



## Monitoreo del coral cuerno de alce (*Acropora palmata*) en la Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an

### NOMENCLATURA TAXONÓMICA

**FAMILIA** Acroporidae

**GÉNERO** *Acropora*

**EPÍTETO ESPECÍFICO** *palmata*

**NOMBRE CIENTÍFICO** *Acropora palmata*

**NOMBRE COMÚN** Coral cuerno de alce

**ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010:** Protección especial

**ESTATUS LISTA ROJA UICN:** Críticamente amenazada

### BIOLOGÍA

**Descripción de la especie:** para la Reserva, se hizo un estudio de dos especies del género *Acropora*: *A. palmata* y *A. cervicornis*. Las colonias de estas especies son ramificadas, con una base estrecha por la cual se encuentran fijas al sustrato. En *A. cervicornis* sus ramas delgadas parecen cuernos de ciervo, mientras que en *A. palmata* las ramas extendidas semejan cuernos de un alce.

En *A. palmata* los ápices de crecimiento se encuentran en la parte más distal de las ramas, siendo de color claro a blanco, mientras que el tejido de la colonia es ocre y se va haciendo más oscuro hacia la base de la colonia. La ramificación en las colonias de esta especie se ha considerado una adaptación morfológica para soportar la energía del oleaje característico de la zona del arrecife en donde habita, observándose que sus ramas tienden a crecer paralelas al flujo del agua (Schuhmacher y Plewka 1981). Se observa que ciertas condiciones ambientales, como la acción del oleaje, las corrientes, la profundidad y la intensidad luminosa, determinan el patrón de ramificación en estas especies y generan variaciones en la cantidad, forma, orientación y extensión de las ramas, e incluso en la altura de la propia colonia, lo cual resulta en una gran variedad de formas para esta especie (Figura 1).

*A. cervicornis* forma colonias arborescentes, ramas cilíndricas y rectas o poco curvadas. El color del tejido va de amarillo a café claro (Figura 2). Las ramas

secundarias divergen de las ramas primarias en ángulos de 30 a 90 grados. Las ramas presentan en su ápice puntas de crecimiento que son más claras e incluso llegan a ser blancas y de forma aguzada. Las colonias suelen no estar fijas firmemente al sustrato duro y las ramas pueden fusionarse con ramas adyacentes (anastomosis; Jaap 2002).



Figura 1. *Acropora palmata*.



Figura 2. *Acropora cervicornis*.

**Medidas morfométricas:** *A. palmata* tiene colonias de mayor tamaño, presenta ramas aplanadas en forma de frondas que pueden llegar a medir más de 50 cm de ancho, de un grosor que va de 2 a 10 cm, las cuales se adelgazan hacia la base de la rama. Las colonias pueden llegar a ser muy grandes, midiendo hasta 2 metros de altura y 4 m de diámetro entre las puntas de las ramas más distales, con una base del tronco que llega a tener 40 cm de diámetro (Jaap 2002).



En *A. cervicornis* el diámetro de las ramas es de 1 a 4 cm. Los especímenes de aguas profundas tienden a tener ramas más largas y delgadas (1.5 cm de diámetro aproximadamente) y pocas ramas secundarias. Las ramas de las colonias de aguas someras son más gruesas (aproximadamente 4 cm de diámetro) con un gran número de ramas secundarias. Las colonias más grandes y gruesas forman complejas estructuras que pueden medir de 2 a 3 metros de alto y 30 metros de largo (Jaap 2002), como las que existen en Cayo Lobos en Banco Chinchorro (Vega-Zepeda *et al.* 2007).

**Reproducción:** Las especies del género *Acropora* son hermafroditas simultáneas con un ciclo anual de gametogénesis (Wallace 1985; Babcock *et al.* 1986; Kenyon 1992). *A. palmata* y *A. cervicornis* no difieren básicamente en cuanto a la biología de su reproducción sexual y ambas especies liberan sus gametos, tanto masculinos como femeninos de manera simultánea a la columna de agua en donde se lleva a cabo la fertilización (Szmant 1986). Sin embargo, existe un mecanismo que inhibe la fertilización entre gametos de un mismo individuo genético, con lo que se favorece la variabilidad genética (Wallace *et al.* 1986).

En cuanto a la época de reproducción, la mayoría de las especies de coral en el Caribe liberan sus gametos a finales del verano, pero parece ser que no existe sincronización entre las especies (Szmant 1986). En particular, las especies del género *Acropora* presentan dos eventos reproductivos al año, siendo uno entre julio y agosto, y otro tardío en septiembre (Banaszak com. pers.). En la mayoría de las poblaciones, la liberación sincrónica de gametos ocurre días después de la luna llena de estos tres meses.

Se ha observado que para estas especies, las tasas de fecundación están directamente relacionadas con el tamaño de las colonias, de modo que las colonias más grandes tienen una mayor fecundidad (Soong y Lang 1992; Padilla 1996). La fecundidad promedio para el género varía de 5.6 a 12.8 huevos por pólipo (Wallace 1985), teniendo que la madurez sexual se alcanza a cierta talla/edad en función de la especie (Szmant, 1986; Babcock, 1991). En México se tiene reportado un promedio de 3.5 a 4 huevos por pólipo en colonias

grandes, mientras que colonias medianas tienen 1.5 huevos por pólipo, encontrando que colonias con un área de tejido vivo menor a 1,000 cm<sup>2</sup> no han madurado sexualmente (Padilla 1996).

Las especies *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*, al igual que otras especies de coral, también presentan una reproducción asexual, la cual involucra un proceso de fragmentación, que es cuando un pedazo de la colonia se desprende y vuelve a fijarse al sustrato para formar una nueva colonia (Highsmith 1982). Esta nueva fijación ocurre cuando el tejido vivo de un fragmento logra crecer sobre un sustrato favorable después de caer, o a través de organismos incrustantes que se asientan en las áreas muertas del tejido y lo pegan al sustrato adyacente (Tunnicliffe 1981).

Este proceso de fragmentación provoca la formación de múltiples colonias separadas fisiológicamente (rametos) pero que son idénticas genéticamente, las cuales pueden sobrevivir de manera independiente. Por consiguiente, la reproducción asexual representa un incremento de biomasa, pero no contribuye a la variabilidad genética, mientras que la reproducción sexual implica la creación de nuevos genotipos (genetos; sensu Hughes 1989).

Para *A. palmata* y *A. cervicornis*, la fragmentación es el medio más común de formar nuevas colonias en la mayoría de las poblaciones, de modo que juega un papel importante en mantener las poblaciones locales, cuando el reclutamiento sexual es limitado. Esto sucede porque de forma comparativa, los fragmentos de una colonia suelen tener mayor sobrevivencia que las larvas plánulas (Jackson 1977), además de que la fragmentación sucede a lo largo de todo el año, a diferencia de la reproducción sexual que está limitada a una temporada en donde ocurren uno o dos eventos anuales. Los fragmentos permiten la dispersión de la especie, ya que pueden ser acarreados por las olas y las corrientes a distancias que van desde 0.1 a 100 metros, aunque de manera general el desplazamiento de estos fragmentos es menor a 30 metros. La fragmentación durante eventos climáticos como las tormentas y huracanes representa una generación de nuevas colonias (Bak y Criens 1982; Rogers 1993;

Jordán y Rodríguez 1998) que varían en su probabilidad de sobrevivencia dependiendo de la intensidad de la perturbación (Highsmith *et al.* 1980). Se ha reportado que la sobrevivencia de los fragmentos depende de su tamaño, de modo que fragmentos con un área de tejido vivo inferior a los 50 cm<sup>2</sup> tienen muy baja probabilidad de sobrevivir, encontrando una correlación positiva entre el tamaño y los días de sobrevivencia de los fragmentos, así que aquellos con más de 3,000 cm<sup>2</sup> de tejido tienen una sobrevivencia del 100% (Padilla 1996; Padilla y Lara 1996).

**Desarrollo:** En el género *Acropora* la fertilización y el desarrollo larval son externos. La larva plánula crece activamente y las zooxantelas se incorporan al tejido entrando por el ectodermo cerca del poro oral. Aunque son activas nadadoras, su capacidad de movimiento es limitado siendo mucho menor que las velocidades de la corriente, por lo que su dispersión y asentamiento están fuertemente determinados por la duración de la fase planctónica y las condiciones hidrológicas prevalientes (Harrison y Wallace 1990).

Poco se sabe acerca de los patrones de desarrollo larval y asentamiento de la larva plánula para *A. palmata* y *A. cervicornis*. Sin embargo, se sabe que el patrón consiste en que después del desarrollo larval y de la dispersión, que dura de 3-7 días posteriores a la fertilización, la plánula presenta un comportamiento de búsqueda para explorar el sustrato, donde su nado es demersal (asociado al bentos). Este potencial de selección de sitios adecuados para el asentamiento representa ventajas para incrementar la sobrevivencia y cuando se encuentran las condiciones adecuadas, la plánula se fija al sustrato y ocurre la metamorfosis, formándose el primer pólipo de una colonia (Harrison y Wallace 1990). De este modo, al igual que todos los corales, las especies del género *Acropora* requieren sustrato duro y consolidado para que las larvas se asienten, incluyendo esqueletos de corales ya muertos que permanecen fijos. A diferencia de otras larvas de coral, las larvas plánulas de *A. palmata* al parecer prefieren asentarse en superficies expuestas más que en partes oscuras o crípticas, al menos durante el asentamiento en laboratorio (Szmant y Miller 2006).

La larva plánula de los corales presenta una alta mortalidad, mayor al 90%, debido a depredación y mortalidad natural principalmente, antes de asentarse y llegar al proceso de metamorfosis (Goreau *et al.* 1981). Una vez que la larva se ha asentado, requiere alcanzar cierta talla para reducir la mortalidad ocasionada por factores tales como el sobrecrecimiento algal, la depredación durante el forrajeo de organismos herbívoros, enterramiento por sedimento. De este modo, se requiere alcanzar aproximadamente una talla de 1 cm de diámetro, lo cual ocurre alrededor de un año de vida, para que un individuo asentado pueda considerarse un nuevo recluta dentro de la población; cuando ya es detectable en campo (Connell 1985). Para la mayoría de los corales, el reclutamiento ocurre entre los 8 y 10 meses después del asentamiento inicial. En el caso de algunas especies de la familia Acroporidae, se estima que las colonias alcanzan 5.1 mm de diámetro en 9.3 meses (Babcock 1991).

Los estudios sobre reclutamiento sexual en las especies de *Acropora* en el Caribe muestran 2 situaciones problemáticas: En primer lugar, una densidad de juveniles baja en comparación con otras especies, además de una densidad baja de juveniles en comparación con los adultos (Porter 1987). Esto sugiere que la composición de la población de adultos está basada en reclutamientos variables. Hasta este momento las tasas de asentamiento y reclutamiento para las especies de *Acropora* no se han cuantificado. Las colonias del género *Acropora* presentan las tasas de crecimiento más elevadas entre los corales hermatípicos (Bak 1983; Harrison y Wallace 1990). Para *A. cervicornis* se ha registrado una tasa de crecimiento lineal de sus ramas en un intervalo de 3 a 11.5 cm por año para diferentes localidades del Caribe (ABRT 2005), muy similar al registrado para *A. palmata* de 4 a 11 cm anuales (ABRT 2005). En el caso específico de la población de *A. palmata* en Puerto Morelos, Quintana Roo se estimó que en promedio las colonias presentan un crecimiento lineal de 6.8 cm/año, una extensión basal de 2.3 mm por mes y un incremento de tejido promedio de 200 cm<sup>2</sup> por mes (Padilla y Lara 1996). Sin embargo, el crecimiento de la



colonia es dependiente de su tamaño, de modo que las colonias de mayor talla presentan una extensión lineal e incremento de tejido mayor, mientras que la extensión de la base ocurre independiente de su tamaño (Padilla y Lara 1996).

**Alimentación:** *A. palmata* y *A. cervicornis* se consideran altamente sensitivas a ciertas condiciones ambientales, requiriendo agua clara y con buena circulación (Jaap y Sargent 1993). Para su alimentación, estas especies tienen un mayor requerimiento de la energía de la luz solar que otros corales de forma masiva, los cuales dependen en mayor proporción del consumo de zooplancton (Porter 1976). Por tanto, estas especies son más susceptibles al incremento de turbidez en el agua que otras especies de coral. Las condiciones óptimas de la temperatura del agua oscilan entre 25-29 °C.

### ECOLOGÍA

**Distribución:** *A. palmata* y *A. cervicornis* tienen su distribución en los arrecifes que se encuentran a lo largo de todo el mar Caribe, incluyendo el Golfo de México, Costas del Caribe mexicano, Centro y Sudamérica, el archipiélago de las Bahamas y las Antillas mayores y menores.

De acuerdo con los datos científicos disponibles, el área de distribución geográfica que actualmente presentan ambas especies del género *Acropora* en la región del Atlántico occidental ha permanecido sin cambio histórico, ya que no se tiene evidencia de una reducción del área que han ocupado estas dos especies (ABRT 2005). Esta información es congruente con los programas de monitoreo del AGRRA, los cuales también indican que los rangos de distribución históricos de ambas especies no han cambiado, aunque su densidad haya disminuido, encontrando que *A. cervicornis* presenta una abundancia de rara a escasa (aún en sitios en donde se sabía que era dominante), mientras que *A. palmata* existe con una abundancia de baja a moderada (Lang 2003).

**Hábitat:** No obstante que ambas especies comparten la misma distribución geográfica, tanto histórica como actual, cada una tiene un hábitat específico de modo que se pueden reconocer patrones de zonación por

especie. Siendo así, *A. palmata* comúnmente crece en aguas someras y con alta intensidad de oleaje, siendo abundante en la pendiente expuesta de los arrecifes en un rango de profundidad óptimo entre 1 a 5 metros, y suele estar presente en aguas someras del Arrecife Posterior. Por su parte, *A. cervicornis* comúnmente crece en aguas un poco más profundas y protegidas, en un rango de profundidad que va de 5 a 20 m. De este modo, en los arrecifes se puede reconocer un patrón general de zonación en función de la presencia de estas especies.

**Amenazas:** Las amenazas para las especies de *Acropora* han sido similares para toda la Región del Caribe (Aronson y Precht 2002), reconociendo dos fuentes primordiales de perturbación: las enfermedades y las tormentas, como los principales factores que han contribuido a su deterioro a nivel regional (Bruckner 2002; ABRT 2005).

Además de estas dos amenazas principales, se han identificado otro tipo de factores que han afectado estas especies en menor grado como son: la acción de los coralívoros, el estrés térmico, el incremento en el nivel medio del mar y la contaminación (Aronson y Precht 2002). Finalmente, se ha puntualizado que las estrategias de historia de vida que poseen ambas especies del género *Acropora* no conducirán a sus poblaciones a una rápida recuperación de la mortalidad masiva que se ha generado a nivel regional, y actualmente se observa que corales de los géneros *Agaricia* y *Porites* están siendo más abundantes y que se encuentran colonizando las áreas perturbadas de los arrecifes que estaban ocupadas por los acropóridos (Aronson y Precht 2002).

### MONITOREO

**Metodología:** Los objetivos son continuar con el programa de monitoreo de largo plazo que permita detectar cambios significativos en el ecosistema arrecifal, de manera eficiente y oportuna, para adaptar las acciones de conservación implementadas en función de sus resultados; dar seguimiento a las poblaciones del género *Acropora* y a sus hábitat relacionados para determinar las tendencias de cambio, con base en ello determinar la efectividad de

las acciones de conservación; elaborar estándares para el monitoreo de poblaciones de *Acropora*, con énfasis en la detección de blanqueamiento y enfermedades; determinar cambios o variaciones ecológicas en poblaciones de *Acropora* en los sitios actuales donde se conoce su distribución; generar un sistema de detección o alerta temprana, para identificar variaciones climatológicas o amenazas que puedan ser mitigadas con decisiones de manejo y administración. La identificación y delimitación de los sitios con poblaciones de *Acropora* se realizó mediante recorridos superficiales y subacuáticos (Figura 3 y 4) en las áreas potenciales de distribución de cada arrecife (Figura 5), en profundidades entre 1-8 m. Se realizó un registro continuo mediante un GPS de las colonias de *Acropora* en la laguna, cresta y frente arrecifal.



Figura 3. Recorridos superficiales en el área de estudio.



Figura 4. Recorridos subacuáticos en el área de estudio.

Al ser identificadas y registradas las poblaciones de las especies de *Acropora*, se delimitaron los polígonos mediante la georeferenciación de las zonas y su ubicación se representó en mapas del área (Figura 6).

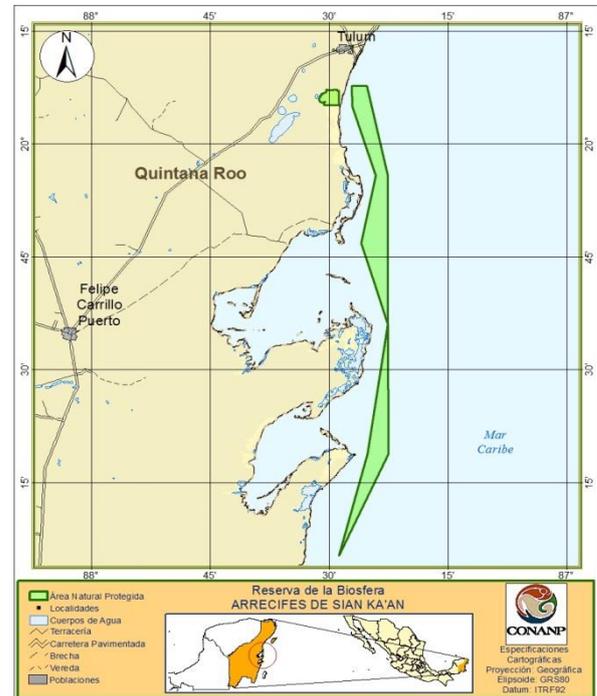


Figura 5. Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an.

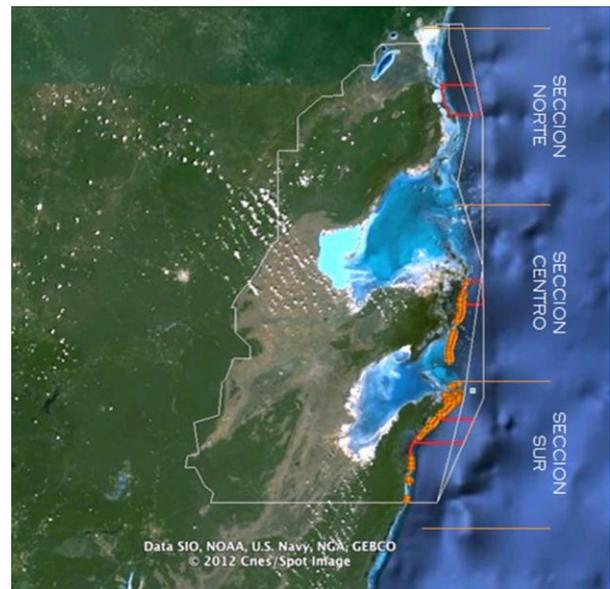


Figura 6. Polígonos con poblaciones de especies del género *Acropora*.

La condición de las poblaciones se evaluaron con base en el Protocolo de monitoreo para las especies de *Acropora* amenazadas en el Caribe (Williams *et al.* 2006), registrando los parámetros poblacionales: densidad, estructura de tallas, porcentaje de tejido vivo, mortalidad, condición, presencia de blanqueamiento, enfermedades y otras afecciones.

Durante los recorridos se georeferenciaron y registraron las colonias de *Acropora*, para estimar su



densidad por zona definida. Se identificaron polígonos donde había una alta densidad de colonias para evaluar su condición (Figura 7 y 8) en términos de:

**Estructura de tallas.** Se registró el diámetro mayor, menor y altura de las colonias dentro de cada polígono.

**Porcentaje de tejido vivo.** Se estimó el porcentaje de tejido vivo de las colonias.

**Mortalidad.** Se estimó el porcentaje de mortalidad reciente y antigua de cada colonia de acuerdo a las características de relieve del esqueleto identificable desprovisto de tejido vivo.

**Condición.** Para evaluar la condición de las colonias se registró presencia y porcentaje de afecciones de acuerdo al Protocolo de monitoreo del Caribe que incluye: depredación por peces e invertebrados, anomalías de crecimiento, enfermedades, blanqueamiento, decoloración, entre otros.

**Recubrimiento.** Cuando el tejido vivo está recubriendo un esqueleto de *Acropora*.

**Ramas rotas.** Daño físico en donde una rama es separada de la colonia principal.



Foto: Archivo CONANP  
**Figura 7.** Obteniendo medidas de los corales.



Foto: Archivo CONANP  
**Figura 8.** Apuntando datos de los corales.

**Resultados:** Se realizó un recorrido superficial y submarino en el área de la laguna y cresta arrecifal de la Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an y se registraron las poblaciones de especies de *Acropora* mediante un GPS. Para efectos del muestreo, el área de los Arrecifes de Sian Ka'an fue dividida en tres secciones (Figura 6).

**Sección Sur:** Se ubica desde el límite sur de la Reserva hasta el canal que se localiza en la parte medía de la Bahía del Espíritu Santo.

**Sección Centro:** Se extiende en el canal en la parte media de Bahía Espíritu Santo hasta Cayo Culebras.

**Sección Norte:** Se extiende desde Cayo Culebras hasta el límite norte de la Reserva.

En cada sección se identificaron zonas de distribución de colonias de *Acropora*. Sobre la imagen de satélite (Google Earth) se ubicaron los puntos de GPS de las colonias registradas durante el trabajo de campo. Las zonas de distribución se definieron delineando áreas donde se registraron colonias en los parches de coral del arrecife posterior y sus límites fueron definidos al presentar una discontinuidad en la cresta arrecifal.

La Sección Centro de la Reserva, presenta cuatro zonas de distribución, con un total de 3,428 colonias de *A. palmata* y 27 colonias de *A. cervicornis* (Figura 9).



**Figura 9.** Zonas de distribución de las colonias de *Acropora* en la Sección Centro.

La Sección Sur de la Reserva, presenta seis zonas de distribución de *Acropora* con un total de 2,341 colonias de *A. palmata* y 41 de *A. cervicornis* (Figura 10).



**Figura 10.** Zonas de distribución de las colonias de *Acropora* en la Sección Sur.

A continuación, para cada una de las zonas de distribución (Figuras 11a-j) se muestra el desarrollo de la estructura arrecifal y los puntos naranja representan registros de colonias de *Acropora*.



**Figura 11a.** En la zona I se registraron 75 colonias de *A. palmata*, distribuidas en un área aproximada de 0.2 Km<sup>2</sup>.



**Figura 11b.** En la zona II se registraron 81 colonias de *A. palmata*, distribuidas en un área aproximada de 0.7 Km<sup>2</sup>.



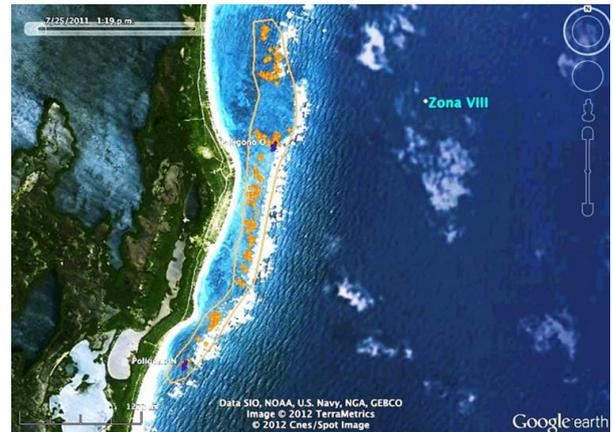
**Figura 11c.** En la zona III se registraron 562 colonias de *A. palmata* y una de *A. cervicornis*, distribuidas en un área aproximada de 0.2 Km<sup>2</sup>.



**Figura 11d.** En la zona IV se registraron 875 colonias de *A. palmata* y 25 de *A. cervicornis*, distribuidas en un área aproximada de 0.9 Km<sup>2</sup>.



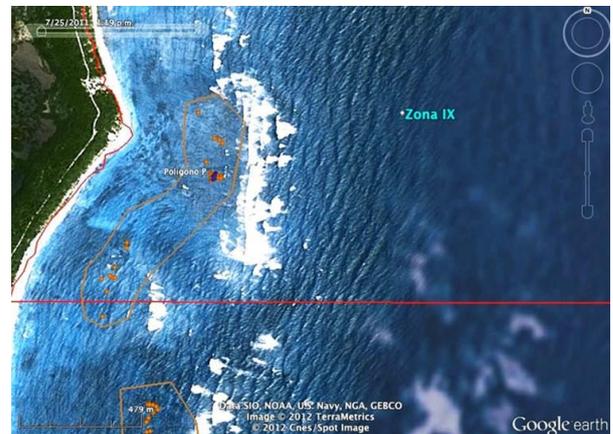
**Figura 11e.** En la zona V se registraron 667 colonias de *A. palmata* y 15 de *A. cervicornis*, distribuidas en un área aproximada de 1.2 Km<sup>2</sup>.



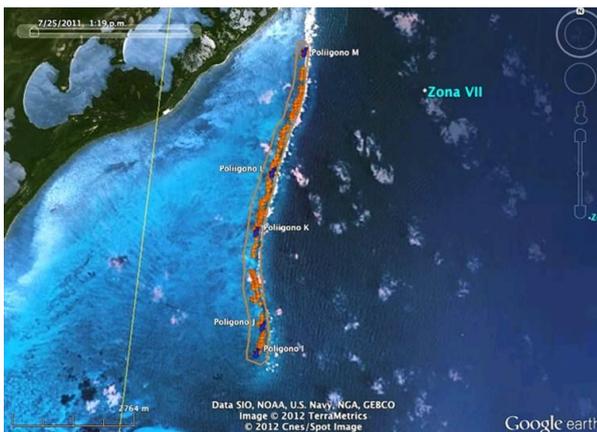
**Figura 11h.** En la zona VIII se registraron 694 colonias de *A. palmata*, distribuidas en un área aproximada de 1.2 Km<sup>2</sup>.



**Figura 11f.** En la zona VI se registraron 81 colonias de *A. palmata*, distribuidas en un área aproximada de 0.5 Km<sup>2</sup>.



**Figura 11i.** En la zona IX se registraron 285 colonias de *A. palmata*, distribuidas en un área aproximada de 0.2 Km<sup>2</sup>.



**Figura 11g.** En la zona VII se registraron 2,392 colonias de *A. palmata* y 27 de *A. cervicornis*, distribuidas en un área aproximada de 2.6 Km<sup>2</sup>.



**Figura 11j.** En la zona X se registraron 61 colonias de *A. palmata*, distribuidas en un área aproximada de 0.3 Km<sup>2</sup>.

Durante los recorridos en campo se identificaron diversos polígonos (parches de alta densidad) de colonias de *A. palmata*, que sirvieron de referencia para evaluar la estructura de tallas y condición de las colonias. En las Figuras 12a y b se observa la



ubicación de los polígonos y en el Cuadro 1 se presentan los resultados de la evaluación de las colonias para cada uno de los polígonos.

**Cuadro 1.** Colonias evaluadas y densidad de *Acropora palmata* en cada polígono.

Polígono	A palmata		A cervicornis		Colonias Contadas	Colonias Total	Área m <sup>2</sup>	Densidad No Col/ m <sup>2</sup>
	Evaluadas	Evaluadas	Evaluadas	Evaluadas				
A	50		1		185	236	374	0.63
C	50				55 <sup>F</sup>	105	806	0.13
D	59		10		70	139	2696	0.05
E	53				123 <sup>F</sup>	176	1024	0.17
F	41		5		125	171	408	0.42
G	43		9		23	75	214	0.35
H	48				55 <sup>F</sup>	103		
I	20					20	996	0.02
J	53				16 <sup>F</sup>	69	408	0.17
K	47				13 <sup>F</sup>	60	1299	0.05
L	25				30 <sup>F</sup>	55	1932	0.03
M	47				40 <sup>F</sup>	87	1219	0.07
N	51				72 <sup>F</sup>	123	993	0.12
O	50				15 <sup>F</sup>	65	332	0.20
P	25					25	610	0.04
<b>Total</b>	<b>662</b>	<b>26</b>	<b>822</b>	<b>1,509</b>	<b>13,311</b>	<b>2.46</b>		



**Figura 12a.** Ubicación de los polígonos de evaluación de las colonias de *Acropora* en la Sección Sur (Polígonos A al G).



**Figura 12b.** Ubicación de los polígonos de evaluación de las colonias de *Acropora* en la Sección Centro (Polígonos I al P).

En cada uno de los polígonos, se evaluó un número determinado de colonias de *A. palmata* en cuanto a estructura de tallas y condición. Se registró el número total de colonias en cada polígono y se calculó el área de distribución para determinar la densidad de colonias por metro cuadrado en área del polígono.

Las colonias de *A. palmata* muestran un tipo de crecimiento agregado debido al tipo de reproducción asexual que presentan. En épocas de nortes o tormentas, las ramas o en ocasiones la colonia completa se fractura y los fragmentos generados pueden fijarse a un sustrato. Al fijarse dan origen a una nueva colonia muy próxima a su progenitora lo que origina estos manchones o parches.

Para calcular la densidad de los parches de *Acropora* en la región, se estimó el área de cada polígono evaluado, marcando los puntos del contorno con un GPS. Como se observa en el Cuadro 1, las densidades de las colonias son muy variables debido a la forma de propagación natural que presentan.

La fusión de la base de las colonias puede alcanzar un diámetro máximo de 920 cm que es la colonia más grande registrada y de 4 cm la más pequeña. Para el diámetro mínimo se registraron colonias de hasta 650

cm y de 2 cm como mínimo. En cuanto a la altura se registró un máximo de 200 cm y un mínimo de 1 cm. En las Figura 13a-c, se observa la estructura de tallas de *A. palmata* para la R.B Arrecifes de Sian Ka'an, la distribución del diámetro máximo, mínimo y altura



Figura 13a. Diámetro máximo de las colonias de *A. palmata*.

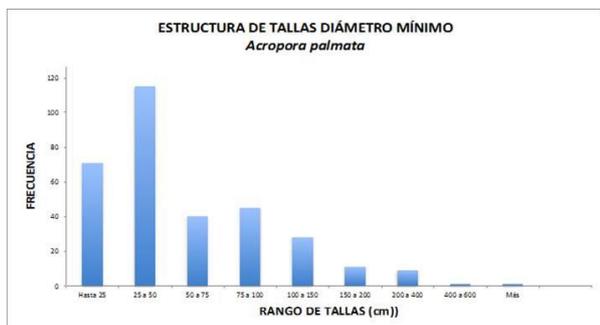


Figura 13b. Diámetro mínimo de las colonias de *A. palmata*.

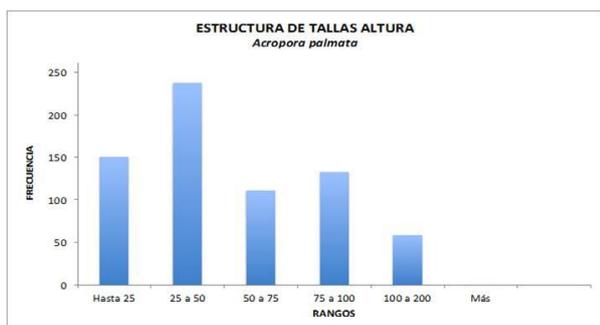


Figura 13c. Altura de las colonias de *A. palmata*.

En la Figura 14 se presenta la estructura de tallas para cada uno de los polígonos en cuanto al promedio de Diámetro máximo (D max), Diámetro mínimo (D min) y Altura de la colonia, medida desde la base a la parte más alta.

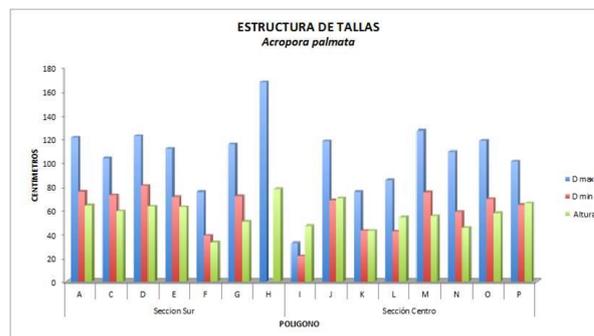


Figura 14. Estructura de tallas de *A. palmata*, en cada uno de los polígonos de la R.B Arrecifes de Sian Ka'an.

El promedio del diámetro máximo fue de  $110 \pm 3.76$  cm; el promedio del diámetro mínimo fue de  $63.93 \pm 4.21$  cm y para la altura los valores que presentan fueron de  $58 \pm 1.35$  cm (Figura 14). Los indicadores de condición fueron expresados en porcentaje promedio para cada uno de los polígonos.

En cada una de las colonias, se estimó la cobertura de tejido vivo. El % de Tejido vivo (% T Vivo) presente en las colonias de *A. palmata* registradas en los Arrecifes de Sian Ka'an fue del 86.5%. El % de Mortalidad antigua (% M ant) presente en las colonias fue de 8.81%. Este parámetro se identifica como parte de la colonia donde está la colonia muerta, no se identifican los coralites de los pólipos. El blanqueamiento (% Blanq) registrado es muy bajo (0.44%).

Una condición que se evaluó y que representa un indicio para la recuperación de las poblaciones de *Acropora palmata* es el registro denominado como Porcentaje de colonia recubriendo esqueletos de *Acropora* (% Rec) y que presenta un valor de 38%. Esto indica que el 38 por ciento de las colonias registradas se encuentran recubriendo los esqueletos de *Acropora* con muerte antigua (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Evaluación de las colonias de *Acropora palmata* en los polígonos de la R.B. Arrecifes de Sian Ka'an.

	No Colonias	D max	D min	Altura	% T Vivo	Mrec	% M Ant	% Blaq	Col. Rec	Col Rotas
YA	Apal	50	120.60	75.50	63.90	74.94	10.88	14.18	0	16%
YC	Apal	50	103.40	72.38	81.20	88.60	1.64	9.76	1.60	58%
YD	Apal	59	122.03	80.42	63.10	86.95	4.44	8.61	0	25% 1
YE	Apal	54	111.48	70.93	62.59	88.24	2.96	8.80	0	30%
YF	Apal	41	75.22	38.59	32.93	97.68	1.04	1.28	0.98	93%
YG	Apal	43	115.23	71.63	50.35	89.42	4.07	6.51	0	30% 2
YI	Apal	48	167.08	77.50	74.69	1.56	23.75	0	10%	6
YJ	Apal	20	32.25	21.50	46.75	95.75	4.25	0.00	3	50%
YK	Apal	53	117.64	68.21	69.91	70.75	25.47	3.77	0	4%
YL	Apal	47	75.32	42.77	42.77	87.87	2.77	9.36	1.28	62% 4
YM	Apal	25	85.00	42.20	54.00	85.60	2.60	11.80	0	40%
YN	Apal	47	126.49	74.89	54.89	92.55	0.40	7.04	0	34%
YO	Apal	51	108.73	58.53	45.10	87.84	2.24	9.92	0.98	63%
YP	Apal	50	118.10	69.20	57.50	94.90	0.20	4.90	0	32%
YQ	Apal	25	100.60	64.40	65.60	93.20	0.00	6.80	0	64% 3
Total		663	110.61	63.93	68.81	86.60	4.70	8.81	0.44	38% 16

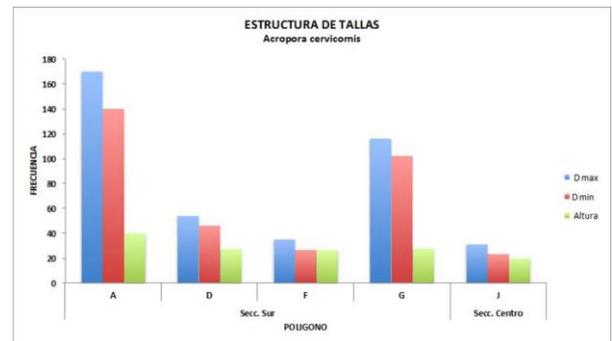
La muerte de tejido vivo o de las colonias de *Acropora* es ocasionada por algunas enfermedades, daños mecánicos, predación o la combinación de varios factores. En el presente trabajo se identificaron algunos factores que provocan la mortalidad del tejido vivo de la colonia las cuales son: Banda blanca (WB), Puntos Blancos (WP), sobrecrecimiento de la esponja del género *Cliona*, el crecimiento de protuberancias pequeñas conocidas como chimeneas las cuales son provocadas por el pastoreo de los peces (damiselas) y aquellas que no se pudieron identificar se les catalogó como pérdida de tejido vivo (PTV).

En el Cuadro 3 se presenta el número de colonias que presentaron muerte reciente y los factores que ocasionaron esta pérdida de tejido vivo.

*Acropora cervicornis* en la Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an, se encontró desde 1.5 hasta 25 m de profundidad. En el caso de las colonias de *A cervicornis* su número es muy reducido (N=47). En la región de la Reserva, su distribución es solo en algunos sitios y con un reducido número de colonias, en la Figura 15 se presenta la estructura de tallas de las colonias registradas. Las colonias registradas se encuentran sanas pero en un número muy reducido para poder brindar una mayor información.

**Cuadro 3.** Número de colonias con mortalidad reciente.

Polygono	Predación	PTV	WB	WP	Mordida	Cliona	Chimeneas	Sana	Total general
A	16	8	1					25	50
Apal	16	8	1					25	50
C	12	1						37	50
Apal	12	1						37	50
D	20	7	1	3		2	1	25	59
Apal	20	7	1	3		2	1	25	59
E	14	1	1	1				28	54
Apal	14	1	1	1				28	54
F	4	3						34	41
Apal	4	3						34	41
G	12	3				1		27	43
Apal	12	3				1		27	43
H	6							42	48
Apal	6							42	48
I	2							18	20
Apal	2							18	20
J	27	16						10	53
Apal	27	16						10	53
K	9	3						35	47
Apal	9	3						35	47
L	9							16	25
Apal	9							16	25
M	4	2						41	47
Apal	4	2						41	47
N	12							39	51
Apal	12							39	51
O	1	2						47	50
Apal	1	2						47	50
P								25	25
Apal								25	25
Total general	51	107	1	50	1	3	1	449	663



**Figura 15.** Estructura de talla para las colonias de *A. cervicornis*.

**Discusión y Conclusiones:** La especie *Acropora palmata* es uno de los principales corales duros que contribuyen a la formación de arrecifes de coral. Los resultados indican que para la Reserva, las colonias se distribuyen en toda el área. Su desarrollo se ubica en la cresta arrecifal pero predomina en el arrecife posterior. Algunas zonas se encuentran representadas como manchones con una alta densidad de colonias en donde se evaluó la condición de las colonias.

En general las colonias se encuentran sanas, más del 65% no presentan ninguna afección o mortalidad y presentan un gran porcentaje de tejido vivo (86%). Las afecciones que se registraron como muerte reciente (Mrec) son bajas (<16%) siendo originadas principalmente por la Banda Blanca (WB), Puntos Blancos (WP), predación y lo que se ha clasificado como Perdida de Tejido Vivo (PTV), que se refiere a las observaciones en las cuales no se puede determinar la



causa de la pérdida de tejido. El blanqueamiento registrado en las colonias de *Acropora* fue muy bajo (<1%) comparado con el porcentaje de afectación promedio en las colonias de otras especies evaluadas durante la misma temporada (70%) en el Programa de Monitoreo Arrecifal de la RBASK.

Sobre el recubrimiento de los esqueletos de *Acropora* por tejido vivo, 38% de colonias puede ser un indicador de la recuperación de las poblaciones de *Acropora palmata* en la región, ya que se considera que debe llevar menos tiempo recubrir un esqueleto grande con el tejido vivo que desarrollar toda una estructura para llevar la colonia al mismo tamaño.

Las colonias de *Acropora cervicornis* se encuentran catalogadas como raras en las costas de Quintana Roo (Jordán 2002). En este estudio se localizaron colonias en diferentes zonas de la Reserva pero su número es muy bajo. Aunque, la condición de las colonias que se registraron es bueno en términos generales, durante el recorrido en la zona se observaron algunos parches con esqueletos de *A. cervicornis* con mortalidad antigua y con alto grado de erosión. Es posible que este ante una extinción local en la Reserva.

Este es el primer estudio de las poblaciones de *Acropora* que se lleva en toda el área protegida de la Reserva, por lo tanto estos resultados brindan un primer esbozo del estado y distribución de las poblaciones de *Acropora* en la Reserva. Es necesario darle continuidad al monitoreo de estas poblaciones para contar con mayor información que pueda ayudar a las acciones de manejo para la protección de este género dentro de los arrecifes de coral.

### Recomendaciones al Programa de Monitoreo.

Continuar con el monitoreo de esta importante especie con los mismos métodos y los mismos indicadores a través del tiempo.

Seleccionar algunos de los polígonos evaluados para dar seguimiento a las colonias.

Seleccionar y marcar un número determinado de colonias con indicios de recubrimiento de tejido vivo para evaluar la velocidad de recuperación de las colonias en este proceso.

Iniciar con la evaluación de áreas mediante la factibilidad de establecimiento de viveros de *Acropora* para iniciar un programa de restauración.

Realizar un estudio de diversidad genética y genotípica para determinar las diferentes poblaciones con las que se cuenta en la Reserva y que esta información se utilice en la elaboración de un programa de restauración.

Se deben instalar sensores de temperatura en los arrecifes de la Reserva para llevar un registro continuo y relacionarlo con eventos de blanqueamiento.

### Bibliografía:

Acropora Biological Review Team. 2005. Atlantic *Acropora* Status Review Document. Report to National Marine Fisheries Service, Southeast Regional Office. March 3, 2005. 152 p + App.

Aronson, R. B. y Precht, W. F. 2002. Threats to *Acropora* spp. In the Caribbean. Pag. 123. En: Bruckner, A. W (Ed.). 2002. Proceedings of the Caribbean *Acropora* Workshop: Potential Application of the U.S. Endangered Species Act as a Conservation Strategy. April 16-18, 2002. Miami Florida. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-24, Silver Spring, MD 199 pp.

Babcock, R. C. 1991. Comparative demography of three species of scleractinian corals using age and size-dependent classifications. Ecol. Monogr., 61(3):225-244.

Babcock, R. C., Bull, G. D., Harrison, P. L., Heyward, A. J., Oliver, J. K., Wallace, C. C., y Willis, B. L. 1986. Synchronous spawnings of 105 scleractinian coral species on the Great Barrier Reef. Mar. Ecol., 99:379-394.

Bak, R. P. M. 1983. Neoplasia, regeneration and growth in the reef-building coral *Acropora palmata*. Mar. Biol., 77:221-227.

Bak, R. P. M y Criens, S. R. 1982. Experimental fusion in Atlantic *Acropora* (Scleractinia). Mar. Biol. Lett., 3:67-72.

Bruckner, A. W. 2002. Proceedings of the Caribbean *Acropora* Workshop: Potential Application of the U.S. Endangered Species Act as a Conservation Strategy. April 16-18, 2002. Miami Florida. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-24, Silver Spring, MD 199 pp.

Connell, J. H. 1985. The consequences of variation in initial settlement vs. post-settlement mortality in rock intertidal communities. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 93:11-65.

- Goreau, N. I., Goreau, T.J. y Hayes, R. L. 1981. Settling, survivorship and spatial aggregation in planulae and juveniles of the coral *Porites porites* (Pallas). *Bull Mar Sci* 31: 424-435.
- Harrison, P. L., y Wallace, C. C. 1990. Reproduction, dispersal and recruitment of scleractinian corals. En: Z. Dubinsky (Ed.). *Ecosystems of the World.. Vol. 25. Coral Reefs Elsevier, New York*, 133-207.
- Highsmith, R. C. 1982. Reproduction by fragmentation in corals. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 7:207-226.
- Highsmith, R. C., Riggs, A. C. y C. M. D'Antonio. 1980. Survival of Hurricane-Generated coral fragments and a disturbance model of reef calcification/growth rates. *Oecologia (Berl.)*, 46:322-329.
- Hughes, R. N. 1989. *A functional Biology of Clonal Animals*. Capman and Hall. London-New York. 331pp.
- Jaap, W. C. 2002. *Acropora*-A review of systematic, taxonomy, abundance, distribution, status, and trends: Florida, 1881-2000. Pp. 136-141. En: Bruckner, A. W (Ed.). 2002. *Proceedings of the Caribbean Acropora Workshop: Potential Application of the U.S. Endangered Species Act as a Conservation Strategy*. April 16-18, 2002. Miami Florida. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-24, Silver Spring, MD 199 pp.
- Jaap W. C. y Sargent F. J. 1993. The status of the remnant population of *Acropora palmate* (Lamark, 1816) at Dry Tortugas National Park, with a discussion of possible causes of changes since 1881. In: Ginsburg RN (comp) *Proceedings of the Colloquium on global aspects of coral reefs - health, hazards, and history: RSMAS-Univ Miami, FL*. p 101-105.
- Jackson, J. B. C 1977. Competition on marine hard substrate: the adaptative significance of solitary and colonial strategies. *Am. Nat.* 111(998):743-767.
- Jordán-Dahlgren, E. y Rodríguez-Martínez, R. E. 1998. Post-hurricane initial recovery of *Acropora palmata* in two reefs of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 63:213-228.
- Jordán-Dahlgren, E. 2002. Status of Acroporids in the Mexican Atlantic. Pp. 156-159. En: Bruckner, A. W (Ed.). 2002. *Proceedings of the Caribbean Acropora Workshop: Potential Application of the U.S. Endangered Species Act as a Conservation Strategy*. April 16-18, 2002. Miami Florida. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-24, Silver Spring, MD 199 pp.
- Kenyon, J. C. 1992. Sexual reproduction in Hawaiian *Acropora*. *Coral Reefs*, 11:37-43.
- Lang, J. C. 2003. Status of coral reef in the western Atlantic: Results of initial surveys Atlantic and Gulf rapid reef assessment (AGRRA) Program. *Atoll Res Bull* 496.
- Padilla, C. y M. Lara. 1996. Efecto del tamaño de las colonias en el crecimiento de *Acropora palmata* en Puerto Morelos, Quintana Roo, México. *Hidrobiológica* 6(1-2): 17-24.
- Padilla, C. 1996. Demografía y dinámica poblacional de *Acropora palmata* en Quintana Roo, México. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F. 145pp.
- Porter, J. W. 1976. Autotrophy, heterotrophy, and resource partitioning in Caribbean reef corals. *Amer Nat* 110: 731-742
- Porter, J. W. 1987. Species profiles: Life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (south Florida) – Reef-building corals. *US Fish Wildl Serv Biol Rep* 82(11.73), US Army Corp of Engineers, TR EL-82-4, 23 pp.
- Rogers, C. S. 1993. Hurricanes and coral reefs: the intermediate disturbance hypothesis revisited. *Coral Reefs*, 12:127-137.
- Schuhmacher, H. y Plewka, M. 1981. The adaptative significance of mechanical properties versus morphological adjustments in skeletons of *Acropora palmata* and *Acropora cervicornis* (Cnidaria, Scleractinia). *Proc. 4th. Int. Coral Reef Symp.*, Manila, 2:121-128.
- Soong K. y Lang, J. C. 1992. Reproductive integration in coral reefs. *Biol Bull* 183: 418-431
- Szmant, A. M. 1986. Reproductive ecology of Caribbean reef corals. *Coral Reefs*, 5:43-53.
- Szmant, A. y Miller, M. W. 2006. Settlement preferences and post-settlement mortality of laboratory cultured and settled larvae of the Caribbean hermatypic corals *Montastraea faveolata* and *Acropora palmata* in the Florida Keys, USA. *Proceedings of the 10th International Coral Reef Symposium* 43-49.
- Tunncliffe, V. 1981. Breakage and propagation of the stony coral *Acropora cervicornis*. *Proc Nat Acad Sci* 78: 2427-2431
- Vega-Zepeda, A. Hernández-Arana, H. y Carricart-Ganivet, J. P. 2007. Spatial and size-frequency distribution of *Acropora* (Cnidaria:Scleractinia) species in Chinchorro Bank, Mexican Caribbean: implications for management. *Coral Reef* 26:671-676.
- Wallace, C. C. 1985. Reproduction, recruitment and fragmentation in nine sympatric species of the coral genus *Acropora*. *Mar. Biol.*, 88:217-233.
- Wallace, C. C., Babcock, R. C., Harrison, P. L., Oliver, J. K. y Willis, B. L. 1986. Sex on the reef: mass spawning of corals. *Oceanus*, 29:38-42.
- Williams, D. E, Miller, M. W. y Kramer, K. L. (2006) *Demographic Monitoring Protocols for Threatened*

Caribbean *Acropora* spp. Corals. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-543. 91 pp.

La forma de citar este documento es la siguiente:

Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an. 2011. Monitoreo del coral cuerno de alce (*Acropora palmata*) en la Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en internet desde: **Dirección por asignar** [Consulta: **Fecha de consulta**].



Figura 16.



Figura 17.



Figura 18.