



CAPÍTULO 2

Ecosistemas prioritarios



2.1 Resultados del Programa de arrecifes coralinos. Bentos

Hansel Caballero Aragón¹ / Susana Perera Valderrama²

¹Acuario Nacional de Cuba

²Centro Nacional de Áreas Protegidas

Introducción

Los arrecifes de coral son centros de alta biodiversidad, donde se encuentra prácticamente la tercera parte de las especies marinas conocidas. Para muchos países resultan baluarte fundamental de su economía: en el ramo pesquero como fuente de alimento y en el turismo por los variados servicios recreacionales que brinda este hermoso y frágil ecosistema. Además, ofrecen protección a la costa ante la acción erosiva del oleaje proveniente de tormentas y otros eventos meteorológicos, a la vez que permiten el desarrollo de ecosistemas aledaños como manglares y lagunas costeras, que igualmente albergan importante biodiversidad.

Desde los años 80 del siglo pasado, los arrecifes coralinos vienen sufriendo un marcado deterioro, que se manifiesta fundamentalmente en una importante disminución de la cobertura del fondo por corales pétreos. Entre las principales causas están: la acción del hombre (contaminación, eutrofización, sobrepesca, turismo, deforestación), los cambios climáticos que afectan al planeta (incremento de la temperatura del mar y el CO₂ en el agua, y aumento del paso de huracanes de alta intensidad), los eventos masivos de blanqueamiento de coral y los brotes significativos de enfermedades microbianas (Gardner *et al.*, 2003, 2005; Schuttenberg & Marshall, 2008; Álvarez-Filip *et al.*, 2009; Burke *et al.*, 2011).

Las áreas marinas protegidas desempeñan un importante papel en la conservación de los arrecifes de coral, ya que les permite atesorar sus preciados recursos naturales, tan necesarios para contrarrestar las amenazas de hoy. Entre las acciones que se realizan en las AMPs se encuentran los estudios de línea base y monitoreo, los cuales posibilitan evaluar la condición del hábitat, identificar disturbios y peligros, y proponer soluciones para minimizar su efecto. Las AMPs de los Archipiélagos del Sur de Cuba poseen aproximadamente 33 213 ha de arrecifes de coral, del tipo borde de plataforma o del tipo costero.

Estos arrecifes de coral pueden presentar segmentos de crestas o bajos arrecifales, o simplemente desarrollarse a lo largo de su extensión como arrecife frontal, con biotopos de escarpes someros, camellones y canales y veril. Para caracterizar y monitorear la condición de sus comunidades coralinas, llamadas bentos, se establecieron sitios de trabajo en zonas someras (2 m de profundidad) y en zonas del borde frontal (entre 5 m y 20 m de profundidad). Se empleó como metodología de muestreo el protocolo de monitoreo: “Métodos de Campo AGRRA 2000, versión ajustada para el Monitoreo del Bentos” (Caballero *et al.*, 2013), el cual se dirige fundamentalmente al estudio de los corales pétreos, las algas (a través de grupos morfofuncionales) y el erizo negro de púas largas (*Diadema antillarum* Phillipe, 1887).



Resultados y discusión

Se evaluó la condición del bentos en arrecifes de coral de 15 AMPs (figura 2). En total se establecieron 22 sitios de muestreo en crestas o bajos arrecifales y 48 en arrecifes frontales. En algunas áreas, durante el transcurso del proyecto, fue posible realizar hasta cinco expediciones de monitoreo, mientras que en otras solo fue posible consumir una. Los resultados de las principales variables biológicas de cada área se presentan en las tablas 1 y 2. En los sitios que se evaluaron más de una vez, se presentan los valores promedio de los muestreos realizados.

El promedio de cobertura de coral vivo para las crestas y bajos fue de 16,3 %. Se destacó la cresta frente al Faro de Cazones, conocida como Nirvana y ubicada en el Parque Nacional (PN) Ciénaga de Zapata, por encima del resto (figura 3), con una cobertura viva de coral promedio de 62 % y predominio (80 %) de colonias saludables de *Acropora palmata* (Lamarck, 1816). Los valores medios de cobertura viva de Nirvana están muy por encima de los reportados en la actualidad para las crestas más saludables de Cuba (Caballero *et al.*, 2009; Alcolado *et al.*, 2009), donde no se sobrepasa de 40 %.

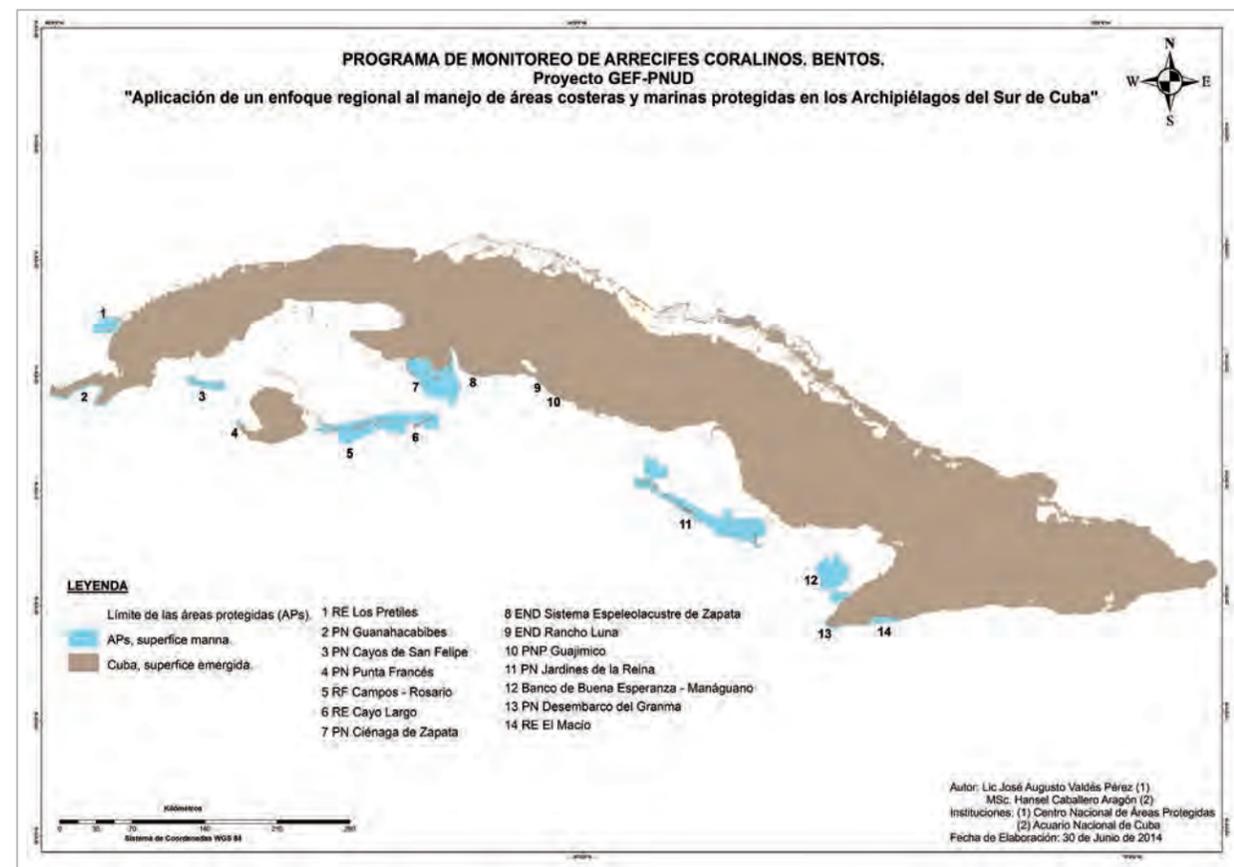


Fig. 2 Ubicación geográfica de los arrecifes de coral monitoreados en las áreas marinas protegidas de los Archipiélagos del Sur de Cuba.

Tabla 1. Promedio de variables indicadoras de condición por área, para crestas y bajos arrecifales. Las casillas en blanco significan que la variable no pudo ser cuantificada durante el muestreo

Áreas Marinas	Muestreo		Indicadores promedio de Condición								
	No. de Sitios	No. de expediciones	Cubrimiento de coral vivo (%)	Densidad (col./m)	Diámetro máximo (cm)	Mortalidad antigua (%)	Mortalidad Reciente (%)	Reclutas (col./m ²)	Índice de algas carnosas	Índice de algas calcáreas	Diadema (ind./10m ²)
Punta Francés	3	3	16,7	0,7	41,8	9,0	0,1	4,1	180,4	36,9	3,2
Campos-Rosario	3	1	6,1	0,4	71,4	35,9	0,0	0,2	6,9	6,9	0,1
Cayo Largo	2	1	6,8	0,5	61,6	37,8	0,0	0,4	14,9	3,8	0,1
Ciénaga de Zapata	3	2	40,5	1,2	95,7	15,3	0,6	1,3	0,0	1,2	7,4
Cienfuegos	1	1	21,6	0,5	108,3	28,2	0,0	9,1	10,7	3,6	0,7
Jardines de la Reina	2	3	13,1	1,2	42,6	26,4	0,8				16,2
Banco Buena Esperanza	2	1	9,7	1,1	28,1	13,6	0,1				4,3
Manáguano	2	1	13,6	1,1	30,9	16,1	1,1	5,1			2,4
El Macío	2	2	18,3	1,2	27,9	12,7	0,2	6,5	33,4	52,5	0,2

Tabla 2. Promedio de variables indicadoras de condición por área, para arrecifes frontales. Las casillas en blanco significan que la variable no pudo ser cuantificada durante el muestreo

Áreas Marinas	Muestreo		Indicadores promedio de Condición								
	No. de Sitios	No. de expediciones	Cubrimiento de coral vivo (%)	Densidad (col./m)	Diámetro máximo (cm)	Mortalidad antigua (%)	Mortalidad Reciente (%)	Reclutas (col./m ²)	Índice de algas carnosas	Índice de algas calcáreas	Diadema (ind./10m ²)
Pretiles	4	1	10,8	0,6	32,8	13,8	0,1	5,3	157,9	3,7	0,00
Guanahacabibes	6	5	18,2	1,1	27,3	8,7	0,4	3,7	133,9	45,0	0,01
San Felipe	6	3	15,5	1,1	26,0	9,6	0,4	4,2	108,7	90,2	0,00
Punta Francés	4	3	13,1	0,9	21,1	10,2	0,2	8,0	231,4	24,3	0,00
Ciénaga de Zapata	4	2	24,3	1,2	28,8	9,1	0,4	5,1	108,6	32,3	0,03
Espeleolacustre	7	3	25,1	1,1	33,5	9,3	0,6	4,5	92,0	78,9	0,01
Campos-Rosario	4	1	21,1	1,3	29,7	6,3	0,0		14,9	31,7	0,00
Cayo Largo	1	1	8,6	0,5	25,7	11,1	0,7	14,0	75,3	4,9	0,00
Cienfuegos	4	1	28,5	1,3	31,1	4,8	0,6	8,4	85,5	26,3	0,00
Jardines de la Reina	2	3	16,0	1,6	22,3	10,0	0,9				0,78
Desembarco del Granma	2	1	9,9	1,4	23,8	14,8	0,1	9,7			0,00
El Macío	4	1	16,4	1,3	34,2	13,2	0,7	6,4	28,0	30,0	0,00

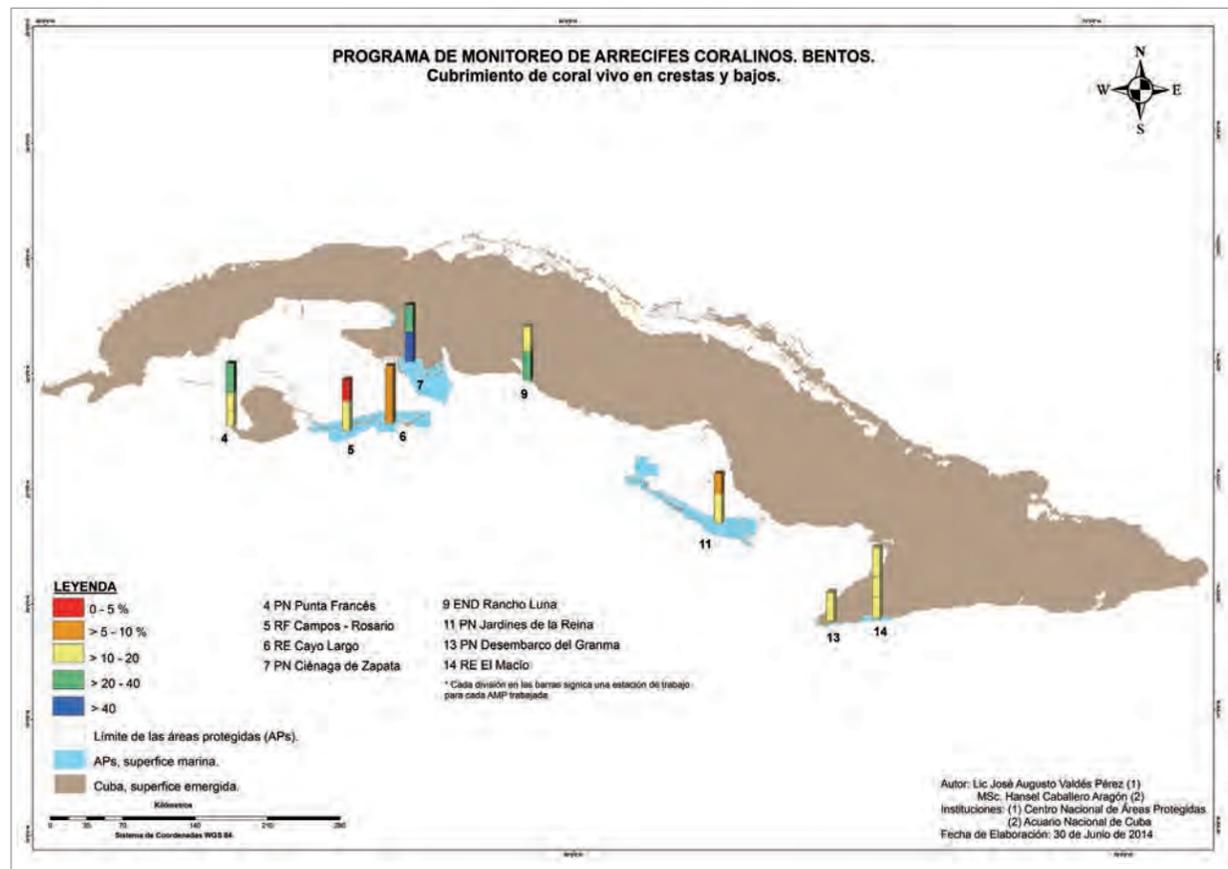


Fig. 3 Cubrimiento de coral vivo en crestas y bajos arrecifales.

Se contempla entre las hipótesis la favorable condición de este arrecife: su mayor resguardo ante los eventos generadores de oleaje (vientos sures y huracanes). También se valoran las favorables condiciones fisicoquímicas del agua circundante (que parece presentar una tasa adecuada de materia orgánica particulada, proveniente de los manglares aledaños, la cual es aprovechada por los corales). Además, es probable que la circulación giratoria de las corrientes marinas dentro de la zona donde se ubica, favorezca una heterotrofia en los corales, incrementando su resiliencia ante factores adversos (Alcolado *et al.*, 2013).

Las restantes crestas estudiadas mostraron valores de cobertura viva, que no sobrepasaron 35 % (figura 3). Los sitios del RF Cayo Campos-Cayo Rosario

fueron los más deteriorados, encontrándose crestas en estado muy crítico. La variabilidad en la cobertura de coral entre sitios someros responde fundamentalmente a la condición que presenta *Acropora palmata*. El mayor deterioro de esta especie se debe a la acumulación de muertes del coral, ocurridas durante las dos últimas décadas del siglo pasado y los primeros años de este. Las causas de esta situación parecen haber sido naturales para la mayoría de los sitios: enfermedades, blanqueamiento y daño físico causado por los huracanes, situación similar a la que se reporta para todo el Gran Caribe (Precht & Aronson, 2004; Lundgren & Hillis-Starr, 2008; Wilkinson & Souter, 2008; Schutte *et al.*, 2010). La comunidad científica internacional hoy acepta con fuerza que el cambio climático ha adquirido una

mayor preponderancia en el deterioro de los arrecifes, con respecto a las propias actividades humanas locales (Wilkinson, 2000; Spalding, 2004; Wilkinson & Souter, 2008), y esto parece reflejarse muy bien en los Archipiélagos del Sur de Cuba.

La cobertura de coral vivo promedio de los arrecifes someros estudiados fue algo inferior al promedio de 26 sitios de crestas del archipiélago de Sabana-Camagüey (18,9 %), evaluados con similar metodología entre 2001 y 2003 (González-Ferrer *et al.*, 2007). Esta área de arrecifes del norte de Cuba igualmente ha estado de cierto modo sometida a disturbios naturales y antrópicos, pero en menor grado se ha visto afectada por huracanes, los cuales han sido más frecuentes e intensos para el territorio sur de la Isla.

Los sitios de cresta más críticos de los Archipiélagos del Sur de Cuba aún no muestran el fenómeno conocido como “aplanamiento del arrecife” (Álvarez-Filip *et al.*, 2009), donde los esqueletos remanentes de los corales que van muriendo sufren una erosión acelerada, perdiendo su complejidad arquitectónica y dejando de ejercer sus funciones ecológicas. Sin embargo, estas comunidades de coral sí mostraron un número importante de acropóridos en pie, totalmente muertos, sin indicios de recubrimiento del coral, lo que constituye la etapa previa a la anterior descrita.

En el caso del deterioro de las crestas de Cienfuegos: Elemento Natural Destacado (END) Ensenada de Rancho Luna y Paisaje Natural Protegido (PNP) Guajimico, además de posibles causas naturales, también pudiera estar relacionado con el exceso de escurrimientos provenientes del río Arimao, fuente de agua más próxima al área de arrecifes. La cuenca de este río presenta aguas bajo diferentes fuentes de contaminación orgánica: vaquerías, asentamientos poblacionales, arenas, yacimientos e industrias. No es seguro que exista un adecuado manejo de sus residuales líquidos y sólidos, por lo tanto, se evidencia un potencial aporte de materia orgánica y sedimen-

tos al segmento costero aledaño a su desembocadura (Betancourt & Toledo, 2004). No obstante, durante los muestreos, estos aportes terrígenos en exceso no fueron observados.

En las crestas estudiadas se identificaron 27 especies de corales pétreos mayores de 10 cm, incluido el género de hidrocorales *Millepora* (figura 4). Las especies dominantes por su orden fueron *Millepora complanata* (Lamarck, 1816), *Porites astreoides* (Lamarck, 1816) y *Acropora palmata*, que entre las tres conformaron 65 % del total (figura 5). Se observó una tendencia general al incremento en la dominancia de las dos primeras especies, que se consideran más resistentes a condiciones de estrés. Los altos valores de densidad de colonias en muchos de los sitios de cresta responden a esto, al igual que los valores promedio de mortalidad, que no llegan a ser altos en sitios donde la cobertura viva de coral tampoco lo es (por ejemplo, la alta densidad de *P. astreoides* en el END Banco de Buena Esperanza, el PN Desembarco del Granma y la RE El Macío). Sin embargo, estas especies no desempeñan el mismo papel ecológico que los acropóridos en el arrecife somero. Son corales de menor talla y presentan menor estructura tridimensional (por ejemplo, *P. astreoides* generalmente es incrustante), y aunque se incremente su densidad y con ello en algo la cobertura viva del sustrato, el arrecife no gana en complejidad y relieve, lo que conlleva a menor protección de la costa y menor refugio para peces y otros invertebrados.

En algunos sitios (Cienfuegos, PN Desembarco del Granma y RE El Macío) también fue destacada la abundancia de corales saludables del género *Diploria*. Este predominio puede estar relacionado con la cercanía de estos arrecifes a escurrimientos y fuentes de sedimentación, lo que favorece su competencia por el sustrato con los acropóridos, más sensibles a los aportes terrígenos y cambios de salinidad (Rogers, 1983; Abdel-Salam, 1988; *Acropora Biological Review*



Team, 2005). En otras zonas de Cuba se describen igualmente crestas con esta composición en particular. Estas especies de corales masivos logran alcanzar grandes tallas y son muy resistentes al oleaje, por lo que resultan una importante barrera para la costa. Sin embargo, como su tasa de crecimiento y fragmentación es mucho menor a la de los acropóridos, no son rápidos formadores de crestas; además, debido a su forma redondeada y masiva, no brindan igual calidad de refugio a peces e invertebrados.

En general, la cobertura algal en las crestas no fue alta (menos en el PN Punta Francés), lo que constituye un elemento favorable para estas comunidades de coral, ya bastante deterioradas. El oleaje persistente a poca profundidad, unido a la abundancia de erizos negros en algunos sitios (principal herbívoro controlador de las algas), pudieran ser los agentes reguladores de su biomasa. Las áreas con mayor densidad de erizos negros fueron el PN Jardines de la Reina, el PN Ciénaga de Zapata y el PN Punta Francés. La elevada

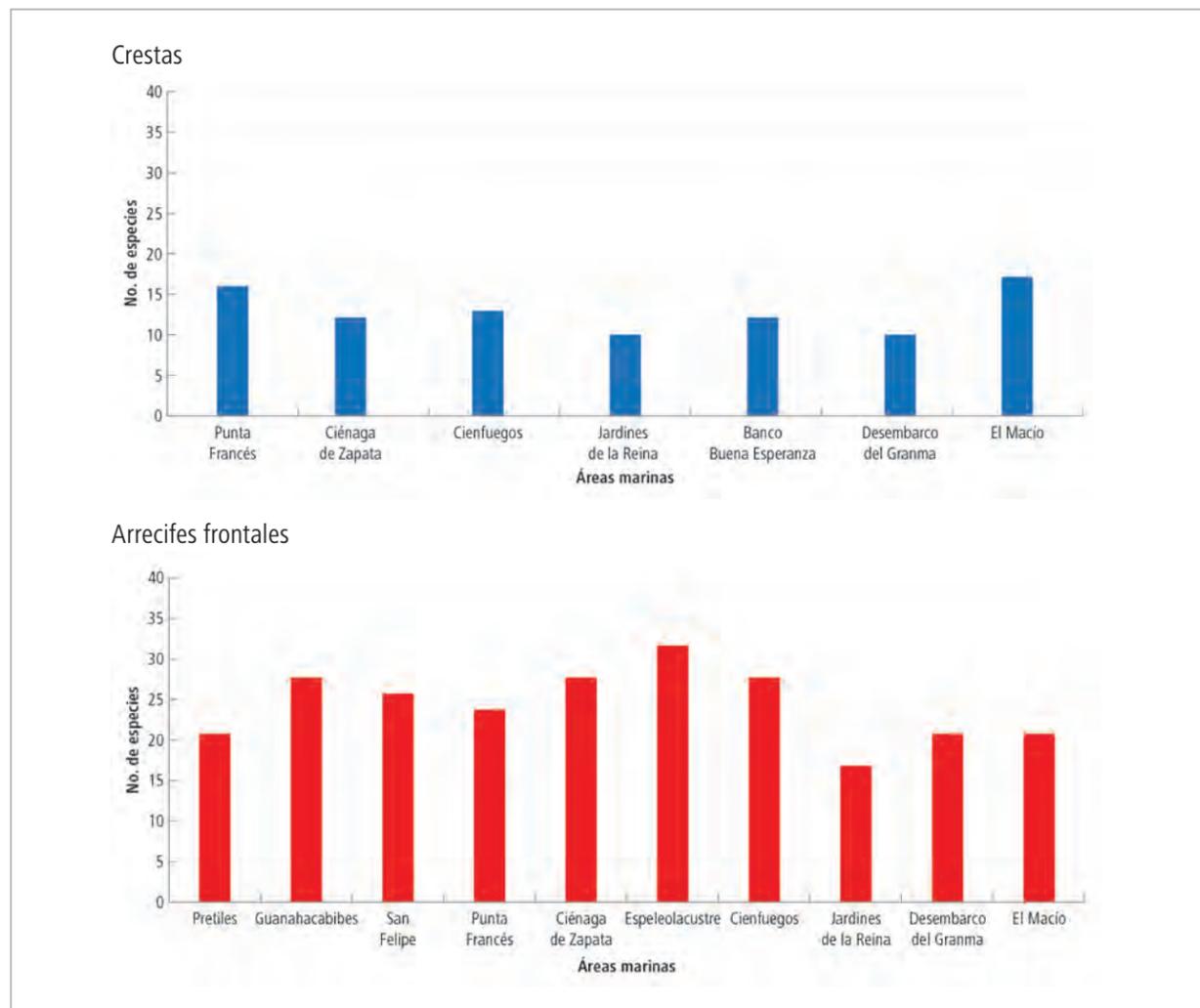


Fig. 4 Número de especies de corales pétreos, por área, para los arrecifes estudiados de los Archipiélagos del Sur de Cuba.

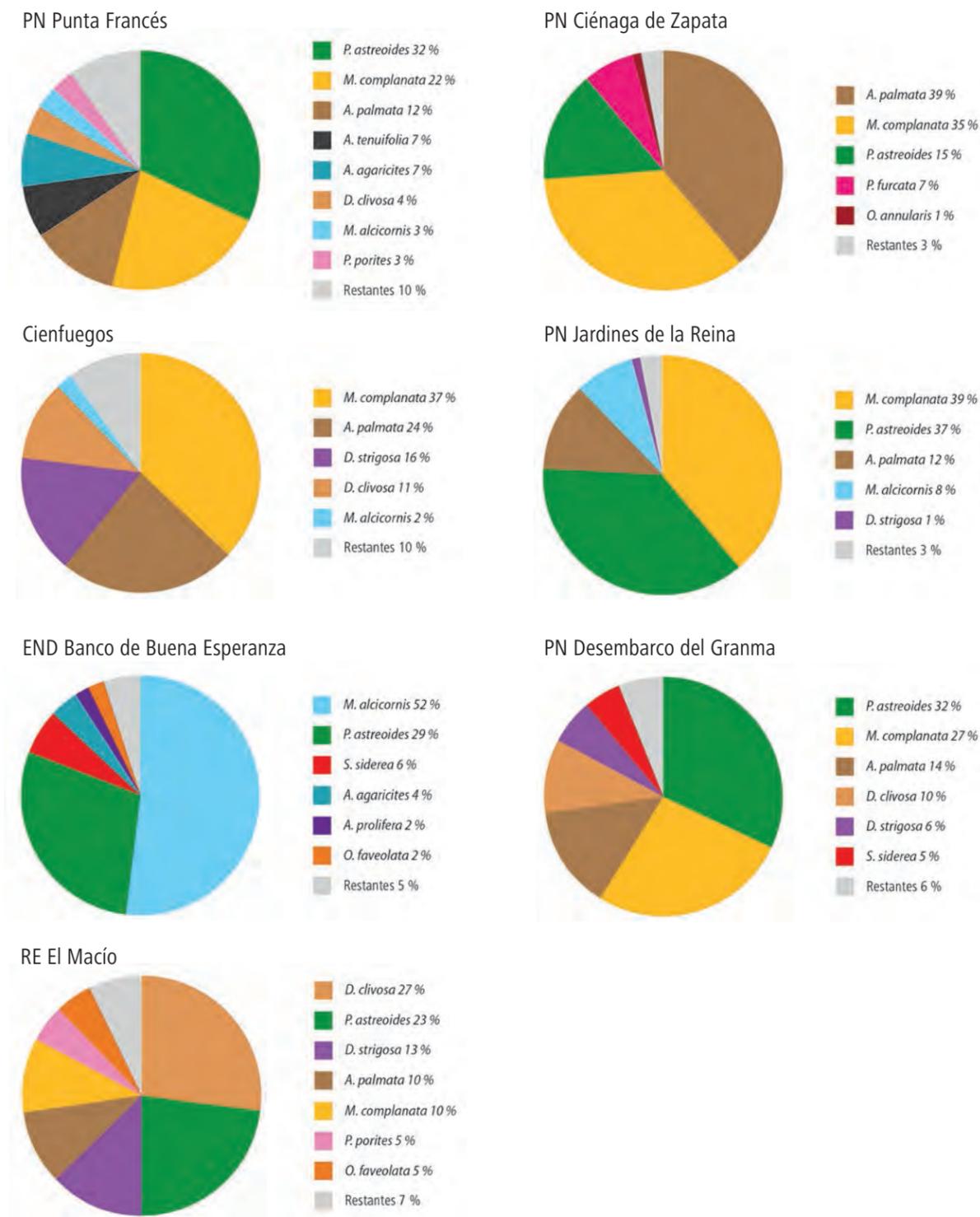


Fig. 5 Composición por especies de corales pétreos en crestas y bajos arrecifales. Datos correspondientes al año 2012.



cobertura del sustrato por macroalgas en el PN Punta Francés necesita estudios más específicos para determinar su causa (a primera vista no se observaron), ni tampoco se reportan fuentes de nutrientes importantes, que favorecieran los altos valores de los índices de algas carnosas observados.

La cobertura de coral vivo promedio para los arrecifes frontales fue de 17,3 %. Se destacaron los sitios de Cienfuegos, seguidos por los arrecifes de Cayo Campos (RF Cayo Campos-Cayo Rosario), los arrecifes del END Sistema Espeleolacustre de Zapata y los del Parque Nacional Ciénaga de Zapata (figura 6). Otros sitios con cobertura mayor a 20 % se encontraron en la zona de buceo de María

La Gorda, en el PN Guanahacabibes. Las áreas de arrecife frontal menos favorable en cuanto a cobertura viva de coral, fueron la RE Cayo Largo, el PN Desembarco del Granma y la RE Los Pretiles, con valores iguales o menores a 10 %. La cobertura promedio de coral vivo de los arrecifes frontales estudiados fue superior a la encontrada en los 20 sitios de arrecifes frontales del archipiélago Sabana-Camagüey (8,4 %). Muchas de las zonas de arrecife frontal de los Archipiélagos del Sur de Cuba, presentan fondos de coral con mayor relieve y complejidad que estos sitios del noreste del país, que se encuentran más expuestos durante todo el año a los vientos alisios y los nortes en la época invernal.

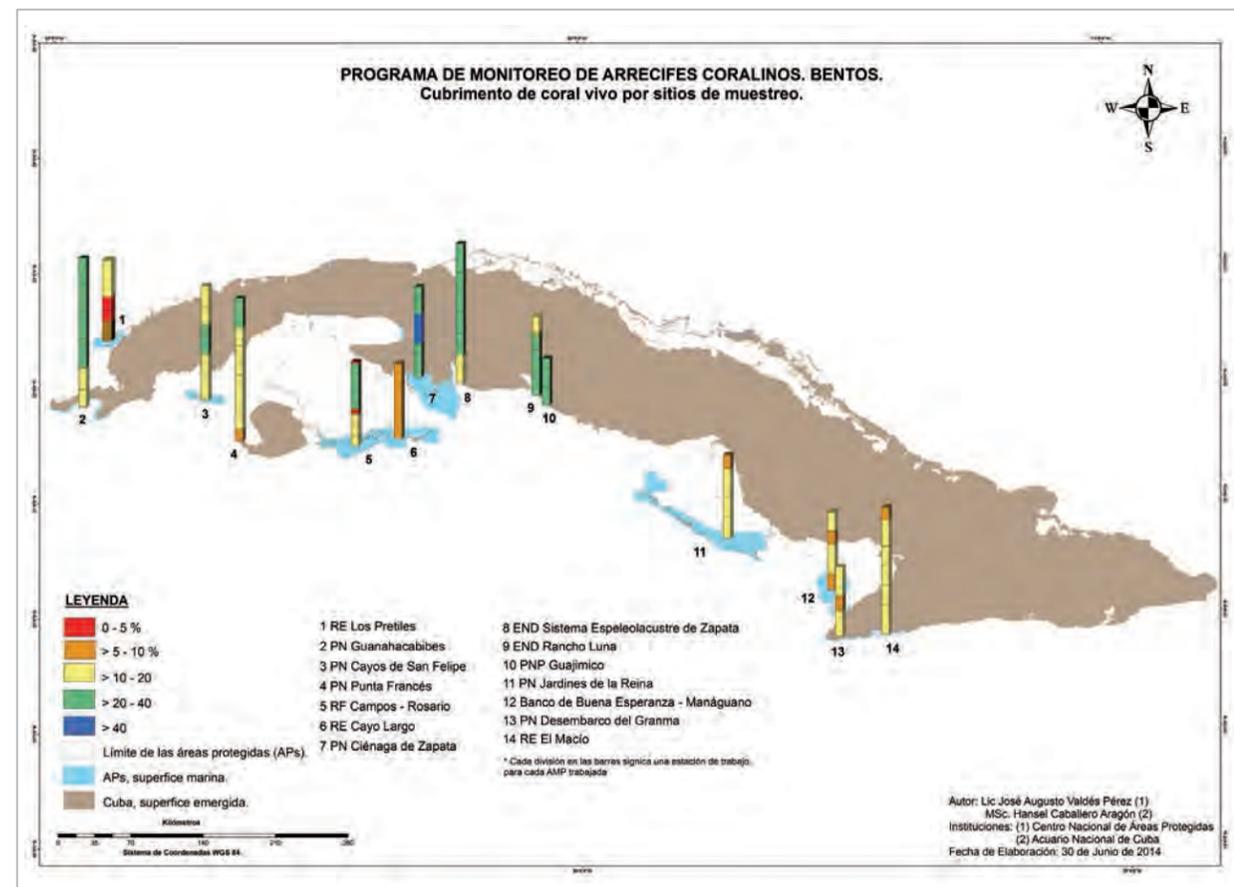


Fig. 6 Cubrimiento de coral vivo en arrecifes frontales.



En los arrecifes de coral ubicados en zonas muy expuestas al viento (sures, y nortes en el caso de la RE Los Pretiles), donde el oleaje actúa como tensor natural crónico, no es de esperar una elevada cobertura viva de coral entre los 10 m y 14 m. Los arrecifes más resguardados del oleaje presentaron una mayor cobertura que los expuestos. Esta cobertura no fue superior por la acumulación de mortalidad antigua en los corales, debido posiblemente a causas similares que las mencionadas para los sitios de cresta. Las áreas con mayor mortalidad antigua promedio fueron el PN Desembarco del Granma, la RE Los Pretiles y el PN Punta Francés. Es muy posible que la mortalidad antigua que se refleja en general (que no sobrepasa 15 %) esté subestimada, debido al deterioro que tienen muchas colonias que ya son imposibles de identificar y se consideraron sustrato y no coral, y por tanto, no entraron en la cuantificación de este porcentaje.

En muchos de los arrecifes se observó una restauración en la comunidad de corales por colonias nuevas, saludables y de pobre talla. Esto repercute en que se observen sitios con mayor densidad de corales, pero de menor diámetro promedio y no tan alta cobertura. Los sitios con mayor densidad de reclutas (corales menores de 3 cm) fueron la RE Cayo Largo, el PN Desembarco del Granma y el PN Punta Francés, y esto puede considerarse un elemento alentador para los arrecifes de coral, teniéndose en cuenta que estas áreas fueron las que presentaron menor cobertura viva. Sería bueno monitorear en ellas la supervivencia de estos reclutas, ya que constituyen un elemento muy importante en la recuperación de los arrecifes que han sufrido alta mortalidad.

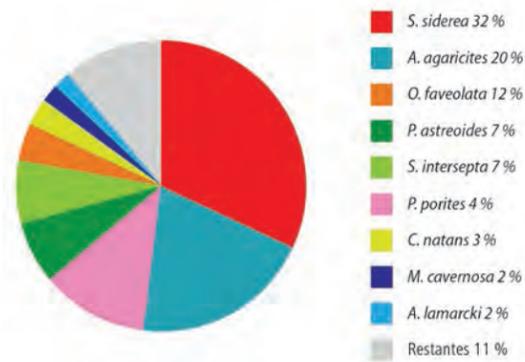
En la zona de arrecifes frontales de los Archipiélagos del Sur de Cuba estudiados se identificaron 41 especies de corales pétreos mayores de 10 cm. Esto es un valor alto si se tiene en cuenta que se reportan para Cuba 60 especies (González-Ferrer, 2009), entre las que se incluyen los co-

rales que habitan tanto en biotopos de seibadal, como a mayor profundidad, además de las especies menores de 10 cm, que no se cuantificaron en este estudio. Las áreas con mayor diversidad fueron el END Sistema Espeleolacustre, el PN Ciénaga de Zapata, Cienfuegos y el PN Guanahacabibes (figura 4). En las diferencias entre áreas, en cuanto al número de especies, puede influir el esfuerzo de muestreo empleado, que no fue el mismo para todos los sitios (por ejemplo, si en el PN Jardines de la Reina hubiera sido mayor el número de estaciones de muestreo y de transectos empleados, se hubiera identificado un mayor número de especies en esta AMP). Las especies dominantes por su orden fueron *Siderastrea siderea* (Ellis & Solander, 1786), *Agaricia agaricites* (Linnaeus, 1758), *Orbicella (=Montastraea) faveolata* (Ellis & Solander, 1786) y *Porites astreoides*. Entre las cuatro conformaron 67 % del total (figura 7).

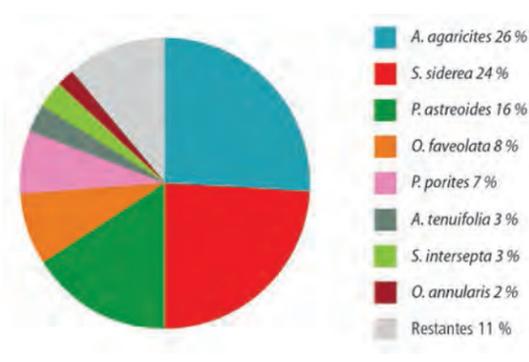
El complejo de especies de *O. (=Montastraea) annularis* (Ellis & Solander, 1786) mostró un deterioro importante en toda la zona. Estas especies (*O. annularis*, *O. faveolata* y *O. franksi*) constituyen los corales dominantes de los arrecifes frontales limpios y mejor resguardados del viento de nuestra región geográfica (Chollet & Mumby, 2012). Por su estructura y talla desempeñan un importante papel ecológico, y son las especies que más aportan a los porcentajes promedio de cobertura viva del sustrato. Su mortalidad significativa parece haber ocurrido en décadas pasadas; sin embargo, en la actualidad siguen teniendo afectación, aunque en menor grado. Por ejemplo, siguen sufriendo enfermedades y blanqueamiento. La plaga blanca observada durante este estudio se encontró fundamentalmente sobre colonias de *Orbicella*. La mortalidad de las especies del género *Orbicella* hace que se incremente el predominio de *S. siderea*, especie que igualmente es abundante en arrecifes limpios, pero que es muy resistente a disturbios y factores de estrés, así como de *A. agaricites* y *P. astreoides*, especies oportunistas y de



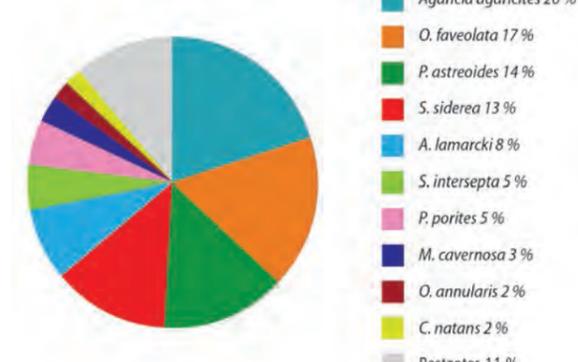
PN Cayos de San Felipe



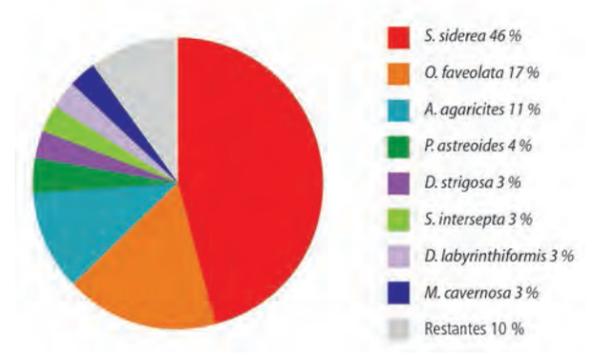
PN Punta Francés



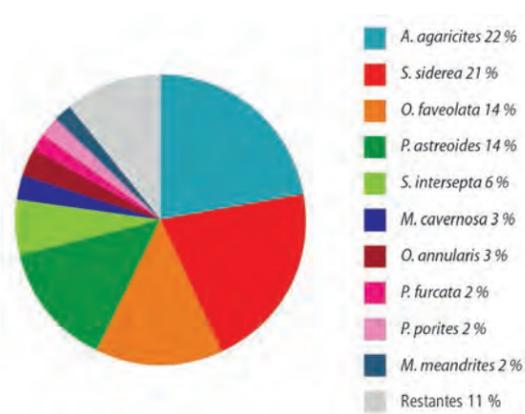
Cienfuegos



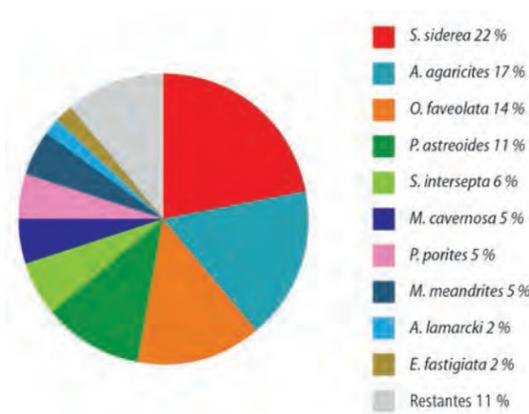
PN Jardines de la Reina



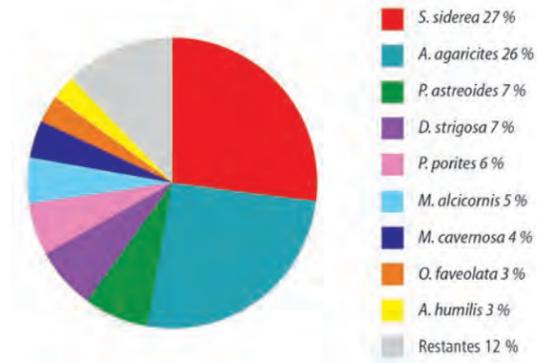
PN Guanahacabibes



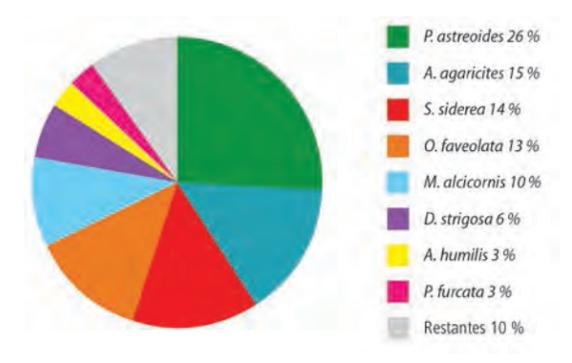
RE Los Pretiles



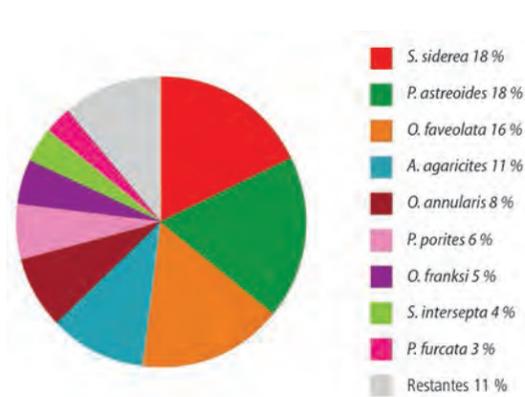
PN Desembarco del Granma



RE El Macío



PN Ciénaga de Zapata



END Sistema Espeleolacustre de Zapata

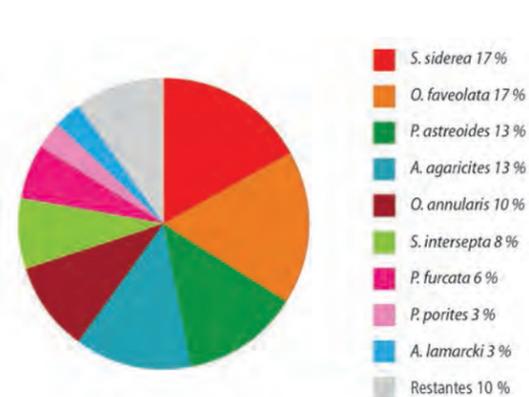


Fig. 7 Composición de corales pétreos, por especies, en arrecifes frontales. Datos correspondientes al año 2012.

alto reclutamiento; muchas de ellas se observaron creciendo sobre colonias muertas de *Orbicella*.

Otra especie que en el pasado reciente sufrió considerable mortalidad en algunos arrecifes de los Archipiélagos del Sur de Cuba fue *Acropora cervicornis* (Lamarck, 1816); por su densidad y talla (puede formar grandes grupos de varios metros de diámetro) aporta igualmente un porcentaje importante al cubrimiento promedio del arrecife. También en el END Sistema Espeleolacustre de Zapata se observó mortalidad significativa en colonias de *A. agaricites*. Los huracanes del período 2001-2006 pudieron causar cierto daño mecánico, debido a la fuerza del oleaje, así como por remoción de grandes volúmenes de sedimentos, que tapó muchas de las colonias con forma

de plato, predominantes entre 10 m y 15 m de profundidad (Caballero, observación personal). Con esta morfología es más difícil para el coral desprenderse del sedimento depositado encima.

El índice de macroalgas carnosas se mostró bastante alto en las áreas ubicadas hacia la parte más occidental (RE Los Pretiles, PN Guanahacabibes, PN Cayos de San Felipe y PN Punta Francés), y en aquellos sitios que se monitorearon más de una vez, tendió a incrementarse en los últimos muestreos. El aumento de la cobertura algal en los arrecifes frontales de las AMP es el problema fundamental detectado para este período de estudio. La mayoría de estas áreas están alejadas de fuentes significativas de contaminación orgánica, por lo que se duda en relacionar a este disturbio



como causa fundamental de su incremento. Solo se podría asociar este aumento a posible contaminación orgánica en el PN Cayos de San Felipe, el cual recibe todos los escurrimientos del Golfo de Batabanó y está próximo a La Coloma (sitio ubicado más al norte), donde se ha reportado contaminación de este tipo (Claro, 2006; Miravet *et al.*, 2010). En la mayoría de los sitios se observó un predominio de algas pardas comunes en los arrecifes de coral (Sargassum, Dictyota, entre otros géneros), y en algunos sitios fue importante la biomasa encontrada de *Lobophora variegata* (Womersley ex E. C. Olivera, 1977) y del género *Microdictyon*, ambas asociadas generalmente a niveles altos de nutrientes (Lapointe, 1999). Por otra parte, las comunidades de herbívoros (controladores) sí parecen estar disminuidas, en especial el erizo negro, que está prácticamente ausente. Las comunidades de peces herbívoros también se encuentran afectadas en determinados sitios, evidenciándose acciones de pesca furtiva en algunas de las áreas. Es necesario enfocar investigaciones más precisas a las causas reales de estos procesos.

Durante los muestreos se observó poca mortalidad reciente, tanto para las crestas como para los arrecifes frontales, lo que sugiere la no ocurrencia de disturbios significativos sobre los arrecifes de coral durante este período de monitoreo. Esto también se demuestra por la tendencia al mantenimiento o al incremento de los porcentajes de cobertura viva de coral en las áreas que fueron monitoreadas en más de una ocasión (figura 8). En las crestas, la principal causa de mortalidad reciente fue la acción de organismos bioerosionantes propios del arrecife coralino (gusanos de fuego, caracoles, chopitas y peces loro). El porcentaje de corales enfermos fue muy bajo para los arrecifes someros, encontrándose solamente un caso aislado de banda blanca en el PN Punta Francés. En los arrecifes frontales la incidencia de enfermedades fue algo mayor, pero no alcanzó valores importantes en ningún sitio. En algunas áreas (PN Punta

Francés, PN Guanahacabibes y END Sistema Espeleolacustre de Zapata) se encontraron colonias afectadas por manchas oscuras en *S. siderea* y en *Stephanocoenia intersepta* (Lamarck, 1816), y plaga blanca en *Orbicella* fundamentalmente. También se observó en menor número, corales con banda negra (*Diploria*). Aunque la aparición de enfermedades en general fue baja, es necesario seguir con mayor precisión su comportamiento, debido a que su brote puede ser estacional y en muchos casos pueden ocurrir sin cuantificarse.

La zona de estudio no sufrió del efecto negativo del paso de huracanes de gran intensidad en este período. Los sitios de arrecife del occidente de los Archipiélagos del Sur de Cuba se encuentran en fase recuperativa, después de una activa etapa de eventos meteorológicos (2001-2006). Los eventos de blanqueamientos del verano tampoco parecen haber sido causantes de mortalidades recientes considerables, al menos en los últimos cuatro años; la tendencia del blanqueamiento ha sido disminuir su intensidad.

Durante el estudio no se observaron afectaciones antrópicas directas, como daños por embarcaciones, daños por buceo excesivo o acciones constructivas en la costa. Tampoco fueron detectados trascendentes escurrimientos generadores de sedimentación. De los sitios donde se practica la actividad de buceo contemplativo, el END Sistema Espeleolacustre de Zapata es el que recibe mayor visita (sobre todo en meses de invierno, donde acceden paquetes de buceo procedentes del norte de La Habana y Matanzas), por lo que se debe seguir muy de cerca el desarrollo de esta actividad. Además, debe garantizarse el cumplimiento de las normas de seguridad y protección para el buceo, las cuales garantizan la conservación de los arrecifes, ya diseñadas y establecidas en los planes de manejo del parque. La sobrepesca en algunas de las AMP o sus alrededores, constituye el factor antrópico más importante que está incidiendo sobre la condición de los arrecifes.

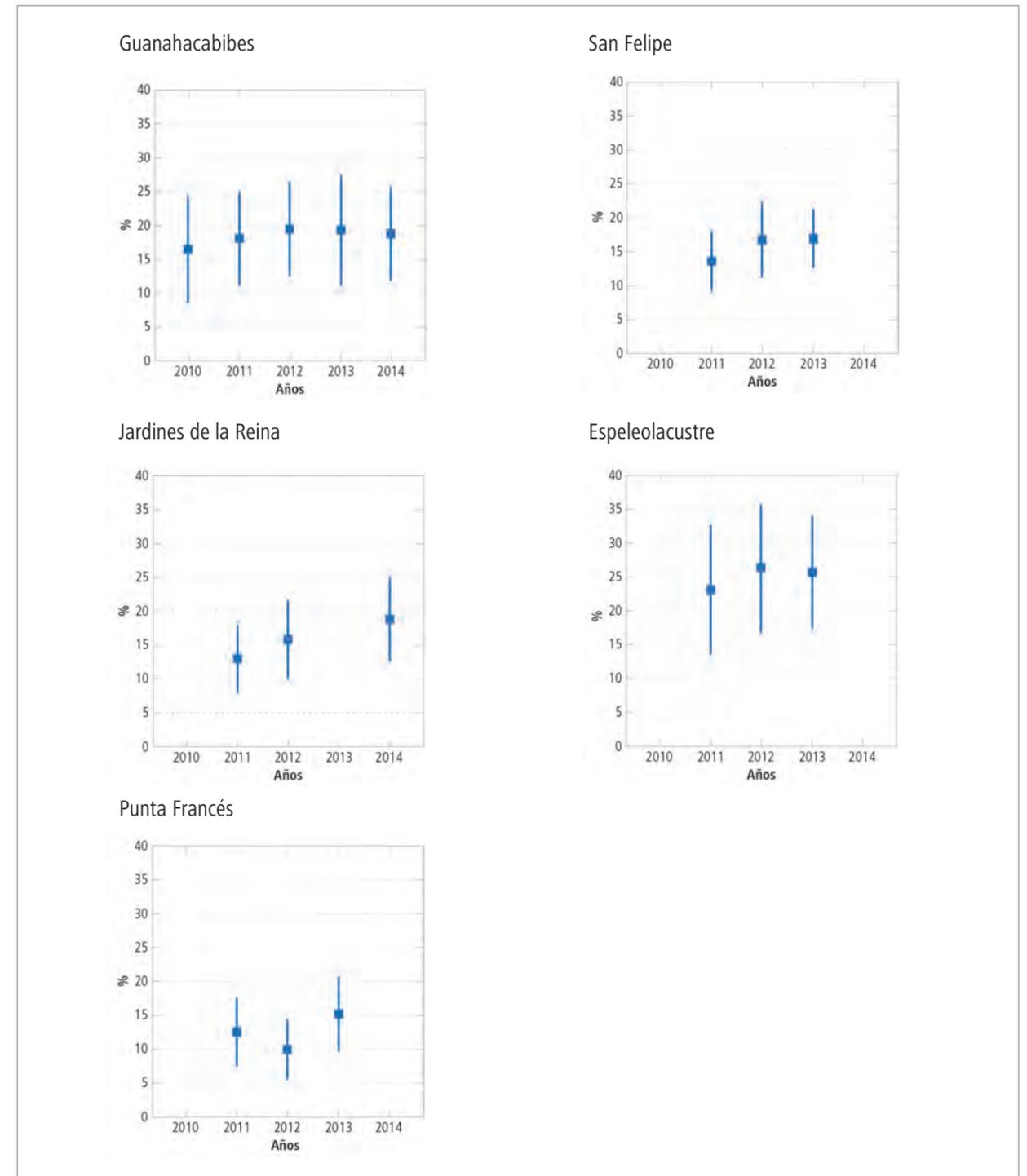


Fig. 8 Tendencia del cubrimiento de coral vivo (media \pm 95 %, intervalos de confianza), en arrecifes frontales de áreas monitoreadas de los Archipiélagos del Sur.



Bibliografía

- ABDEL-SALAM H., PORTER, J. W., HATCHER, B.G. 1988. Physiological effects of sediment rejection on photosynthesis and respiration in three Caribbean reef corals. In: Choat JH, Barnes D, Borowitzka MA, Coll JC, Davies PJ, Flood P, Hatcher BG, Hopley D (eds.), Proc. 6th Int. Coral Reef Symp., Townsville (Australia), Vol. 2, pp. 285-292.
- Acropora Biological Review Team. 2005. Atlantic Acropora Status Review Document. Report to National Marine Fisheries Service, Southeast Regional Office, 3 p.
- ALCOLADO, P. M., CABALLERO, H., & PERERA, S. 2009. Tendencia del cambio en el cubrimiento vivo por corales pétreos en los arrecifes coralinos de Cuba. Serie Oceanológica 5, pp. 1-23.
- ALCOLADO, P. M., CABALLERO, H., LARA, A., ARRIAZA, L., REY-VILLIERS, N., LUGIOYO, G. M., ALCOLADO-PIETO P., CASTELLANOS, S. 2013. La resiliencia en crestas arrecifales del este del Golfo de Batabanó, Cuba, y sus factores determinantes probables. Informe de Investigación. IdO. Cuba.
- ALVAREZ-FILIP, L., DULVY, N. K., GILL, J. A., COTE, I. M., WATKINSON, A. R. 2009. Flattening of Caribbean coral reefs: region-wide declines in architectural complexity. Proc. R. Soc. B, doi: 10.1098/rspb.2009.0339, 1-7. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2009.0339>.
- BETANCOURT, C., TOLEDO, L. 2004. Principales focos contaminantes de la cuenca Arimao, aguas abajo del embalse Avilés. Informe final del servicio científico-técnico contrato 1322/2004. CEAC.
- BURKE, L., REYTAR, K., SPALDING, M., PERRY, A. 2011. Reef at risk revisited. World Resources Institute, Washintong, DC.
- CABALLERO, H., ALCOLADO, P. M., SEMIDEY, A. 2009. Condición de los arrecifes de coral frente a costas con asentamientos humanos y aportes terrígenos: El caso del litoral habanero, Cuba. REVMAR1, pp. 49-72.
- CABALLERO, H., ALCOLADO, P. M., GONZÁLEZ-DÍAZ, P., PERERA S., HERNÁNDEZ, L. 2013. Protocolo para el monitoreo del bentos en arrecifes coralinos. Versión ajustada a partir del método AGRRA 2000. Proyecto GEF/PNUD. La Habana, Cuba. 37 p.
- CLARO, R. 2006. La Biodiversidad Marina de Cuba. Instituto de Oceanología, CITMA. La Habana, Cuba. En CD-ROM. ISBN: 978-959-298-001-3.
- CHOLLETT, I., MUMBY, P. J. 2012. Predicting the distribution of Montastraea reefs using wave exposure. Coral Reefs 31, pp. 493-503.
- GARDNER, T. A., COTE, I. M., GILL, J. A., GRANT, A., WATKINSON, A. R. 2003. Long-Term Region-Wide Declines in Caribbean Corals. Science. 301: 958-960.
- GARDNER, T. A., COTÉ, I. M., GILL, J. A., GRANT, A. A., WATKINSON, R. 2005. Hurricanes and Caribbean coral reefs: impacts, recovery patterns, and role in long-term decline. Ecol 86, pp. 174-184.
- GONZÁLEZ-FERRER, S. 2009. Diversidad de Organismos. Celenterados-Filo CNIDARIA: Clase ANTHOZOA, Subclase ZOANTHARIA, corales pétreos-Orden SCLERACTINIA. En: R. Claro (Ed.), Biodiversidad marina de Cuba. (pp. 42-46). La Habana, Cuba: Instituto de Oceanología.
- GONZÁLEZ-FERRER, S., CANTELAR, K., PINA, F., JIMÉNEZ, A., ESPINOSA, J., HERNÁNDEZ M., HERNÁNDEZ, J. L. 2007. Estado de los ecosistemas marinos y costeros, y algunas características ambientales y tendencias, pp. 38-45. In P. M. Alcolado, E. E. García & M. Arellano-Acosta (eds.). Ecosistema Sabana-Camagüey. Estado actual, avances y desafíos en la protección y uso sostenible de la biodiversidad. Proyecto PNUD/GEF Sabana-Camagüey. CUB/98/G32; CUB/99/G81. Editorial Academia, Cuba.
- LAPOINTE, B. E. 1999. Simultaneous top-down and bottom-up forces control macroalgal blooms on coral reefs (Reply to the comment by Hughes et al.). Limnol.Oceanogr. 44, pp. 1586-1592.
- LUNDGREN, I., HILLIS-STARR, Z. 2008. Variation in Acropora palmate bleaching across benthic zones at Buck Island Reef National Monument (St. Croix, USVI) during the 2005 thermal stress event. Bull. Mar. Sci. 83, pp. 441-451.
- MIRAVET, M. 2010. Reseña histórica de las investigaciones realizadas sobre microbiología marina en el Golfo de Batabanó, Cuba. Serie Oceanológica. 7, pp. 69-83.
- PRECHT, W. F., ARONSON, R. B. 2004. Climate flickers and range shifts of reef corals. Front.Ecol. Environ.2, pp. 307-314.
- ROGERS, C. S. 1983. Sublethal and lethal effects of sediments applied to common Caribbean reef corals in the field. Mar. Pollut. Bull.14, pp. 378-382.
- SCHUTTE, V. G., SELIG, E. R., BRUNO, J. F. 2010. Regional spatio-temporal trends in Caribbean coral reef benthic communities. Mar.Ecol.Prog. Ser. 402, pp. 115-122.
- SCHUTTENBERG, H., MARSHALL, P. 2008. Managing for mass coral bleaching: Strategies for supporting socio-ecological resilience, pp. 115-127. In: (Wilkinson, C., Souter, D., eds.), Status of Caribbean Coral Reefs after Bleaching and Hurricanes in 2005. Global Coral Reef Monitoring Network and Rainforest Research Centre, Townsville, Australia.
- SPALDING, M. D. 2004. A guide to the coral reefs of the Caribbean. University of California Press, Berkeley, 256 pp.
- WILKINSON, C. 2000. Executive Summary. En: Status of Coral Reefs of the World: 2000. Australian Institute of Marine Science, 363 pp.
- WILKINSON, C., SOUTER, D. 2008. Status of Caribbean coral reefs after bleaching and hurricanes in 2005. Townsville: Global Coral Reef Monitoring Network, and Reef and Rainforest Research Centre, Townsville, Australia.

