian, 1975), siempre que exista un substrato duro disponible.

El rango de temperaturas óptimas para el desarrollo de estos organismos se sitúa entre los 23°- 25°C y los 25° - 29°C (Stoddart, op. cit.; Smith, op. cit. respectivamente), con diferencias de menos de tres grados en las temperaturas promedio entre verano e invierno (Smith, op. cit.).

Los corales formadores de arrecife, viven en simbiosis con algas zooxanthelas que están embebidas en sus tejidos y que se nutren por fotosíntesis, y de los desechos inorgánicos nitrogenados del coral. Parece ser que estas algas microscópicas promueven el metabolismo de calcio de los corales para la ---

construcción del exoesqueleto o corallum (Goreau, 1959). Es por esta razón, que los corales requieren de aguas claras que garanticen la máxima penetración luminosa.

Por lo que respecta a la salinidad se ha encontrado que cuando el valor de ésta disminuye o se incrementa aproximadamente un 15% del valor normal (35‰) los corales empiezan a presentar alteraciones fisiológicas importantes (Smith, op. cit.).

Por su parte el sedimento en suspensión al depositarse en el coral bloquea su intercambio con el medio ambiente, si bien es cierto que los corales -- han desarrollado mecanismos para limpiarse el sedimento, la energía invertida en dicha función limita su crecimiento. Cuando la cantidad de sedimento es considerable llega incluso a provocar la --- muerte del organismo (Glynn, 1973). Por lo tanto la topografía arrecifal, la energía del oleaje --- (Stoddart, op. cit.) y las corrientes (Murray et al. 1977) son determinantes en este sentido.

Todas estas condiciones limitan geográficamente la distribución de los arrecifes a las costas Este de los mares tropicales donde la temperatura del agua varía entre 16° y 36°C y a profundidades menores - de 50 metros con un desarrollo óptimo entre los 30 y 5 metros dependiendo de la pendiente del substra

to, la cantidad de sedimento y la claridad del agua, de forma que se asegure una óptima penetración luminosa y poca acumulación de sedimento.

En México contamos con varios ejemplos de este sistema biológico, siendo el más importante por su tamaño y desarrollo, el que se localiza frente a las costas de Quintana Roo, en el Caribe mexicano.

Esta barrera arrecifal presenta tres zonas diferentes, tanto morfológica como biológicamente (Jordán, 1980); la zona frontal, la zona de rompiente y la zona posterior resultado, de desarrollos diferentes. Dentro de estas zonas, la zona frontal presenta una baja cobertura de corales considerados como constructores arrecifales, dominancia de especies resistentes a los efectos de sedimentación y ausencia o representación muy limitada de las especies constructoras importantes en el Caribe; esta zona corresponde a un estadio sucesional relativamente joven. En contraste la zona de rompiente presenta mayor cobertura y una clara monopolización de especies resistentes al oleaje y por último la zona posterior -- presenta especies representativas de estadios sucesionales más avanzados.

Es importante mencionar también la zona lagunar que está comprendida entre el litoral y el borde de la plataforma arrecifal en su zona posterior, y que --

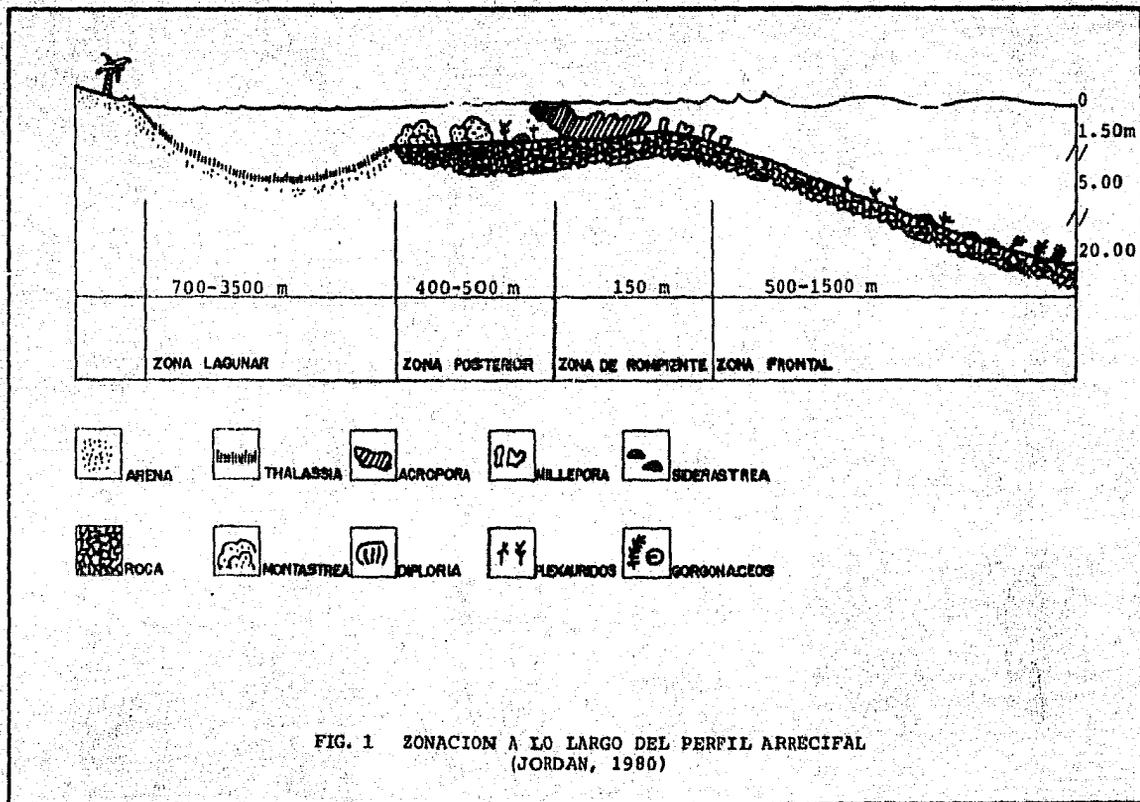


FIG. 1 ZONACION A LO LARGO DEL PERFIL ARRECIFAL  
(JORDAN, 1986)

presenta algunas formaciones coralinas. Es en ---  
ella donde se realizó el presente trabajo.

(Fig. 1)

Dentro de los yacios en el conocimiento de la ecología  
poblacional de los corales, están aquellos con-  
cernientes a la etapa de colonización (Connell, --  
1974).

Es poco lo que se conoce sobre la capacidad de dis-  
persión larval, la sobrevivencia y las condiciones  
para la implantación de corales escleractinios que  
aporten elementos concernientes a la historia del -  
desarrollo de las comunidades coralinas en general  
(Loya, 1976b), y no existe literatura sobre las eta  
pas de colonización de las comunidades coralinas de  
la barrera del Noreste de la Península de Yucatán.  
Una de las múltiples razones es la dificultad que -  
existe para encontrar substratos recién colonizados  
que aporten datos sobre esta primera etapa del desa  
rollo arrecifal. Esto ha ocasionado que algunos  
autores hayan colocado substratos artificiales en -  
los cuales después de algún tiempo, en ocasiones va  
rios años, puede seguirse el desarrollo de los cora  
les.

En la región zoogeográfica del Caribe se han reali-  
zado varios trabajos importantes, que si bien no --  
tratan sobre la colonización de nuevos espacios, --

aportan algunos elementos de discusión sobre las diferentes estrategias de historia de vida de las especies de la comunidad coralina a través del estudio del reclutamiento y la mortalidad de colonias jóvenes.

Este es el caso del estudio de Bak y Engel (1979) en los arrecifes de Curacao y Bonaire en las Antillas y el de Porter et al. (1981) en los arrecifes de la Bahía de Discovery, Jamaica.

Este mismo tipo de estudios también ha sido realizado en los arrecifes del Golfo de Eilat (Mar Rojo) por Loya (1976 a), que describe los patrones de reclutamiento y mortalidad en comunidades coralinas expuestas a mareas bajas impredecibles, y en el arrecife de Low Isles (Gran Barrera) por Connell (1974) que marca cuadrantes definidos, y con base en fotografías sigue el reclutamiento de colonias de corales escleractinios a lo largo de diez años.

Uno de los primeros estudios sobre la colonización de corales escleractinios en substratos nuevos fue realizado por Stephenson y Stephenson (1933) quienes colocaron vidrio, conchas de caracoles y pedazos de concreto en los arrecifes de Low Isles (Gran Barrera), siguiendo la colonización de estos substratos durante un año, a lo largo del cual encontraron cuatro especies (una de éstas perteneciente al

género Porites) que describen como pioneras en colonizar espacios vacantes.

Por otra parte Loya (1976 b) describe en un trabajo realizado en los arrecifes del Golfo de Eilat, que sólo una especie, Stylophora pistillata (Esper), la que monopoliza los primeros años el substrato de -- P.V.C. que coloca dentro del mar dicho autor.

Quizás uno de los trabajos más interesantes en lo que se refiere al estudio de los patrones de sucesión específicamente en la etapa de colonización, es el de Grigg y Maragos (1974) en los arrecifes de las islas de Hawaii donde se analiza la estructura de comunidades coralinas que colonizan los flujos de lava sumergida. El estudio se llevó a cabo en seis diferentes flujos sometidos a condiciones físicas diferentes y en tiempos diferentes. La estructura comunitaria de cada flujo se compara no sólo con la de los otros flujos, sino con las comunidades coralinas adjuntas que no han sido afectadas por los escurrimientos de lava de forma que son utilizadas como control, y con otros arrecifes de la zona del Caribe.

Los resultados hablan del patrón de sucesión en las primeras etapas de colonización y muestran que la diversidad aumenta durante la sucesión y que declina, según los autores, debido a la competencia in--

terespecífica por el espacio, lo que llevaría posteriormente a la momopolización del sustrato.

## 1.2 Objetivos.

El presente trabajo tiene como objetivo, caracterizar la estructura de una comunidad de corales escleractinios e hidrocorales aprovechando un sustrato artificial relativamente joven cuya edad se conoce, en la zona lagunar de la sección arrecifal correspondiente a la localidad de Puerto Morelos, Q. Roo y que ha sido colonizado por corales y multitud de otros organismos, con el fin de dar a conocer algunos datos que aporten elementos sobre las etapas de colonización de las comunidades de corales escleractinios e hidrocorales en la barrera del Noreste de la Península de Yucatán.

Este trabajo se enmarca dentro de un proyecto de investigación más extenso que abarca el estudio de crecimiento, colonización y competencia de corales escleractinios e hidrocorales, de forma que el diseño de la técnica utilizada para caracterizar a la comunidad permite posteriormente cumplir con los objetivos de este otro proyecto, tales como: el determinar las tasas de crecimiento para algunas de las especies a partir del incremento en área, con base en mediciones anuales y obtener a partir de éstas -

las curvas de crecimiento respectivas, para estimar la etapa de colonización, así como analizar la relación de los patrones de distribución de las especies con factores bióticos y abióticos, tales como: competencia y luz.

## 2. AREA DE ESTUDIO.

### 2.1 Descripción del área.

La barrera arrecifal del Caribe mexicano se extiende frente a las costas del Estado de Quintana Roo, al Nordeste de la Península de Yucatán, desde Punta Nizuc (15 Km. al Sur de la Isla Cancun) hasta el Banco Chinchorro, frente al Puerto de Chetumal, abarcando una distancia aproximada de 300 Km.

Esta barrera constituye una porción de la segunda barrera coralina más grande del mundo: la barrera del Caribe.

La zona específica de estudio se localiza al Norte de la barrera arrecifal del Caribe Mexicano, entre los  $20^{\circ}40'$  y  $21^{\circ}02'$  de latitud Norte y los  $86^{\circ}51'$  de longitud Oeste. (Fig. 2)

La comunidad estudiada se encuentra implantada en el "Duque de Alba" del muelle de concreto de Puerto Morelos, Quintana Roo, que fue construido en 1972 y

está dentro de la zona lagunar del arrecife. Este Duque de Alba está formado por una base de concreto sostenido por ocho columnas cilíndricas de aproximadamente 8 metros de alto y 1 metro de diámetro, separadas entre sí por una distancia aproximada de 80 cm. Dicha estructura es la parte final del muelle y se utiliza para maniobras de giro de los barcos - que salen y llegan al Puerto. (Figs. 3 y 4)

Estas columnas representan un substrato vertical -- adecuado no sólo para corales escleractinios e hidrocorales, sino también para otra multitud de organismos tales como: corales blandos, briozoarios, algas, esponjas, etc.

Según el sistema de Köppen modificado por García -- (1973), a esta región le corresponde un clima cálido subhúmedo con precipitación máxima en verano, un cociente de precipitación-temperatura con una media anual mayor a 22, una temperatura media del mes más frío mayor a los 18°C y una oscilación anual entre 5 y 7°C de temperaturas mensuales.

Los vientos dominantes en esta región, son los alisios con dirección E-W y SE-NW, aunque también los de dirección N son importantes de octubre a mayo. En lo referente a mareas, estas son mixtas y de poca amplitud y la corriente superficial marina va en dirección Norte (Sec. Marina 1974).

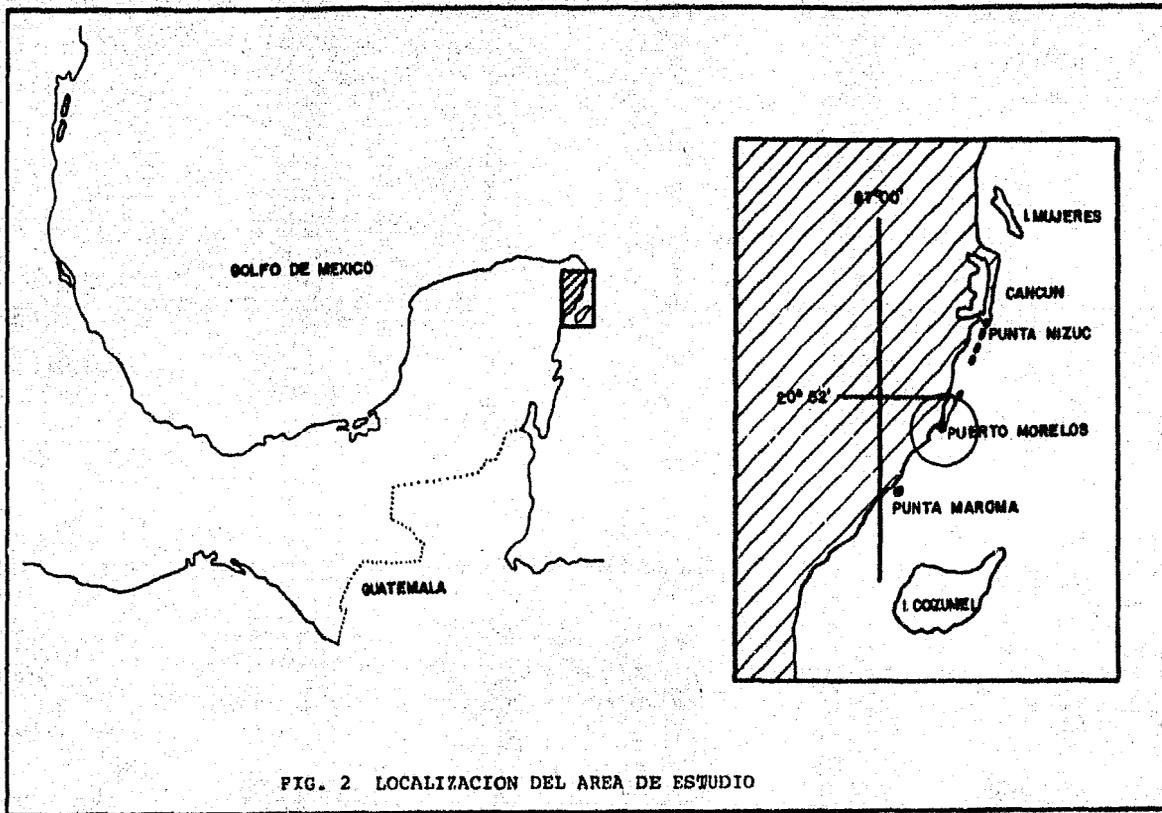
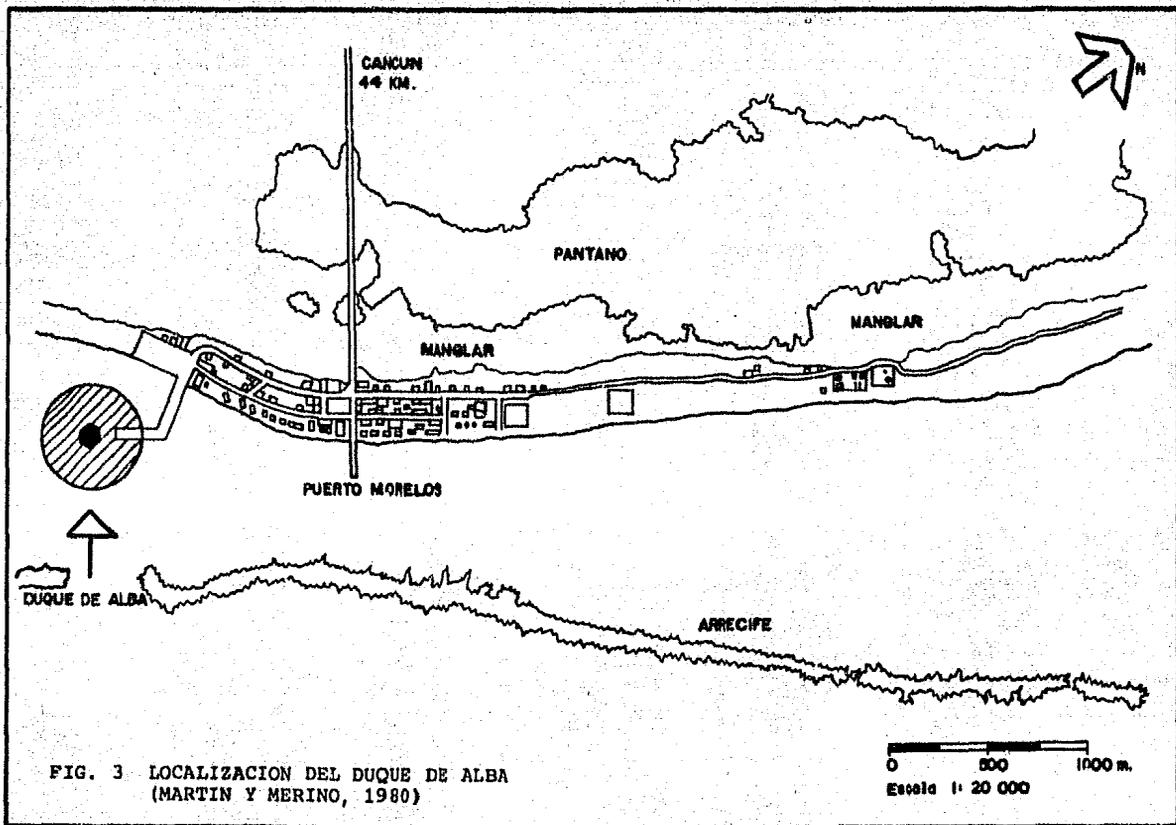
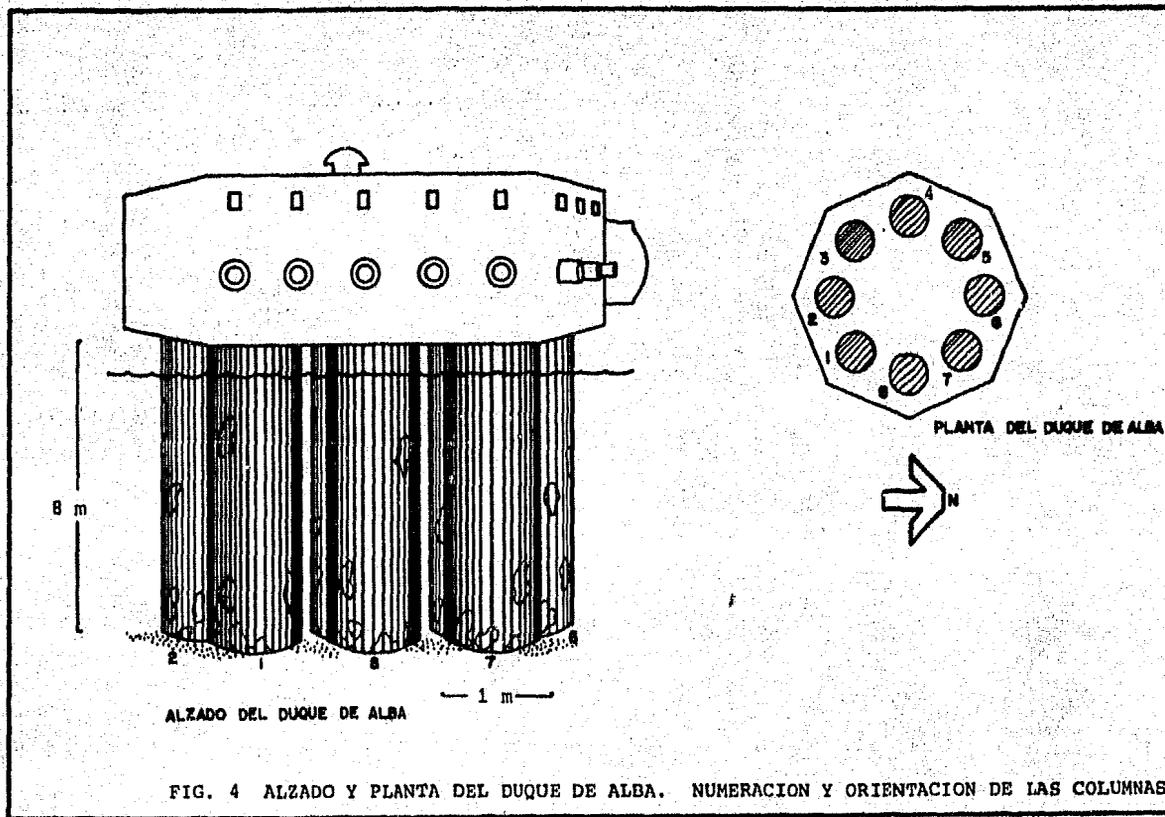


FIG. 2 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO





## 2.2 Condiciones físicas específicas del área de estudio.

Las condiciones físicas que reinan específicamente en la zona del Duque de Alba son las siguientes (Merino, comunicación personal):

La salinidad varía de 34 a 36.7‰ a lo largo del año. Esta variación está asociada tanto a aportes de agua dulce de cenotes y de lluvia, como a la influencia oceánica.

El oleaje más el efecto de marea traen como consecuencia que los dos últimos niveles muestreados de cada columna (los cercanos a la superficie) estén eventualmente en contacto con el aire. El orden de magnitud de la altura de la ola (entre la cresta y el valle) es de 1 m promedio aproximadamente, lo que equivale a 50 cm de columna que se cubre y descubre al chocar la ola con ella y la marea determina una diferencia del nivel de aproximadamente 20 cm, lo que da un total de 70 cm que equivale a 1 nivel y medio muestreados de la superficie considerada en el presente estudio (ver materiales y métodos) que está eventualmente en contacto con el aire.

El oleaje está orientado en dirección sur y sur-este. Las corrientes en ésta zona son paralelas a la costa dominando en dirección Sur la mayor parte del tiempo con magnitudes hasta de 30 cm/seg. Esta corriente lleva a la zona del Duque de Alba aguas que

han pasado por el arrecife.

En cuanto a la luz, no se han hecho estimaciones -- cuantitativas pero podemos dar algunas estimaciones cualitativas importantes: existe una clara diferencia entre la parte interna y externa de las colum-- nas por efecto de sombra, la parte interna es considerablemente más oscura que la externa. También debido a la inclinación del sol a esta latitud, las columnas del lado sur reciben mayor cantidad de luz.

El porcentaje de luz absorbida (coeficiente de ex-- tinción) en la zona del estudio varía entre .22 y .43 por metro (datos tomados durante los meses de julio-agosto 1982) la temperatura del agua varía entre 24 y 32°C a lo largo del año.

Con respecto a la cantidad de sedimento en suspen-- sión, ésta no ha sido estimada, pero cabe señalar -- que en este caso el substrato es vertical, lo que -- disminuye el efecto del sedimento sobre el esqueleto de los corales, en relación a substratos que -- tienden más a la horizontal.

### 3. MATERIAL Y METODOS.

#### 3.1 Método y material de campo.

Tomando en cuenta los objetivos mencionados en la -- introducción, se decidió fotografiar la superficie

total de las ocho columnas del Duque de Alba, de forma que en conjunto las fotografías constituyeran un mapa detallado de la comunidad implantada en las columnas en general y de los corales escleractinios e hidrocorales en particular (ver en resultados mapas). Este mapa se formó a partir de cuadrantes fijos definidos (cada cuadrante equivale a una foto de forma que se asegura el poder volver a fotografiar el mismo cuadrante en períodos sucesivos. Este mapa equivale a un área de  $50.27 \text{ m}^2$ , con una resolución de .1 cm que permitirá al compararse con mapas posteriores, apreciar la dinámica de algunos procesos biológicos de interés al estudio.

Cada fotografía posibilita por un lado, la identificación taxonómica de cada colonia (de acuerdo a las claves de Wells, 1956) y por otro, determinar la abundancia y cobertura relativas de cada especie como se detallará posteriormente.

Cada columna se dividió en 16 niveles verticales, cada nivel se subdividió en 6 cuadrantes y cada cuadrante fue fotografiado. El tamaño de cuadrante se calculó con base en la superficie total de las columnas y a la distancia focal del lente de la cámara de forma que se logró un balance entre obtener la máxima información y el menor número de fotografías posibles en términos de costo y esfuerzo.

(Fig. 5)

Para poder fotografiar cuadrantes definidos se construyó un cinturón de aluminio formado por seis marcos (cada marco equivale a un cuadrante) de 60 x 50 cm unidos entre sí por bisagras, de forma tal que constituyen una abrazadera móvil que se coloca en cada nivel de la columna cerrándose con una cuerda elástica.

Cada nivel fue marcado para indicar el lugar preciso donde debía colocarse el cinturón, con marcas de pegamento epoxi sólido para concreto y que solidifica bajo el agua; si bien estas marcas eran cubiertas por algas su forma permitía distinguirlas claramente.

Los marcos de aluminio que forman el cinturón, tienen un canal de lado que hacen contacto a la columna, a lo largo del cual corren unas patas pequeñas también de aluminio, cuya función es la de mantener la abrazadera a una distancia adecuada y que pueden cambiarse de posición para evitar dañar los corales o cualquier otro organismo adherido a la superficie de la columna.

Una vez construída dicha abrazadera, se construyó un instrumento de sostén de 4 patas, que ajustaba a las cuatro esquinas de cada marco y sostenía la cámara a una distancia fija, determinada en base a la distancia focal de la cámara, que permite foto--

grafiar el área del marco (cuadrante) con cierto --  
 margen alrededor, de forma que en las fotos este --  
 margen se sobrelapa facilitando la ubicación de ca-  
 da cuadrante fotografiado. (Fig. 5)

La utilización de éstos dispositivos, permite no só-  
 lo obtener como se mencionó anteriormente, cuadros  
 fijos que pueden fotografiarse en diferentes perío-  
 dos, sino también asegurar que las fotos serán toma-  
 das con un mínimo de movimiento que suele ser inten-  
 so debido a las corrientes y el oleaje.

Las fotos se tomaron con una cámara Nikonos III 35  
 m m y flash submarino con película de transparen-  
 cias Ektracrome ASA (64) con equipo de buceo autóno-  
 mo. Cada cuadrante fotografiado tiene una indica-  
 ción de posición que aparece en la fotografía.

Cada diapositiva, que equivale a un cuadrante, al -  
 ser proyectada se utilizó como fuente de datos, ---  
 asignándole coordenadas para elaborar un mapa de --  
 forma que cada colonia puede ser localizada y medi-  
 da fácilmente. La medición se hizo con base en el  
 porcentaje de cuadros ocupados al ser dividido un -  
 cuadrante por 12 cuadros.

La información que se obtuvo de cada foto es la si-  
 guiente:

- Identificación de cada colonia.

Se usa básicamente color y forma de corallum, - si bien estas características sólo nos dejan -- llegar al género, no existe mayor problema para identificar la especie en la fotografía, una -- vez que se ha verificado in situ, donde puede - regresarse en caso de duda, porque existen en - esta comunidad como máximo tres especies por gé- nero.

- Número de especies.
- Número de individuos (colonias) de cada especie.
- La cobertura horizontal de cada colonia.

Si bien los corales crecen en varios planos, el área horizontal "es quizás el mejor estimador - del éxito de los corales en términos de adqui-- rir el espacio esencial en la luz" (Connell, -- 1974). Esta área se obtuvo cuadriculando la - fotografía proyectada. Esto puede hacerse gra- cias a que los corales se encuentran en una eta- pa joven y su crecimiento es apreciable básica- mente en el plano del substrato y los límites de cada colonia son claramente definidos. Esto es muy importante porque en el arrecife no es - claro en muchas ocasiones donde empieza y donde termina una colonia en condiciones de alta den- sidad poblacional.

- La localización precisa de cada colonia y si in

teractúa o no directamente con otra.

La información se clasificó dando un "código" para cada colonia que indica especie, localización (columna, nivel, cuadrante) área y si interacciona con otra u otras colonias de la misma o de distintas especies.

### 3.2 Análisis de la información.

En el análisis de la información se emplearon tanto el tipo de especies que componen la comunidad como la proporcionalidad de cada especie en las columnas a través de varios índices de estructura comunitaria. Los índices utilizados fueron el número de especies (S), el valor de importancia relativa (VI), la diversidad específica (H) el grado de equitabilidad (J) y el grado de dominancia (C).

Para comparar las columnas con términos de número de especies se elaboró una tabla de similitud  $\frac{2c}{a+b}$  donde "a" es el número de especies de una columna; y "b" es el número de especies de la 2a. columna y "c" el número de especies que comparten ambas columnas (Krebs, 1978).

El índice de diversidad utilizado fue el de Brillouin

$$H = \frac{1}{N} \log \frac{N!}{N_1! \cdot N_2! \cdot N_3! \cdot \dots \cdot N_s!}$$
 que toma en cuenta tanto el número de especies presentes en la mues

tra, como la proporción de cada una de estas especies, pero que no estima probabilidades (Pielou, -- 1975) ya que nuestros datos equivalen a un censo total de la población y no a una muestra de ella.

Dado que se considera no solamente el número de colonias sino también su tamaño, H se estima a partir de la cobertura de cada especie.

El valor (H max) se obtiene cuando las especies se encuentran igualmente representadas y lo contrario es decir, un valor mínimo cuando existe dominancia absoluta de alguna de ellas. Por su parte la equitabilidad (J) se define como la relación entre la diversidad específica (H) y la máxima diversidad posible.

$$H \text{ max} = \frac{1}{N} \log \frac{N!}{\left(\left(\frac{N}{S}\right)!\right)^{s/r} \left(\left(\left(\frac{N}{S}\right)+1\right)!\right)^r}$$

N = número de individuos y S = número de especies tomando a  $\frac{N}{S}$  como parte entera del cociente. (Poole, 1974).

J = H/H max (Pielou, 1975)

El índice de Simpson se utilizó como indicador de la dominancia relativa independiente de H, según -- Poole (1974)  $C = \sum_{i=1}^S \frac{n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$  donde se utilizó N como número de colonias en un caso y como cobertura en otro (Cn y Cc).

Para poder analizar a través de la información obtenida como están representadas cada una de las especies y poder discutir la importancia que cada una de ellas tiene en determinar la naturaleza de la comunidad, se obtuvieron los índices de importancia relativa de las especies. Este índice se utilizó en su forma cobertura relativa + abundancia relativa + frecuencia relativa (Cain et al.; 1959).

El número de individuos (abundancia relativa) es -- considerado en general como estimador de la importancia relativa de las especies (Whittaker, 1975; -- Preston, 1975).

Sin embargo, en el caso de los corales escleractinios e hidrocorales que crecen por reproducción vegetativa, la cobertura relativa es un mejor indicador del papel que cada especie juega en la comunidad en términos de ocupar mayor cantidad de substrato y adquirir el espacio esencial en la luz (Connell, -- 1974). Las colonias de diferentes especies para -- períodos iguales de tiempo alcanzan diferentes tamaños.

Es importante aclarar que para fines de manejo de -- datos, cada colonia equivale a un individuo.

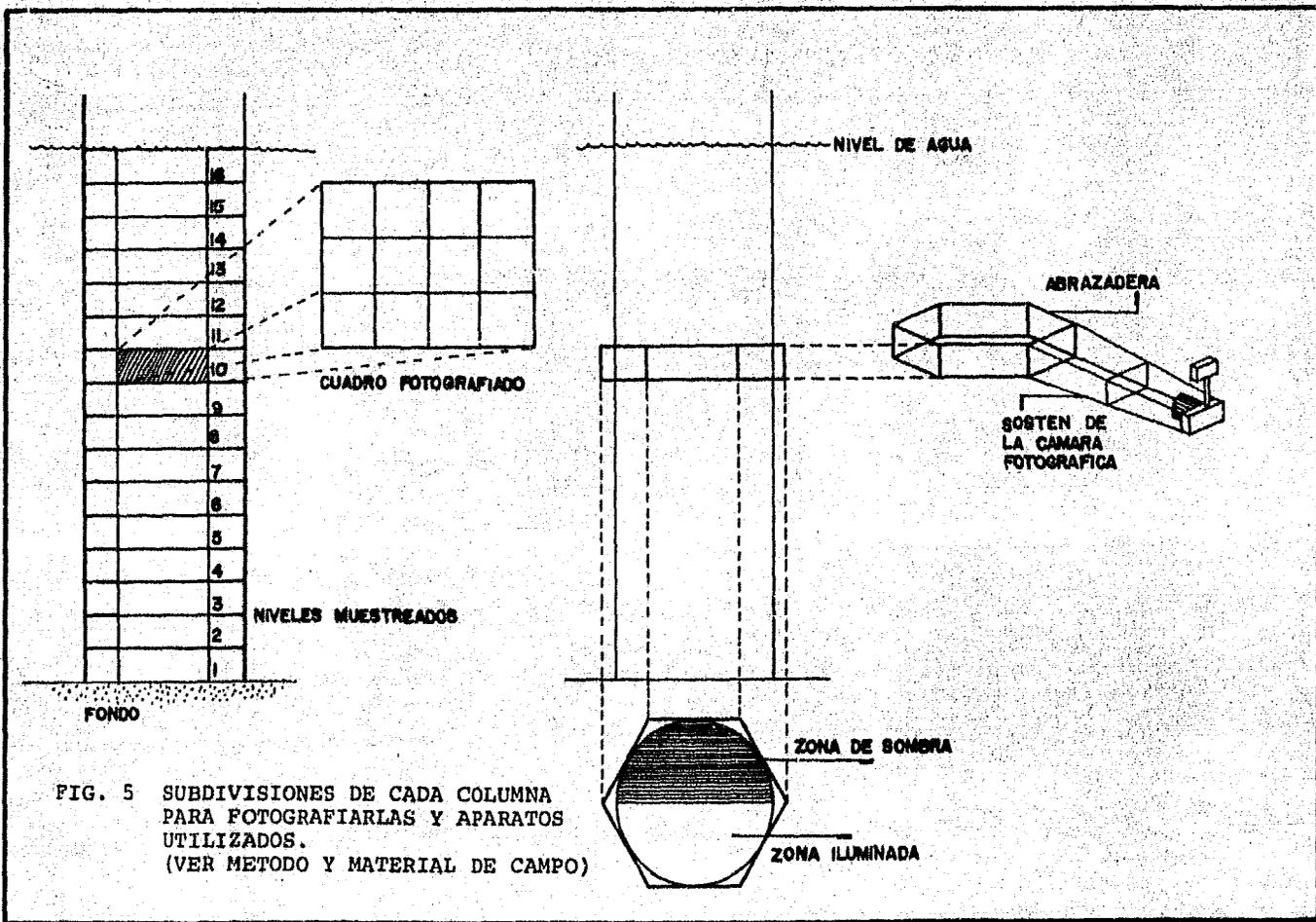


FIG. 5 SUBDIVISIONES DE CADA COLUMNA PARA FOTOGRAFIARLAS Y APARATOS UTILIZADOS. (VER METODO Y MATERIAL DE CAMPO)

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

## 4.1 Mapas de la comunidad.

Los mapas que aparecen a continuación (Figs. 6 a la 13) son de hecho, la representación de la comunidad de corales escleractinios e hidrocorales. Para fines prácticos sólo aparecen en ellos el número de colonias y su posición en el espacio. La simbología para cada especie es la siguiente:

| <u>ESPECIES</u>                  | <u>SIMBOLO UTILIZADO</u>  |
|----------------------------------|---|
| <u>Agaricia agaricites</u>       |    |
| <u>Porites porites</u>           |    |
| <u>Porites furcata</u>           |    |
| <u>Porites astreoides</u>        |    |
| <u>Favia fragum</u>              |    |
| <u>Diploria strigosa</u>         |    |
| <u>Diploria labyrinthiformis</u> |  |
| <u>Manicina aerolata</u>         |  |
| <u>Colpophyllia natans</u>       |  |
| <u>Montastrea annularis</u>      |  |
| <u>Dichocoenia stokesi</u>       |  |
| <u>Isophyllia sinuosa</u>        |  |
| <u>Eusmilia fastigata</u>        |  |
| <u>Millepora sp.</u>             |  |

COLUMNA 1

NIVEL DE AGUA

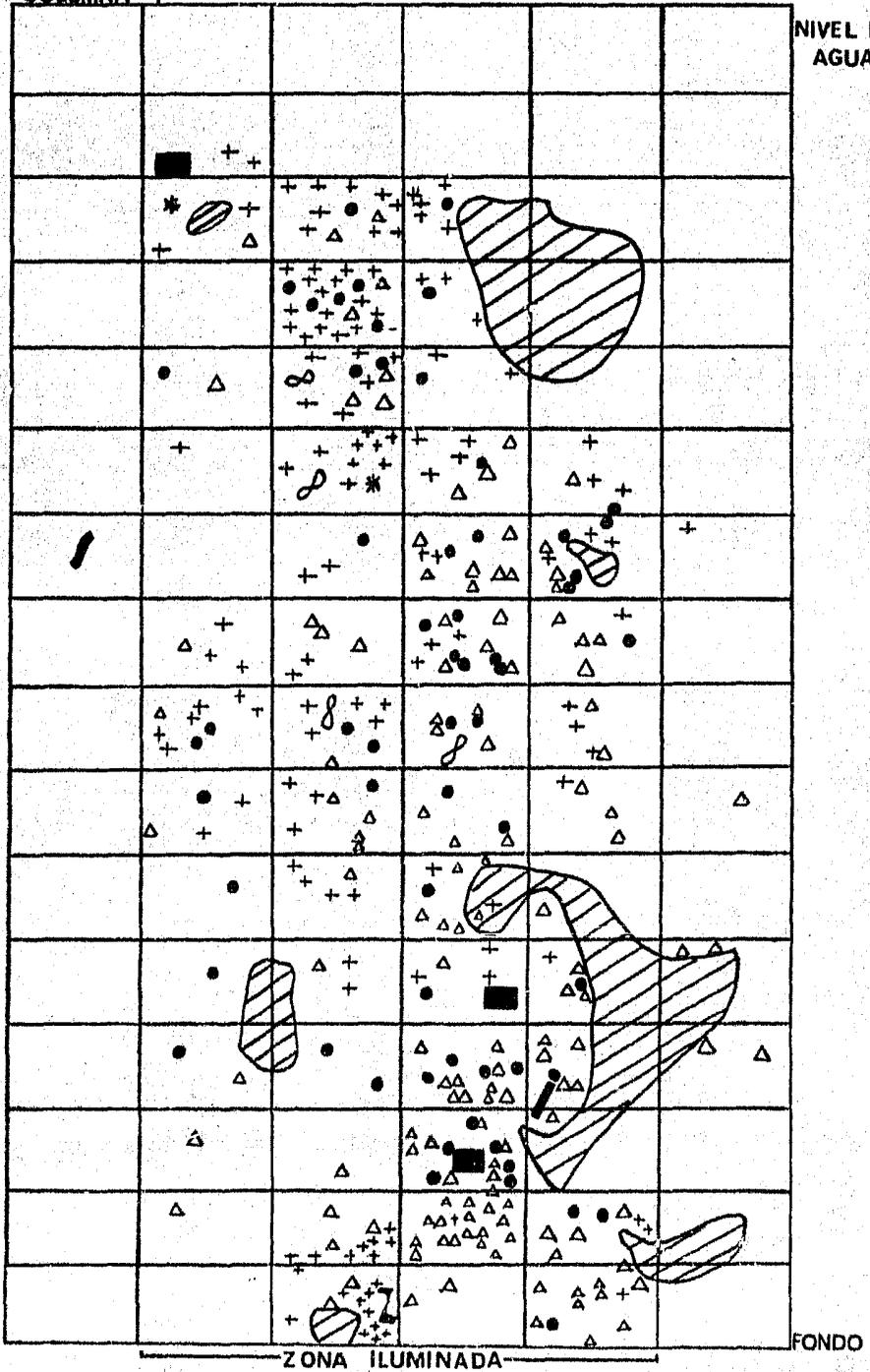


FIG. 6 MAPA DE LA DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES EN LA COLUMNA 1



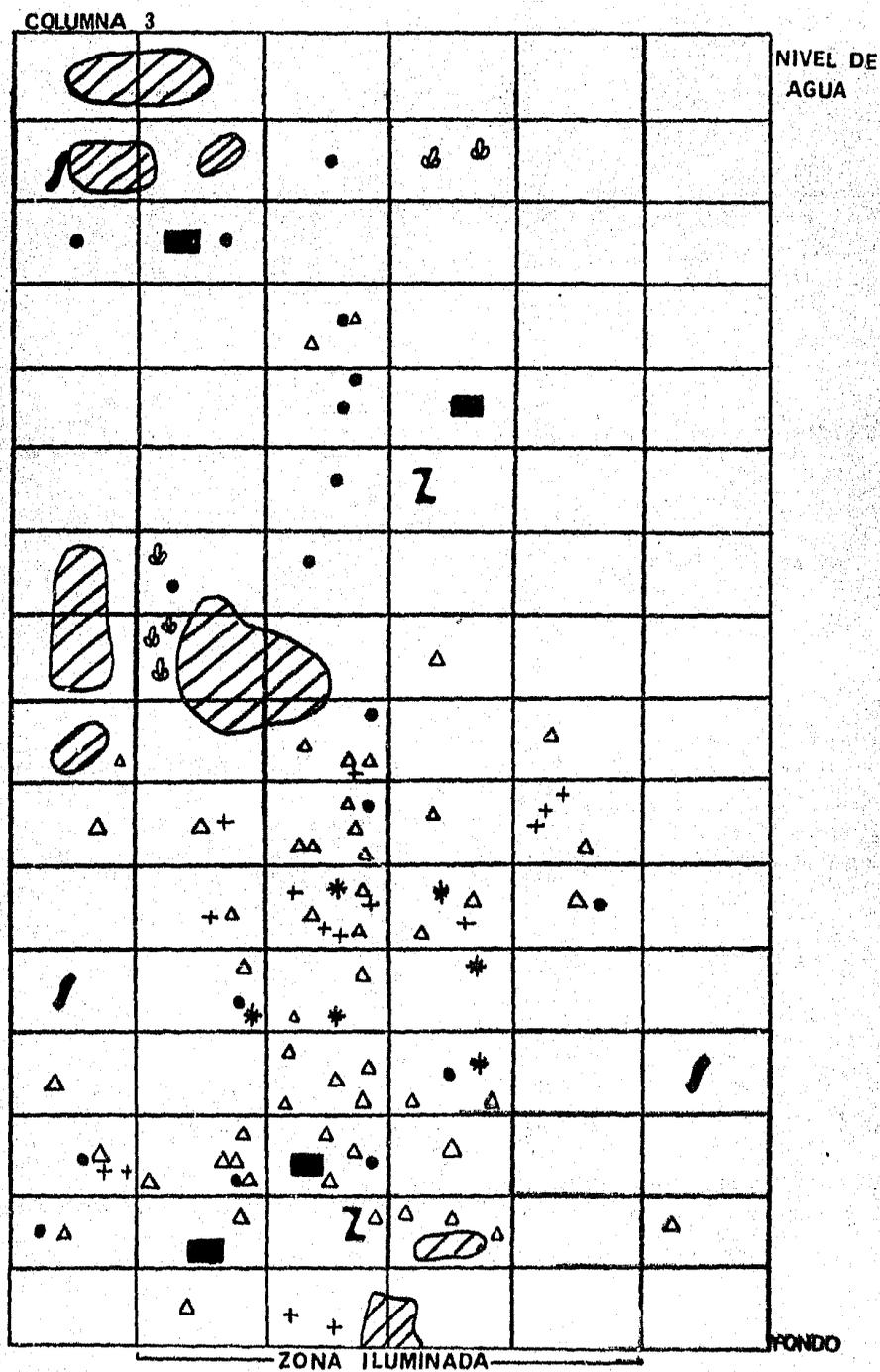


FIG. 8 MAPA DE LA DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES EN LA COLUMNA 3

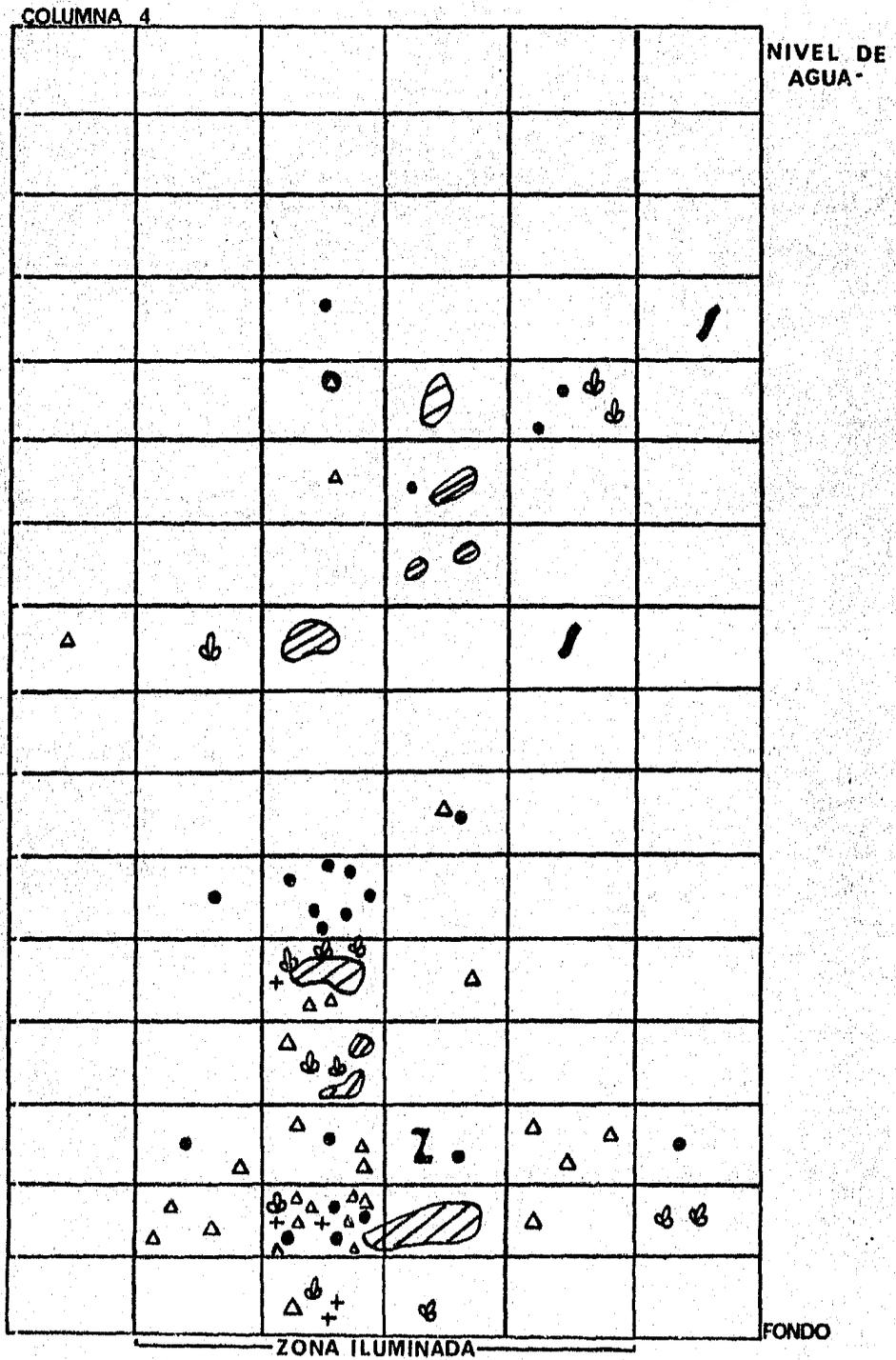


FIG. 9 MAPA DE LA DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES EN LA COLUMNA 4

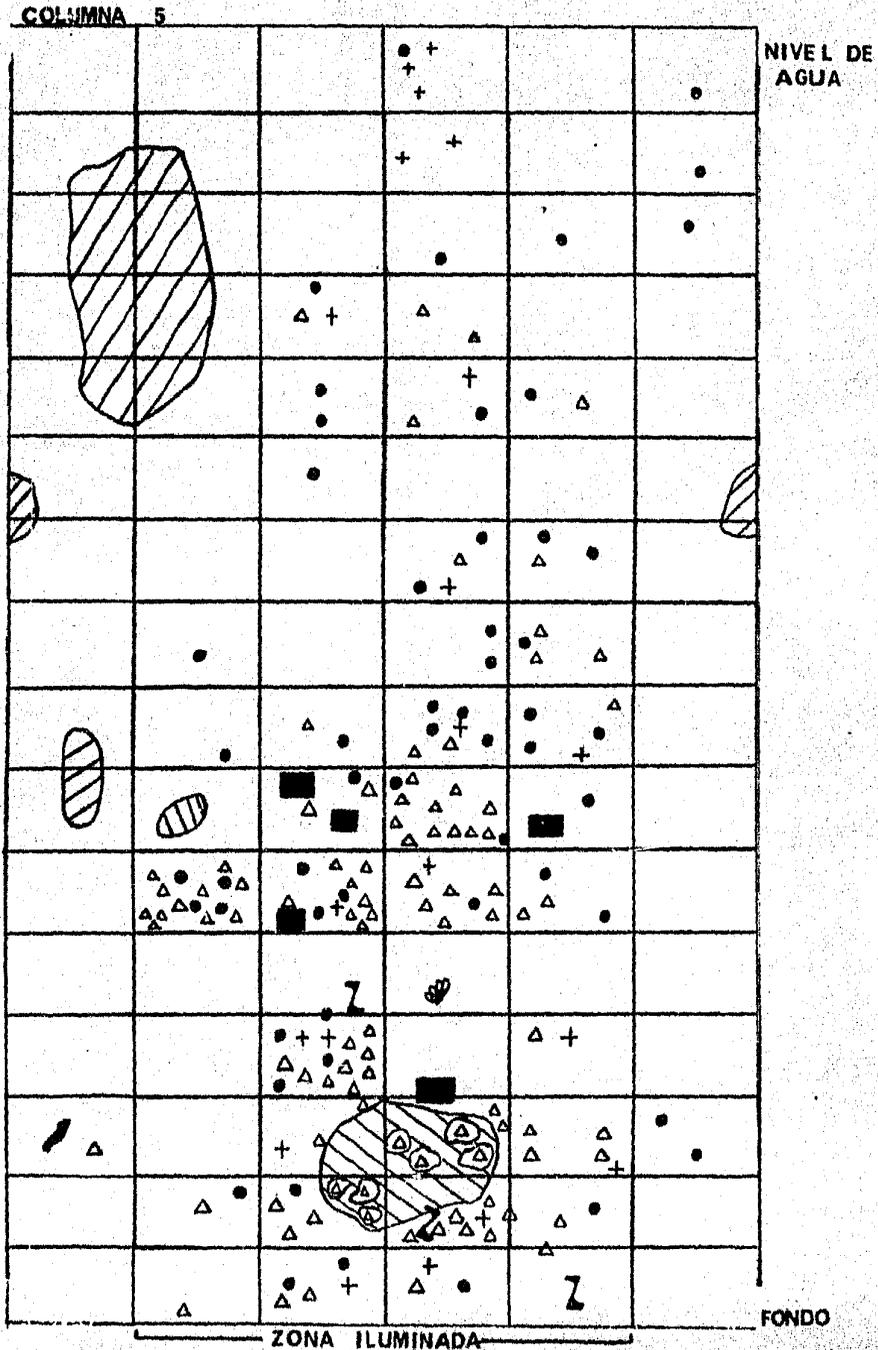


FIG. 10 MAPA DE LA DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES EN LA COLUMNA 5

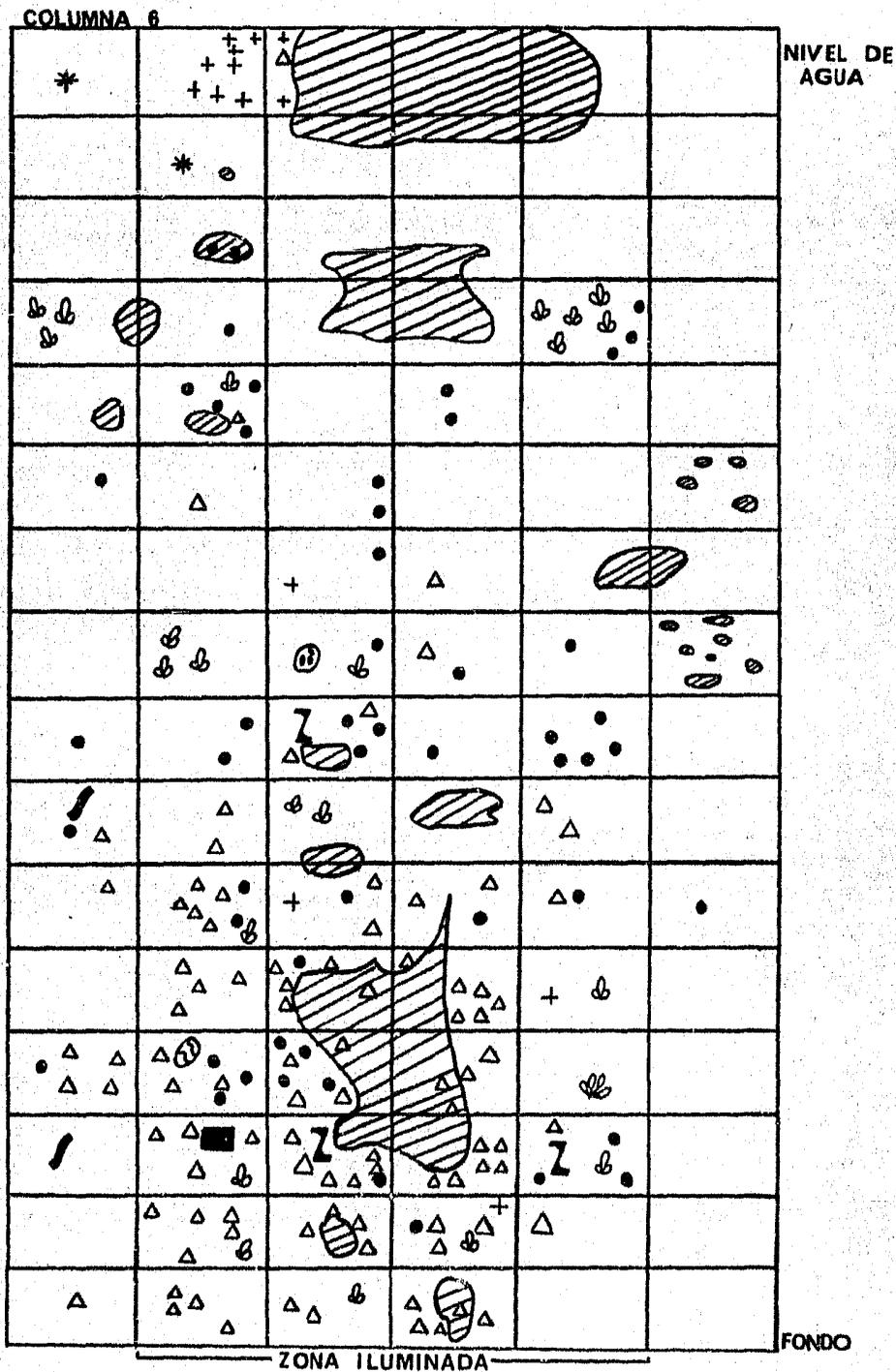


FIG. 11 MAPA DE LA DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES EN LA COLUMNA 6

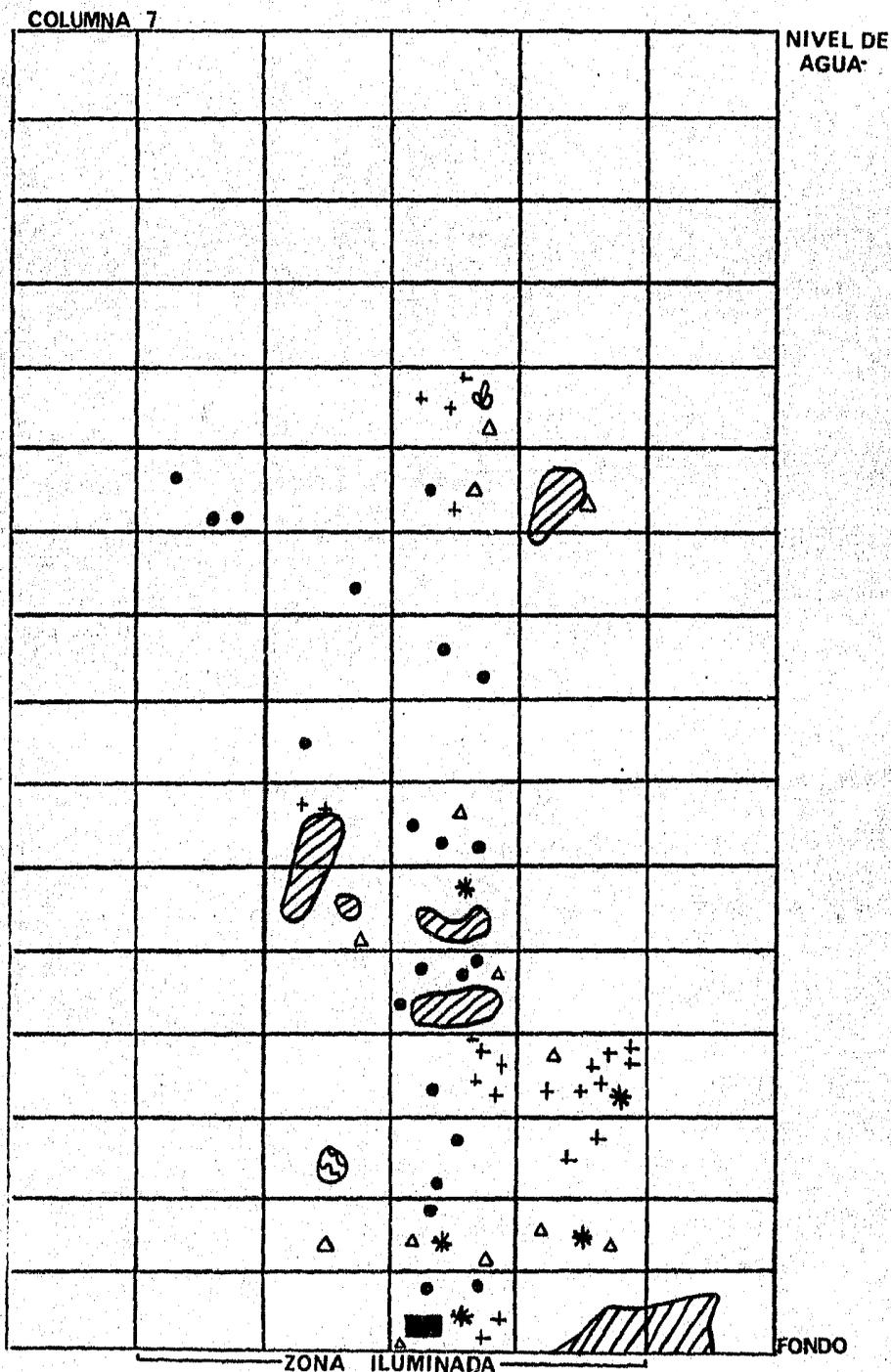


FIG. 12 MAPA DE LA DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES EN LA COLUMNA 7

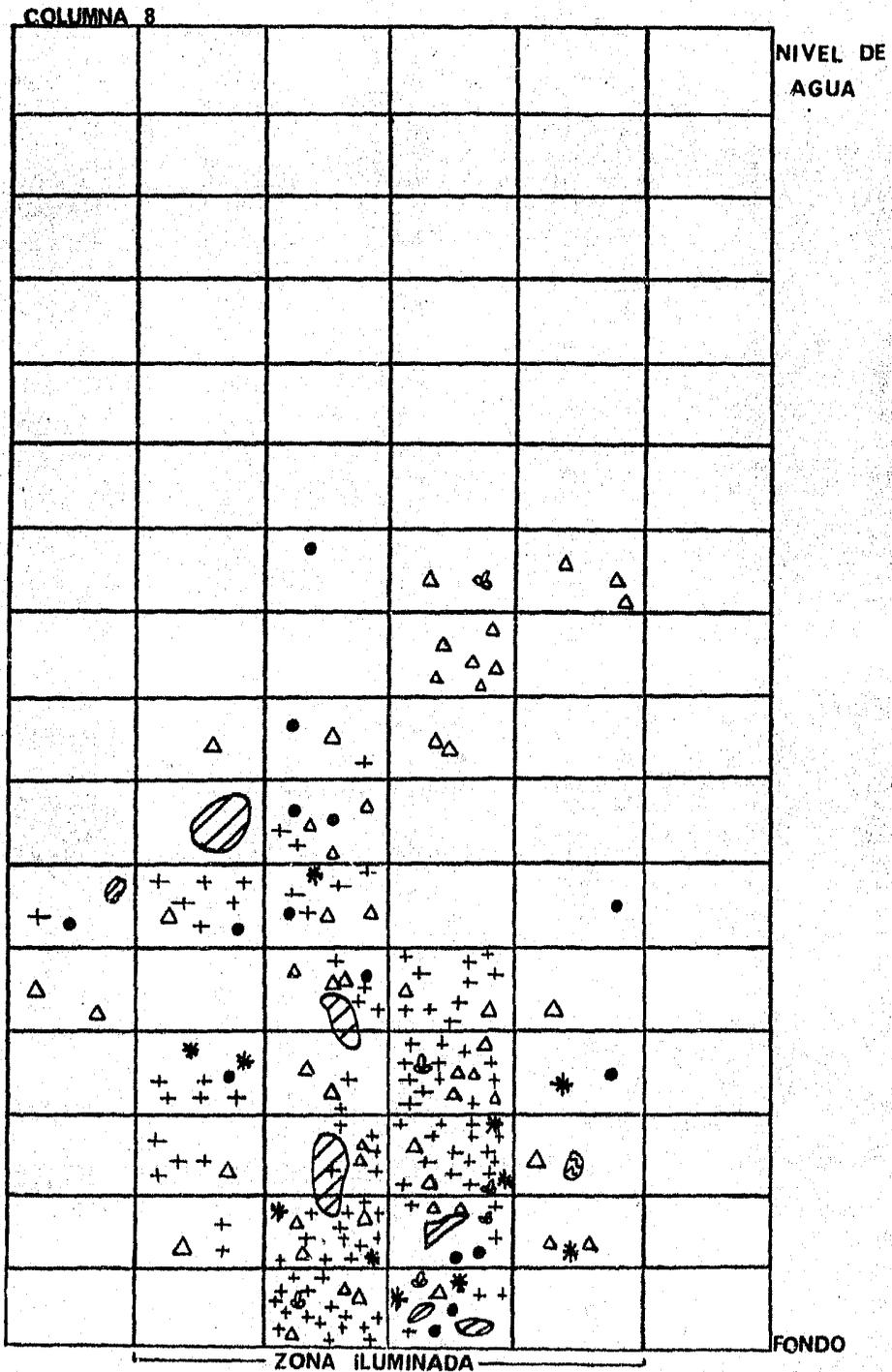


FIG. 13 MAPA DE LA DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES EN LA COLUMNA 8

## 4.2 Sistemática y Descripción de las especies

Lista sistemática de los corales escleractinios presentes en las columnas del Duque de Alba del muelle de concreto de Puerto Morelos, Quintana Roo.\*

Clase Anthozoa Ehrenberg 1834

Subclase Hexacorallia Haeckel, 1896

Orden Scleractinia Bourne, 1900

Suborden Fungida Duncan, 1884

Superfamilia Thamnasterioidae Alloiteau, 1952

Familia Agariciidae Gray, 1847

Género Agaricia Lamarck, 1801

Especie Agaricia agaricites (Linnaeus, 1758; Dana, 1846)

Superfamilia Poritioidea Alloiteau, 1952

Familia Poritidae Gray, 1842

Género Porites Link, 1807

Especie Porites porites (Pallas, 1766; Vaughan, 1901)

Porites furcata Lamarck, 1816

P. astreoides Lesueur, 1820

Suborden Astreaeoida Alloiteau, 1952

Superfamilia Astreaeoidae Alloiteau, 1952

Familia Faviidae (Gregory, 1900; Alloiteau, 1952)

Género Favia Oken, 1815

Especie Favia fragum (Esper, 1797; Milne-Edwards y Haime, 1848)

Género Diploria (Milne-Edwards y Haime, 1848)

Especie Diploria strigosa (Dana, 1846; Vaughan y Wells, 1943)

Diploria labyrinthiformis  
(Linneaus, 1758; Vaughan, 1901)

Género Manicina Ehrenberg, 1834

Especie Manicina aerolata (Linneaus, 1758; Ehrenberg, 1834)

Género Colpophyllia (Milne-Edwards y Haime, 1848)

Especie Colpophyllia natans (Houttuyn, 1792; Matlai, 1928)

Género Montastrea Blainville, 1830

Especie Montastrea annularis  
(Ellis y Solander, 1786; Vaughan y Wells, 1943)

Suborden Meandriida Alloiteau, 1952

Familia Dendrogyriidae Alloiteau, 1952

Género Dichochoenia (Milne-Edwards y Haime, 1948)

Especie Dichochoenia stokesi (Milne-Edwards y Haime, 1948)

Suborden Astreaeida

Superfamilia Mussioidae Alloiteau, 1952

Familia Mussidae (Ortmann, 1890; Vaughan y Wells, 1943)

Género Isophyllia (Milne-Edwards y Haime, 1851)

Especie Isophyllia sinuosa forma  
rigida (Dana, 1848-1849; Verrill, 1864)

Suborden Meandriida

Familia Meandridae Alloiteau, 1952

Subfamilia Euphylliinae Alloiteau, 1952

Género Eusmilia (Milne-Edwards y  
Haime, 1948)

Especie Eusmilia fastigata (Pa-  
llas, 1766; Milne-Edwards  
y Haime, 1948)

\* Basado en Wells, 1956 y Zlatarsky, 1982.

DESCRIPCION DE LAS ESPECIES PRESENTES EN LAS COLUMNAS DEL  
DUQUE DE ALBA.

| ESPECIE                    | COLUMNAS EN LA QUE SE PRESENTA  | FORMA QUE PRESENTA  |
|----------------------------|---|---|
| <u>A. agaricites</u>       | 1, 3, 4, 5 y 6. La mayoría de las veces en la parte interna (la más oscura) | Colonias circulares planas con diámetros de hasta 8 cm color café oscuro.   |
| <u>P. porites</u>          | Todas las columnas.   | Ramilletes aislados. Las ramas en forma de dedos de 1.5 a 2.5 cm de diámetro. Los ramilletes desarrollados han alcanzado 30 cm de altura. |
| <u>P. furcata</u>          | 3, 4, 6, 7 y 8  | Ramilletes pequeños y aislados cuyas ramas son menos gruesas que <u>P. porites</u> . Color amarillo limón.                                |
| <u>P. astreoides</u>       | 1, 3, 5, 6, 7 y 8.  | Colonias redondas que siguen el contorno del sustrato de color oscuro cubiertas por montículos no mayores de 20 cm de diámetro.           |
| <u>F. fragum</u>           | Todas las columnas.   | Colonias convexas pequeñas de no más de 7 cm de diámetro. Color amarillo claro.   |
| <u>D. strigosa</u>         | Todas las columnas.   | Colonias redondas ligeramente convexas con diámetro máximo de 20 cm Color amarillo verdoso.   |
| <u>D. labyrinthiformis</u> | 1, 5 y 8.   | Las colonias son parecidas a las de <u>D. strigosa</u> pero las colinas del Corallium dan la apariencia de laberinto.                     |
| <u>M. aerolata</u>         | Sólo dos colonias, una en la columna 5 y otra en la 6.                      | Colonias pequeñas convexas con las colinas muy abiertas.  |
| <u>C. natans</u>           | 6, 7 y 8.   | Colonias convexas verdosas parecidas en forma y tamaño a <u>D. strigosa</u> pero c/colinas más distanciadas entre ellas                   |
| <u>M. annularis</u>        | 1, 3, 5, 6, 7.  | Colonias redondas aplanadas. Con diámetros no mayores de 15 cm  |
| <u>D. stokesi</u>          | Sólo una colonia en la columna 6.   | Forma elíptica convexa con 12 cm de diámetro mayor aproximadamente.   |
| <u>I. sinuosa</u>          | Sólo dos colonias en las columnas 1 y 6.                                    | Redonda convexa con colinas muy pronunciadas.   |
| <u>E. fastigata</u>        | 1, 3, 4, 5, 6.  | Forma ramificada. Ramas bifurcadas c/las copas en los extremos, ramilletes redondos de menos de 15 cm de diámetro                         |
| <u>Millepora sp.</u>       | Todas las columnas.   | En forma de manchones que siguen la forma de la superficie. Color amarillo oro.   |

#### 4.3 Composición Específica

Las especies de corales escleractinios encontradas en las columnas son 13: Diploria strigosa, D. labyrinthiformis, Porites porites, P. furcata, P. as-treoides, Favia fragum, Montastrea annularis, Colpohyllia natans, Eusmilia fastigata, Agaricia agaricites, Isophyllia sinuosa, Manicina aerolata, Dichocoenia stokesi; y una especie de hidrocoral: Millepora sp. La lista sistemática así como la descripción de cada especie y su distribución en cada columna, aparecen en el siguiente inciso (Wells, 1956; Zlatarsky, 1982; Castañares y Soto, 1982).

Este grupo de especies representa aproximadamente la tercera parte de las especies presentes en el arrecife del Noreste de la Península de Yucatán (Jordán, 1980).

Es importante aclarar que en el caso de el hidrocoral Millepora sp. no se identificó la especie que aparece en las columnas, pues esto se dificulta por tratarse de una especie ecomorfa.

Este hecho determina que el tipo de crecimiento que presenta Millepora en las columnas sea radicalmente diferente al del arrecife donde puede presentar estructuras sólidas erguidas en forma de panal, como

es el caso de Millepora complanata, o crecer sobre el eje axial de algún octocoral y sin extenderse sobre el fondo como ocurre con M. alcicornis (Jordán, 1980). En las columnas forma grandes manchones que siguen la forma de la superficie sin ningún levantamiento aparente.

El número de especies (S) en cada columna se muestra en la tabla N.2 y representa un promedio de 8.5 especies por columna, solo la columna 2 presenta un número relativamente menor 4.

Al utilizar el índice de similitud, solo la columna 2 tiene también valores más bajos. (Tabla N. 1)

Tomando en cuenta entonces estos dos indicadores de estructura comunitaria, no existe diferencia entre las columnas a excepción de la columna 2. La importancia de ésta diferencia se discute más adelante.

TABLA No. 1      INDICE DE SIMILITUD ENTRE COLUMNAS 2c  
AFF

| COLUMNA | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| 1       | 1   |     |     |     |     |     |     |   |
| 2       | .57 | 1   |     |     |     |     |     |   |
| 3       | .84 | .62 | 1   |     |     |     |     |   |
| 4       | .71 | .73 | .88 | 1   |     |     |     |   |
| 5       | .90 | .57 | .84 | .71 | 1   |     |     |   |
| 6       | .78 | .47 | .82 | .70 | .78 | 1   |     |   |
| 7       | .67 | .67 | .82 | .67 | .67 | .76 | 1   |   |
| 8       | .67 | .67 | .71 | .67 | .67 | .67 | .88 | 1 |

INDICES DE ESTRUCTURA COMUNITARIA POR COLUMNA

| columnas<br>índices    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| S                      | 10   | 4    | 9    | 7    | 10   | 13   | 8    | 8    |
| Cn                     | 0.30 | 0.32 | 0.24 | 0.23 | 0.37 | 0.27 | 0.14 | 0.36 |
| Cc                     | 0.43 | 0.95 | 0.34 | 0.33 | 0.58 | 0.57 | 0.40 | 0.28 |
| H                      | 1.15 | 0.24 | 1.41 | 1.41 | 0.09 | 0.95 | 1.20 | 1.49 |
| H (sin<br>Mille)       | 1.26 | 0.95 | 1.53 | 1.48 | 1.24 | 1.46 | 1.48 | 1.24 |
| H max.                 | 2.30 | 1.39 | 2.20 | 1.94 | 2.30 | 2.56 | 2.08 | 2.08 |
| H max.<br>sin Mille.   | 2.20 | 1.09 | 2.08 | 1.79 | 2.19 | 2.48 | 1.94 | 1.94 |
| J                      | 0.50 | 0.10 | 0.64 | 0.73 | 0.39 | 0.37 | 0.58 | 0.72 |
| J<br>(sin Mille)       | 0.58 | 0.91 | 0.74 | 0.82 | 0.57 | 0.59 | 0.72 | 0.64 |
| COB. SPS.<br>SUP. ILU. | 0.14 | 0.16 | 0.06 | 0.03 | 0.11 | 0.15 | 0.03 | 0.04 |

$$\frac{\text{COBERTURA SPS.}}{\text{SUP. TOTAL ILLUMINADA}} = 9.18\%$$

S = N<sup>a</sup> de especies.

$$C_n = \sum_{i=1}^S \frac{n(n-1)}{N(N-1)}$$

$$C_c = \sum_{i=1}^S \frac{c(c-1)}{C(C-1)}$$

N = N<sup>a</sup> de individuos de cada sp.  
C = Cobertura de cada sp.

$$H = \frac{1}{N} \log. \frac{N!}{N_1! \cdot N_2! \cdot N_3! \cdot \dots \cdot N_s!}$$

$$H_{max} = \frac{1}{N} \log \frac{N!}{\left(\frac{N}{S}\right)!^S \cdot r! \left(\frac{N}{S} + 1\right)!^r}$$

$\frac{N}{S}$  Es la parte entera del cociente.

r Es el residuo.

$$J = \frac{H}{H_{max}}$$

#### 4.4 Abundancia de las especies.

El número de individuos, la cobertura y el número de cuadros en los que aparece cada especie para cada columna se muestran en los Anexos I, II y III, de la misma forma los Anexos No. IV, V y VI muestran la abundancia, cobertura y frecuencia relativas de cada especie.

La Tabla No. 3 muestra los resultados obtenidos para el índice de importancia relativa de cada especie. Como puede apreciarse, las especies más importantes en términos de abundancia, frecuencia y cobertura son Millepora sp., Diploria strigosa, Porites porites y Favia fragum.

Como se mencionaba en la metodología, la cobertura es el indicador más cercano para evaluar el papel de las especies en esta comunidad. Esto se ratifica por el hecho de que los valores de cobertura sitúan a Millepora sp. como especie dominante (definimos a Millepora sp. como "dominante" y a las otras tres especies importantes como "abundantes", arbitrariamente, por el número de dígitos enteros de sus coberturas (cm<sup>2</sup>): 10,000 - dominante, 1,000 - abundante, 100 - común, 10 - rara), lo que en realidad es claro pues Millepora está presente en grandes manchones, y seguramente determina en gran medida la dinámica de la comunidad; sin embargo, al uti



lizar como indicador la abundancia relativa Millepora se sitúa como especie abundante, restándole la importancia que en realidad tiene.

Cabe señalar que Porites furcata tiene un valor de importancia en las columnas 4 y 6 que la coloca como especie abundante por arriba de Favia fragum, pero no ha sido considerada como especie importante porque no está presente en todas las columnas. El discutir sobre la preferencia que dicha especie pudiera tener por estas columnas no está dentro del alcance de este trabajo.

Podemos considerar entonces que en general, con respecto a la importancia de las especies, las columnas son muy semejantes. Sólo la columna 2 puede considerarse como un caso diferente donde sólo las cuatro especies consideradas como importantes están presentes y la cobertura de Millepora sp. es relativamente mayor. En esta columna Millepora presenta una colonia muy grande que ocupa 26 cuadros en 8 niveles.

Con respecto a los diferentes índices de estructura comunitaria, esto se ratifica pues los valores no muestran diferencias importantes entre las columnas con excepción de la columna 2 donde Cc es muy alto .95 y H muy bajo .14 (Tabla No. 2). El índice de equitabilidad J es también muy bajo en esta columna

debido a la gran dominancia de Millepora sp., de hecho los valores de H y J sin considerar a esta especie aumentan a .99 y .91, respectivamente.

En general, para las otras columnas la importancia que tiene Millepora sp. se evidencia, pues el substrarla del manejo de los datos H y J aumentan considerablemente. (Tabla No. 2)

Esta diferencia en diversidad y abundancia en la columna 2, puede deberse a que es la columna más protegida de la corriente dominante de dirección sur -- que es la que trae al Duque las aguas que han pasado por el arrecife y que deben traer consigo las -- larvas que se han implantado en las columnas (ver -- condiciones físicas específicas del área de estudio).

#### 4.5 Distribución de las especies en las columnas.

Una vez que se analizaron los datos de abundancia -- para las diferentes columnas, se buscó cual era la distribución tanto horizontal (de la parte interna a la externa de las columnas) como vertical, de -- las especies en cada columna. Con respecto a la -- distribución horizontal se utilizó la cobertura, -- comparando los datos totales obtenidos para cada -- una de las especies en la zona con sombra o parte -- interna de las columnas contra la zona más ilumina-

45.  
 TABLA No. 4  
 COBERTURA DE LAS ESPECIES EN LA ZONA CON SOMBRA Y EN LA ZONA ILUMINADA DE CADA COLUMNA (cm<sup>2</sup>)

| COLUMNA | ZONA EN LA COLUMNA | D. striatosa | P. porites | E. fragum | Gillettepora sp. | A. agaricites |
|---------|--------------------|--------------|------------|-----------|------------------|---------------|
| 1       | ZONA CON SOMBRA    | 281.25       | 0          | 15.63     | 3000             | 62.5          |
|         | ZONA ILUMINADA     | 5117.27      | 2255.2     | 2304.92   | 14015.62         | 0             |
| 2       | Z.S.               | 31.25        | 31.25      | 0         | 0                | 0             |
|         | Z.I.               | 374.99       | 134.75     | 164.05    | 30250.0          | 0             |
| 3       | Z.S.               | 234.38       | 78.13      | 31.25     | 3750             | 562.5         |
|         | Z.I.               | 1677.06      | 2093.73    | 179.68    | 2625.0           | 0             |
| 4       | Z.S.               | 62.5         | 62.5       | 0         | 0                | 125           |
|         | Z.I.               | 796.86       | 1234.36    | 93.75     | 3265.62          | 125           |
| 5       | Z.S.               | 31.25        | 234.38     | 0         | 750              | 31.25         |
|         | Z.I.               | 2523.41      | 1074.91    | 249.96    | 16031.25         | 0             |
| 6       | Z.S.               | 164.06       | 109.38     | 0         | 1573.09          | 78.13         |
|         | Z.I.               | 4197.62      | 1421.83    | 218.74    | 20390.62         | 0             |
| 7       | Z.S.               | 0            | 54.69      | 0         | 0                | 0             |
|         | Z.I.               | 671.87       | 781.15     | 312.44    | 3355.75          | 0             |
| 8       | Z.S.               | 78.13        | 62.50      | 15.63     | 62.5             | 0             |
|         | Z.I.               | 3031.35      | 367.17     | 1453.07   | 1640.62          | 0             |

da o parte externa de las mismas (Fig. 5). Los resultados son claros: la distribución de las especies en las diferentes columnas muestra que existe separación ambiental entre la parte interna y externa, debido probablemente a la cantidad de luz. La parte interna de la columna tiene muy pocos corales escleractinios. Sólo una especie, Agaricia agaricites presenta una clara preferencia por esta zona (Tabla No. 4).

Millepora sp. es abundante en ambas zonas lo que habla quizás de un rango mayor de tolerancia de este hidrocoral a la baja intensidad luminosa.

Esta zona oscura ha sido colonizada en gran parte por esponjas y otros organismos.

Como un primer acercamiento a analizar la distribución vertical se utilizó el número de especies.

Al graficar el número de especies por columna por nivel (Figs. 14a y 14b) encontramos que la distribución en términos de números de especies es homogénea a lo largo de la columna en todas las columnas con excepción de la columna 2 donde tres de las cuatro especies están presente en los tres primeros niveles, los del fondo, y sólo Millepora sp. ocupa los siete siguientes.

También se analizó con respecto a la distribución -

vertical la cobertura y el número de individuos de cada especie en cada columna, determinando cuales -- eran los niveles de máxima cobertura, para verifi-- car la posible existencia de zonas preferenciales, ya fuese en términos de implantación o de crecimen-- to más rápido.

Las gráficas de número de individuos y cobertura -- por nivel (Figs. 15-22), muestran en conjunto una -- clara preferencia de D. strigosa, P. porites y F. fragum por los primeros nueve niveles aproximada-- mente, del fondo de la superficie, en todas las co-- lumnas. (Anexo VII)

Millepora sp. al contrario que las otras tres espe-- cies dominantes, se presenta a lo largo de todos -- los niveles en la mayoría de las columnas, lo que -- sumado al hecho de encontrarse también en la zona -- interna indica que se trata de una especie más re-- sistente, por un lado como mencionábamos anterior-- mente, a bajas intensidades luminosas y en este ca-- so debido quizás a que puede tolerar mejor la expo-- sición eventual al aire de los niveles superiores -- cercanos a la superficie y el efecto del choque de las olas (ver sección: Condiciones físicas del área de estudio).

De hecho, Millepora complanata es considerada como una especie que tolera mejor condiciones de alta -- energía (Jordán, 1980) en el arrecife.

## 5. CONSIDERACIONES GENERALES.

Uno de los aspectos más interesantes en los estudios de comunidades coralinas implantadas en substratos nuevos, es el poder discutir sobre cuestiones que se relacionen con la historia de vida de estos organismos, tales como: la capacidad de dispersión, la sobrevivencia y las condiciones de implantación de los mismos; que puedan aportar elementos para entender los patrones de sucesión ecológica de estas comunidades (Connell, 1974).

Dado que el presente trabajo es únicamente descriptivo, sólo podemos mencionar algunos puntos que puedan señalar lo que indica la composición específica de la comunidad de corales escleractinios e hidrocerales de las columnas con respecto al arrecife, tomando en cuenta que esta comunidad se encuentra en la etapa de colonización.

En primer lugar podemos apuntar que la riqueza específica de las columnas es relativamente menor a la del arrecife. De 39 especies de escleractinios y tres especies de hidrocerales presentes en el arrecife (Jordán, 1980), 13 y 1 especies respectivamente están presentes en las columnas. Diploria strigosa, Porites porites, Favia fragum y el hidrocoral Millepora sp. son los más abundantes, siendo esta última la especie dominante, lo que indica que en estas condiciones son las especies más exitosas para colonizar, este substrato particular.

Durante los primeros años la implantación o la supervivencia de todas las especies de corales puede retardarse por substratos inestables (Doty, 1967; Moore et al. 1973; Connell, 1974) y una vez que el substrato es acondicionado -- por ejemplo por la presencia de ciertos microorganismos, puede ocurrir que durante los primeros años una sola especie monopolice este nuevo habitat (Loya, 1976 a) y no sea hasta tiempo después que otras especies puedan colonizar; si este es el caso de las columnas, es decir que alguna - de estas cuatro especies monopolizó en una etapa inicial, no lo sabemos pues no conocemos sus tasas de crecimiento. En otros estudios se ha encontrado que son varias especies las pioneras (Stephenson y Stephenson, 1933; Grigg y Maragos, 1974) que puede ser lo correspondiente en este caso.

Ahora bien, si partimos del hecho de que todas las larvas tienen amplia capacidad de dispersión, el que en las columnas sólo estén presente 14 de las 42 especies de escleractinios e hidrocorales del arrecife podría indicar - que las restantes necesitan para implantarse más de 12 -- años de acondicionamiento del substrato por las especies pioneras, dado que las columnas fueron construídas en --- 1972, o bien, podría existir un remplazamiento de espe--- cies.

Estos patrones de sucesión se han encontrado en otros estudios en donde la diversidad aumenta con el tiempo hasta que el espacio es limitante y las interacciones entre las

especies empiezan a causar una disminución en la diversidad (Grigg y Maragos, 1974). A medida que los recursos se vuelven limitantes, menos especies pueden coexistir - equitativamente, las especies más exitosas competitivamente deberían convertirse en dominantes, ya sea a través de competencia por crecimiento más acelerado (Connell, 1974) provocando de esta manera algún tipo de interferencia por incrustación o inhibición de larvas, o por depredación -- (Lang, 1973). Este sería el caso de las especies dominantes en el arrecife, sin embargo, no podemos suponer -- que el patrón de sucesión incluso en las primeras etapas pudiera compararse al de las columnas por que los recursos limitantes no son los mismos. El hecho de que el -- substrato sea únicamente vertical crea condiciones particulares entre las que podemos mencionar de manera de ejemplo las siguientes:

- Homogeneidad del substrato.

Las paredes verticales de las columnas casi no presentan irregularidades tales como grietas que pudieran servir de sostén a las colonias de ciertas especies que al crecer demasiado en sentido horizontal - no podrían sostener su propio peso. Un ejemplo es: Porites porites; se pudo observar que las colonias grandes eran sumamente frágiles, de hecho las colonias mayores se encuentran en una de las columnas -- más protegidas a las corrientes dominantes (columna 3) y donde por un defecto de construcción en esta co

lumna, existe un escalón en el que justamente se encuentran dichas colonias.

- Propagación por Reproducción Vegetativa.

En estudios sobre corales juveniles se ha sugerido que ciertas especies, dependen más quizás para propagarse de la reproducción vegetativa que de la reproducción sexual (Bak y Engel, 1979). Cuando el coral se rompe por algún evento físico impredecible, los pedazos arrastrados por el oleaje o las corrientes pueden llegar a formar nuevas colonias. Si esto es cierto, este tipo de especies tardaría más en colonizar las columnas, incluso la verticalidad de estas imposibilitaría este tipo de propagación para cualquiera de las especies ya implantadas.

- Efecto del Sedimento en Suspensión.

El sedimento en suspensión probablemente no limita de la misma forma el crecimiento de los corales en las columnas que en el arrecife. En éste el substrato es en gran parte horizontal. Las especies que son eficaces para limpiarse el sedimento no tendrían en las columnas esta ventaja competitiva.

Cabe señalar también, que las columnas están totalmente colonizadas, no sólo por corales escleractinios e hidrocorales sino que podemos encontrar corales blandos, algas, esponjas y otros organismos que no fueron identificados; todos ellos deben jugar un papel determinante en el desarrollo de la comunidad.

Estos ejemplos son sólo algunos de los muchos que podrían citarse. Lo importante aquí es que los recursos limitantes en la comunidad implantada en las columnas son diferentes a los del arrecife, y esto traería como consecuencia que el patrón de sucesión de la comunidad de las columnas pudiera ser distinto al del arrecife. Si bien ésto es cierto, este tipo de estudios posibilitan el seguir el desarrollo de una comunidad joven, lo que sin lugar a dudas nos hablaría de las estrategias de vida de las especies coralinas, lo que aportaría elementos para entender las primeras etapas del desarrollo arrecifal.

## 6. CONCLUSIONES.

- Existe una clara diferencia microambiental entre la parte externa e interna de las columnas. Se sugiere que esta diferencia es debida a la intensidad de luz, dado que la parte interna es más oscura que la externa.
- La estructura y la composición específica de las columnas son semejantes, a excepción de la columna 2 - que está altamente dominada por Millepora sp. Se sugiere que la diferencia es debida a que ésta es la columna más protegida a las corrientes dominantes.
- La estructura comunitaria de las columnas es diferente a la del arrecife.

- Los estadios sucesionales de las columnas deben haber sido y seguramente serán diferentes a los del arrecife, debido a que la comunidad de las columnas está sujeta a diferentes condiciones físicas y biológicas.

## 7. LITERATURA CITADA.

Bak, R.P.M. and M.S Engel (1979) Distribution, Abundance and Survival of Juvenil Hermatypic Corals (Scleractinia) and the Importance of Life History Strategies in the Parent Coral Community.

Mar. Biol. 54. p. 341-352

Booolootian, R. (1975) Biología de los Atolones de Corales. CECSA. México, D.F. 36 p.

Cain, S.A and M.O Castro (1959) Manual of Vegetation - Analysis. Harper Brothers N.Y. 350 p.

Castañares L.G y L.A Soto (1982) Estudios sobre los Corales Escleractinios Hermatípicos de la costa Noreste de la Península de Yucatán, México. Parte I. Sinopsis Taxonómica de 38 especies (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia) An. Inst. Ciencias del Mar y Limnol. UNAM. 1. p. 295-344

Connell, H.J. (1974) Population Ecology of reef-building corals, en Geology and Biology of Coral Reefs. Amer. Press. p. 205-245

Doty, M.S. (1967) Intertidal Population and Vertical -- Distribution of Marine Algae in Hawaii. Blumea 15. p. 95-105

García, E. (1973) Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Köppen. Inst. de Geografía. UNAM P. 251

- Glynn, P.W. (1973) Western Atlantic Coral Reef Ecology,  
 en Geology and Biology of Coral Reefs. Amer. Press.  
 p. 271-325
- Goreau, T.F. (1959) The Physiology of Skeleton formation  
 in Corals. A method for measuring the rate of cal-  
 cium deposition by corals under different conditions.  
Biol. bull. Mar. Lab. Woods Hole 116. p. 59-75
- Grigg, R. W. and J.E. Maragos (1974) Recolonization of -  
 Hermatypic corals on submerged lava flows in Hawaii.  
Ecol. 55. p. 387-395
- Hyman, L.H. (1940) The Invertebrates. Protozoa through  
 Ctenophora. Mc Graw-Hill Book Co. N.Y. 726 p.
- Jordan, E. (1980) Arrecifes Coralinos del Noreste de la  
 Península de Yucatán: Estructura comunitaria, un es-  
 timador del desarrollo arrecifal. Tesis doctoral.  
 C.C.M.L. UNAM 118 p.
- Krebs, CH. (1978) Ecology. The experimental analysis of  
 distribution and abundance. Harper and Row. Publ.  
 Co. 678 p.
- Lang, J. (1973) Interspecific Aggression by Scleractinian  
 Corals. 2. Why race is not only to the swift. Bull.  
of Mar Science 23 (2) p. 260-279
- Loya, Y. (1976) a) Recolonization of Red Sea Corals ---  
 affected by natural catastrophes and

man-made perturbations. Ecol. 57 (2)  
p. 278-289

b) Settlement, mortality and recruitment of  
a red sea escleractinian coral popula-  
tion en Coelenterata Ecology and Beha-  
vior. Plenum Publishing Corporation.  
p. 89-100

Martín, E. y M. Merino (1980) Carta Batimétrica de Puer-  
to Morelos, Quintana Roo. México. C.C.M.L. UNAM.

Moore, J.G.; R.L. Phillips, R.W. Grigg and D.W. Peterson  
(1973). Underwater observations of recent and active  
lava flows, Kilauea Volcano. Hawaii 1969-1971.  
Geol. Soc. Am. Bull. 84. p. 537-546

Murray, S.P., H.H. Roberts, D.M. Conlon and G.M. Rudder  
(1977) Nearshore current fields around coral is-  
lands: Control on sediment accumulation and reef -  
growth. en Proceedings of the Third Reef Symposium.  
Univ. of Miami. p. 53-59

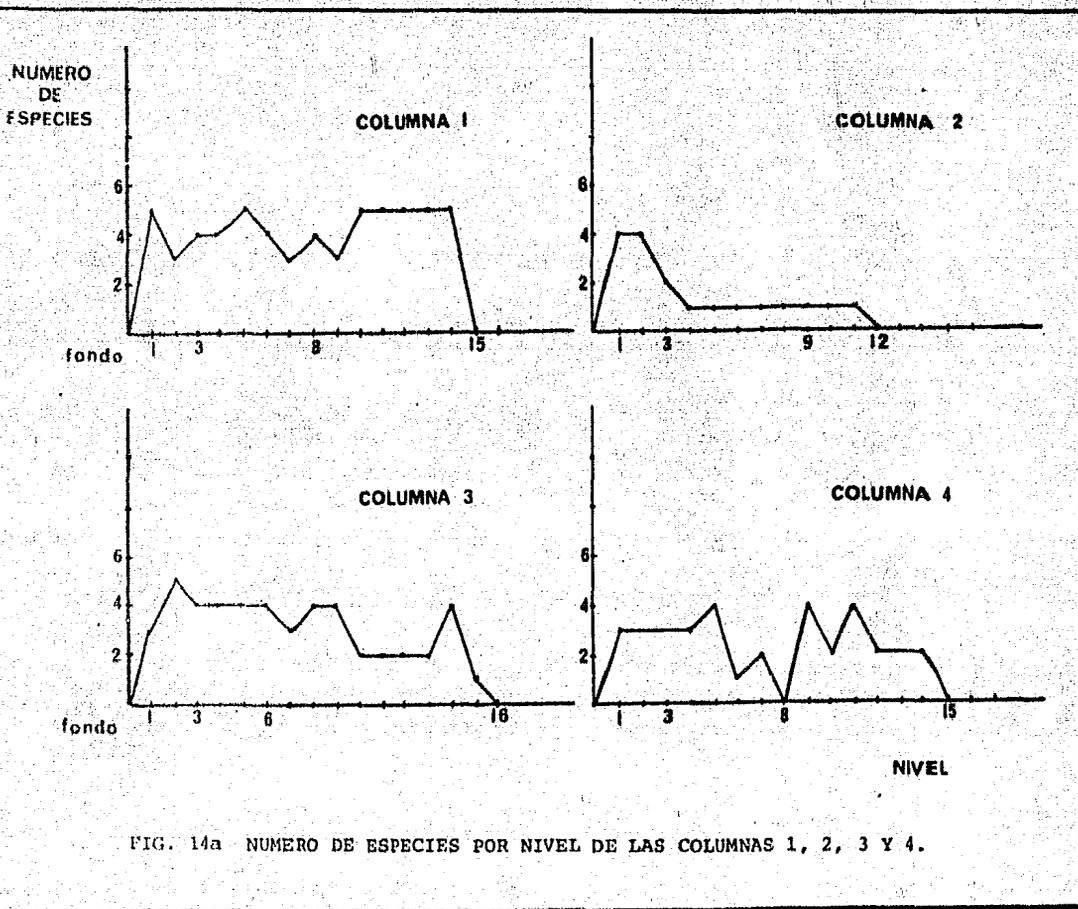
Newell, N. (1972) The Evolution of Reefs. Sci. Amer.  
226 (6). p. 54-65

Pielou, E.C. (1975) Ecological Diversity. New York, -  
Wiley Interscience. 165 p.

Poole, R.W. (1974) An introduccion to Quantitative Eco-  
logy. Mc. Graw Hill Kogakusha, Ltd. 532 p.

- Porter, J.W. et al. (1981) Populations trends among Jamaican reef corals. Nature. 294 (5838) p. 249-250
- Preston, E.M. and J.L. Preston (1975) Ecological structure in a west Indian gorgonian fauna. Bull. Mar Sci. 25. p. 249-250
- Dir. Gral. de Oceanografía (1974) Atlas Oceanográfico -- del Golfo de México y Mar Caribe. Sec. Mar. México. p. 7-8
- Smith, W.F.G. (1971) Atlantic Reef Corals. Univ. of Miami. Press. p. 112
- Stoddart, D.R. (1969) Ecology and Morphology of recent - Coral Reefs. Biol. Rev. 44 p. 433-498
- Wells, J.W. (1956) The Scleractinia en Treatise on invertebrate paleontology. Part F: Coelenterata. Geological Society of America and U. of Kansas Press p. 328-444
- Whittaker, R.H. (1975) Communities and Ecosystems. Macmillan Publishing Co., Inc. 385 p.
- Zlatarsky, V.N. (1982) Les scleractiniares de Cuba. Editions de l'Academie bulgare des Sciences. Sofia.

8. GRAFICAS



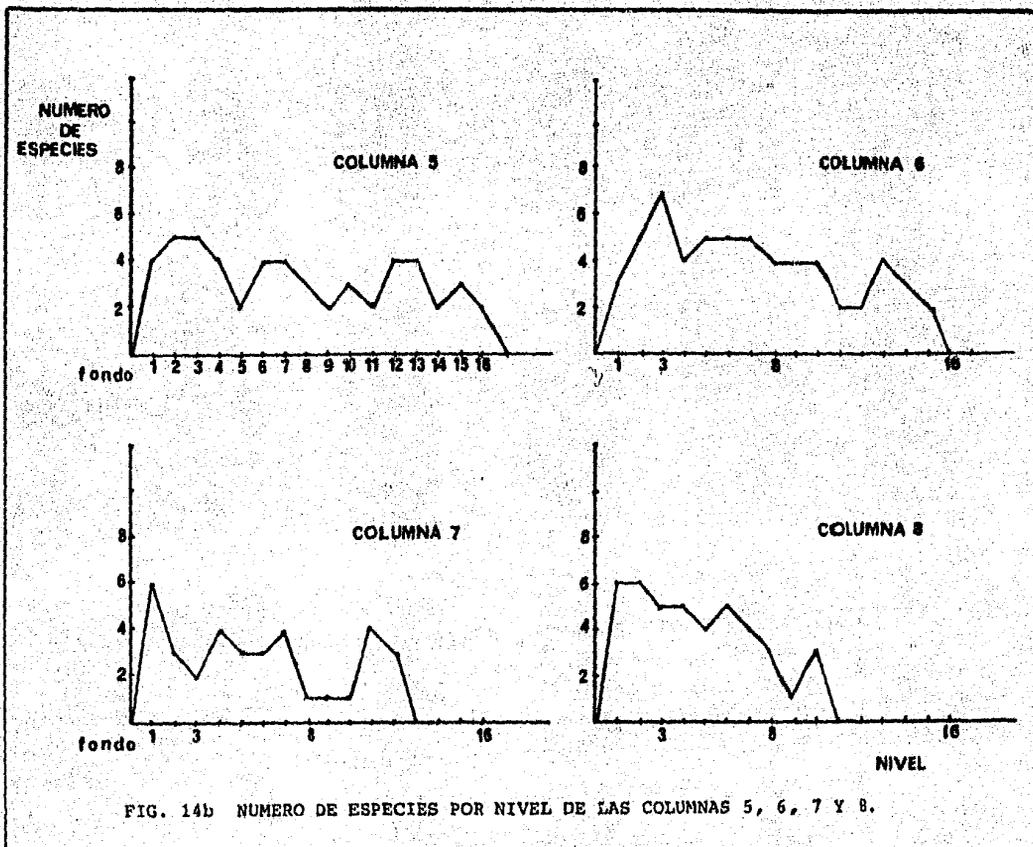


FIG. 14b NUMERO DE ESPECIES POR NIVEL DE LAS COLUMNAS 5, 6, 7 Y 8.

En las figuras que aparecen a continuación se muestra la correlación entre la cobertura y el nivel de profundidad en la parte inferior; y en el recuadro superior se muestra la correlación entre el número de individuos y el nivel de profundidad.

Las especies que están representadas son - las siguientes:

Diploria strigosa .....

Porites porites -----

Favia fragum \_\_\_\_\_

Millepora sp. - - - - -

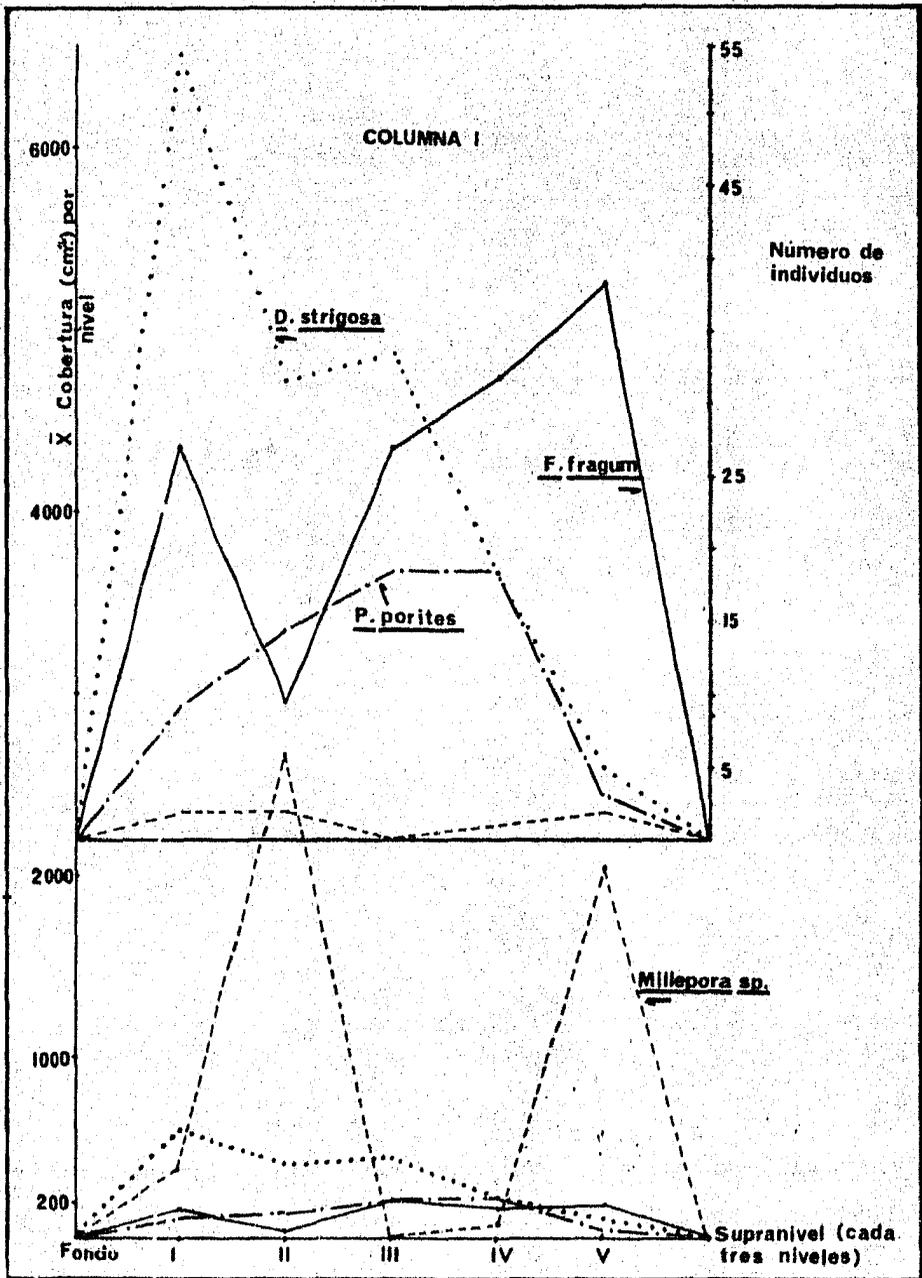


FIG. 15 DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS ESPECIES MAS IMPORTANTES COLUMNA 1

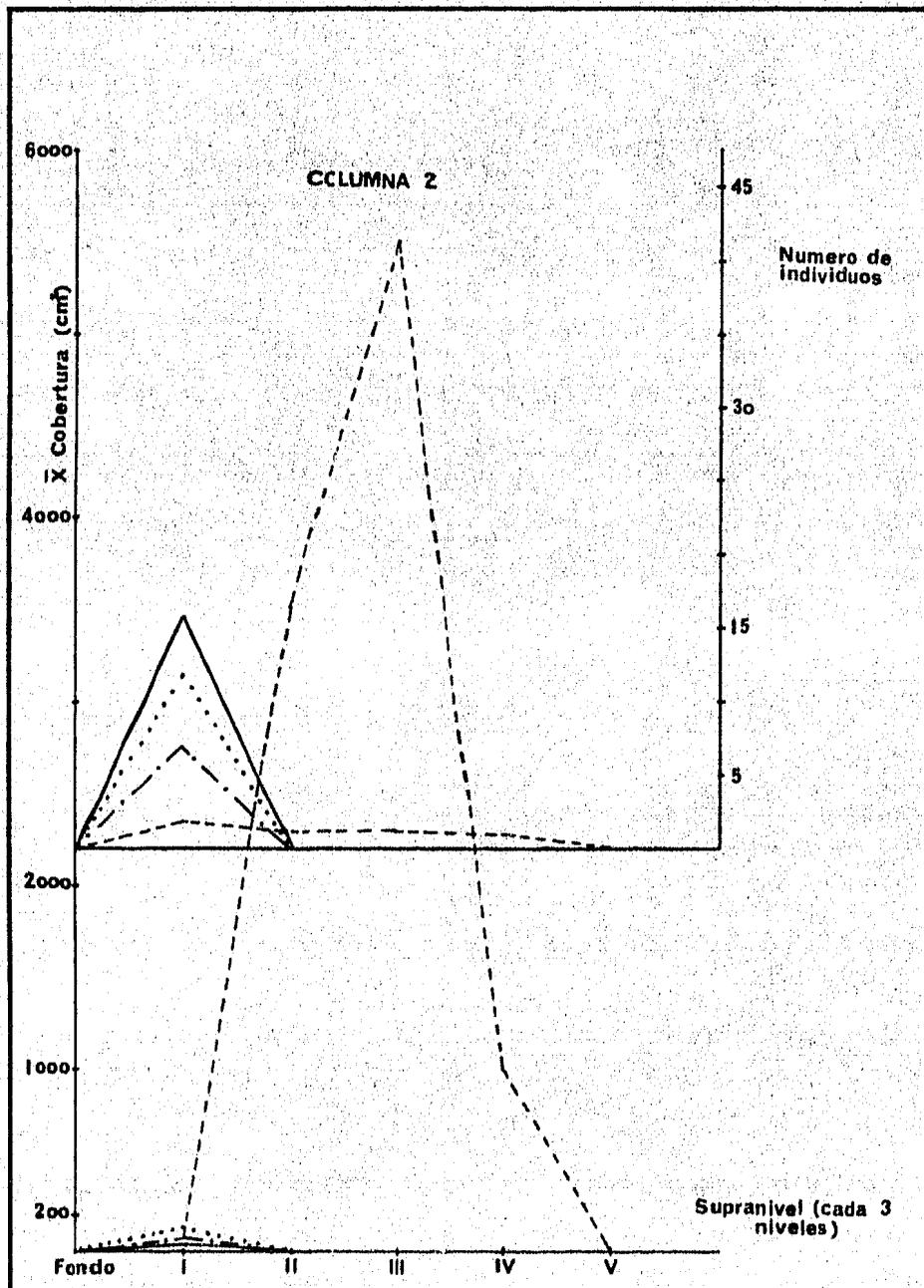


FIG. 16 DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS ESPECIES MAS IMPORTANTES COLUMNA 2 (VER FIG. 15)

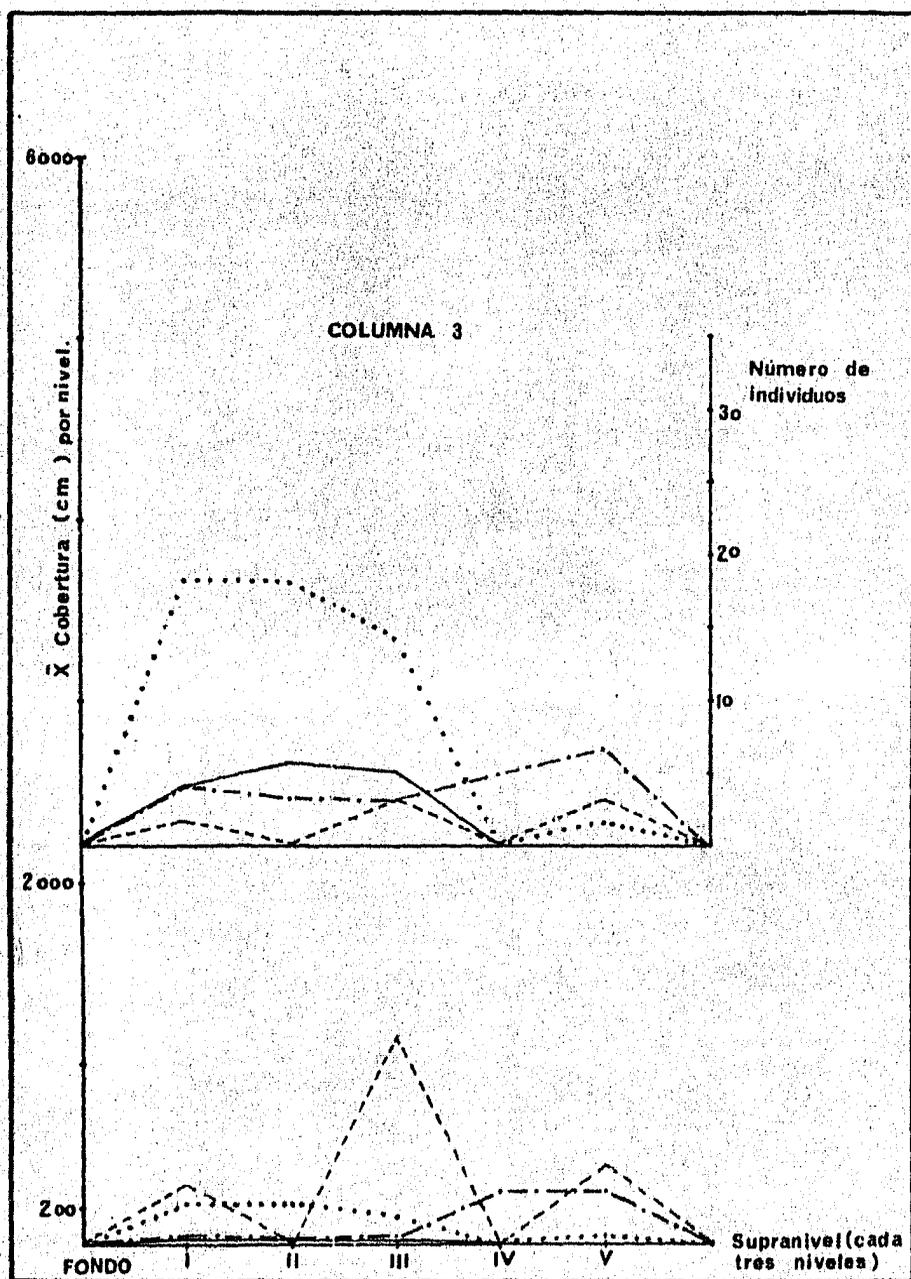


FIG. 17 DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS ESPECIES MAS IMPORTANTES EN LA COLUMNA 3 (VER FIG. 15)

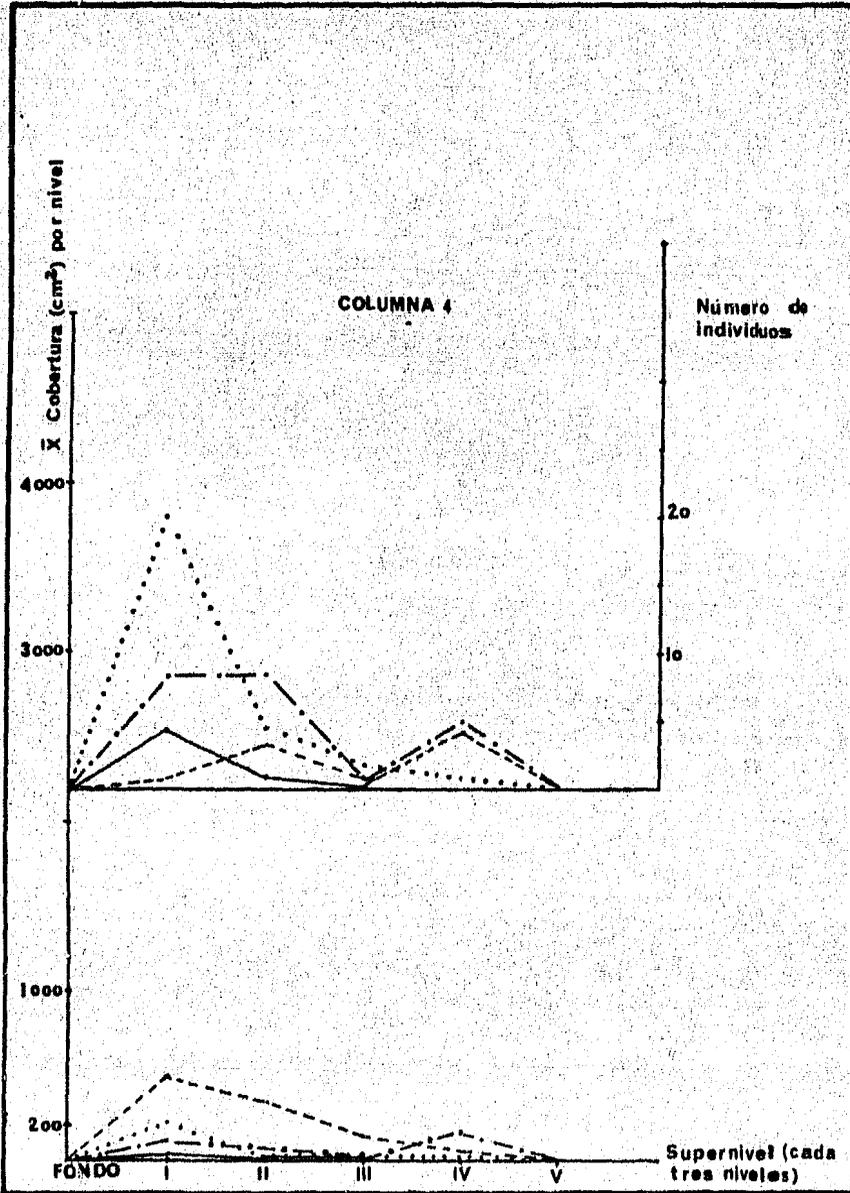


FIG. 18 DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS ESPECIES MAS IMPORTANTES EN LA COLUMNA 4 (VER FIG. 15)

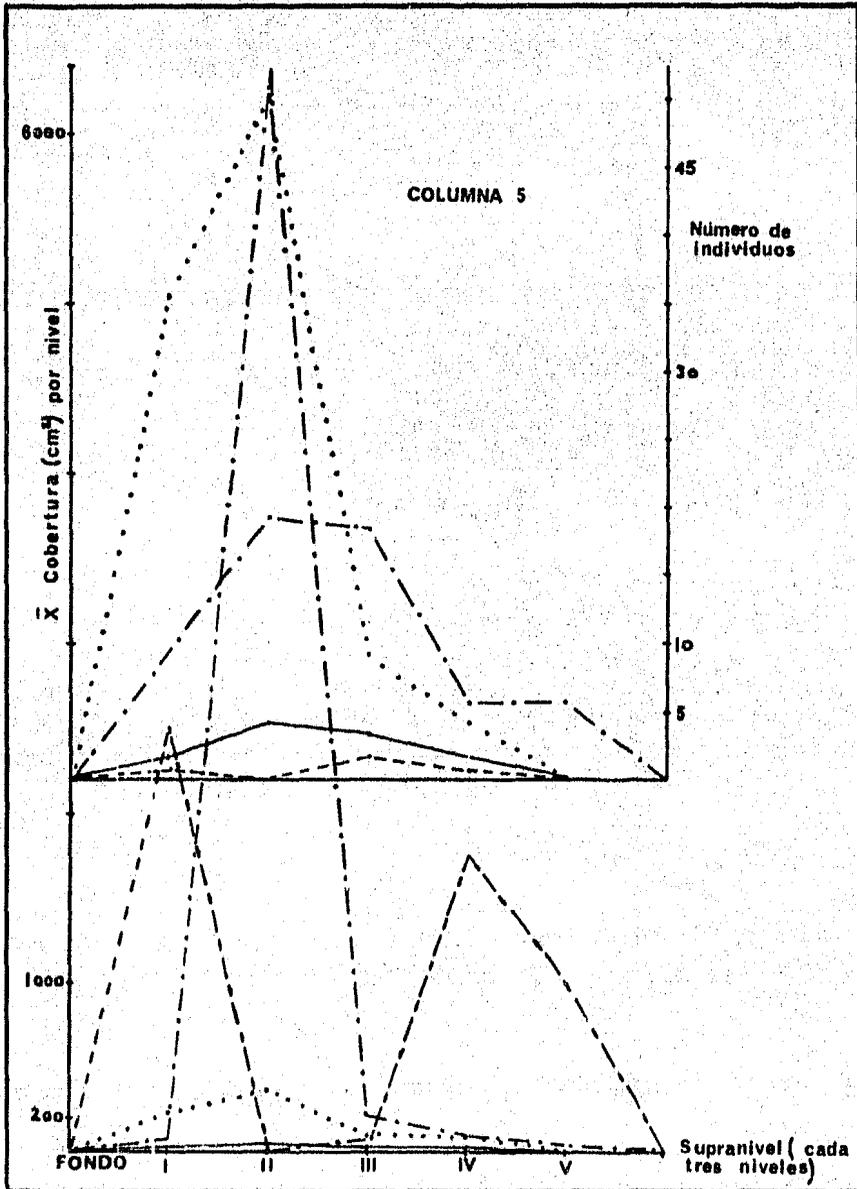


FIG. 15 DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS ESPECIES MAS IMPORTANTES EN LA COLUMNA 5 (VER FIG. 15)

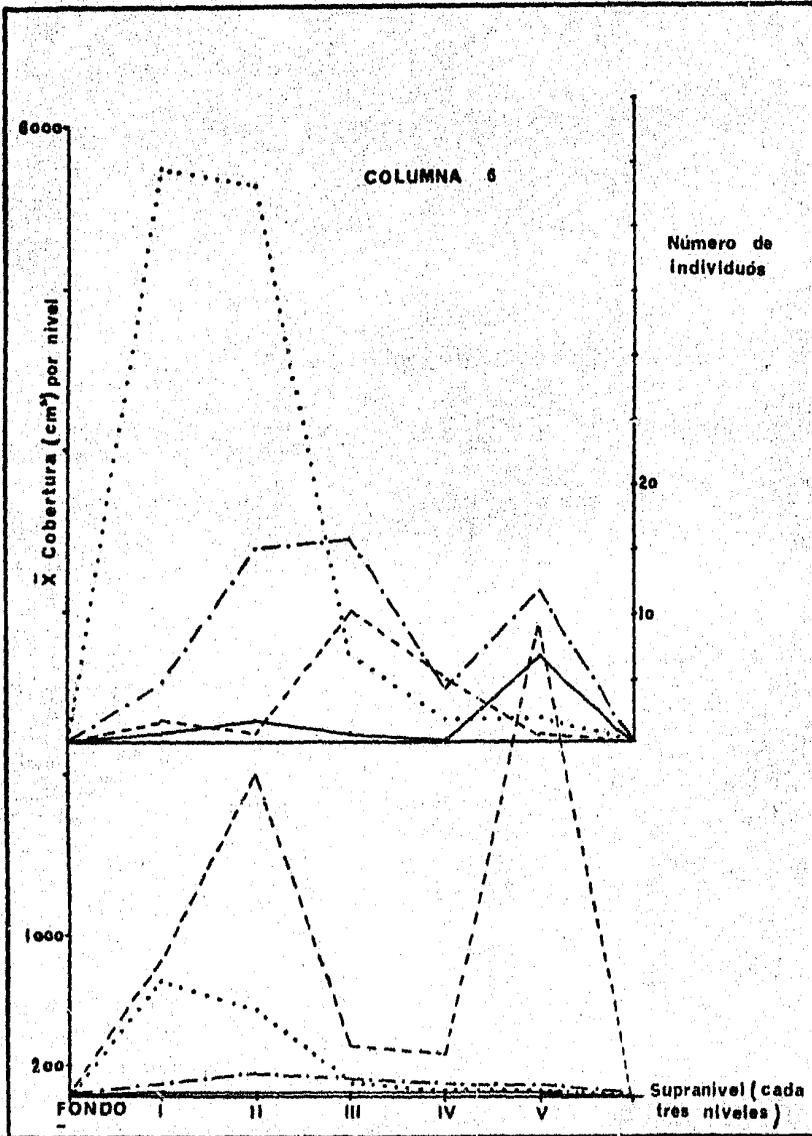


FIG. 20 DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS ESPECIES MAS IMPORTANTES EN LA COLUMNA 6 (VER FIG. 15)

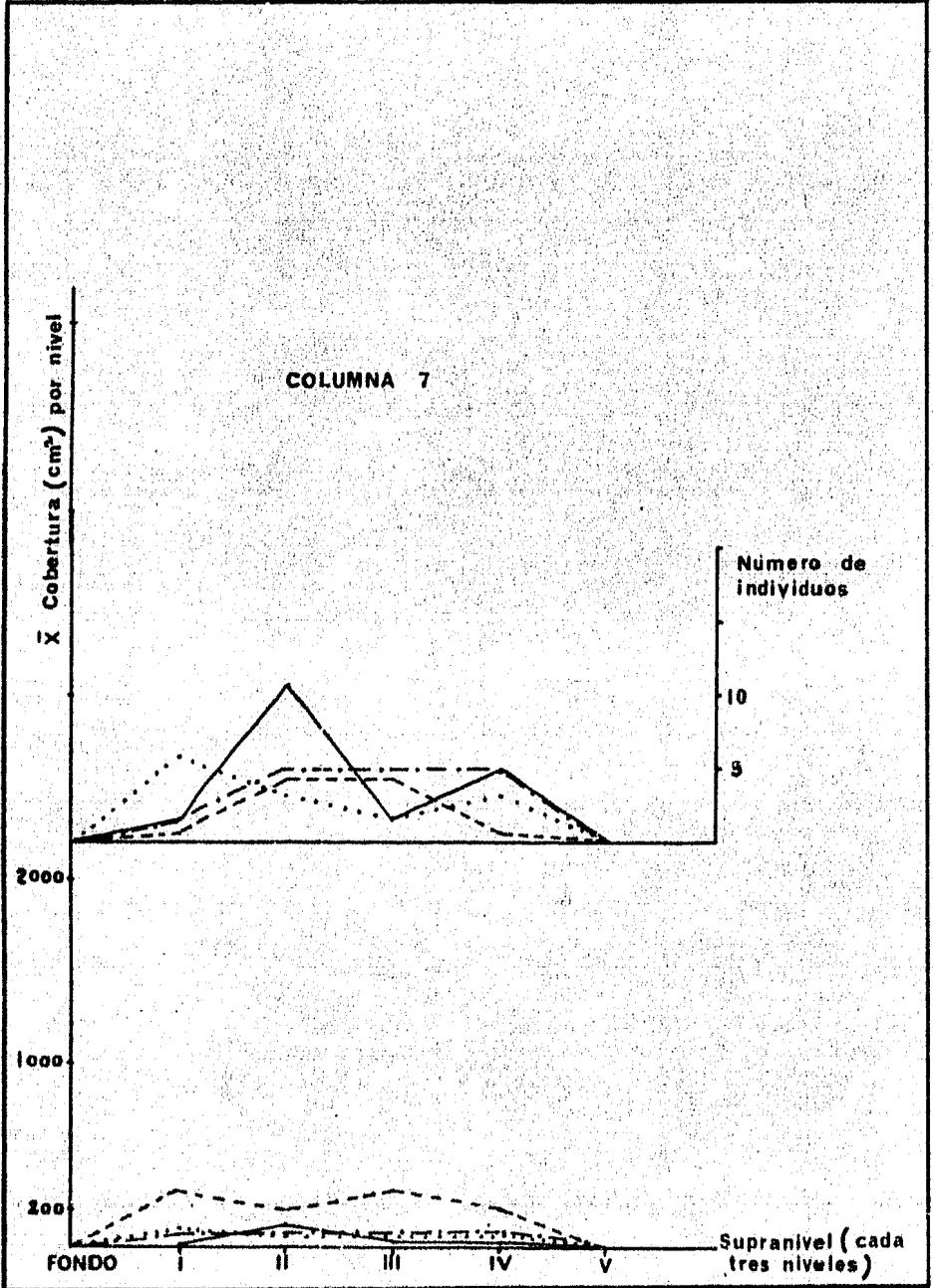


FIG. 21 DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS ESPECIES MAS IMPORTANTES EN LA COLUMNA 7 (VER FIG. 15)

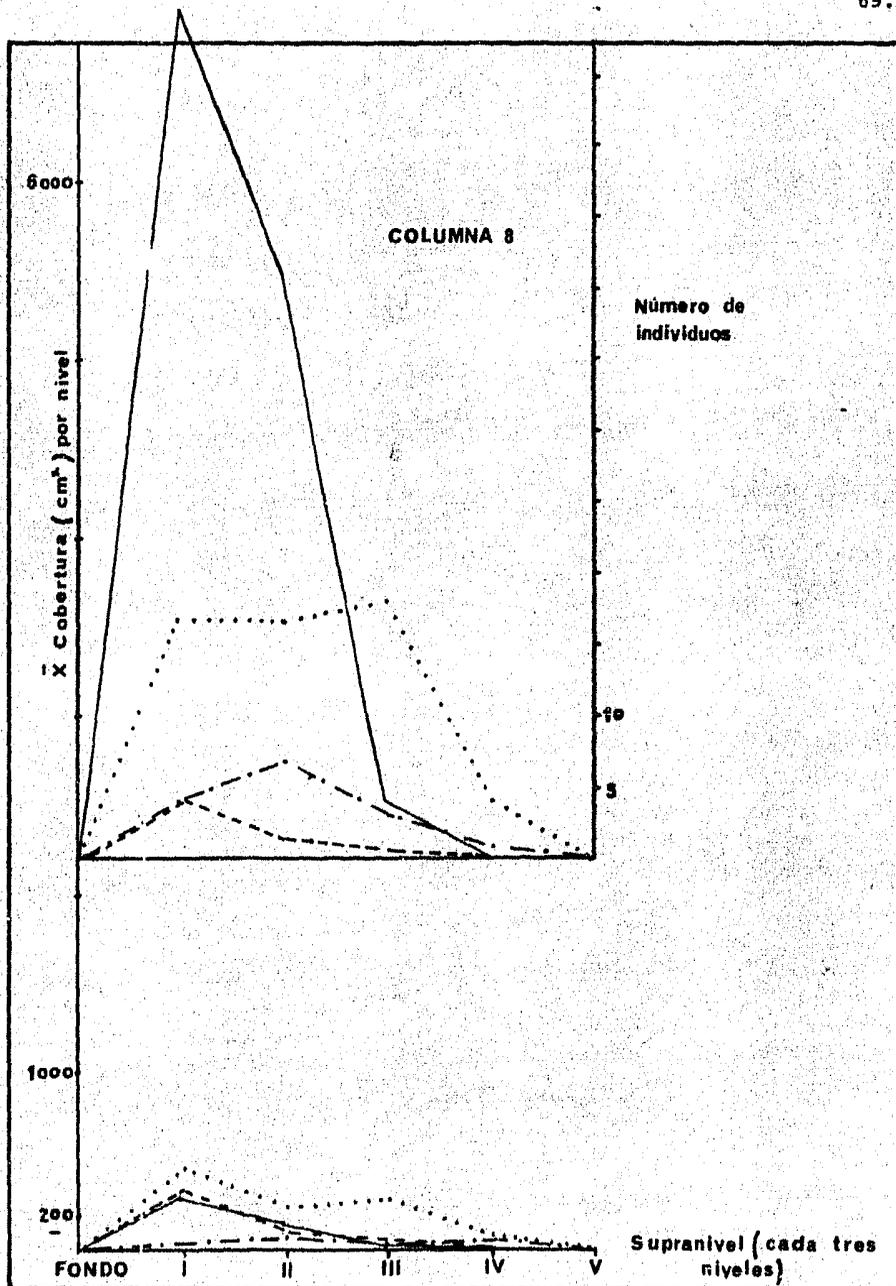


FIG. 22 DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS ESPECIES MAS IMPORTANTES EN LA COLUMNA 8 (VER FIG. 15)

9. ANEXOS

ANEXO I  
 NUMERO DE INDIVIDUOS DE CADA ESPECIE POR COLUMNA

|                            | 1   | 2  | 3   | 4  | 5   | 6   | 7  | 8   | TOTAL |
|----------------------------|-----|----|-----|----|-----|-----|----|-----|-------|
| <u>D. strigosa</u>         | 142 | 12 | 51  | 27 | 100 | 90  | 14 | 56  | 590   |
| <u>F. fragum</u>           | 133 | 16 | 15  | 5  | 15  | 11  | 19 | 105 | 319   |
| <u>P. porites</u>          | 62  | 7  | 22  | 22 | 58  | 51  | 10 | 14  | 255   |
| <u>Millepora sp.</u>       | 7   | 3  | 8   | 10 | 6   | 24  | 7  | 6   | 71    |
| <u>P. furcata</u>          | 0   | 0  | 5   | 13 | 0   | 24  | 2  | 5   | 49    |
| <u>P. astreoides</u>       | 2   | 0  | 6   | 0  | 1   | 2   | 4  | 11  | 26    |
| <u>A. agaricites</u>       | 1   | 0  | 9   | 2  | 1   | 2   | 0  | 0   | 15    |
| <u>M. annularis</u>        | 2   | 0  | 4   | 0  | 5   | 1   | 1  | 0   | 13    |
| <u>E. fastigata</u>        | 1   | 0  | 2   | 2  | 4   | 3   | 0  | 0   | 12    |
| <u>C. natans</u>           | 0   | 0  | 0   | 0  | 0   | 6   | 1  | 2   | 9     |
| <u>D. labyrinthiformis</u> | 4   | 0  | 0   | 0  | 2   | 0   | 0  | 1   | 7     |
| <u>I. sinuosa</u>          | 1   | 0  | 0   | 0  | 0   | 1   | 0  | 0   | 2     |
| <u>M. serrulata</u>        | 0   | 0  | 0   | 0  | 1   | 1   | 0  | 0   | 2     |
| <u>D. stokesi</u>          | 0   | 0  | 0   | 0  | 0   | 1   | 0  | 0   | 1     |
| TOTAL                      | 355 | 39 | 122 | 81 | 193 | 225 | 67 | 200 | 1281  |

ANEXO II  
COBERTURA DE CADA ESPECIE (cm<sup>2</sup>) por COLUMNA

72.

|                            | 1        | 2        | 3        | 4       | 5        | 6        | 7       | 8       | todas las columnas |
|----------------------------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|---------|--------------------|
| <u>Millepora sp.</u>       | 17015.62 | 30250.0  | 6375.0   | 3265.62 | 16031.25 | 21968.71 | 3355.75 | 1703.12 | 99965.07           |
| <u>D. strigosa</u>         | 5398.52  | 406.24   | 1911.44  | 859.36  | 2554.66  | 4343.68  | 671.97  | 3109.35 | 19255.12           |
| <u>P. porites</u>          | 2255.2   | 166.0    | 2171.06  | 1296.86 | 2109.29  | 1531.21  | 835.04  | 429.67  | 10795.93           |
| <u>F. fragum</u>           | 2320.55  | 164.05   | 210.93   | 93.75   | 249.96   | 218.74   | 312.44  | 1460.7  | 5039.12            |
| <u>M. annularis</u>        | 250.0    | 0        | 406.25   | 0       | 343.75   | 125.0    | 125.0   | 0       | 1250.0             |
| <u>P. furcata</u>          | 0        | 0        | 78.12    | 234.35  | 0        | 460.8    | 31.24   | 226.55  | 1031.16            |
| <u>P. astreoides</u>       | 93.75    | 0        | 156.24   | 0       | 15.62    | 375.0    | 78.12   | 289.04  | 1007.77            |
| <u>A. agaricites</u>       | 62.5     | 0        | 562.5    | 250.0   | 31.25    | 78.12    | 0       | 0       | 934.37             |
| <u>E. fastigata</u>        | 31.25    | 0        | 156.25   | 375.0   | 140.62   | 109.7    | 0       | 0       | 812.72             |
| <u>C. natans</u>           | 0        | 0        | 0        | 0       | 0        | 203.12   | 15.62   | 94.12   | 312.86             |
| <u>D. labyrinthiformis</u> | 125.0    | 0        | 0        | 0       | 46.07    | 0        | 0       | 15.62   | 187.49             |
| <u>I. sinuosa</u>          | 62.5     | 0        | 0        | 0       | 0        | 62.5     | 0       | 0       | 125                |
| <u>D. stokesi</u>          | 0        | 0        | 0        | 0       | 0        | 125      | 0       | 0       | 125                |
| <u>M. aerolata</u>         | 0        | 0        | 0        | 0       | 31.25    | 31.25    | 0       | 0       | 62.50              |
| TOTAL                      | 27614.89 | 30966.29 | 12028.39 | 6374.94 | 21554.32 | 29632.92 | 5425.88 | 7336.17 | 140934.2           |

73.

ANEXO III  
 NÚMERO DE CUADROS EN LOS QUE APARECE CADA ESPECIE POR COLUMNA

|                            | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | todas las columnas |
|----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------------|
| <u>D. strigosa</u>         | 44 | 8  | 29 | 11 | 29 | 33 | 11 | 27 | 192                |
| <u>P. porites</u>          | 30 | 7  | 17 | 11 | 32 | 29 | 11 | 11 | 148                |
| <u>Millepora sp.</u>       | 23 | 28 | 15 | 8  | 17 | 31 | 8  | 8  | 139                |
| <u>F. fragum</u>           | 35 | 5  | 7  | 2  | 13 | 5  | 8  | 17 | 92                 |
| <u>P. furcata</u>          | 0  | 0  | 3  | 8  | 0  | 14 | 2  | 5  | 32                 |
| <u>P. astrooides</u>       | 2  | 0  | 6  | 0  | 1  | 2  | 4  | 0  | 23                 |
| <u>M. annularis</u>        | 2  | 0  | 4  | 0  | 4  | 1  | 1  | 0  | 12                 |
| <u>E. fastigata</u>        | 1  | 0  | 2  | 2  | 4  | 3  | 0  | 0  | 12                 |
| <u>A. agaricitas</u>       | 1  | 0  | 2  | 2  | 1  | 2  | 0  | 0  | 8                  |
| <u>C. natans</u>           | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 4  | 1  | 2  | 7                  |
| <u>D. labyrinthiformis</u> | 4  | 0  | 0  | 0  | 2  | 0  | 0  | 1  | 7                  |
| <u>I. sinuosa</u>          | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 2                  |
| <u>M. aerolata</u>         | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 2                  |
| <u>D. stokesi</u>          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1                  |
|                            |    |    |    |    |    |    |    |    |                    |

Nº TOTAL DE CUADROS POR COLUMNA = 96







## ANEXO VII

COBERTURA (cm<sup>2</sup>) Y N° DE INDIVIDUOS POR SUPRANIVEL (TRES NIVELES) Y  $\bar{X}$  COBERTURA (cm<sup>2</sup>) POR NIVEL. POR COLUMNA.

| ESPECIE                 | SUPRANI-<br>NIVEL             | I               | II              | III             | IV            | V               |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
|                         |                               | (NIVELES 1,2,3) | (NIVELES 4,5,6) | (NIVELES 7,8,9) | (N. 10,11,12) | (N.13,14,15,16) |
| <i>D. striquosa</i>     | COBER.                        | 1781.25         | 1234.37         | 1328.12         | 679.78        | 375             |
|                         | $\bar{X}$ COBER.<br>POR NIVEL | 593.75          | 411.46          | 442.71          | 226.6         | 125             |
|                         | N° IND.                       | 54              | 32              | 33              | 18            | 5               |
| <i>P. porites</i>       | COBER.                        | 347.75          | 406.25          | 593.75          | 692.70        | 218.75          |
|                         | $\bar{X}$ COBER.<br>POR NIVEL | 115.92          | 135.42          | 197.92          | 230.90        | 72.92           |
|                         | N° IND.                       | 9               | 14              | 18              | 18            | 3               |
| <i>F. fragum</i>        | COBER.                        | 453.12          | 156.25          | 625             | 523.43        | 562.75          |
|                         | $\bar{X}$ COBER.<br>POR NIVEL | 151.04          | 52.08           | 208.33          | 174.48        | 187.58          |
|                         | N° IND.                       | 27              | 9               | 27              | 32            | 38              |
| <i>Millepora</i> sp.    | COBER.                        | 1140.62         | 8000            | 0               | 250           | 7625            |
|                         | $\bar{X}$ COBER.<br>POR NIVEL | 380.21          | 2666.67         | 0               | 83.3          | 2541.7          |
|                         | N° IND.                       | 2               | 2               | 0               | 1             | 2               |
| <i>D. striquosa</i>     | COBER.                        | 406.24          | 0               | 0               | 0             | 0               |
|                         | $\bar{X}$ COBER.<br>POR NIVEL | 135.41          | 0               | 0               | 0             | 0               |
|                         | N° IND.                       | 12              | 0               | 0               | 0             | 0               |
| <i>P. porites</i>       | COBER.                        | 250             | 0               | 0               | 0             | 0               |
|                         | $\bar{X}$ COBER.<br>POR NIVEL | 83.33           | 0               | 0               | 0             | 0               |
|                         | N° IND.                       | 7               | 0               | 0               | 0             | 0               |
| <i>F. fragum</i>        | COBER.                        | 164.05          | 0               | 0               | 0             | 0               |
|                         | $\bar{X}$ COBER.<br>POR NIVEL | 54.68           | 0               | 0               | 0             | 0               |
|                         | N° IND.                       | 16              | 0               | 0               | 0             | 0               |
| <i>Millepora</i><br>sp. | COBER.                        | 250             | 10500           | 16500           | 3000          | 0               |
|                         | $\bar{X}$ COBER.<br>POR NIVEL | 83.33           | 3500            | 5500            | 1000          | 0               |
|                         | N° IND.                       | 2               | 1               | 1               | 1             | 0               |

A MISMA COLONIA

77.

COLUMNA 1

COLUMNA 2

## ANEXO VII (CONTINUACION)

COBERTURA (cm<sup>2</sup>) Y N° DE INDIVIDUOS POR SUPRANIVEL (TRES NIVELES) Y  $\bar{x}$  COBERTURA (cm<sup>2</sup>) POR NIVEL. POR COLUMNA.

| ESPECIE               | SUPRANI-<br>NIVEL            | I<br>(NIVELES 1,2,3) | II<br>(NIVELES 4,5,6) | III<br>(NIVELES 7,8,9) | IV<br>(N. 10,11,12) | V<br>(N.13,14,15,16) |
|-----------------------|------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| <i>D. strigosa</i>    | COBER                        | 632.81               | 617.10                | 404.37                 | 0                   | 177.08               |
|                       | $\bar{x}$ COBER<br>POR NIVEL | 210.94               | 205.73                | 161.46                 | 0                   | 59.03                |
|                       | N° IND.                      | 10                   | 10                    | 14                     | 0                   | 2                    |
|                       |                              |                      |                       |                        |                     |                      |
| <i>P. porites</i>     | COBER                        | 140.62               | 109.37                | 78.12                  | 906.25              | 937.50               |
|                       | $\bar{x}$ COBER<br>POR NIVEL | 46.87                | 36.46                 | 26.04                  | 302                 | 312.50               |
|                       | N° IND.                      | 4                    | 3                     | 3                      | 5                   | 7                    |
|                       |                              |                      |                       |                        |                     |                      |
| <i>E. fragum</i>      | COBER                        | 62.50                | 93.75                 | 54.68                  | 0                   | 0                    |
|                       | $\bar{x}$ COBER<br>POR NIVEL | 20.83                | 31.25                 | 18.23                  | 0                   | 0                    |
|                       | N° IND.                      | 4                    | 6                     | 5                      | 0                   | 0                    |
|                       |                              |                      |                       |                        |                     |                      |
| <i>Millerpora sp.</i> | COBER                        | 1000                 | 0                     | 3500                   | 0                   | 75                   |
|                       | $\bar{x}$ COBER<br>POR NIVEL | 333                  | 0                     | 1166.7                 | 0                   | 463.75               |
|                       | N° IND.                      | 2                    | 0                     | 3                      | 0                   | 3                    |
|                       |                              |                      |                       |                        |                     |                      |
| <i>D. strigosa</i>    | COBER                        | 640.62               | 93.74                 | 62.50                  | 62.50 *             | 0                    |
|                       | $\bar{x}$ COBER<br>POR NIVEL | 213.54               | 31.25                 | 20.83                  | 20.83 *             | 0                    |
|                       | N° IND.                      | 20                   | 4                     | 2                      | 1 *                 | 0                    |
|                       |                              |                      |                       |                        |                     |                      |
| <i>P. porites</i>     | COBER                        | 359.37               | 234.37                | 31.251                 | 671.87 *            | 0                    |
|                       | $\bar{x}$ COBER<br>POR NIVEL | 119.79               | 78.12                 | 10.42                  | 167.97 *            | 0                    |
|                       | N° IND.                      | 8                    | 8                     | 1                      | 5 *                 | 0                    |
|                       |                              |                      |                       |                        |                     |                      |
| <i>E. fragum</i>      | COBER                        | 62.50                | 31.25                 | 0                      | 0                   | 0                    |
|                       | $\bar{x}$ COBER<br>POR NIVEL | 20.83                | 10.42                 | 0                      | 0                   | 0                    |
|                       | N° IND.                      | 4                    | 1                     | 0                      | 0                   | 0                    |
|                       |                              |                      |                       |                        |                     |                      |
| <i>Millerpora sp.</i> | COBER                        | 1500                 | 1062.50               | 500                    | 203.12              | 0                    |
|                       | $\bar{x}$ COBER<br>POR NIVEL | 500                  | 354.17                | 166.67                 | 50.78               | 0                    |
|                       | N° IND.                      | 1                    | 3                     | 1                      | 4                   | 0                    |
|                       |                              |                      |                       |                        |                     |                      |

\* EN ESTE CASO SE CONSIDERA EL NIVEL 13 DENTRO DEL SUPRANIVEL IV

## ANEXO VII (CONTINUACION)

COBERTURA (cm<sup>2</sup>) Y N° DE INDIVIDUOS POR SUPRANIVEL (TRES NIVELES) Y  $\bar{X}$  COBERTURA (cm<sup>2</sup>) POR NIVEL. POR COLUMNA

| ESPECIE              | SUPRANIVEL                   | I<br>(NIVELES 1,2,3) | II<br>(NIVELES 4,5,6) | III<br>(NIVELES 7,8,9) | IV<br>(N. 10,11,12) | V<br>(N.13,14,15,16) |
|----------------------|------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| <i>D. strigosa</i>   | COBER                        | 765.62               | 1146.42               | 359.37                 | 281.25              | 0                    |
|                      | $\bar{X}$ COBER<br>POR NIVEL | 255.21               | 382.81                | 119.79                 | 93.75               | 0                    |
|                      | N° IND.                      | 36                   | 51                    | 9                      | 6                   | 0                    |
| <i>P. porites</i>    | COBER                        | 250                  | 19053.11              | 687.49                 | 343.75              | 171.97 *             |
|                      | $\bar{X}$ COBER<br>POR NIVEL | 93                   | 6351.04               | 229.16                 | 114.58              | 57.29 *              |
|                      | N° IND.                      | 9                    | 19                    | 18                     | 6                   | 6 *                  |
| <i>F. fragum</i>     | COBER                        | 31.24                | 78.12                 | 46.07                  | 31.24               | 62.49 *              |
|                      | $\bar{X}$ COBER<br>POR NIVEL | 10.41                | 26.04                 | 15.62                  | 10.41               | 20.93 *              |
|                      | N° IND.                      | 2                    | 4                     | 3                      | 2                   | 4 *                  |
| <i>Millepora sp.</i> | COBER                        | 7531.25              | 0                     | 250                    | 5250                | 3000 *               |
|                      | $\bar{X}$ COBER<br>POR NIVEL | 2510.42              | 0                     | 83.3                   | 1750                | 1000 *               |
|                      | N° IND.                      | 1                    | 0                     | 2                      | 1                   | 1 *                  |
| <i>D. strigosa</i>   | COBER                        | 2210.93              | 1718.74               | 249.95                 | 70.31               | 93.75 *              |
|                      | $\bar{X}$ COBER<br>POR NIVEL | 736.98               | 572.91                | 83.32                  | 23.4                | 23.4 *               |
|                      | N° IND.                      | 44                   | 43                    | 7                      | 2                   | 2 *                  |
| <i>P. porites</i>    | COBER                        | 250                  | 546.87                | 343.74                 | 121.99              | 265.61               |
|                      | $\bar{X}$ COBER<br>POR NIVEL | 83.33                | 182.29                | 114.58                 | 41.6                | 66.4                 |
|                      | N° IND.                      | 4                    | 15                    | 16                     | 4                   | 12                   |
| <i>F. fragum</i>     | COBER                        | 15.62                | 46.07                 | 31.25                  | 0                   | 125                  |
|                      | $\bar{X}$ COBER<br>POR NIVEL | 5.21                 | 15.62                 | 10.42                  | 0                   | 31.25                |
|                      | N° IND.                      | 1                    | 2                     | 1                      | 0                   | 7                    |
| <i>Millepora sp.</i> | COBER                        | 2500                 | 6000                  | 960.72                 | 852.37              | 11640.62             |
|                      | $\bar{X}$ COBER<br>POR NIVEL | 833.3                | 2000                  | 322.91                 | 285.5               | 2910.1               |
|                      | N° IND.                      | 2                    | 1                     | 10                     | 5                   | 1                    |

\* EN ESTE CASO NO SE INCLUYE EL NIVEL 16 DENTRO DEL SUPRANIVEL V

## ANEXO VII (CONTINUACION)

COBERTURA (cm<sup>2</sup>) Y N° DE INDIVIDUOS POR SUPRANIVEL (TRES NIVELES) Y X COBERTURA (cm<sup>2</sup>) POR NIVEL. POR COLUMNA

| ESPECIES *           | SUPRANI-<br>NIVEL    | I               | II              | III             | IV            | V                |
|----------------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|------------------|
|                      |                      | (NIVELES 1,2,3) | (NIVELES 4,5,6) | (NIVELES 7,8,9) | (N. 10,11,12) | (N. 13,14,15,16) |
| <i>D. strigosa</i>   | COBER.               | 320,12          | 125             | 125             | 93,75         | 0                |
|                      | X COBER<br>POR NIVEL | 109,37          | 41,67           | 41,67           | 31,25         | 0                |
|                      | N° IND.              | 6               | 3               | 2               | 3             | 0                |
| <i>P. porites</i>    | COBER.               | 203,12          | 234,37          | 187,50          | 210,85        | 0                |
|                      | X COBER<br>POR NIVEL | 67,71           | 78,12           | 62,50           | 70,28         | 0                |
|                      | N° IND.              | 2               | 5               | 5               | 5             | 0                |
| <i>E. fragum</i>     | COBER.               | 0               | 187,45          | 31,25           | 78,12         | 0                |
|                      | X COBER<br>POR NIVEL | 0               | 62,48           | 10,42           | 25,04         | 0                |
|                      | N° IND.              | 0               | 11              | 2               | 5             | 0                |
| <i>Millepora</i> sp. | COBER.               | 1000            | 625             | 1000            | 730,75        | 0                |
|                      | X COBER<br>POR NIVEL | 333,3           | 208,3           | 333,3           | 243,58        | 0                |
|                      | N° IND.              | 1               | 4               | 4               | 1             | 0                |
| <i>D. strigosa</i>   | COBER.               | 1406,24         | 749,9           | 890,62          | 218,75        | 0                |
|                      | X COBER<br>POR NIVEL | 468,75          | 250             | 296,87          | 72,92         | 0                |
|                      | N° IND.              | 17              | 17              | 18              | 4             | 0                |
| <i>P. porites</i>    | COBER.               | 85,93           | 187,49          | 93,75           | 125           | 0                |
|                      | X COBER<br>POR NIVEL | 28,64           | 62,50           | 31,25           | 41,67         | 0                |
|                      | N° IND.              | 4               | 7               | 3               | 1             | 0                |
| <i>E. fragum</i>     | COBER.               | 907,43          | 523,41          | 46,86           | 0             | 0                |
|                      | X COBER<br>POR NIVEL | 302,48          | 174,47          | 15,62           | 0             | 0                |
|                      | N° IND.              | 60              | 41              | 4               | 0             | 0                |
| <i>Millepora</i> sp. | COBER.               | 1015,62         | 437,50          | 250             | 0             | 0                |
|                      | X COBER<br>POR NIVEL | 338,54          | 145,83          | 83,33           | 0             | 0                |
|                      | N° IND.              | 4               | 2               | 1               | 0             | 0                |

\* MAS IMPORTANTES