

# **Cambio de Fase Alga-coral en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, México: Una Aproximación por Grupos Funcionales**

## **Coral-Algae Phase Shift of Alacranes Reef National Park, Mexico: A Functional Groups Approach**

### **Changement de Phase Coral-Algues dans le Parc National Arrecife Alacranes, Mexique: Une Approche par des Groupes Fonctionnels**

ILEANA ORTEGON-AZNAR\*, DAVID JESUS GONZÁLEZ-VÁZQUEZ,  
ARMIN TUZ-SULUB, y ALFONSO AGUILAR-PERERA

Biología Marina CCBA-UADY Km 15.5 Carretera. Mérida-Xmatkuil A.P. 4-116 Mérida, 97000 México.

\*[oaznar@uady.mx](mailto:oaznar@uady.mx). [universodevida@hotmail.com](mailto:universodevida@hotmail.com). [armin.tuz@gmail.com](mailto:armin.tuz@gmail.com). [alfonso.aguilar@uady.mx](mailto:alfonso.aguilar@uady.mx).

#### **RESUMEN**

Los corales arrecifales en todo el mundo se están viendo afectados en parte por el cambio de fase alga-coral, es conocido que las algas compiten contra los corales por espacio y/o luz, sin embargo, el aumento de nutrientes y la reducción de herbívoros por la sobrepesca ha incrementado este cambio. El arrecife Alacranes es un Parque Nacional localizado a 130 kilómetros al norte la Península de Yucatán. El objetivo principal de éste trabajo es implementar un programa de monitoreo para determinar los cambios espacio-temporales dentro de las comunidades de arrecife de coral. El uso de grupos funcionales algales (GFA) nos permite hacer generalizaciones así como predecir los cambios en la estructura de comunidad. En este trabajo se compara la variación espacial de la cobertura de los GFA con respecto a la cobertura de las especie de coral. De julio-octubre de 2012, siete sitios fueron muestreados a lo largo del arrecife. Se utilizaron dos transectos de 20m por sitio y se colocó cada 4 m un cuadrante de 0.25 m<sup>2</sup>. Se usó el método de Braun-Blanquet's para determinar la cobertura de los GFA y se determino la abundancia t frecuencia relativa de los corales duros. Se encontró un total de 16 Géneros de Corales, de los cuales, *Montastrea* spp y *Porites* spp fueron la especie dominante. Se encontraron siete grupos funcionales de algas, de los cuales la foliosa corticada era la más abundante con el filamentoso y las cianofitas. Aunque no se hay todavía un patrón espacial se requiere más trabajo para hacer conclusiones. Los problemas en los arrecifes de coral exigen un conocimiento exacto de las comunidades biológicas que viven en ellos para poner en práctica programas de manejo según las características y condiciones específicas para cada sistema.

PALABRAS CLAVE: Cambio de fase alga-coral, Parque nacional Arrecife Alacranes, Grupos funcionales algales

#### **INTRODUCCIÓN**

Los arrecifes coralinos son un ecosistema de gran importancia ecológica, debido a su alta diversidad, productividad y complejidad estructural. Los esquemas de distribución y abundancia de los organismos sésiles (corales escleractinios y milleporidos, algas de diversos tipos y otros invertebrados) en ambientes arrecifales, generalmente son el reflejo de procesos históricos, condiciones ambientales predominantes y complejas relaciones ecológicas. En los últimos tiempos se ha observado un deterioro paulatino en los arrecifes del mundo, causado principalmente por actividades antropogénicas, contaminación, sedimentación, pesca excesiva, huracanes y tormentas, el cual se manifiesta en pérdida de la diversidad y cobertura de corales pétreos, proliferación algal y aparición de enfermedades en la macrobiota (McCook 1999, Smith et al. 2001, Littler and Littler 2006). Generalmente se ha asumido que esta combinación de diferentes factores resulta en un cambio a nivel ecológico en particular un cambio de coral a invertebrados (Bak et al. 1996; Maliao et al. 2008), o cada vez mas frecuente a macroalgas bentónicas o cianofitas (Done 1992, McCook 1999, Haas et al. 2010). Sin embargo, está poco claro cuánto del cambio en la dominancia por algas es el resultado de la ocupación de espacios reales disponibles o de un incremento en su capacidad competitiva de las algas debido al impacto humano (Thacker et al. 2001, Smith et al. 2001).

Las macroalgas son un componente importante en las comunidades de arrecifes coralinos ya que juegan un sobresaliente papel ecológico y ambiental en las áreas donde estos se desarrollan (McCook 1996). Pero a la vez son los mayores competidores por espacio, luz y nutrientes con los corales; por eso se cree que están afectando la salud coralina de muchos arrecifes en el mundo, ya que algunas veces, principalmente cuando se reducen las tasas de herbivoría, son capaces de invadir a los corales y del encuentro entre estos dos grupos generalmente resultan ganando las algas (Hughes 1994). Las macroalgas pueden afectar adversamente la sobrevivencia y distribución de los corales, mediante mecanismos de abrasión y apropiación del espacio (Chadwick 1988, Hughes 1989, Tanner 1995). Smith et al. (2006) realizaron un estudio en donde se demostró que las algas pueden causar indirectamente la mortalidad de los corales, debido a una mejor actividad microbiana que se lleva a cabo mediante la liberación de compuestos disueltos. Sugiere que a medida que aumentan los impactos humanos y el incremento de los compuestos liberados, aumentan la actividad microbiana de las algas, en la superficie del coral vivo, causando la mortalidad del mismo. El estudio de Haas and Wild (2010) reveló que tanto las concentraciones de amonio así como la de los nutrientes orgánicos, estimulan el crecimiento de las algas, mientras que en los corales se redujo su pigmentación del tejido y su contenido de clorofila se redujo significativamente.

Los arrecifes coralinos han experimentado un deterioro paulatino y actualmente enfrentan un progresivo cambio de fase caracterizado por la reducción en su cobertura coralina, la proliferación de algas bentónicas y la disminución de la biodiversidad local. En este trabajo presentamos los resultados preliminares relacionados con el cambio de fase alga-coral que se está dando en el Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA) y determinamos la distribución, abundancia y cobertura de las especies de coral y grupos funcionales algales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Estudio

El Arrecife Alacranes es un Área Natural Protegida (ANP) que se encuentra localizada en la parte central de la plataforma de Yucatán a 140 km al norte del puerto de Progreso, Yucatán (22°21' – 22°34'N; 89°36' – 89°47'O). Es el mayor complejo arrecifal de la zona de tipo emergente y oval cubriendo un área total de 393 km<sup>2</sup>, con una longitud y anchura máximas de 26.5 y 14.8 km, respectivamente (Figura 1) Presenta tres zonas que fácilmente pueden ser distinguidas en esta formación coralina: la zona de barlovento al noreste, con una barrera arrecifal semicircular de 34 km de largo cuya cresta alcanza la superficie del agua; la zona de sotavento al suroeste y la zona de laguna central, ubicada entre las dos primeras zonas, que presenta una profundidad máxima de 23 m, numerosos bajos arrecifales, arenales y pequeños atolones e islas (Plan de manejo Arrecife Alacranes 1998)

### Muestreo

Se hicieron dos viajes al PNAA y se seleccionaron 7 sitios de colecta (Figure 1). En cada sitio se colocaron 2 transectos de 20 m con una separación de 3 m entre ellos y se colocaron cinco cuadrantes de 0.25 m<sup>2</sup> alternadamente cada 4 m. en cada cuadrante se tomo la siguiente información: tipo de grupo funcional algal con su abundancia, tipo de coral con su cobertura. Se determinó el porcentaje de cobertura alga-coral, el tipo de interacción entre ellos y se determinó el estado del coral (si tenía tejido vivo o muerto) y el porcentaje de cobertura del sustrato.

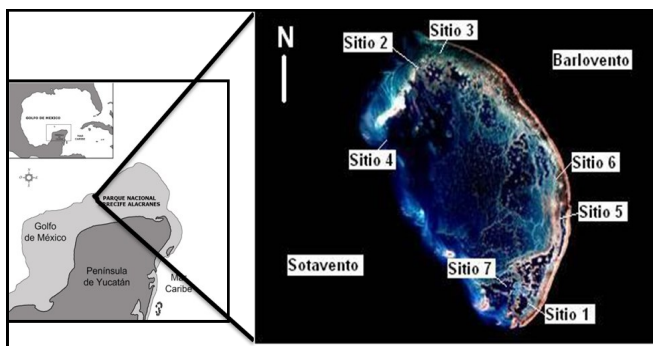


Figura 1. Área de estudio y sitios de colecta.

Los datos fueron tomados por medio de equipo autónomo de buceo; Se utilizó la técnica visual de reconocimiento rápido, basado en Braun-Blanquet (1979) y modificada por Fourqurean (Fourqurean y Rutten 2003). Esta técnica es rápida, repetible y robusta estadísticamente. Se define en éste caso cobertura como la fracción del área total del cuadrante que está cubierta por una especie o grupo en particular cuando el cuadrante es visto directamente desde arriba. A partir de las observaciones del cuadrante se obtendrán las siguientes variables

La abundancia será calculada como  $A_i = \text{Suma}(S_{ij}/N_i)$ , donde  $N_i$  es el número de cuadrantes en un sitio en el cual la especie  $i$  estuvo presente. Para cualquier especie,  $A_i$  cae en un rango de 0 a 5 donde el 5 es el más abundante. La frecuencia se calculó como  $F_i = N_i/n$ ;  $0 < F_i < 1$ .

## RESULTADOS

Se encontraron siete grupos funcionales de algas, de los cuales la foliosa corticada era la más abundante junto con las filamentosas y las cianofitas (Figura 2). En el sitio 1, 2 y 4 la especie más representativa de las foliosas costrosas fue *Padina gymnospora* v. *costrosa* y *Dictyota* spp. Mientras que en los sitios 2, 6 y 7 predominaron las cianofíceas y aunque las especies variaron fue un grupo dominante en el sitio 7.

En el caso de los corales, se registró un total de 16 especies de corales petreos, y entre los taxa más frecuentes figuran especies de *Montastrea* spp. y *Porites* spp. (Figura 3). los sitios 5 y 6 predominaron las especies de *Porites* spp. y fue en el unico lugar donde se presentó *Acropora palmata*.

Al determinar la proporción de cobertura alga-coral-sustrato (Figura 4), se encontró que en la zona de barlovento (en los sitios 5 y 6, al Este de PNAA) hay mayor proporción de coral petreo vivo (> 50%) con respecto a las algas.

Asimismo se observó que en esa zona lo que predomina son las asociaciones de *Porites* spp. con *Halimeda* spp. (Figura 5). Mientras que en la zona de sotavento predominan las algas, especialmente las cianofitas (Figura 6).

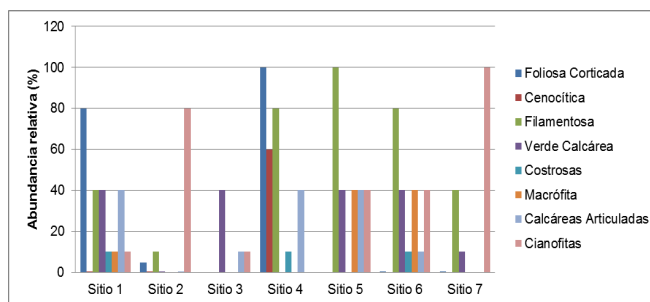


Figura 2. Abundancia relativa de los Grupos morfo funcionales algales por sitio de colecta.

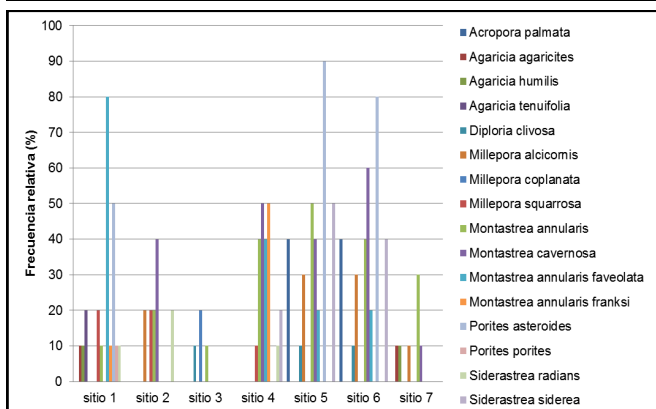


Figura 3. Frecuencia relativa de los corales duros por sitio.

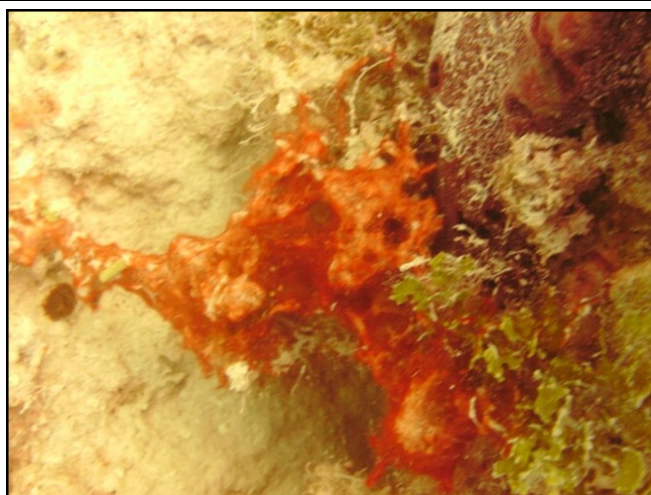


Figura 6. Cianofíceas rojas.

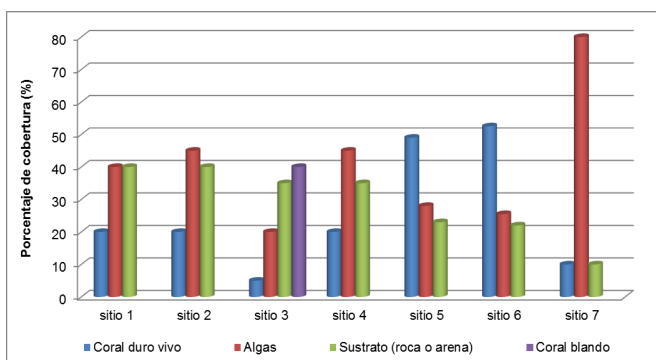


Figura 4. Porcentaje de cobertura de la relación Alga-Coral-Substrato.



Figura 5. Porites spp. con Halimeda spp.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En PNAA hay una tendencia hacia la heterogeneidad espacial; sin embargo, por sitio de colecta hubo homogeneidad ambiental que permite que las mismas especies sean consistentes por sitio. Hubo variación entre barlovento y sotavento, siendo en barlovento donde hubo el coral con mayor proceridad, ya que es la zona donde impactan más las corrientes marinas y hay mayor circulación de agua. En las zonas con menor circulación de agua, tiende a aumentar la temperatura y los grupos de algas cianofíceas es muy notable y realmente alarmante la forma en que domina y cubre la comunidad coralina.

Consideramos que se requiere realizar más trabajo de campo para poder definir el patrón espacial y poder sacar conclusiones; Existe un gran debate sobre si el cambio de fase en los arrecifes coralinos, se debe a la competencia directa entre las algas y los corales o si estas algas simplemente son oportunistas y aprovechan el debilitamiento o enfermedades de los corales para sobrecrecerlos, por esta razón y por los enormes problemas que causa en el ecosistema coralino el sobre-crecimiento algal, es necesario realizar esta clase de estudios, mas afondo en un gradiente temporal y espacial, para lograr conocer la dinámica de interacción de manera más precisa. Los problemas en los arrecifes de coral exigen un conocimiento preciso de las comunidades biológicas para poner en práctica programas de manejo acorde con las características y condiciones específicas para cada sistema.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo para la realización de éste proyecto a la CONANP/PROCOCES 2012 y al C. Eustaquio May Uicab, representante legal de SPPP. Nuevo Milenio SC de RL

## LITERATURA CITADA

- Bak, R.P.M., D.Y.M. Lambrechts, M. Joenje, G. Nieuwland, y M.L.J. Van Veghel. 1996. Long-term changes on coral reefs in booming populations of a competitive colonial ascidian. *Marine Ecology Progress Series* **133**:303-306.
- Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Blume Ediciones, Madrid. en Wikum, D. A., G. F. Shanholtzer. 1978. Application of the Braun-Blanquet cover-abundance scale for vegetation analysis in land development studies. *Environmental Management* **2**(4):323-329
- Chadwick, N.E. 1988. Competition and locomotion in a free-living fungiid coral. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **123**:189-200.
- Done, T.J. 1992. Phase shifts in coral reef communities and their ecological significance. *Hydrobiologia* **247**:121-132
- Fourqurean J.W. y L.M. Rutten. 2003. Chapter 10. Competing goals of spatial and temporal resolution: monitoring seagrass communities on a regional scale. en: D.E. Busch and J.C. Trexler (eds.) *Monitoring Ecosystems: Interdisciplinary Approaches for Evaluating Ecoregional Initiatives*. Island Press, Washington, D.C. USA.
- Haas, A.F. y C. Wild. 2010. Composition analysis of organic matter released by coral reef-associated green algae. *Aquatic Biology* **10**:131-138.
- Haas, A.F., M. El-Zibdah, y C. Wild. 2010 Seasonal monitoring of coral-algae interactions in fringing reefs of the Gulf of Aqaba, Northern Red Sea. *Coral Reefs* **29**:93-103
- Hughes, T.P. 1989. Community structure and diversity of coral reefs: the role of history. *Ecology* **70**:275-279.
- Hughes, T.P. 1994. Catastrophes, phase shifts, and largescale degradation of a Caribbean coral reef. *Science* **265**:1547-1551.
- Little, M.M. y D.S. Little. 2006. Assessment of coral reefs using herbivory/nutrient assays and indicator groups of benthic primary producers: a critical synthesis, proposed protocols and critique of management strategies. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **17**:195-215.
- McCook, L.J. 1999. Macroalgae, nutrients and phase shifts on coral reefs: scientific issues and management consequences for the Great Barrier Reef. *Coral Reefs* **18**:357-367.
- McCook, L.J. 2001. Competition between corals and algal turfs along a gradient of terrestrial influence in the nearshore central Great Barrier Reef. *Coral Reefs* **19**:419-425.
- McCook, L.J., J. Jompa, y G. Diaz-Pulido. 2001. Competition between corals and algae on coral reefs: a review of evidence and mechanisms. *Coral Reefs* **19**:400-417.
- Maliao, R.J., R.G. Turingan, y J. Lin. 2008. Phase-shift in coral reef communities in the Florida Keys National Marine Sanctuary (FKNMS) USA. *Marine Biology* **154**:841-853.
- McCook, L. J, Jompa, y G. Díaz-Pulido. 2001. Competition between corals and algae on coral reefs: a review of evidence and mechanisms. *Coral Reefs* **19**(4):400-417.
- McCook, L.J. 1996. Effects of herbivores and water quality on Sargassum distribution on the Central Great Barrier Reef: cross-shelf transplants. *Marine Ecology Progress Series* **139**:179-192.
- McCook, L.J. 1999. Macroalgae, nutrients and phase shifts on coral reefs: scientific issues and management consequences for the Great Barrier Reef. *Coral Reefs* **18**:357-367.
- Plan de Manejo Parque Nacional Arrecife Alacranes. 1998. Comision Nacional de Areas Naturales Protegidas. SEMARNAT. México.
- Smith, J.E, C.M Smith, y C.L. Hunter. 2001. An experimental analysis of the effects of herbivory and nutrient enrichment on benthic community dynamics on a Hawaiian reef. *Coral Reefs* **19**(4):332-342.
- Smith, J.E, M. Shaw, R.A. Edwards, D. Obura, D.O. Pantos, E. Sala, S. A. Sandin, S. Smriga, M. Hatay, y F.L. Rohwer. 2006. Indirect effects of algae on coral: algae-mediated, microbe-induced coral mortality. *Ecology Letters* **9**:835-845.
- Tanner, J.E. 1995. Competition between scleractinian corals and macroalgae: An experimental investigation of coral growth, survival and reproduction. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **190**:151-168.
- Thacker, R.W., D.W. Ginsburg, y V.J. Paul. 2001. Effects of herbivore exclusion and nutrient enrichment on coral reef macroalgae and cyanobacteria. *Coral Reefs*. **19**(4):318-331.