# The Distribution and Growth of *Montastrea annularis* (Ellis and Solander) in Puerto Rican Inshore Platform Reefs

Carlos Goenaga

Abstract

Converted to digital format by Thomas F. Barry (NOAA/RSMAS) in 2004. Copy available at the NOAA Miami Regional Library. Minor editorial changes may have been made.

THE DISTRIBUTION AND GROWTH
OF MONTASTREA ANNULARIS (ELLIS AND SOLANDER)
IN PUERTO RICAN INSHORE PLATFORM REEFS

by

Carlos Goenaga

A dissertation submitted in partial fulfillment for the degree of

Doctor of Philosophy

in the

Department of Marine Sciences

UNIVERSITY OF PUERTO RICO
MAYAGÜEZ CAMPUS

March 1988

Approved:

| | |
|---|---|
| Member of Commitee | March 28, 1988 Date |
| Member of Commitee | Date |
| Member of Commitee | March 18, 1988 Date |
| Member of Commitee | 18/III/88 Date |
| Chairman Graduate Committee | March 18, 1988 Date |
| Graduate School Representative | May 20, 1988 Date |
| Director of the Department | May 20, 1988 Date |
| Director of the Graduate School | May 20/88 Date |

University of Puerto Rico
Dept. of Marine Sciences Library
Mayaguez, Puerto Rico 00708

JUN 21 1988

a 3 de julio de 1988

A quién pueda interesar:

Por la presente autorizo a cualquier persona o entidad a fotocopiar, total o parcialmente, mi disertación doctoral (Departamento de Ciencias Marinas, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez) titulada: **The distribution and growth of *Montastrea annularis* (Ellis and Solander) in Puerto Rican inshore platform reefs.**

Carlos Goenaga

RESUMEN

Montastrea annularis (Ellis y Solander) predomina, en términos de masa y cubierta biótica, en muchos arrecifes caribeños fósiles y vivientes. Estudios previos sugieren que la iluminación afecta el crecimiento de esta especie mas que a otras especies. Por consiguiente es razonable pensar que este factor es importante en la determinación de la abundancia y crecimiento de M. annularis. En este trabajo se pusieron a prueba las predicciones sobre los habitáculos apropiados para esta especie que surgen de esta hipótesis. Se comparó la distribución espacial, abundancia, tamaño y tasa de crecimiento de M. annularis bajo diferentes condiciones de iluminación relacionadas a la turbiedad del agua, a la profundidad y a la inclinación del sustrato.

Las estaciones principales de estudio, Cayo Enrique (La Parguera, Puerto Rico) y Escollo Rodríguez (Mayagüez, Puerto Rico), difieren significativamente en la turbiedad promedio del agua. Esto se debe a la presencia de la desembocadura de varios ríos cerca del Escollo Rodríguez. Por consiguiente, la extinción con profundidad de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) es mas rápida en Escollo Rodríguez.

El alcanze batimétrico de M. annularis fue mayor en Enrique que en Rodriguez, donde está ausente bajo profundidades de aproximadamente 5 m. La abundancia de esta especie fue máxima a profundidades intermedias en Enrique y a profundidades mínimas en Rodriguez. Se postula que la alta turbiedad del agua en Rodríguez sirve como filtro de la luz ultravioleta permitiendo el crecimiento de M. annularis en las aguas someras. Otra posibilidad es que la baja abundancia relativa de Acropora palmata en Rodríguez, por ser intolerante a la sedimentación, permite el desarrollo de colonias de M. annularis allí pero no en Enrique.

M. annularis declina en abundancia con profundidad en ambas áreas de estudio; sin embargo, a un nivel dado de RFA, la densidad poblacional fue mayor en Enrique que en Rodríguez. Esto sugiere que otros factores, además de la RFA, son importantes. Se propone la tasa de sedimentación diferencial entre arrecifes como

factor posible.

Otros componentes macrobentónicos que usualmente forman agregaciones monoespecíficas en el arrecife, al igual que M. annularis, también se reducen en abundancia con un aumento en profundidad. Ejemplo de ésto son Porites porites y Chondrilla nucula. Sin embargo, la densidad poblacional de corales masivos que no forman agregaciones aumenta con profundidad.

La diversidad de escleractínios se relacionó inversamente con la abundancia de M. annularis. Esto apoya una hipótesis reciente que sugiere que la diversidad de una comunidad varía inversamente con la tasa de crecimiento de la especie fotosintética predominante, la cual es capaz de monopolizar el sustrato bajo condiciones óptimas. Sin embargo, los datos obtenidos sugieren que la capacidad de regeneración de heridas de M. annularis es mas importante que su tasa de crecimiento. La muerte parcial o total ocurre con una frecuencia significativamente menor en M. annularis que en otros escleractínios.

Los análisis de dispersión revelan desviaciones de una distribución aleatoria a distintas escalas espaciales. Las agregaciones de colonias son mas frecuentes y de mayor intensidad a profundidades intermedias donde la heterogeneidad de habitáculos, al igual que la abundancia de habitáculos no favorables (por ejemplo, arena), también es mayor. La distribución por tamaño de las colonias (con una proporción mayor de tamaños pequeños) sugiere que la reproducción asexual podría razonablemente explicar las agregaciones en múltiples escalas espaciales implícitas en el análisis. No se encontraron distribuciones uniformes.

La morfología de las colonias mostró un patrón similar al patrón de abundancia. Una porción significativa de la variabilidad en relieve vertical de las colonias en Enrique se puede explicar por cambios en la inclinación del sustrato y por profundidad. Las variaciones en la inclinación del sustrato no son grandes en Rodríguez y, por esta razón, no explican la variación en el relieve de las colonias. Los resultados de los análisis de regresión múltiple sugieren que las colonias en Rodriguez tienen un relieve vertical

menor que las de Enrique de M. annularis a una profundidad dada. Esto se puede explicar a base de la atenuación mayor de RFA con profundidad en Rodriguez.

La tasa promedio de crecimiento lineal anual de las colonias, determinada mediante análisis retrospectivo, fue significativamente mayor en La Parguera que en Mayagüez. La densidad esqueletal de las colonias (en gramos por $cm^2$) aumentó con un aumento en profundidad en Enrique y fue mayor que la informada para otros lugares en el Caribe a profundidades similares. El alcanze batimétrico limitado de M. annularis en Rodríguez no permitió el análisis de la variación de la densidad esqueletal con profundidad. Estos patrones son consistentes con el efecto de la RFA.

La concentración de pigmentos fotosintéticos y algunas características de los cálices del coral varían entre porciones verticales y horizontales de las colonias de forma similar a las variaciones informadas entre colonias expuestas a distintos niveles de RFA. Núcleos de colonias transplantados a diferentes profundidades modificaron parcialmente su crecimiento de acuerdo a los niveles de RFA.

ABSTRACT

Montastrea annularis (Ellis and Solander) predominates in mass and cover in many extant and fossil Caribbean reefs. Literature reports suggest that light affects this species more than it does other scleractinians. Relationships between the spatial distribution, abundance, size and growth rate of M. annularis with environmental conditions related directly or indirectly to light intensity were examined in this study.

The main study sites, Cayo Enrique (La Parguera, Puerto Rico) and Escollo Rodríguez (Mayagüez, Puerto Rico), differed significantly in average water turbidity due to river discharge close to the latter. The depth range of M. annularis was larger at Enrique than at Rodriguez with highest abundance at intermediate depths at Enrique and at shallowest depths at Rodríguez. Differences in depth distribution is hypothesized to result from greater ultraviolet shielding by turbid water at the Rodríguez site, from a lower abundance of the faster growing Acropora palmata at the Rodriguez site, or a combination of both.

At a given level of photosynthetically active radiation (PAR), population densities of M. annularis were higher at Enrique than at Rodriguez suggesting that factors in addition to available light are operating. Sediment deposition is proposed as an important indirect factor. Other macrobenthos that, like M. annularis, usually form large, monospecific patches (e.g., Porites porites and Chondrilla nucula), also decreased in abundance with depth. However, massive corals other than M. annularis, increased with depth.

Scleractinian diversity was inversely related to the abundance of M. annularis in support of a hypothesis which claims that community diversity is related to the growth rate of the photosynthetic competitive dominants. However, the data suggests that greater healing capabilities of M. annularis are more important than its growth rates. Partial or whole colony death occurs in M. annularis significantly less frequently than in other scleractinian as deduced from the analysis of sequential photographs.

Dispersion pattern analyses indicated departures from randomness at different spatial scales. Significant colony aggregation is more frequent and intense at intermediate depths where habitat heterogeneity is greater and unsuitable microhabitats (e.g., sand) are more frequent. Greater abundances of small colonies suggest that asexual reproductive factors are a likely explanation for the observed multiscale colony aggregations. No indication of uniform dispersion was detected.

Gross colony morphology showed trends similar to those in colony abundance. A significant portion of the variability in the vertical relief of colonies was explained by changes in substrate inclination and depth at Enrique and by depth at Rodriguez. Substrate inclination varied only slightly over the depth range studied at Rodriguez and explained no significant variation in colony relief. Results from multiple regression analyses suggest that colonies from a given depth have lower reliefs at the Rodriguez than at the Enrique site. This is attributable to increased light attenuation at Rodriguez.

Mean annual linear extension rates, determined by retrospective growth analysis, were significantly less at Rodriguez than at Enrique. Skeletal density increased faster with depth at Enrique than at other sites reported. The analysis was not made for the Rodriguez site due to the limited bathymetric range of M. annularis there. These patterns are consistent with the effect of light on growth.

Variation in photosynthetic pigment and corallite characteristics within colonies were similar to variations reported between colonies subject to different light intensities. Reciprocal depth transplantation of stained colony portions also resulted partially in changes related to different light levels.