

CARACTERIZACIÓN DE LAS COLONIAS DE *ACROPORA PALMATA* (SCLERACTINIA: ACROPORIDAE) EN CAYO SOMBRERO, PARQUE NACIONAL MORROCOY, VENEZUELA.

KIMBERLY MARTÍNEZ & JOSÉ G. RODRÍGUEZ-QUINTAL

*Laboratorio de Ecología Marina, Departamento de Biología, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.
kimberlym2004@hotmail.com*

RESUMEN: El declive poblacional de la especie coralina *Acropora palmata* ha sido asociado a una combinación de distintos agentes de mortalidad, tales como enfermedades, tormentas y factores antropogénicos, los cuales han causado una reducción significativa en la distribución de los Acropóridos. El propósito de este estudio fue estimar la abundancia y la condición de salud de las colonias de *A. palmata* en tres zonas arrecifales de cayo Sombrero (zona Este, zona Oeste, Bajo Arrecifal), Parque Nacional Morrocoy. Las colonias ramificadas fueron identificadas y evaluadas en los diferentes sitios de muestreo para determinar su clasificación (reclutas, juveniles, adultos y fragmentos), tallas (diámetro y altura) y condición de salud (mortalidad parcial, blanqueamiento y enfermedades). Los corales de *A. palmata* fueron dominados por tallas adultas con diámetros entre 60 y 180 cm y alturas entre 70 y 130 cm. La mortalidad antigua fue de 25,8%; mientras que la mortalidad reciente (2,7%) afectó sólo algunas colonias. El blanqueamiento total y las enfermedades no fueron observados durante el estudio; pero menos del 45% de las colonias estuvieron pálidas o parcialmente blanqueadas. Los agentes de mortalidad tales como la acumulación de sedimento (47,5%), sobrecrecimiento por algas (37,5%), territorio de peces damiselas (35%) y daños por anclas (22,5%) también fueron registrados sobre las colonias evaluadas. *A. palmata* demostró la capacidad de supervivencia que posee en las zonas de estudio, debido a la presencia de colonias extensivas y saludables en cayo Sombrero. Sin embargo, se debería asegurar la protección de los Acropóridos que se encuentran en los arrecifes coralinos del P. N. Morrocoy, para así incrementar la recuperación de estas colonias y asegurar un crecimiento poblacional.

Palabras clave: Acropóridos, agentes de mortalidad, blanqueamiento, enfermedades.

ABSTRACT: The population decline of the coral species *Acropora palmata* has been related to several agents of coral mortality such as diseases, storms, and anthropogenic factors, all of which have caused a significant depletion of Acroporids. This study estimates the abundance and health conditions of colonies of *A. palmata* in three reef locations of Cayo Sombrero, to wit: Eastern region, Western region, and Shallow Reef, at Morrocoy National Park. Clustered colonies were identified and evaluated in the different sampling sites to determine their classification (recruits, juveniles, adults, and fragments), size (diameter and height), and health condition (partial mortality, bleaching, and diseases). *A. palmata* coral reefs are dominated by adult sizes with diameters ranging between 60 and 180 cm and heights between 70 and 130 cm. The former mortality was 25.8%, whereas the recent one of 2.7% only affected some colonies. Total bleaching and diseases were not seen during the study, although fewer than 45% of the colonies appeared pale or partly washed out. Agents of mortality such as sediment accumulation (47.5%), algal overgrowth (37%), damselfish territories (35%), and anchor damage (22.5%) were also seen in the colonies evaluated. *A. palmata* is capable of surviving in the regions under study as demonstrated by the presence of extensive and healthy colonies in Cayo Sombrero. It is imperative, though, that the population of Acroporids in the coral reefs of Morrocoy be protected so as to ensure the recuperation and growth of these colonies.

Key words: Acroporids, bleaching, diseases, mortality agents.

INTRODUCCIÓN

Acropora palmata LAMARK 1816 es una de las principales especies constructoras de arrecifes, la cual ha sufrido un importante declive poblacional a lo largo del Caribe, reduciendo drásticamente su cobertura y permitiendo la introducción de estos corales en la lista ESA (U.S. Endangered Species Act) (DÍAZ 1999; OLIVER 2005). Estos cambios radicales que se presentaron en la estructura arrecifal ocurrieron después de la mortandad

masiva de los años 80, en donde los Acropóridos fueron afectados por la enfermedad de banda blanca, causando una gran pérdida de tejido coralino y ocasionando cambios en los ambientes arrecifales (GLADFELTER 1982; ARONSON & PRECHT 2001). Múltiples factores como blanqueamiento, tormentas, depredadores, sedimentación y enfermedades han sido identificados como las principales causas del declive de *A. palmata* (LIRMAN 2000), causando una dramática disminución de hábitat y acelerando la erosión costera, además de incrementar el sustrato disponible para

el establecimiento de otros organismos (NAVAS *et al.* 1998). Los Acropóridos han permanecido con bajas densidades y sin señales de recuperación en algunas aéreas del Caribe (DAHLGREN 2002); sin embargo, la persistencia de esta especie ha sido el resultado de su rápida recuperación bajo las condiciones ambientales adecuadas (GREENSTEIN *et al.* 1998; LIRMAN 2000).

La supervivencia y propagación de *A. palmata* están determinadas por la habilidad y el potencial de recuperación que puede tener la especie después del proceso de fragmentación, en donde las ramas recién fragmentadas necesitan del sustrato adecuado para su establecimiento y desarrollo como una nueva colonia, ya que de lo contrario, la recuperación de estos corales puede resultar en una alta mortalidad de fragmentos (BRUCKNER & BRUCKNER 2001). A su vez, este tipo de reproducción asexual conduce a la formación de densos parches monoespecíficos altamente mono-clonales (WILLIAMS & MILLER 2006), permitiendo que el establecimiento de reclutas sexuales sea indispensable para incrementar la diversidad genética. A pesar de estas condiciones limitantes que tienen los fragmentos de *A. palmata*, la reproducción asexual proporciona un eficiente mecanismo para la preservación de los Acropóridos; ya que ésta se encarga de que las colonias dominen rápidamente los ambientes extremos (WILLIAMS & MILLER 2006), incrementando la distribución de la especie en determinadas aéreas arrecifales.

Actualmente, la condición de *A. palmata* ha sido documentada en Venezuela para el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques (ZUBILLAGA *et al.* 2005; ZUBILLAGA *et al.* 2008), pero no se ha registrado el estatus de estos corales en el resto de los arrecifes venezolanos, incluido el Parque Nacional Morrocoy (PNM); en éste, sin embargo, se presentan algunos reportes mencionando la ocurrencia de estos corales, tales como BONE *et al.* (1993), quienes indicaron que *A. palmata* fue una de las 10 especies más abundantes en el PNM con altos índices de mortalidad, pero posteriormente LABOY-NIEVES *et al.* (2001) observaron que las colonias de esta especie presentaban altos porcentajes de mortalidad dentro del mismo Parque. Por esta razón, el propósito de este estudio fue evaluar la abundancia, distribución y condición de salud del coral ramificado *A. palmata* en cayo Sombrero, para suplir la información necesaria para el establecimiento de planes de manejo y proveer protección directa a los Acropóridos del PNM.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio: El PNM se encuentra localizado en la costa centro occidental de Venezuela (10°53'04'' Lat. N, 68°12'46'' Long. W) dentro de la región del golfo Triste, el cual se encuentra formado por una serie de islas localizadas a diferentes distancias de la costa (Fig. 1). Los muestreos fueron conducidos entre Mayo y Julio del 2010, en donde varios arrecifes coralinos fueron evaluados dentro del parque y solo cayo Sombrero demostró la presencia de *A. palmata*, debido a que este Cayo se encuentra en condiciones saludables comparado con otras zonas del PNM (BONE *et al.* 2001). Los Acropóridos fueron identificados en tres zonas diferentes de cayo Sombrero: zona Este (10°53'56'' Lat. N, 68°12'45.3'' Long. W), zona Oeste (10°52'98.3'' Lat. N, 68°12'70.8'' Long. W) y el Bajo Arrecifal (10°52'92.9'' Lat. N, 68°12'81.6'' Long. W).

Métodos de Campo: Las colonias identificadas de *A. palmata* fueron evaluadas para determinar su (1) Clasificación: el área de cada colonia permitió la clasificación según ZUBILLAGA *et al.* (2008): Adultos (> 1600 cm²), Juveniles (60 cm² y 1600 cm²), Reclutas (< 60 cm²) y Fragmentos; tomando en cuenta que los colonias sexuales se distinguieron de los fragmentos asexuales en base al tamaño, morfología y lugar de establecimiento; para lo cual, los corales registrados en posición vertical y con presencia de una base definida unida al sustrato fueron considerados como colonias originadas por reclutamiento sexual; mientras que los fragmentos fueron definidos como ramas rotas de *A. palmata* que se establecen en zonas planas cercanas a las colonias

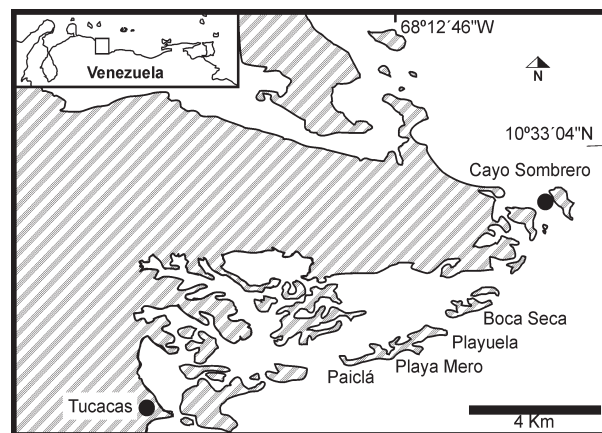


Fig. 1. Ubicación del Parque Nacional Morrocoy indicando la isla de Cayo Sombrero con presencia de colonias de *Acropora palmata*.

parentales; (2) Distribución de Tallas: el diámetro máximo, el diámetro mínimo y la altura máxima fueron medidas usando una vara calibrada de 1 m de longitud; (3) Ramas: se seleccionó un total de cuatro ramas (pequeñas o medianas) por cada colonia viva para determinar la longitud promedio de cada una de las mismas; de igual manera se estimó la longitud de proto-ramas, las cuales son pequeñas protuberancias que generan posteriormente ramas desarrolladas; (4) Mortalidad Parcial: se estimó desde la superficie de cada colonia separando la mortalidad antigua, aéreas muertas con crecimiento de algas, y la mortalidad reciente, con ausencia o crecimiento insignificante de algas; (5) Causas Potenciales de Mortalidad: se evaluó la presencia de enfermedades como banda blanca; además del blanqueamiento coralino, que fue clasificado en Pálido (decoloración leve del tejido), Parcialmente Blanqueado (parches de tejido blanco) y Blanqueado (tejido totalmente blanco). Se estimaron otros agentes de mortalidad como los territorios de peces damiselas pertenecientes a la familia Pomacentridae, sobrecrecimiento por algas, esponjas y zoántidos, acumulación de sedimento sobre las colonias, daños por tormentas y abundancia de gasterópodos coralívoros (*Coralliophila abbreviata* LAMARK 1816) por colonia.

RESULTADOS

Clasificación y Distribución de Tallas: Las colonias de *A. palmata* se encontraron distribuidas a lo largo de tres zonas específicas de cayo Sombrero (Este, Oeste, Bajo Arrecifal), con las mayores abundancias registradas hacia la zona Este y Oeste de la isla; mientras que el menor número

de colonias fue observado en el Bajo Arrecifal (Tabla I). Un total de 31 colonias y 10 fragmentos fueron identificados y evaluados en los sitios de estudio, con una predominancia de colonias adultas, las cuales presentaron medidas entre 1687,3 y 4504,9 cm²; seguido por los juveniles que registraron tallas entre 108,5 y 741 cm²; mientras que los reclutas observados demostraron tallas entre 8,4 y 30,2 cm² (Fig. 2 y 3). La zona del Bajo Arrecifal obtuvo los mayores valores de diámetro promedio con 113,45 ± 106,75 cm (media ± desviación estándar), seguidos por la zona Este con un diámetro promedio de 51,75 ± 46,5 cm y por último la zona Oeste presentó longitudes promedio de 48 ± 52,2 cm; mientras que la altura de las colonias de *A. palmata* para los tres sitios evaluados estuvo comprendida entre 21 y 49 cm (Tabla 1).

Por su parte, las medidas de las ramas fueron similares para dos de los tres sitios evaluados, con longitudes inferiores a 21 cm en la zona Este e inferiores a 19 cm en la zona Oeste; pero el Bajo Arrecifal presentó valores entre 20 y 50 cm de longitud en las ramas de las colonias. En el caso de las proto-ramas, solo algunos corales de los diferentes sitios demostraron la presencia de estas protuberancias, con medidas entre 2 y 3 cm de longitud para las tres zonas de estudio; tomando en cuenta que la zona Este obtuvo la mayor cantidad de proto-ramas, debido a la presencia de mayores colonias fragmentadas.

Condición de Salud: Los sitios arrecifales evaluados se vieron afectados por niveles moderados de mortalidad parcial, en donde la mortalidad antigua varió entre 19 y 27 %, presentando los mayores valores en la zona Oeste.

TABLA 1. Abundancia y distribución de tallas de las colonias de *Acropora palmata* en los sitios arrecifales de cayo Sombrero, Venezuela.

Zona Arrecifal	Número de Colonias					Diámetro Máx (cm)	Diámetro Mín (cm)	Altura Máx (cm)
	Adultos	Juveniles	Reclutas	Fragmentos	Total			
Zona Este	11	6		10	27	64,5 ± 55,5	39 ± 39,6	47,2 ± 38,7
Zona Oeste	10		2		12	55,9 ± 57,3	40,1 ± 49,1	21,8 ± 20,1
Bajo Arrecifal	1	1			2	121 ± 114,3	105,9 ± 99,1	48 ± 21,1

Media ± desviación estándar

Por el contrario, la mortalidad reciente no excedió el 8 %, evidenciando el mayor grado de afectación en el Bajo Arrecifal (Tabla 2). En el caso del blanqueamiento coralino, cayo Sombrero obtuvo niveles similares en las diferentes zonas muestreadas, reportando 27,5 % de colonias pálidas y 20 % de colonias parcialmente blanqueadas; mientras que el blanqueamiento total y las enfermedades como banda blanca no fueron registradas sobre las colonias de *A. palmata*.

A su vez, otros agentes de mortalidad fueron identificados en las zonas de muestreo, en donde la acumulación de sedimento sobre los corales fue el factor más significativo, afectando el 47,5 % de las colonias de *A. palmata*, y tomando en cuenta que todos los fragmentos se vieron afectados por este factor. Además de la sedimentación, también se registró el sobrecrecimiento de algas (37,5 %), los territorios de peces damiselas (35,0%) y los daños ocasionados por anclas (22,5%), los cuales fueron identificados por los patrones de fragmentación que se generan sobre las colonias. A pesar de la presencia de estos agentes de mortalidad, el gasterópodo coralívoro *Coralliophila abbreviata* LAMARK 1816 no fue detectado sobre ninguno de los corales evaluados.

DISCUSIÓN

El arrecife de cayo Sombrero se encuentra en condiciones saludables comparado con el resto de las zonas coralinas del PNM (CRÓQUER & BONE 2003), lo cual puede explicar la presencia de las colonias de *A. palmata* que todavía permanecen en estas zonas arrecifales después de la

mortalidad masiva de los años 80. Sin embargo, una de las áreas evaluadas (Bajo Arrecifal) en este cayo demostró un bajo número de colonias, debido a que esta zona es dominada por fuertes corrientes que pueden estar afectando el establecimiento y reclutamiento de *A. palmata*. El resto de los sitios muestreados (zonas Este y Oeste) evidenciaron un mayor número de colonias y fragmentos, ya que los mismos se encuentran ubicados a sotavento de la isla, los cuales representan hábitats protegidos (GUZMÁN & GUEVARA 2001), que le permiten a las colonias tener mayores oportunidades de asentamiento, incrementando de esta manera la cobertura de coral.

En cuanto a las tallas coralinas, la poca abundancia de reclutas sexuales que se identificaron en las diferentes zonas arrecifales, puede tener influencia sobre la recuperación y supervivencia de *A. palmata*, ya que las poblaciones en crecimiento presentan un mayor número de corales con tallas pequeñas y medianas (JACKSON & HUGHES 1985). Sin embargo, la predominancia de colonias adultas registradas puede permitir un incremento en la dispersión de los Acropóridos, ya que estas colonias invierten la mayor parte de sus recursos en el proceso de reproducción (JACKSON & HUGHES 1985). A su vez, los diámetros promedios registrados en las zonas Este y Oeste fueron similares entre sí, pero el Bajo Arrecifal obtuvo los mayores valores de diámetro, debido a que este sitio solo demostró la presencia de 2 colonias, en donde una de ellas obtuvo medidas superiores a 120 cm de longitud, siendo la colonia de *A. palmata* con mayor tamaño en cayo Sombrero, la cual no evidenció ninguna señal de fragmentación.

TABLA 2. Condición de salud del coral ramificado *Acropora palmata* en los sitios arrecifales de cayo Sombrero, Venezuela. Zona Este (n= 27), Zona Oeste (n= 12) Bajo Arrecifal (n= 2).

Zona Arrecifal	Mortalidad Parcial (%)		Colonias Afectadas (%)					
	Antigua	Reciente	Blanqueamiento	Enfermedad	Damiselas	Algas	Gasterópodos	Sedimento
Zona Este	23,1 ± 22,4	3,1 ± 7,2	29,6P – 18,5PB		29,6	37		44,4
Zona Oeste	26,1 ± 22,3	2,8 ± 6,2	18,1P – 27,2PB		36,3	36,3		54,5
Bajo Arrecifal	20 ± 14,1	7,5 ± 3,5	50P		50	50		100

P pálido - PB parcialmente blanqueado - Media ± desviación estándar

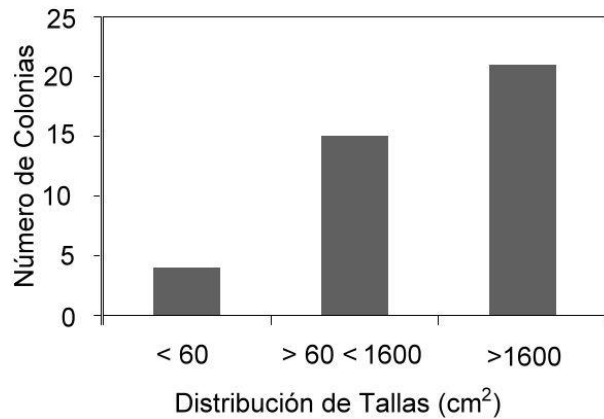


Fig. 2. Clasificación de las colonias de *Acropora palmata* en cayo Sombrero, Venezuela. Adultos (> 1600 cm²), Juveniles (60 cm² y 1600 cm²) y Reclutas (< 60 cm²).

Además de las tallas coralinas, la forma de reproducción y distribución de *A. palmata* también pueden afectar el desarrollo de estos corales ramificados. Para ello, los sitios de estudio demostraron un bajo número de colonias fragmentadas, las cuales fueron identificadas en base a las características morfológicas y lugares de establecimiento. A pesar de esta poca abundancia de fragmentos identificados, la propagación asexual sigue siendo considerada como el principal mecanismo de dispersión que tiene la especie y, a diferencia de la reproducción sexual, que es estacional para *A. palmata* (LIRMAN 2000), la fragmentación puede llevarse a cabo a lo largo del año. Por otro lado, el predominio de colonias sexuales en cayo Sombrero puede permitir la colonización de áreas distantes y la introducción de una mayor diversidad genética (WILLIAMS & MILLER 2006). Debido a esto, una población óptima debería estar constituida por ambos tipos de colonias, tanto sexuales como asexuales, para así poder lograr una mayor distribución a lo largo de los arrecifes, con la diversidad genética poblacional indispensable.

Adicionalmente, el número y la longitud de ramas obtenidas en las colonias de *A. palmata* están relacionadas con la reproducción de estos corales, en donde LIRMAN (2000) encuentra que los gametos son producidos por grandes colonias que no han experimentado fragmentación directa por parte de anclas, tormentas u otros factores; esto quiere decir, que la longitud y la condición saludable de las ramas que fueron registradas en cayo Sombrero pueden incrementar la producción de gametos en las zonas evaluadas. Por otro lado, las proto-ramas fueron

identificadas en todos los fragmentos de *A. palmata*, ya que las colonias recientemente fragmentadas, al momento de establecerse en el sustrato, generan rápidamente nuevas ramas, lo que les permite tener una mayor recuperación después de sufrir el proceso de fragmentación (WEIL *et al.* 2002).

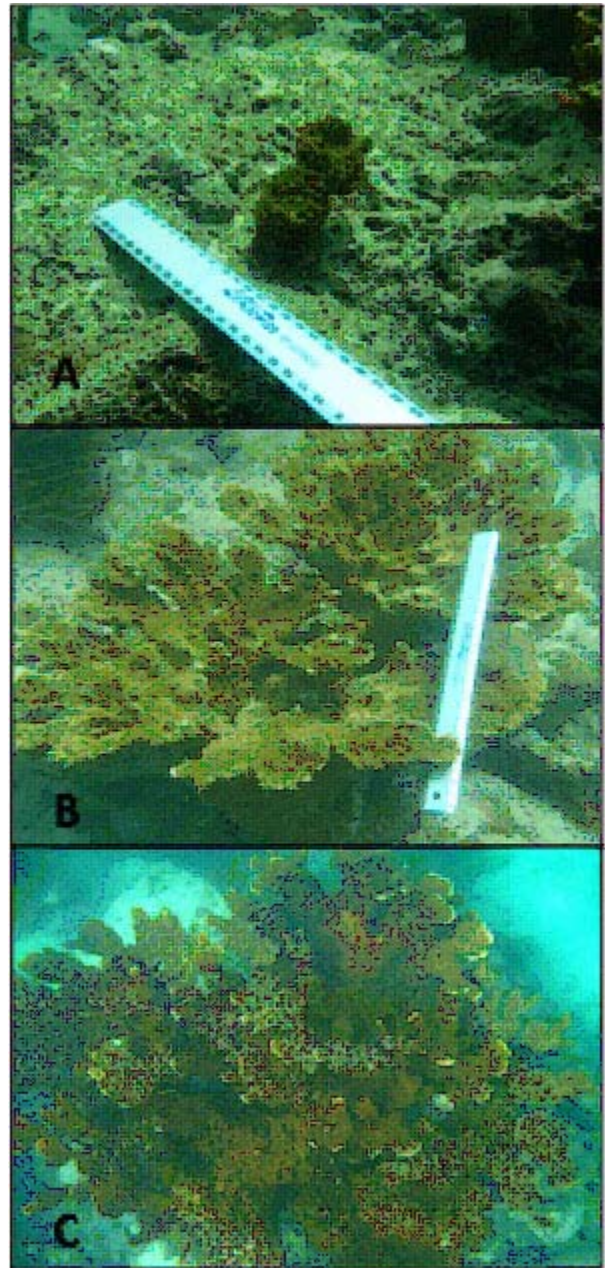


Fig. 3. Colonias de *Acropora palmata* registradas en las diferentes zonas arrecifales de cayo Sombrero, Venezuela. (A) Recluta Sexual (B) Juvenil (C) Adulto.

Por otro lado, la condición saludable que se evidenció en *A. palmata* durante los muestreos, puede ser interpretada como una posible señal de recuperación en estas zonas arrecifales, ya que ciertos reportes como el de WEIL *et al.* (2002) señalan pérdidas entre 80 y 98% de las poblaciones de *A. palmata* a lo largo del Caribe, mencionando que los distintos agentes de mortalidad han sido responsables de incrementar el declive de los Acropóridos. A pesar de la pérdida masiva de corales ramificados, cayo Sombrero presentó bajos porcentajes de mortalidad parcial, en donde la mortalidad antigua fue superior a la mortalidad reciente, indicando que posiblemente los disturbios naturales como las enfermedades y/o blanqueamiento no han estado afectando la comunidad coralina de forma severa, provocando en su lugar una mortalidad acumulada.

Al igual que la mortalidad parcial, el blanqueamiento coralino también afectó las colonias identificadas de cayo Sombrero; sin embargo, el blanqueamiento total y las enfermedades estuvieron ausentes sobre los corales de *A. palmata*, lo cual puede ser considerado como una vía hacia la recuperación de esta especie. Aunado a esto, los depredadores como *C. abbreviata* no estuvieron presentes en las zonas evaluadas; por lo tanto, no hay un impacto potencial en la remoción de tejido coralino por parte de estos gasterópodos sobre las colonias ramificadas. Asimismo, otros agentes de mortalidad fueron observados sobre los corales registrados, en donde la acumulación de sedimento fue una de las principales causas de mortalidad, inhibiendo el asentamiento de larvas coralinas y reduciendo la cantidad de sustrato disponible (LIRMAN 2003). Además de la sedimentación, el sobrecrecimiento de algas, los territorios de peces damiselas y los daños ocasionados por anclas también fueron fuentes comunes de mortalidad en los Acropóridos evaluados, contribuyendo con el amplio declive de *A. palmata* en Venezuela.

La abundancia y condición de las colonias evaluadas en los sitios de estudio dieron evidencia de la supervivencia que ha tenido *A. palmata* en las zonas arrecifales muestreadas, en donde la presencia de algunos impactos naturales y antropogénicos no han disminuido en su totalidad las poblaciones de estos Acropóridos. A su vez, la baja frecuencia de mortalidad registrada indica que las colonias de *A. palmata* presentan un mejor estatus en cayo Sombrero que en otras áreas del Caribe, en donde la especie ha llegado a niveles de mortalidad

cercanos al 100 % (CENDALES *et al.* 2002; GARZÓN-FERREIRA & DÍAZ 2002). Sin embargo, cayo Sombrero es una de las principales islas turísticas dentro del PNM; por lo tanto, los factores antropogénicos tienen más influencia sobre este cayo que en otras zonas alrededor del parque. Debido a esta condición, los sitios arrecifales en donde se encuentran ubicadas las colonias de Acropóridos en el PNM deberían ser protegidos para evitar severos impactos antropogénicos.

De esta manera, los resultados señalan que las colonias registradas de *A. palmata* han sobrevivido al declive poblacional ocurrido a lo largo de Venezuela y el Caribe, encontrándose en condiciones saludables, lo cual indica que estas colonias se pueden encontrar en una posible recuperación. A pesar de esto, las tres zonas arrecifales en cayo Sombrero deberían ser monitoreadas, para así identificar los cambios en la condición y estatus de los Acropóridos, al igual que la recuperación o disminución de la especie, tomando en cuenta que los procesos de recuperación sólo se llevan a cabo a largo plazo.

AGRADECIMIENTO

Se agradece a todo el equipo del Laboratorio BIOMAC de la Universidad de Carabobo, los cuales aportaron los instrumentos, equipos y personal de apoyo que fueron necesarios para la realización de este proyecto. De igual manera, un especial agradecimiento a la Iniciativa de Especies Amenazadas (IEA) por haber provisto el financiamiento que fue indispensable durante la ejecución de este trabajo.

REFERENCIAS

- ARONSON, R. & W. PRECHT. 2001. White-band disease and the changing face of Caribbean coral reefs. The ecology and etiology of newly emerging marine diseases. *Hydrobiologica*, 460: 25–38.
- BONE, D., F. LOSADA & E. WEIL. 1993. Origin of sedimentation and its effects on the coral communities of a Venezuelan National Park. *Ecotropicos*, 6: 10-21.
- BRUCKNER, A. & R. BRUCKNER. 2001. Condition of restored *Acropora palmata* fragments off Mona Island, Puerto Rico, 2 years after the Fortuna Reefer ship

- grounding. National Marine Fisheries Service. *Coral Reefs* 20: 235-243.
- BONE, D., A. CROQUER & E. KLEIN. 2001. Programa CARICOMP: Monitoreo a largo plazo de los ecosistemas marinos del Parque Nacional Morrocoy, Venezuela. *INCI* 26(10): 457-462.
- CENDALES, M. H., S. ZEA & J. M. DÍAZ. 2002. Geomorfología y unidades ecológicas del complejo de arrecifes de las Islas del Rosario e Isla Barú (Mar Caribe, Colombia). *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 26: 497-510.
- CRÓQUER, A. & D. BONE. 2003. Las enfermedades en corales escleractínidos: ¿Un nuevo problema en el arrecife de Cayo Sombrero, Parque Nacional Morrocoy, Venezuela? *Rev. Biol. Trop.* 4: 167-172.
- DAHLGREN, E. J. 2002. *Status of Acroporids in the Mexican Atlantic*. In: Bruckner AW (ed) *Proceedings of the Caribbean Acropora workshop: potential application of US endangered species act as a conservation strategy* NOAA. Technical Memorandum NMFS-OPR-24, Silver Spring, MD, 199 pp.
- DÍAZ, H. 1999. Endangered and threatened species, revision of candidate species list under the Endangered Species Act. *Federal Register*, 64(120): 33466- 33467.
- GARZÓN-FERREIRA, J. & J. M. DÍAZ. 2002. *Status of Acroporid populations in Colombia*. In: Bruckner AW (ed) *Proceedings of the Caribbean Acropora workshop: potential application of US endangered species act as a conservation strategy* NOAA. Technical Memorandum NMFS-OPR-24, Silver Spring, MD, USA. 199 pp.
- GLADFELTER, W. B. 1982. White Band disease in *Acropora palmata*: implications for the structure and growth of shallow reefs. *Bull. Mar. Sci.*, 32: 639-643.
- GREENSTEIN, B. J., H. A. CURRAN & J. M. PANDOL. 1998. Shifting ecological baselines and the demise of *Acropora cervicornis* in the western North Atlantic and Caribbean Province: a Pleistocene perspective. *Coral Reefs*, 17: 249-261.
- GUZMÁN, H. & C. GUEVARA. 2001. Arrecifes coralinos de Bocas del Toro, Panamá: IV. Distribución, estructura y estado de conservación de los arrecifes continentales de Península Valiente. *Rev. Biol. Trop.*, 49(1): 53-66.
- JACKSON, J. & T. HUGHES. 1985. Adaptive strategies of coral-reef invertebrates. *Am. Sci.* 73: 265-273.
- LABOY-NIEVES, E. N., E. KLEIN, J. E. CONDE, F. LOSADA, J. J. CRUZ & D. BONE. 2001. Mass mortality of tropical marine communities in Morrocoy, Venezuela. *Bull. Mar. Sci.* 68: 163-179.
- LIRMAN, D. 2000. Fragmentation in the branching coral *Acropora palmata* (Lamarck): growth, survivorship, and reproduction of colonies and fragments. *Mar. Biol. Ecol.* 1: 41-57.
- LIRMAN, D. 2003. A simulation model of the population dynamics of the branching coral *Acropora palmata*: Effects of storm intensity and frequency. *Ecol. Model.* 161: 167-180.
- NAVAS, G., S. MORENO, O. SOLANO & G. PULIDO. 1998. Ensamblajes arrecifales epilíticos del coral *Acropora palmata* Muerto, Isla Grande, Islas del Rosario, Caribe Colombiano. University of Puerto Rico, Mayaguez. *Carib. J. Sci.* 34(1-2): 58-66.
- OLIVER, J. 2005. Endangered and threatened species; proposed threatened status for elkhorn coral and staghorn coral. *Federal Register*. 70(88): 24359-24365.
- WEIL, E., E. A. HERNÁNDEZ-DELGADO, A. W. BRUCKNER, A. L. ORTIZ, M. NEMETH & H. RUIZ. 2002. Distribution and status of Acroporid coral (Scleractinia) populations in Puerto Rico. In: Bruckner AW (ed) *Proceedings of the Caribbean Acropora workshop: potential application of US endangered species act as a conservation strategy* NOAA. Technical Memorandum NMFS-OPR-24, Silver Spring, MD, USA. 199 pp.
- WILLIAMS, D. & M. MILLER. 2006. Morphology offers no clues to asexual vs. sexual origin of small *Acropora cervicornis* (Scleractinia: Acroporidae) colonies. *Rev. Biol. Trop.* 54(3): 145-151.

ZUBILLAGA, A., C. BASTIDAS, & A. CRÓQUER. 2005. High densities of the Elkhorn coral *Acropora palmata* in Cayo de Agua, Archipiélago Los Roques National Park, Venezuela. *Coral Reefs* 24: 86.

ZUBILLAGA, A. L., L. M. MÁRQUEZ, A. CRÓQUER & C. BASTIDAS. 2008. Ecological and genetic data indicate recovery of the endangered coral *Acropora palmata* in Los Roques, Southern Caribbean. *Coral Reefs* 27: 63–72.

RECIBIDO: Julio 2011

ACEPTADO: Febrero 2012