



FOTO: CARLOS SUAREZ

Alain García-Rodríguez<sup>1</sup>, Franklin García-Fernández<sup>1</sup>,  
Sheila Rodríguez-Machado<sup>1</sup> y  
Pedro P. Chevalier Monteagudo<sup>2</sup>

[alain.garcia2285@gmail.com](mailto:alain.garcia2285@gmail.com)

<sup>1</sup>Instituto de Oceanología, Ave. 1<sup>ra</sup> #18406 entre 184 y 186, Playa, La Habana, Cuba.

<sup>2</sup>Acuario Nacional de Cuba, Ave. 1<sup>ra</sup> #4608 entre 46 y 60, Playa, La Habana, Cuba.

# UIII

## ASOCIACIONES DE PECES EN LOS ARRECIFES DEL GOLFO DE CAZONES Y EL ARCHIPIÉLAGO JARDINES DE LA REINA, CUBA

### Introducción

Los peces dentro de los vertebrados son el grupo con mayor número de especies (más de 25000) y son el principal recurso alimentario en los mares y océanos, al constituir el 77% del total de los productos pesqueros (Claro, 2007a).

La estructura de las asociaciones de peces en los arrecifes coralinos a nivel global está siendo afectada debido a la explotación pesquera, las alteraciones antrópicas y naturales, y el cambio climático (Hawkins & Roberts, 2004; Perry, Low, Ellis, & Reynolds, 2005; Claro, Cantelar, Pina-Amargós, & García-Arteaga, 2007; Stevenson *et al.*, 2007; Azzurro, Matiddi, Fanelli, Guidetti, Scarpato, & Axiak, 2010).

La disminución de la cobertura viva de coral y la complejidad del sustrato, debido al cambio climático está afectando la estructura de las asociaciones de peces que habitan en los arrecifes de coral (Booth & Beretta, 2002; Garpe, Yahya, Lindahl, & Öhman, 2006; Cheal, Wilson, Emslie, & Dolman, 2008; Pratchett *et al.*, 2008). El aumento de la temperatura del mar, como uno de los factores asociados al cambio climático que afectan los arrecifes, puede ampliar la distribución geográfica de algunas especies de peces y disminuir la de otras, incluyendo varias especies de interés comercial (Perry *et al.*, 2005; Munday *et al.*, 2009). Además, puede reducir la tasa de reproducción y disminuir la producción de esperma en los peces (Donelson, Munday, McCormick, Pankhurst, & Pankhurst, 2010). También, el desarrollo, supervivencia y conducta de las larvas de peces pueden verse afectadas (Munday *et al.*, 2009). Por ello, resulta necesario evaluar y monitorear los cambios en el ecosistema y sus causas, como investigación básica para el manejo y protección de las asociaciones de peces.

El proyecto *Evaluación de los impactos potenciales del cambio climático sobre la biodiversidad y desarrollo de estrategias de adaptación en dos regiones de ecosistemas frágiles de Cuba* tiene como objetivo general determinar la vulnerabilidad de la biodiversidad marina ante el cambio climático en dos zonas ecológicamente sensibles al sur de Cuba, las cuales son el golfo de Cazones y el archipiélago Jardines de la Reina. Para cumplimentar esto, una de las tareas fue recopilar la información existente (publicada o inédita) sobre la evaluación de las asociaciones de peces mediante censos visuales en los arrecifes de coral de estas dos zonas. Esa información puede ser utilizada como línea base de referencia para determinar los posibles cambios futuros en mejores asociaciones de peces.

## Asociaciones de peces en el golfo de Cazones

Entre los años 1984 y 1991 se realizaron censos visuales de peces mediante la metodología Brock (1954) en tres crestas arrecifales en el golfo de Cazones (Claro, García-Arteaga, Valdés-Muñoz, & Sierra, 1990; Lara, Claro, García-Arteaga, & García-Rodríguez, 2014). También, entre 1987 y 1990 se realizaron censos visuales de peces en dos arrecifes

profundos de ese golfo (Lara *et al.*, 2014).

Las crestas evaluadas por estos autores fueron: al sur de la ensenada de Cazones (S-EC), al sureste del cayo Diego Pérez (SE-Cy.DP2) y en el cayo Sigua (Cy.Si). La densidad y la biomasa de peces en el sitio SE-Cy.DP2 fueron bajas en 1984 (Tabla 1), y se clasificaron con una condición de pobre y crítica, respectivamente (Claro, Lara, & García-Rodríguez, 2014b). La cresta S-EC fue muestreada en 1984 y 1988, y la de Cy.Si en el período 1985-1986. Tanto la densidad como la biomasa de peces en los dos sitios anteriores disminuyeron notablemente de un año a otro (Tabla 1), lo que indica grandes afectaciones en la estructura de la ictiofauna. La densidad y la biomasa de peces en S-EC fueron clasificadas con una condición de pobre y crítica, respectivamente según la escala de Claro *et al.* (2014b), lo cual evidencia que la ictiofauna en ese período ya estaba deprimida. A pesar de que la densidad y la biomasa de peces en Cy.Si disminuyeron entre 1985 y 1986, se mantuvieron en niveles favorables. Sin embargo, esa disminución indica afectaciones a la ictiofauna en Cy.Si.

**Tabla 1.** Densidad (individuos/100 m<sup>2</sup>) y biomasa (g/100 m<sup>2</sup>) promedio de peces en crestas del golfo de Cazones entre 1984 y 1988. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: entre 1984-1988 (Claro *et al.*, 1990; Lara *et al.*, 2014)

Sitios	1984	1985	1986	1988
<b>Densidad</b>				
<b>S-EC</b>	181	*	*	119
<b>SE-Cy.DP2</b>	147	*	*	*
<b>Cy.Si</b>	*	1403	615	*
<b>Biomasa</b>				
<b>S-EC</b>	11623	*	*	4414
<b>SE-Cy.DP2</b>	2769	*	*	*
<b>Cy.Si</b>	*	47464	16315	*
*No existe información				

El arrecife frontal al sur de la ensenada de Cazonos (S-EC) fue evaluado en 1988 y 1989, mientras que al sur del cayo Diego Pérez (SE-Cy.DP2) se muestreó tres veces entre los años 1988 y 1990. En ambos sitios, la densidad y la biomasa de peces disminuyeron en el período 1988-1990 (Tabla 2), reflejando serias afectaciones en la ictiofauna (Claro *et al.*, 2014b).

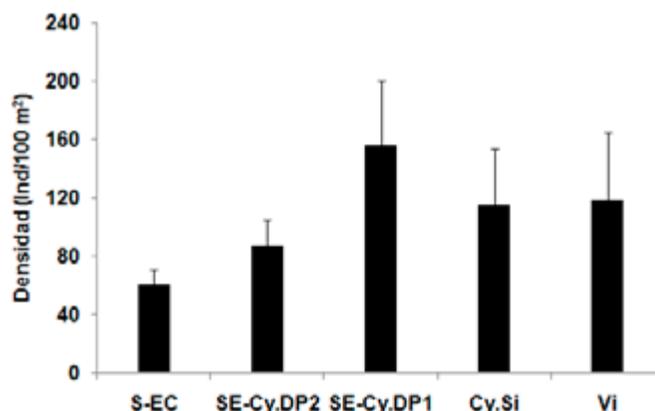
**Tabla 2.** Densidad (individuos/100 m<sup>2</sup>) y biomasa (g/100 m<sup>2</sup>) promedio de peces en arrecifes profundos del golfo de Cazonos entre 1988 y 1990. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: entre 1988 y 1990 (Lara *et al.*, 2014)

Sitios	1988	1989	1990
<b>Densidad</b>			
<b>S-EC</b>	103	85	*
<b>SE-Cy.DP2</b>	162	92	42
<b>Biomasa</b>			
<b>S-EC</b>	9316	4635	*
<b>SE-Cy.DP2</b>	7579	3319	5915
*No existe información			

Según Lara *et al.* (2014) esa reducción en la abundancia de los peces parece estar relacionada con el incremento del esfuerzo pesquero a partir de 1980, que ocurrió en todo el país (Claro, 2007b). Estos cambios de la ictiofauna en la región evidencian la importancia de evaluar la situación actual, en la que, no solo se observa un continuo decline de los recursos pesqueros (Lara *et al.*, 2014), sino también la influencia negativa de los cambios globales, que han causado reducciones importantes en la densidad y biomasa de peces en otros arrecifes de Cuba por la disminución de la cobertura coralina, la casi desaparición de los herbívoros de mediana y gran talla y otras afectaciones al ecosistema costero (Claro *et al.*, 2007).

En marzo del 2001 fueron muestreadas las asociaciones de peces mediante el protocolo AGRRRA (2000) en arrecifes del golfo de Batabanó, incluyendo sitios en el golfo de Cazonos (datos inéditos del Archivo Científico del Instituto de Oceanología; [www.agrra.org](http://www.agrra.org)). Al analizar las 13 crestas evaluadas en el golfo de Cazonos, la densidad de peces varió de 26,7 ind./100 m<sup>2</sup> en el sitio 1 (localizado en los

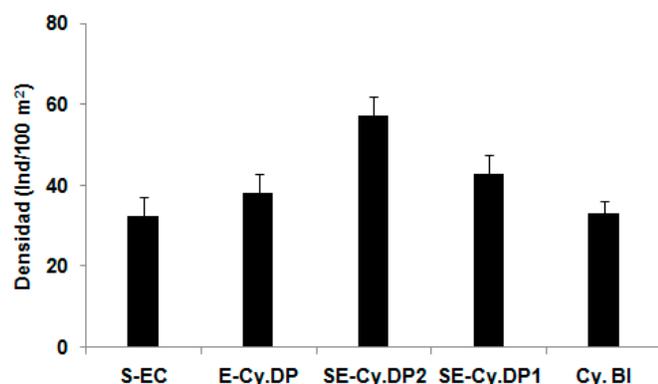
22°8,813' N y 81°30,036' O) a 156,5 ind./100 m<sup>2</sup> en SE-Cy.DP1, con una media de 85,1 ind./100 m<sup>2</sup> para todo el área. En general, la densidad de peces aumentó de norte a sur en las crestas del golfo de Cazonos (Fig. 1), encontrándose un valor alto en SE-Cy.DP1 según la escala de Alcolado & Durán (2011).



**Figura 1.** Densidad promedio ( $\pm$ EE) de peces en crestas del golfo de Cazonos en el 2001. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: 2001 (datos inéditos del Archivo Científico del Instituto de Oceanología; [www.agrra.org](http://www.agrra.org))

La densidad de peces en los arrecifes profundos del golfo de Cazonos en el 2001 (según los datos de 21 arrecifes frontales, datos inéditos del Archivo Científico del Instituto de Oceanología; [www.agrra.org](http://www.agrra.org)) varió de 11,3 ind./100 m<sup>2</sup> en el sitio Peces Viejos a 105,8 ind./100 m<sup>2</sup> en Cayo Sigua, con una media de 43,1 ind./100 m<sup>2</sup>. La mayor densidad de peces se encontró en SE-Cy.DP2 (Fig. 2), mientras que los otros sitios presentaron abundancias bajas según la escala de Alcolado & Durán (2011).

La densidad de peces herbívoros en el golfo de Cazonos en el 2001, según los datos de las 13 crestas arrecifales (datos inéditos del Archivo Científico del Instituto de Oceanología; [www.agrra.org](http://www.agrra.org)), varió de 10,5 ind./100 m<sup>2</sup> en el sitio localizado en los 22° 8,813' N y 81° 30,036' O a 93,7 ind./100 m<sup>2</sup> en el sitio denominado Herradura de Sigua, con una media de 44,3 ind./100 m<sup>2</sup>. La densidad de peces carnívoros varió de 3,5 ind./100 m<sup>2</sup> en el sitio denominado Arrecife Pequeño Perdido a 83,3 ind./100 m<sup>2</sup> en el sitio Cy. Si, con una media de 25,5 ind./100 m<sup>2</sup>.



**Figura 2.** Densidad promedio ( $\pm$ EE) de peces en arrecifes profundos del golfo de Cazones en el 2001. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: 2001 (datos inéditos del Archivo Científico del Instituto de Oceanología; [www.agrra.org](http://www.agrra.org))

La densidad de peces herbívoros aumentó de norte a sur en las crestas del golfo de Cazones en 2001, a excepción de Cy.Si (Tabla 3); encontrándose las mayores abundancias en Vi y SE-Cy.DP1, las cuales fueron altas según la escala de Alcolado & Durán (2011). También la densidad de peces carnívoros aumentó de norte a sur, a excepción de Vi (Tabla 3); pero todos los valores fueron bajos (Tabla 3; según la escala de Alcolado & Durán, 2011).

**Tabla 3.** Densidad promedio (individuos/100 m<sup>2</sup>) de peces herbívoros y carnívoros en crestas del golfo de Cazones en el 2001. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: 2001 (datos inéditos del Archivo Científico del Instituto de Oceanología; [www.agrra.org](http://www.agrra.org))

Gremios	S-EC	SE-Cy.DP2	SE-Cy.DP1	Cy.Si	Vi
Herbívoros	28,8	33,3	53,5	12,5	78,8
Carnívoros	12,2	45,7	58,7	83,3	23,5

La densidad de peces herbívoros en el golfo de Cazones en el 2001, según los datos de los 21 arrecifes profundos (datos inéditos del Archivo Científico del Instituto de Oceanología; [www.agrra.org](http://www.agrra.org)) varió de 4,2 ind./100 m<sup>2</sup> en el sitio denominado Peces Viejos a 33,2 ind./100 m<sup>2</sup> en SE-Cy.DP1, con una media

de 20,1 ind./100 m<sup>2</sup>. La densidad de peces carnívoros varió de 3 ind./100 m<sup>2</sup> en el sitio llamado Los Méritos a 60,3 ind./100 m<sup>2</sup> en el sitio denominado Cy.Si, con una media de 18,6 ind./100 m<sup>2</sup>.

Las densidades de peces herbívoros y carnívoros fueron bajas en cinco arrecifes profundos evaluados en el 2001 (Tabla 4), según la escala de Alcolado & Durán (2011).

**Tabla 4.** Densidad promedio (individuos/100 m<sup>2</sup>) de peces herbívoros y carnívoros en arrecifes profundos del golfo de Cazones en el 2001. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: 2001 (datos inéditos del Archivo Científico del Instituto de Oceanología; [www.agrra.org](http://www.agrra.org))

Gremios	S-EC	E-Cy.DP	SE-Cy.DP2	SE-Cy.DP1	Cy. BI
Herbívoros	23,8	29,5	28	33,2	12,2
Carnívoros	6,2	5,3	23,8	5,3	15,8

Según los datos de 13 crestas arrecifales del golfo de Cazones evaluadas en el 2001 (datos inéditos del Archivo Científico del Instituto de Oceanología; [www.agrra.org](http://www.agrra.org)), la talla promedio de loros (*Scaridae*) varió de 13 cm en el sitio localizado en los 22° 8,813' N y 81° 30,036' O a 24 cm en el sitio localizado en los 21° 48,280' N y 81° 11,854' O, con una media de 18 cm. La talla de pargos (*Lutjanidae*) varió de 13 cm en el sitio localizado en los 22° 8,813' N y 81° 30,036' O a 31 cm en el sitio denominado Encallado, con una media de 21 cm. La talla de meros (*Serranidae*) fue de 8 cm en S-EC a 50 cm en Vi, con una media de 21 cm.

En las crestas del golfo de Cazones evaluadas en el 2001, las tallas promedios de loros fueron clasificadas como buenas en SE-Cy.DP2 y Cy.Si (Tabla 5) según la escala de Alcolado & Durán (2011). Los pargos presentaron pequeñas tallas en la mayoría de los sitios, mientras

que la mayor talla promedio de meros se observó en Vi (Tabla 5).

Según los datos de todos los arrecifes profundos muestreados en el golfo de Cazones en 2001 (datos inéditos del Archivo Científico del Instituto de

**Tabla 5.** Tallas promedios (cm) de algunas familias de peces de gran importancia ecológica en crestas del golfo de Cazonos en el 2001. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: 2001 (datos inéditos del Archivo Científico del Instituto de Oceanología; [www.agrra.org](http://www.agrra.org))

Familias	S-EC	SE-Cy.DP2	SE-Cy.DP1	Cy. SI	Vi
Loros	15	22	19	23	18
Pargos	16	23	21	23	20
Meros	8	16	17	24	50

Oceanología; [www.agrra.org](http://www.agrra.org)), la talla promedio de loros varió de 12 cm en el sitio denominado Arrecife Turbio a 24 cm en el sitio llamado Peces Viejos, con una media de 16 cm. La talla de pargos varió de 13 cm en *E-Cy.DP* a 27 cm en *SE-Cy.DP1*, con una media de 21 cm. La talla de meros varió de 8 cm en el sitio denominado Rolling Hills a 50 cm en el sitio llamado Peces Viejos, con una media de 22 cm.

En los arrecifes profundos del golfo de Cazonos evaluados en el 2001, las tallas de loros, pargos y meros fueron bajas en la mayoría de los sitios (Tabla 6) según la escala de Alcolado & Durán (2011), a excepción de la talla de los pargos en *SE-Cy.DP1*.

**Tabla 6.** Tallas promedios (cm) de algunas familias de peces de gran importancia ecológica en arrecifes profundos del golfo de Cazonos en el 2001. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: 2001 (datos inéditos del Archivo Científico del Instituto de Oceanología; [www.agrra.org](http://www.agrra.org))

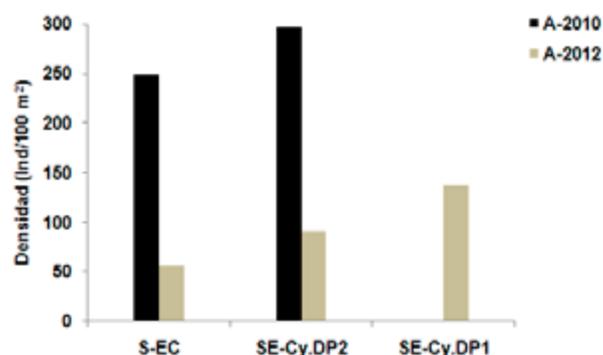
Familias	S-EC	SE-Cy.DP	SE-Cy.DP2	SE-Cy.DP1	Cy. BI
Loros	19	13	13	16	17
Pargos	24	13	19	27	22
Meros	22	26	25	24	14

En los años 2010 y 2012, en el golfo de Cazonos se muestrearon los peces a partir del método de Brock (1954) en el marco del proyecto: "*Diagnóstico de comunidades bióticas focales en arrecifes coralinos de Cuba dirigido a la afectación por huracanes*", el

cual fue desarrollado principalmente por el Acuario Nacional de Cuba. Sin embargo, en este proyecto la densidad y la biomasa de las especies de peces carnívoros (pargos, meros y roncós) y herbívoros (loros y barberos) fueron calculadas mediante la planilla AGRRA (2000) para su comparación con otros trabajos. En ese estudio se evaluaron cuatro crestas y ocho arrecifes profundos, de los cuales, las crestas *SE-Cy.DP2* y *S-EC* y el arrecife profundo *S-EC* fueron muestreados en los dos años.

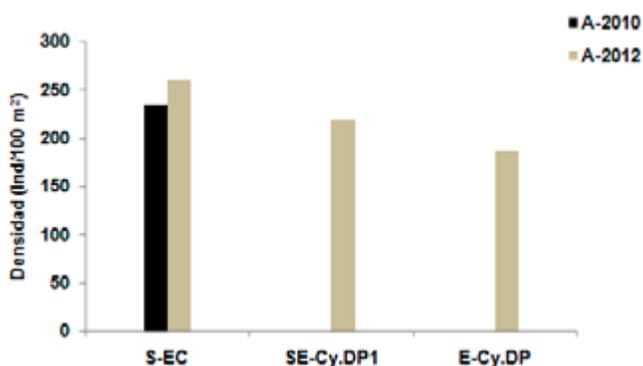
En las crestas del golfo de Cazonos en el 2012 (según los datos inéditos del Archivo Científico del Acuario Nacional de Cuba), la densidad de peces varió de 56 ind./100 m<sup>2</sup> en *S-EC* a 137 ind./100 m<sup>2</sup> en *SE-Cy.DP1*, con una media de 97,3 ind./100 m<sup>2</sup>. En las crestas *S-EC* y *SE-Cy.DP2* evaluadas en el 2010, las densidades de peces fueron bajas (Fig. 3) y clasificadas como regulares según la escala de Claro *et al.* (2014b). En estos sitios las densidades de peces disminuyeron considerablemente de un año a otro (Fig. 3), clasificándose como críticas según la escala anterior mencionada.

En los arrecifes profundos del golfo de Cazonos (según los datos inéditos del Archivo Científico del Acuario Nacional de Cuba; Caballero *et al.*, 2012), la densidad de peces en 2010 varió de 235 ind./100 m<sup>2</sup> en *S-EC* a 381 ind./100 m<sup>2</sup> en Faro Diego Pérez Norte, con una media de 293,5 ind./100 m<sup>2</sup>, mientras que en el 2012 varió de 187 ind./100 m<sup>2</sup> en *E-Cy.DP* a 371 ind./100 m<sup>2</sup> en la ensenada de Cazonos, con una media de 271,8 ind./100 m<sup>2</sup>.



**Figura 3.** Densidad promedio (individuos/100 m<sup>2</sup>) de peces en crestas del golfo de Cazonos entre 2010 y 2012. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: 2010 y 2012 (datos inéditos del Archivo Científico del Acuario Nacional de Cuba)

La densidad de peces en los arrecifes profundos *E-Cy*. DP, *S-EC* y *SE-Cy*.DP1 fue baja, y se clasificó de pobre (*S-EC* y *SE-Cy*.DP1) y crítica (*E-Cy*.DP) según la escala de Claro *et al.* (2014b) (Fig. 4). La densidad de peces en *S-EC* no varió entre los dos años evaluados (Fig. 4).



**Figura 4.** Densidad promedio (individuos/100 m<sup>2</sup>) de peces en arrecifes profundos del golfo de Cazones entre 2010 y 2012. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: 2010 y 2012 (datos inéditos del Archivo Científico del Acuario Nacional de Cuba)

En las crestas del golfo de Cazones (según los datos inéditos del Archivo Científico del Acuario Nacional de Cuba; Caballero *et al.*, 2012) la densidad de peces herbívoros en 2012 varió de 41,9 ind./100 m<sup>2</sup> en el cayo Ernest Thaelmann a 242,2 ind./100 m<sup>2</sup> en *SE-Cy*.DP2, con una media de 109,9 ind./100 m<sup>2</sup>. La biomasa de peces herbívoros varió de 2755,6 g/100 m<sup>2</sup> en el cayo Ernest Thaelmann a 32523,7 g/100 m<sup>2</sup> en *SE-Cy*.DP2, con una media de 12329,2 g/100 m<sup>2</sup>. La densidad de peces carnívoros fluctuó de 17,5 ind./100 m<sup>2</sup> en el cayo Ernest Thaelmann a 137,8 ind./100 m<sup>2</sup> en *SE-Cy*.DP1, con una media de 71,2 ind./100 m<sup>2</sup>. La biomasa

de peces carnívoros osciló de 600 g/100 m<sup>2</sup> en el cayo Ernest Thaelmann a 15189,6 g/100 m<sup>2</sup> en *SE-Cy*.DP1, con una media de 9285,1 g/100 m<sup>2</sup>.

En las crestas arrecifales *S-EC*, *SE-Cy*.DP2 y *SE-Cy*.DP1, la densidad y la biomasa de peces herbívoros fueron altas (Tabla 7) según la escala de Alcolado & Durán (2011), con excepción de *SE-Cy*.DP2 en el 2010 (Tabla 7). La densidad de peces carnívoros fue elevada en *SE-Cy*.DP2 en el 2010 y en *SE-Cy*.DP1 en el 2012 (Tabla 7), mientras que la biomasa fue alta en *SE-Cy*.DP2 en 2010 y en 2012 y *SE-Cy*.DP1 en el 2012 según la escala de Alcolado & Durán (2011). Tanto la densidad como la biomasa de peces carnívoros disminuyeron en *SE-Cy*.DP2 entre el 2010 y el 2012, indicando afectaciones en la estructura de las asociaciones de peces según la escala de Alcolado & Durán (2011).

En las crestas del golfo de Cazones en el 2012 (según los datos inéditos del Archivo Científico del Acuario Nacional de Cuba; Caballero *et al.*, 2012), la talla promedio de loros varió de 13 cm en *S-EC* a 28 cm en *SE-Cy*.DP1, con una media de 19 cm. La talla promedio de pargos varió de 18 cm en el cayo Ernest Thaelmann a 22 cm en *SE-Cy*.DP2, con una media de 20 cm. La talla de meros varió de 21 cm en *S-EC* a 31 cm en *SE-Cy*.DP2, con una media de 26 cm.

La talla promedio de pargos fue alta en *S-EC* en 2010 y baja en los demás sitios (<25 cm) (Tabla 8) según la escala de Alcolado & Durán (2011). Además, la talla de los pargos disminuyó entre 2010 y 2012 en *SE-Cy*.DP2 y en *S-EC*, lo que indica afectaciones en la estructura de tallas de estos peces carnívoros de gran tamaño. La talla de los meros fue alta en *SE-Cy*.DP2 en ambos años (Tabla 8) y es clasificada como buena según la

Gremios	S-EC	S-EC	SE-Cy.DP2	SE-Cy.DP2	SE-Cy.DP1
	-2010	-2012	-2010	-2012	-2012
<b>Densidad</b>					
Herbívoros	57,8	92,8	14,2	242,2	62,5
Carnívoros	17,2	38,9	268,9	90,6	137,8
<b>Biomasa</b>					
Herbívoros	5266,7	5155,4	2256,2	32523,7	8882,2
Carnívoros	4110,1	7655,6	17267,3	13695,2	15189,6

**Tabla 7.** Densidad (individuos/100 m<sup>2</sup>) y biomasa (g/100 m<sup>2</sup>) promedio de peces herbívoros y carnívoros en crestas del golfo de Cazones entre 2010 y 2012. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: 2010 y 2012 (datos inéditos del Archivo Científico del Acuario Nacional de Cuba; Caballero *et al.*, 2012)

escala de Alcolado & Durán (2011). La mayor talla promedio de peces loros fue obtenida en *SE-Cy.DP1* (Tabla 8), y es clasificada como buena según la escala

**Tabla 8.** Tallas promedios (cm) de algunas familias de peces de gran importancia ecológica en crestas del golfo de Cazones entre 2010 y 2012. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: 2010 y 2012 (datos inéditos del Archivo Científico del Acuario Nacional de Cuba; Caballero *et al.*, 2012)

	S-EC -2010	S-EC -2012	SE-Cy.DP2 -2010	SE-Cy.DP2 -2012	SE-Cy.DP1 -2012
Loros	11	13	21	21	28
Pargos	27	19	24	22	21
Meros	16	21	33	31	*
*No existe información					

de Alcolado & Durán (2011).

En los arrecifes profundos del golfo de Cazones (según los datos inéditos del Archivo Científico del Acuario Nacional de Cuba; Caballero *et al.*, 2012), la densidad de peces herbívoros en 2010 varió de 21,3 ind./100 m<sup>2</sup> en cayo Calvario a 47,6 ind./100 m<sup>2</sup> en Faro Diego Pérez Norte, con una media de 34,5 ind./100 m<sup>2</sup>. La biomasa de peces herbívoros varió de 1868,3 g/100 m<sup>2</sup> en el cayo Calvario a 4829 g/100 m<sup>2</sup> en S-EC, con una media de 3307,2 g/100 m<sup>2</sup>. La densidad de peces carnívoros en el 2010 fue de 24,3 ind./100 m<sup>2</sup> en el cayo Ernest Thaelmann a 61,2 ind./100 m<sup>2</sup> en el sitio Faro Diego Pérez Norte (localizado en los 22°05,233' N y 81°30,898' O), con una media de 35,9 ind./100 m<sup>2</sup>. La biomasa de peces carnívoros varió de 5796,8 g/100 m<sup>2</sup> en el cayo Ernest Thaelmann a 12041,5 g/100 m<sup>2</sup> en el sitio S-EC, con una media de 8164,8 g/100 m<sup>2</sup>.

La densidad de peces herbívoros en los arrecifes profundos en el 2012 fue de 32,2 ind./100 m<sup>2</sup> en Los Pinos a 223,6 ind./100 m<sup>2</sup> en *SE-Cy.DP1*, con una media de 119,5 ind./100 m<sup>2</sup>. La biomasa de peces herbívoros fue de 640,8 g/100 m<sup>2</sup> en Los Pinos a 6611,5 g/100 m<sup>2</sup> en S-EC, con una media de 3588,3 g/100 m<sup>2</sup>. La densidad de peces carnívoros en el 2012 fue de 10,6 ind./100 m<sup>2</sup> en Faro Diego Pérez Norte a 71,1 ind./100 m<sup>2</sup> en el sitio Los Pinos, con

una media de 39,3 ind./100 m<sup>2</sup>. La biomasa de peces carnívoros fue de 1228,9 g/100 m<sup>2</sup> en Faro Diego Pérez Norte a 10820,9 g/100 m<sup>2</sup> en *E-Cy.DP*, con una media de 5835,2 g/100 m<sup>2</sup>.

En el arrecife profundo S-EC, la densidad de peces herbívoros aumentó del 2010 al 2012 (Tabla 9), clasificándose de una condición regular a muy buena según la escala de Alcolado & Durán (2011). También, en el 2012 en los sitios *SE-Cy.DP1* y *E-Cy.DP* la densidad de peces herbívoros fue elevada (Tabla 9), clasificándose de una condición muy buena según la escala de Alcolado & Durán (2011). Los valores de densidad de peces carnívoros fueron bajos en todos los sitios (Tabla 9) y fueron clasificados de pobres según la escala de Alcolado & Durán (2011). La

biomasa de peces herbívoros en S-EC fue alta en los dos años de muestreo, al igual que en *E-Cy.DP* (Tabla 9), clasificándose en estos sitios de buena según la escala de Alcolado & Durán (2011), mientras que en *SE-Cy.DP1* fue menor clasificándose como regular. La biomasa de peces carnívoros fue elevada en el 2012

**Tabla 9.** Densidad (individuos/100 m<sup>2</sup>) y biomasa (g/100 m<sup>2</sup>) promedio de peces herbívoros y carnívoros en arrecifes profundos del golfo de Cazones entre 2010 y 2012. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: 2010 y 2012 (datos inéditos del Archivo Científico del Acuario Nacional de Cuba; Caballero *et al.*, 2012)

Gremios	S-EC -2010	S-EC -2012	SE-Cy.DP1 -2012	SE-Cy.DP -2012
	<b>Densidad</b>			
Herbívoros	44,8	108,3	223,6	123,9
Carnívoros	28,8	41,9	41,9	39,7
<b>Biomasa</b>				
Herbívoros	4829,2	6611,5	3727,3	5928,4
Carnívoros	12041,5	9674,9	7594,7	10820,9

en *E-Cy.DP* y en los dos años de muestreos en S-EC (Tabla 9). Ambos sitios se clasifican como buenos según la escala de Alcolado & Durán (2011).

En el 2010 en los arrecifes profundos, la talla promedio de loros varió de 7,5 cm en cayo Calvario a 14 cm

en S-EC, con una media de 11 cm. La talla de pargos varió de 20 cm en Faro Diego Pérez Norte a 27 cm en el cayo Ernest Thaelmann, con una media de 24 cm. La talla de meros varió de 21 cm en el cayo Ernest Thaelmann a 34 cm en Faro Diego Pérez Norte, con una media de 26 cm.

En el 2012, la talla promedio de loros varió de 7 cm en E-Cy.DP y Faro Diego Pérez Norte a 10 cm en SE-Cy.DP1 y S-EC, con una media de 8 cm. La talla de pargos varió de 16 cm en el cayo Los Pinos a 28 cm en S-EC, con una media de 20 cm. La talla de meros fue de 13 cm en la ensenada de Cazonos y en el cayo Los Pinos a 34 cm en SE-Cy.DP1, con una media de 19 cm.

En el arrecife profundo S-EC, las tallas promedios de loros, pargos y meros no variaron entre los dos años de muestreos (Tabla 10). En este sitio la talla promedio de loros se clasifica de pobre, la de pargos como buena y la talla de meros como regular según la escala de Alcolado & Durán (2011). En SE-Cy.DP1 las tallas de loros y de pargos fueron bajas, mientras que la de meros fue alta (Tabla 10) y se clasifica como buena según la escala de Alcolado & Durán (2011). En el sitio E-Cy.DP, en 2012, la talla de loros se clasifica de crítica, mientras que la de pargos y meros de pobre según la

**Tabla 10.** Tallas promedios (cm) de algunas familias de peces de gran importancia ecológica en crestas del golfo de Cazonos entre 2010 y 2012. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: 2010 y 2012 (datos inéditos del Archivo Científico del Acuario Nacional de Cuba; Caballero *et al.*, 2012)

<b>Gremios</b>	<b>S-EC -2010</b>	<b>S-EC -2012</b>	<b>SE-Cy.DP1 -2012</b>	<b>SE-Cy.DP -2012</b>
Loros	14	10	10	7
Pargos	26	28	20	19
Meros	24	23	34	17

escala de Alcolado & Durán (2011).

De manera general, aunque los valores de densidad y biomasa de peces carnívoros y herbívoros fueron mayores en 2012 en comparación con 2001, Caballero *et al.* (2012) sugirieron cierta presión de pesca sobre estos grupos. Las investigaciones desarrolladas en los períodos 1984-1988 y entre el 2010-2012 fueron realizadas con el método de muestreo de Brock

(1954). Por lo tanto, al comparar las abundancias de peces entre los estudios del período 1984-1988 y el de 2010-2012, se observa un incremento en la densidad promedio de peces en las crestas S-EC y SE-Cy.DP2 del período 1984-1988 al 2010, seguido de una considerable disminución en el 2012 (Tabla 11). Esto indica afectaciones en las asociaciones de peces en estos sitios.

**Tabla 11.** Densidad (individuos/100 m<sup>2</sup>) de peces en crestas del golfo de Cazonos entre 1984 y 2012. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: entre 1984-1988 (Claro *et al.*, 1990; Lara *et al.*, 2014) y entre 2010-2012 (datos inéditos del Archivo Científico del Acuario Nacional de Cuba)

<b>Sitios</b>	<b>1984</b>	<b>1988</b>	<b>2010</b>	<b>2012</b>
S-EC	181	119	249	56
SE-Cy.DP2	147	*	296	91
*No existe información				

La densidad y biomasa de peces herbívoros y carnívoros fueron calculadas con la planilla AGRRA (2000) en el período 2010-2012 (datos inéditos del Archivo Científico del Acuario Nacional de Cuba; Caballero *et al.*, 2012), lo que permite realizar comparaciones con los datos obtenidos en el 2001 (datos inéditos del Archivo Científico del Instituto de Oceanología; [www.agrra.org](http://www.agrra.org)). La densidad de peces herbívoros y carnívoros fue mayor en las crestas del golfo de Cazonos en el 2012 en comparación con el 2001 (Tabla 12). Sin embargo, en SE-Cy.DP2 hubo una disminución en la densidad de los peces carnívoros entre el 2010 y el 2012 (Tabla 12).

Los arrecifes profundos estudiados en los períodos 1988-1989 y 2010-2012 fueron muestreados con el método de Brock (1954), lo que permite realizar comparaciones. En el sitio S-EC, la abundancia de peces aumentó considerablemente de un período a otro, al duplicar los valores registrados en los primeros muestreos (Tabla 13).

La abundancia de peces herbívoros y carnívoros aumentó notablemente entre los años 2001 y 2012 en los arrecifes profundos del golfo de Cazonos (Tabla 14).

**Tabla 12.** Densidad promedio (individuos/100 m<sup>2</sup>) de peces herbívoros y carnívoros en crestas del golfo de Cazonos entre 2001 y 2012. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: 2001 (datos inéditos del Archivo Científico del Instituto de Oceanología; [www.agrra.org](http://www.agrra.org)) y entre 2010-2012 (datos inéditos del Archivo Científico del Acuario Nacional de Cuba; Caballero *et al.*, 2012)

Sitios	2001	2010	2012
<b>Herbívoros</b>			
S-EC	28,8	57,8	92,8
SE-Cy.DP2	33,3	14,2	242,2
SE-Cy.DP1	53,5	*	62,5
<b>Carnívoros</b>			
S-EC	12,2	17,2	38,9
SE-Cy.DP2	45,7	268,9	90,6
SE-Cy.DP1	58,7	*	137,8
*No existe información			

## Asociaciones de peces en el archipiélago Jardines de la Reina

Uno de los primeros muestreos de peces realizados en el archipiélago Jardines de la Reina, específicamente en el área marina protegida Cayos de Doce Leguas, fue en enero de 1997 por solicitud de la empresa turística que opera en esa área (Claro, García-Arteaga, Pina-Amargós, Cantelar, Lara, & García-Rodríguez, 2014a). Según estos autores, el objetivo fue evaluar el estado de conservación de las asociaciones de peces en las crestas y arrecifes profundos de esa área marina protegida, a partir del método de censo visual de Brock (1954). Se trabajó en seis crestas y 13 arrecifes profundos en el área marina protegida (Claro *et al.*, 2014a).

Según los datos de Claro *et al.* (2014a), la densidad de peces en las crestas muestreadas varió de 177 ind./100 m<sup>2</sup> en S.C. Anclitas a 301 ind./100 m<sup>2</sup> en S. Estero Guancho C. Caballones, con un valor promedio de 248 ind./100 m<sup>2</sup>. La biomasa de peces fluctuó de 7472 g/100 m<sup>2</sup> en S.C. Anclitas a 15949 g/100 m<sup>2</sup> en S.C. Caballones, con un promedio de 12093 g/100 m<sup>2</sup>.

**Tabla 13.** Densidad promedio (individuos/100 m<sup>2</sup>) de peces en un arrecife profundo del golfo de Cazonos entre 1988 y 2012. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: entre 1984-1988 (Claro *et al.*, 1990; Lara *et al.*, 2014) y entre 2010-2012 (datos inéditos del Archivo Científico del Acuario Nacional de Cuba)

Sitios	1988	1989	2010	2012
S-EC	103	85	234	259

**Tabla 14.** Densidad promedio (individuos/100 m<sup>2</sup>) de peces herbívoros y carnívoros en arrecifes profundos del golfo de Cazonos entre 2001 y 2012. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 1. Fuentes de los datos: 2001 (datos inéditos del Archivo Científico del Instituto de Oceanología) y entre 2010-2012 (datos inéditos del Archivo Científico del Acuario Nacional de Cuba; Caballero *et al.*, 2012)

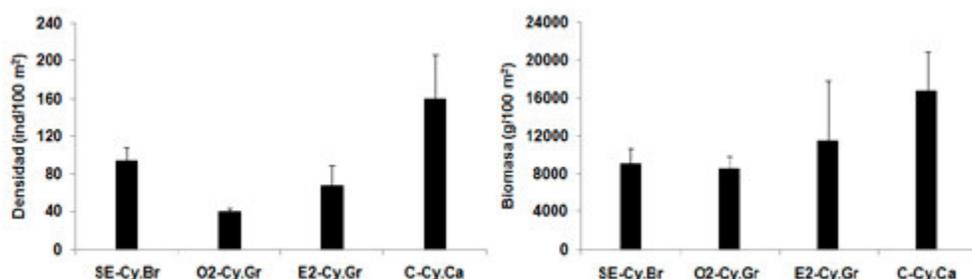
Sitios	2001	2010	2012
<b>Herbívoros</b>			
S-EC	23,8	44,8	108,3
SE-Cy.DP1	33,2	*	223,6
SE-Cy.DP	29,5		123,9
<b>Carnívoros</b>			
S-EC	6,2	28,8	41,9
SE-Cy.DP1	5,3	*	41,9
SE-Cy.DP	5,3		39,7
*No existe información			

En la cresta arrecifal S.C. Caballones (sitio cinco), la densidad de peces en 1997 fue de  $192 \pm 156$  ind./100 m<sup>2</sup> y la biomasa de  $15949 \pm 8120$  g/100 m<sup>2</sup> (Claro *et al.*, 2014a). Según Claro *et al.* (2014b), la densidad de peces en ese sitio es clasificada como pobre y la biomasa como buena, indicando que la asociación de peces se encontraba afectada, aunque existían algunos peces de mediana (20-40 cm) y gran talla (>40 cm), pero en abundancias bajas.

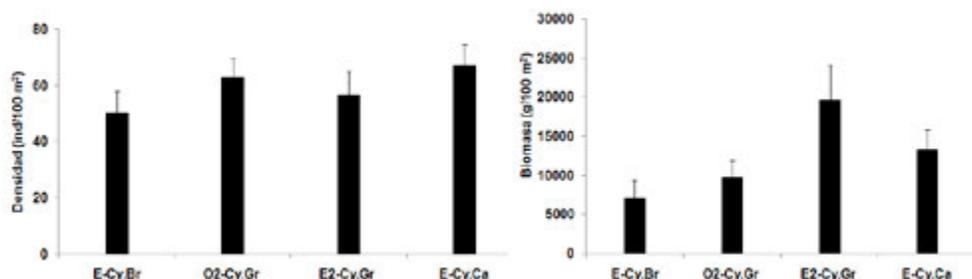
En los arrecifes profundos muestreados por Claro *et al.* (2014a), la densidad de peces varió de 165 ind./100 m<sup>2</sup> en S.C. Piedra Grande a 975 ind./100 m<sup>2</sup> en S.C. Boca Piedra Piloto, con un valor promedio de 446,7 ind./100 m<sup>2</sup>. La biomasa de peces osciló de 9554

g/100 m<sup>2</sup> en S.C Pta. las Crucecitas a 61301 g/100 m<sup>2</sup> en S. Pasa Piedra Grande, con un promedio de 20220,5 g/100 m<sup>2</sup>.

En agosto del 2001 fueron realizados muestreos en 26 crestas y 29 arrecifes profundos de este archipiélago (Alcolado *et al.*, 2001b; Claro *et al.*, 2014a) utilizando la metodología AGRRA (2000). Según los datos de Alcolado *et al.* (2001b) y Claro *et al.* (2014a), la densidad de peces en las crestas del archipiélago Jardines de la Reina varió de 36 ind./100 m<sup>2</sup> en Botijuela a 226 ind./100 m<sup>2</sup> en cayo Cinco Balas Oeste, con una media de 87,9 ind./100 m<sup>2</sup>. La biomasa de peces en las crestas osciló de 978 g/100 m<sup>2</sup> en el cayo Mates Sur a 37679 g/100 m<sup>2</sup> en Piedra Grande, con una media de 12250,9 g/100 m<sup>2</sup>. La densidad de peces en los arrecifes profundos (según los datos de Alcolado *et al.*, 2001b; Claro *et al.*, 2014a) fluctuó de 32,7 ind./100 m<sup>2</sup> en Canal de las Mulatas a 173 ind./100 m<sup>2</sup> en cayo Cachiboca, con una media de 63,7 ind./100 m<sup>2</sup>. La biomasa de peces en los arrecifes profundos varió de 3260 g/100 m<sup>2</sup> en Norte de la Bella a 24800 g/100 m<sup>2</sup> en el cayo Cachiboca, con una media de 9494,5 g/100 m<sup>2</sup>.



**Figura 5.** Densidad y biomasa promedio ( $\pm$ EE) de peces en crestas del archipiélago Jardines de la Reina en el 2001. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 2. Fuentes de los datos: 2001 (Alcolado *et al.*, 2001b; Claro *et al.*, 2014a)



**Figura 6.** Densidad y biomasa promedio ( $\pm$ EE) de peces en arrecifes profundos del archipiélago Jardines de la Reina en el 2001. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 2. Fuentes de los datos: 2001 (Alcolado *et al.*, 2001b; Claro *et al.*, 2014a)

A partir de esa información, se observó un aumento de la densidad y biomasa de peces desde el oeste hacia el este del área de estudio (Fig. 5). El sitio con mayor densidad y biomasa de peces fue C-Cy.Ca (Fig. 5), cuyos valores lo clasifican con una buena condición según la escala de Alcolado & Durán (2011). Los otros sitios presentaron densidades y biomasa de peces que se clasifican con una condición de regular a pobre, siendo O2-Cy.Gr el sitio con la ictiofauna más afectada (Fig. 5) según la escala de Alcolado & Durán (2011).

En los arrecifes profundos, la mayor densidad se observó en E-Cy.Ca (Fig. 6). Sin embargo, la ictiofauna en ese sitio es clasificada con una condición regular según la escala de Alcolado & Durán (2011). Las biomasa de peces fueron mayores en E2-Cy.Gr y en E-Cy.Ca (Fig. 6), valores clasificados con buena condición según Alcolado & Durán (2011), lo que indica la existencia de peces de mayor talla.

Según Hodgson & Liebeler (2002) los peces herbívoros y carnívoros (gremios tróficos) tienen una gran importancia ecológica en los arrecifes coralinos. Según los datos de Alcolado *et al.* (2001b) y Claro *et al.* (2014a), la densidad de peces herbívoros en las crestas del archipiélago Jardines de la Reina varió de 1,3 ind./100 m<sup>2</sup> en el cayo Mates Sur a 107,2 ind./100 m<sup>2</sup> en cayo Granada, con una media de 47 ind./100 m<sup>2</sup>. La biomasa de peces herbívoros fluctuó de 35,3 g/100 m<sup>2</sup> en el cayo Mates Sur a 18174,7 g/100 m<sup>2</sup> en el cayo Anclitas Este, con una media de 7213,5 g/100 m<sup>2</sup>.

La densidad de peces carnívoros en las crestas osciló de 1,8 ind./100 m<sup>2</sup> en Arrecifes Mulatas Este a 204,2 ind./100 m<sup>2</sup> en cayo Cinco Balas Dentro Oeste, con una media de 29,8 ind./100 m<sup>2</sup>. La biomasa de peces carnívoros fue de 287,5 g/100 m<sup>2</sup> en Arrecifes Mulatas Este a 19992,8 g/100 m<sup>2</sup> en cayo Cinco Balas Dentro Oeste, con una media de 3930,9 g/100 m<sup>2</sup>.

La densidad de peces herbívoros en las crestas evaluadas en el 2001 fue mayor en C-Cy.Ca, clasificando como de buena calidad según la escala de Alcolado & Durán (2011) (Tabla 15). Las biomásas de peces herbívoros fueron elevadas, y con una condición buena según la escala de Alcolado & Durán (2011) en todos los sitios (Tabla 15), lo que es favorable para el arrecife (Durán & Claro, 2009). Los bajos valores de densidad y biomasa de peces carnívoros en todos los sitios (Tabla 15), así como su condición de crítica y pobre (en la mayoría de los sitios) según la escala de Alcolado & Durán (2011), indican que los grandes carnívoros en esos sitios son muy escasos. El sitio O2-Cy.Gr presentó la densidad y la biomasa de peces carnívoros más bajas del área de estudio (Tabla 15).

Según los datos de Alcolado *et al.* (2001b) y Claro *et al.* (2014a), la densidad de peces herbívoros en los arrecifes profundos varió de 12,2 ind./100 m<sup>2</sup> en el sitio Noroeste de Cayo Cinco Balas a 47 ind./100 m<sup>2</sup> en el sitio nombrado Arrecife Frustrado, con una media de 29,7 ind./100 m<sup>2</sup>. La biomasa de peces herbívoros fluctuó de 810,3 g/100 m<sup>2</sup> al noroeste del cayo Cinco Balas a 5716,6 g/100 m<sup>2</sup> en el sitio denominado

Arrecifes Mulatas Centro, con una media de 3236,4 g/100 m<sup>2</sup>. La densidad de peces carnívoros osciló de 2,5 ind./100 m<sup>2</sup> en el sitio denominado Norte de la Bella a 145,8 ind./100 m<sup>2</sup> en cayo Cinco Balas Dentro Este, con una media de 26,5 ind./100 m<sup>2</sup>. La biomasa de peces carnívoros varió de 377,6 g/100 m<sup>2</sup> en Arrecifes Mulatas Centro a 18268,3 g/100 m<sup>2</sup> en cayo Cachiboca, con una media de 4331,5 g/100 m<sup>2</sup>.

Las abundancias de peces herbívoros y carnívoros en los arrecifes profundos en el 2001 fueron bajas en la mayoría de los sitios (Tabla 16). Además, la mayoría de los sitios fueron clasificados desde una condición regular hasta crítica según la escala de Alcolado & Durán (2011), lo que indica afectaciones en la abundancia de estos gremios tróficos. El sitio E2-Cy.Gr presentó las mayores biomásas de herbívoros (clasificada como buena según la escala de Alcolado & Durán, 2011) y carnívoros (Tabla 16), lo que contribuyó junto con los datos de las otras especies de peces a que este sitio tuviera la mayor biomasa promedio del área de estudio.

Según los datos de Alcolado *et al.* (2001b) y Claro *et al.* (2014a), la talla promedio de loros en las crestas varió de 10 cm en Botijuela a 30 cm en el cayo Grande Este, con una media de 21 cm. La talla de pargos fluctuó de 15 cm en los cayos Los Hierros y Botijuela a 33 cm en Punta Bretón, con una media de 21 cm. La talla de meros fue de 16 cm en Cayo Grande Este a 39 cm en Cayo Bretón Noroeste, con una media de 30 cm.

**Tabla 15.** Densidad (individuos/100 m<sup>2</sup>) y biomasa (g/100 m<sup>2</sup>) promedio de peces herbívoros y carnívoros en crestas del archipiélago Jardines de la Reina en el 2001. DH: densidad de herbívoros, BH: biomasa de herbívoros, DC: densidad de carnívoros, BC: biomasa de carnívoros. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 2. Fuentes de los datos: 2001 (Alcolado *et al.*, 2001b; Claro *et al.*, 2014a)

Sitios	DH	BH	DC	BC
SE-Cy.Br	60,8	5579,5	15,2	2375,8
O2-Cy.Gr	24,3	6105,5	2,0	681,6
E2-Cy.Gr	24,5	5434,0	24,7	3141,4
C-Cy.Ca	86,0	9423,9	46,5	5118,8

**Tabla 16.** Densidad (individuos/100 m<sup>2</sup>) y biomasa (g/100 m<sup>2</sup>) promedio de peces herbívoros y carnívoros en arrecifes profundos del archipiélago Jardines de la Reina en el 2001. DH: densidad de herbívoros, BH: biomasa de herbívoros, DC: densidad de carnívoros, BC: biomasa de carnívoros. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 2. Fuentes de los datos: 2001 (Alcolado *et al.*, 2001b; Claro *et al.*, 2014a).

Sitios	DH	BH	DC	BC
E-Cy.Br	36,7	2640,5	8,3	2956,3
O2-Cy.Gr	31,5	1863,6	8,5	1993,5
E2-Cy.Gr	18,3	5668,4	30,2	7234,7
E-Cy.Ca	36,5	1863,6	24,8	7162,6

En la tabla 17 se muestran las tallas promedios de algunas familias de peces que poseen gran importancia ecológica para los arrecifes (Hodgson & Liebeler, 2002). En las crestas en el 2001, las mayores tallas de loros (Scaridae) y pargos (Lutjanidae) se encontraron en *O2-Cy.Gr*, y se clasifican con una condición buena según la escala de Alcolado & Durán (2011) (Tabla 17). Las tallas de meros (Serranidae) en los sitios *E2-Cy.Gr* y *SE-Cy.Br* se clasifican con una buena condición según la escala de Alcolado & Durán (2011), aunque en el primer sitio fue observado solo un individuo, mientras que en el segundo cinco individuos de esa familia, lo que refleja una gran escasez de meros.

**Tabla 17.** Tallas promedios (cm) de algunas familias de peces de gran importancia ecológica en crestas del archipiélago Jardines de la Reina en el 2001. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 2. Fuentes de los datos: 2001 (Alcolado *et al.*, 2001b; Claro *et al.*, 2014a)

Sitios	Loros	Pargos	Meros
<i>SE-Cy.Br</i>	17	22	33
<i>O2-Cy.Gr</i>	28	25	16
<i>E2-Cy.Gr</i>	18	18	36
<i>C-Cy.Ca</i>	20	22	*
*No existe información			

Según los datos de Alcolado *et al.* (2001b) y Claro *et al.* (2014a), la talla promedio de loros en los arrecifes profundos varió de 12 cm en Cayo Grande Este a 22 cm en Punta Bayameses Este, con una media de 16 cm. La talla de pargos fluctuó de 16 cm en Norte de la Bella a 36 cm en el cayo Bretón Oeste, con una media de 23 cm. La talla de meros osciló de 18 cm en Boca de Juan Grin a 44 cm en el cayo Grande Este, con una media de 27 cm.

Entre los arrecifes profundos, el sitio *E2-Cy.Gr* tuvo la mayor talla de peces loros (Tabla 18). Los pargos tuvieron tallas medianas que se clasificaron como de buena condición en la mayoría de los sitios según la escala de Alcolado & Durán (2011). La mayor talla de meros fue encontrada en *O2-Cy.Gr* (Tabla 18), y es clasificada como muy buena según la escala de Alcolado & Durán (2011).

En enero de 1997 se realizaron censos visuales

**Tabla 18.** Tallas promedios (cm) de algunas familias de peces de gran importancia ecológica en arrecifes profundos del archipiélago Jardines de la Reina en el 2001. El significado de las siglas se encuentra en el anexo 2. Fuentes de los datos: 2001 (Alcolado *et al.*, 2001b; Claro *et al.*, 2014a)

Sitios	Loros	Pargos	Meros
<i>E-Cy.Br</i>	14	26	29
<i>O2-Cy.Gr</i>	13	21	44
<i>E2-Cy.Gr</i>	23	27	26
<i>E-Cy.Ca</i>	17	28	25

de peces en los arrecifes del Parque Nacional Doce Leguas, a menos de un año después del establecimiento de un sistema de vigilancia y protección que limitó el impacto de la pesca sobre las poblaciones de peces comerciales del área. Esto pudiera haber beneficiado en ese momento a la ictiofauna local, pero es imposible de evaluar por la carencia de información anterior (Claro *et al.*, 2014a; Pina-Amargós, González-Sansón, Martín-Blanco, & Valdivia, 2014). No obstante, hay que considerar que en los años anteriores ocurrieron desastres naturales que afectaron a los arrecifes en gran parte del Caribe. Entre ellos cabe destacar la ocurrencia de un evento "ENOS" en 1995, que provocó el blanqueamiento de corales en extensas áreas de arrecifes de Cuba (Carrodegua, Arencibia, Capetillo, & García, 1996) y otro entre 1997 y 1998 (Claro *et al.*, 2014a), así como la ocurrencia de varias tormentas tropicales. Se supone que los esperados beneficios de la protección del área deben haberse manifestado ya desde principios de la década del 2000, pero la ausencia de evaluaciones cuantitativas publicadas con métodos comparables en esta área no nos permite conocer la tendencia de la ictiofauna en la zona. La información contenida en este trabajo constituye un primer elemento de comparación con futuros muestreos.

Desafortunadamente, debido a los diferentes métodos de muestreos utilizados para determinar la densidad y biomasa de peces en el 2001 (con el método AGRR, 2000) y en 1997 (se incluyeron todas las especies de peces) no pueden ser comparados. No obstante, se pueden comparar entre ambos años la abundancia de algunas familias de peces. Por ejemplo, Claro *et al.* (2014a) realizaron algunas consideraciones

con respecto a las abundancias de algunas familias de peces como los loros, pargos, meros y barberos (familia Acanthuridae) de importancia ecológica entre 1997 y 2001 en el archipiélago Jardines de la Reina. En las crestas de este archipiélago en el 2001, hubo una mayor biomasa de Scaridae, Acanthuridae y de herbívoros en general en comparación con 1997 (Tabla 19; Claro *et al.*, 2014a), lo que pudiera ser consecuencia de la conservación del área marina protegida. Los pargos, aunque en menor abundancia en el 2001, incrementaron su biomasa por la presencia de individuos de mayor talla. Por su parte, los meros mantuvieron valores bajos de densidad y biomasa (Claro *et al.*, 2014a). No obstante, si se considera que transcurrieron cinco años desde el establecimiento del área protegida, era de esperarse una mayor abundancia y biomasa de meros y pargos en el 2001 (Claro *et al.*, 2014a).

**Tabla 19.** Densidad (individuos/100 m<sup>2</sup>) y biomasa (gramos/100 m<sup>2</sup>) promedio de cuatro familias de peces de importancia ecológica para todas las crestas arrecifales muestreadas en 1997 y 2001 en el archipiélago Jardines de la Reina. Fuentes de los datos: 1997 y 2001 (Claro *et al.*, 2014a)

Familia	DENSIDAD		BIOMASA	
	1997	2001	1997	2001
Serranidae	0,7	0,25	479	143
Lutjanidae	9,5	6,33	843	1451
Scaridae	25,4	15,68	1313	4315
Acanthuridae	21,6	31,40	1889	2841

En los arrecifes frontales en el 2001, la densidad y biomasa de meros, pargos y barberos fue menor que en el año 1997 (considerando solo las especies del protocolo AGRRA, 2000), mientras que los loros presentaron un notable incremento (Tabla 20) (Claro *et al.*, 2014a). Los meros (Serranidae) mostraron baja densidad y biomasa probablemente como resultado de poblaciones menos numerosas, y por el efecto de la pesca durante el período anterior al establecimiento del área protegida (Claro *et al.*, 2014a). Estas especies presentan un largo ciclo de vida y tardía maduración

sexual, por lo que su recuperación puede durar varios años (Claro *et al.*, 2014a).

Al analizar de forma integral estos cambios, puede interpretarse que la protección del área marina protegida durante los cinco años parece haber beneficiado a los peces herbívoros, pero no a los depredadores carnívoros, especialmente a los pargos y meros, probablemente como consecuencia de violaciones de las regulaciones, o por la pesca legal en los arrecifes aledaños al área protegida, en especial durante sus migraciones hacia los sitios de desove (Claro *et al.*, 2014a).

**Tabla 20.** Densidad (individuos/100 m<sup>2</sup>) y biomasa (gramos/100 m<sup>2</sup>) promedio de cuatro familias de peces de importancia ecológica para todos los arrecifes profundos muestreados en 1997 y 2001 en el archipiélago Jardines de la Reina. Fuentes de los datos: 1997 y 2001 (Claro *et al.*, 2014a)

Familia	DENSIDAD		BIOMASA	
	1997	2001	1997	2001
Serranidae	3,5	1,13	1252	487
Lutjanidae	16,5	8,21	4686	1931
Scaridae	15,7	21,10	1186	2588
Acanthuridae	10,1	6,86	1253	632

Estudios posteriores al 2001 con otros objetivos y métodos de muestreos han evidenciado la buena condición de las asociaciones de peces en el archipiélago Jardines de la Reina. Por ejemplo, Pina, Claro, García, López & González-Sansón (2007) y Pina-Amargós, Salvat & López-Fernández (2012) observaron una elevada abundancia y talla de los grandes peces depredadores de las familias Serranidae, Lutjanidae, Sphyrnidae y Carangidae, y con frecuencia tiburones. Esto lo atribuyeron a la menor presión pesquera por el establecimiento desde 1996 de una Zona Bajo Régimen Especial de Uso y Protección. Por su parte, Pina-Amargós *et al.* (2014) observaron una mayor densidad y biomasa de peces comerciales dentro de la reserva que fuera de ella.

## Conclusiones

1. Los estudios realizados para evaluar las comunidades de peces en el golfo de Cazones y el archipiélago Jardines de la Reina incluyen diferentes métodos de muestreos y pocos sitios coinciden durante los años evaluados, lo que dificulta realizar comparaciones en el tiempo.
2. En el golfo de Cazones, pocos sitios coincidieron en el período de tiempo evaluado, lo que dificulta realizar un análisis temporal. En las crestas, la densidad de peces ha disminuido de 1984 al 2012, lo que indica afectaciones en estas comunidades de peces. Sin embargo, la densidad de peces carnívoros y herbívoros en algunos sitios fue mayor en el 2012 que en el 2001, indicando cierta recuperación de estos grupos. En arrecifes profundos, la densidad de peces aumentó considerablemente de 1988 al 2012. También la densidad de peces carnívoros y herbívoros fue mayor en el 2012 que en 2001, indicando cierta recuperación de estos grupos.
3. En el período 1997-2001, el área protegida establecida desde 1996 en el archipiélago Jardines de la Reina, parece haber beneficiado a los peces herbívoros, pero no a los carnívoros. En años posteriores se ha registrado una mayor abundancia de peces carnívoros, lo que refleja la efectividad de esa área protegida.
4. Los principales factores que han afectado a las comunidades de peces en los arrecifes del golfo de Cazones y el archipiélago Jardines de la Reina son la sobrepesca y la degradación del hábitat.

## Referencias

- AGRRA (2000).** The AGRRA Rapid Assessment Protocol. Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment methodology. <http://coral.aoml.noaa.gov/agra/methodhome.htm>
- Alcolado, M. P., & Durán, A. (2011).** Sistema de escalas para la clasificación y puntaje de condición del bentos e ictiofauna de arrecifes coralinos de Cuba y del Gran Caribe. *Serie Oceanológica*, 8, 25-29.
- Alcolado, P. M., Ginsburg, R., Lang, J. C., Kramer, P. A., Marks, K., Rodríguez, E. A.,... Hernández, J. I. (2001b).** Estado de salud de los arrecifes coralinos del Archipiélago Jardines de la Reina (SE de Cuba). Informe Preliminar de la Expedición CUBAGRRA II. Instituto de Oceanología. 58 pp.
- Azzurro, E., Matiddi, M., Fanelli, E., Guidetti, P., Scarpato, A. M. G., & Axiak, V. (2010).** Sewage pollution impact on Mediterranean rocky-reef fish assemblages. *Mar. Environ. Res.*, doi:10.1016/j.marenvres.2010.01.006.
- Booth, D. J., & Beretta, G. A. (2002).** Changes in a fish assemblage after a coral bleaching event. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 45, 205-212.
- Brock, R. E. (1954).** A preliminary report on a method of estimating reef fishes populations. *J. Wildlife. Manage.*, 18(3), 297-308.
- Caballero, H., Chevalier, P., Pérez, A., Cabrera, C., Villiers, N., Busutil, L.,... González, J. (2012).** Diagnóstico de comunidades bióticas focales en arrecifes coralinos de Cuba dirigido a la afectación por huracanes." Informe Científico Final. Salida no. 1. Programa de Biodiversidad, Agencia de Medio Ambiente. 63 pp.
- Carrodegua, C., Arencibia, G., Capetillo, N., & García, M. (1996).** Decoloración de corales en el Archipiélago cubano. *Rev. GeoCuba. Geomática y Ciencias Afines*, 1-5.
- Cheal, A., Wilson, S., Emslie, M., & Dolman, A. (2008).** Responses of reef fish communities to coral declines on the Great Barrier Reef. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 372, 211-223.
- Claro, R. (2007a).** Diversidad de organismos. Filo Chordata, peces-Subfilos Cephalochordata (Acrania) y Vertebrata (Craniata). En: R. Claro (ed.), La Biodiversidad marina de Cuba (CD-ROM, pp. 60-109). La Habana, Cuba: Instituto de Oceanología y Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
- Claro, R. (2007b).** IV. Productos y servicios de la diversidad biológica. Pesca y maricultura. En: R. Claro (ed.), La Biodiversidad marina de Cuba (170-190). (CD-ROM). La Habana, Cuba: Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, ISBN: 978-959-298-001-3. Versión en Línea: <http://www.redciencia.cu/cdoceano/>
- Claro, R., Cantelar, K., Pina-Amargós, F., & García-Arteaga, J. P. (2007).** Cambios en las comunidades de peces de los arrecifes coralinos del archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. *Biol. Trop.*, 55(2), 537-547.
- Claro, R., García-Arteaga, J., Pina-Amargós, F., Cantelar, K., Lara, A., & García-Rodríguez, A. (2014a).** Laberinto de Doce Leguas, Archipiélago Jardines de la Reina. En: R. Claro (ed.), Una línea base para el monitoreo de los peces arrecifales en Cuba (109-143). La Habana, Cuba: Instituto de Oceanología, CITMA, ISBN 978-959-298-032-7. En línea: <http://www.redciencia.cu/>
- Claro, R., García-Arteaga, J., Valdés-Muñoz, E., & Sierra, L.**

- (1990). Características de las asociaciones de peces en los arrecifes del Golfo de Batabanó. En: R. Claro (ed.), *Asociaciones de peces en el Golfo de Batabanó* (1-49). La Habana: Editorial Academia.
- Claro, R., Lara, A., & García-Rodríguez, A. (2014b).** Análisis comparativo de las asociaciones de peces en los arrecifes y manglares de la plataforma cubana. En: R. Claro (ed.), *Una línea base para el monitoreo de los peces arrecifales en Cuba* (155-176). La Habana, Cuba: Instituto de Oceanología, CITMA, ISBN 978-959-298-032-7. En línea: <http://www.redciencia.cu/>.
- Donelson, J., Munday, P., McCormick, M., Pankhurst, N., & Pankhurst, P. (2010).** Effects of elevated water temperature and food availability on the reproductive performance of a coral reef fish. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 401, 233-243.
- Durán, A., & Claro, R. (2009).** Actividad alimentaria de los peces herbívoros y su impacto en arrecifes con diferente nivel de degradación antrópica. *Rev. Biol. Trop.*, 57(3), 687-697.
- Garpe, K., Yahya, S., Lindahl, U., & Öhman, M. (2006).** Long-term effects of the 1998 coral bleaching event on reef fish assemblages. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 315, 237-247.
- Hawkins, J. P., & Roberts, C. M. (2004).** Effects of artisanal fishing on Caribbean coral reefs. *Conservation Biology*, 18, 215-226.
- Hodgson, G., & Liebele, J. (2002).** The global coral reef crisis trends and solutions. *Reef Check Foundation*, 77 p.
- Lara, A., Claro, R., García-Arteaga, J., & García-Rodríguez, A. (2014).** Golfo de Batabanó. En: R. Claro (ed.), *Una línea base para el monitoreo de los peces arrecifales en Cuba* (1-55). La Habana, Cuba: Instituto de Oceanología, CITMA, ISBN 978-959-298-032-7. En línea: <http://www.redciencia.cu/>.
- Munday, P. L., Cheal, A. J., Graham, N. A. J., Meekan, M., Pratchett, M. S., Sheaves, M.,... Wilson, S. K. (2009).** Tropical Coastal Fish. En: S. Poloczanska, A. J. Hobday & A. J. Richardson (eds.), *Marine Climate Change Impacts and Adaptation Report Card for Australia 2009* (pp. 2-21). NCCARF Publication 05/09, ISBN 978-1-921609-03-9.
- Perry, L. A., Low, P. J., Ellis, J. R., & Reynolds, J. D. (2005).** Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science*, 308, 1912-1915.
- Pina, F., Claro, R., García, J., López, N., & González-Sansón, G. (2007).** Ictiofauna del archipiélago Jardines de la Reina, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 28(3), 217-224.
- Pina-Amargós, F., González-Sansón, G., Martín-Blanco, F., & Valdivia, A. (2014).** Evidence for protection of targeted reef fish on the largest marine reserve in the Caribbean. *PeerJ* 2:e274; DOI 10.7717/p
- Pina-Amargós, F., Salvat, H., & López-Fernández, N. (2012).** Ictiofauna del archipiélago Jardines de la Reina, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 32(2), 54-65.
- Pratchett, M., Munday, P., Wilson, S., Graham, N., Cinner, J., Bellwood, D.,... McClanahan, T. (2008).** Effects of climate-induced coral bleaching on coral-reef fishes-ecological and economic consequences. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 46, 251-296.
- Stevenson, C., Katz, L. S., Micheli, F., Block, B., Heiman, W. K., Perle, C.,... Witting, J. (2007).** High apex predator biomass on remote Pacific islands. *Coral Reefs*, 26, 47-51.

## ANEXOS

## Anexo 1

Localización geográfica y siglas de los sitios en el golfo de Cazones.

<b>Crestas arrecifales del golfo de Cazones</b>			
<b>Sitios</b>	<b>Siglas</b>	<b>Latitud N</b>	<b>Longitud O</b>
Sur de la ensenada de Cazones (Nirvana)	S-EC	22°5,931'	81°31,16'
Sureste de cayo Diego Pérez 2	SE-Cy.DP2	22°2,163'	81°30,876'
Sureste de cayo Diego Pérez 1 (Faro)	SE-Cy.DP1	22°1,297'	81°30,952'
Cayo Sigua	Cy.Si	21°53,460'	81°25,051'
Vizcaínos	Vi	21°47,094'	81°10,859'
Encallado	-	21°58,169'	81°28,767'
Arrecife Pequeño Perdido	-	21°54,746'	81°25,826'
Cayo Ernest Thaelmann	-	22°00,750'	81°20,500'
Herradura de Sigua	-	21°54,136'	81°25,548'
<b>Arrecifes frontales del golfo de Cazones</b>			
Sur de la ensenada de Cazones	S-EC	22°05,753'	81°31,055'
Este de cayo Diego Pérez	E-Cy.DP	22°05,140'	81°34,211'
Sureste de cayo Diego Pérez 2	SE-Cy.DP2	22°02,161'	81°30,397'
Sureste de cayo Diego Pérez 1	SE-Cy.DP1	22°01,253'	81°30,621'
Cayo Blanco	Cy.BI	21°51,748'	81°19,454'
Peces Viejos	-	21°48,524'	81°11,454'
Rollins Hills	-	22°9,526'	81°30,79'
Los Roncos	-	21°54,977'	81°25,703'
Arrecife Turbio	-	21°59,272'	81°28,538'
Cayo Ernest Thaelmann	-	22°01,250'	81°23,250'
Cayo Calvario	-	22°06,150'	81°29,408'
Los Méritos	-	21°47,794'	81°10,320'
Los Pinos	-	22°06,898'	81°29,027'
Faro Diego Pérez Norte	-	22°01,233'	81°30,898'

## Anexo 2

Localización geográfica y siglas de los sitios en el golfo de Cazones.

<b>Crestas arrecifales del archipiélago Jardines de la Reina</b>			
<b>Sitios</b>	<b>Siglas</b>	<b>Latitud N</b>	<b>Longitud O</b>
Punta Bretón	Pt.Br	21°04,771'	79°28,045'
Sureste de cayo Bretón	SE-Cy.Br	21°04,269'	79°24,550'
Oeste 2 de cayo Grande	O <sup>2</sup> -Cy.Gr	20°58,111'	79°11,948'
Este 2 de cayo Grande (Punta Bayameses este)	E <sup>2</sup> -Cy.Gr	20°53,981'	79°5,717'
Centro de cayo Caballones (Punta Escondida)	C-Cy.Ca	20°50,76'	79°01,169'
Cayo Piedra Grande (Faro de Boca Piedra)	Cy.PG	20°45,718'	78°50,877'
Cayo Granada	Cy.Gra	20°36,366'	78°16,86'
S.C. Anclitas	-	20°47,433'	78°56,400'
Estero Guancho, C. Caballones	-	20°50,800'	79°01,667'
Botijuela	-	20°36,210'	78°10,970'
Cayo Cinco balas Oeste	-	21°05,389'	79°17,400'
Cayos Mates Sur	-	20°34,500'	78°07,190'
Piedra Grande	-	20°48,718'	78°50,877'
Cayo Granada	-	20°36,366'	78°16,860'
Cayo los Hierros	-	20°38,654'	78°40,824'
Arrecifes Mulatas Este	-	21°39,418'	79°55,688'
<b>Arrecifes frontales del golfo de Cazones</b>			
Oeste de cayo Bretón	O-Cy.Br	21°03,868'	79°25,337'
Este de cayo Bretón	E-Cy.Br	21°04,039'	79°24,631'
Noroeste de cayo Cinco Balas	NO-Cy.5Ba	21°05,389'	79°17,400'
Oeste 2 de cayo Grande	O <sup>2</sup> -Cy.Gr	20°57,96'	79°11,932'
Este 1 de cayo Grande (Punta Bayameses oeste)	E1-Cy.Gr	20°54,587'	79°7,126'
Este 2 de cayo Grande (Punta Bayameses este)	E2-Cy.Gr	20°53,893'	79°5,717'
Centro de cayo Caballones (Punta Escondida)	C-Cy.Ca	20°50,88'	79°01,801'
Este de cayo Caballones	E-Cy.Ca	20°50,413'	79°0,036'
Este de cayo Anclita	E-Cy.An	20°46,274'	78°53,152'
Cayo de Cachiboca	Cy.Cch	20°40,368'	78°45,121'
Punta Ballenas	Pt.Ball	20°38,136'	78°42,179'
Boca de Juan Grin	Bc.JG	20°37,610'	78°35,798'
S C. Piedra Grande	-	20°43,050'	78°48,133'
S. C. Boca Piedra Piloto	-	20°45,033'	78°50,267'
S. Pta. Las Crucecitas	-	20°42,167'	78°46,733'
S Pasa Piedra Grande	-	20°45,167'	78°50,383'
Canal de Las Mulatas	-	21°41,484'	79°58,500'
Arrecifes mulatas centro	-	21°40,119'	79°56,980'
Cayo Cinco Balas Dentro este	-	21°05,389'	79°17,400'
Norte de La Bella	-	21°27,259'	79°38,753'

