

ESTUDIO DIAGNÓSTICO DEL ARRECIFE CORALINO DEL RINCÓN DE GUANABO, CIUDAD DE LA HABANA, CUBA.

2. PECES.

Pedro P. Chevalier * y Antonio L. Cárdenas

Acuario Nacional de Cuba, Avenida 1ra y 60, Playa, CP 11300, Ciudad Habana, Cuba.

(*) Autor correspondiente: Email: pedroc@acuaronacional.cu

RESUMEN

En abril y septiembre del 2004 se censaron las asociaciones de peces pertenecientes al arrecife del Rincón de Guanabo, ubicado al este de Ciudad de La Habana, Cuba. Se trazaron tres perfiles perpendiculares a la costa a lo largo del arrecife y se muestrearon los biotopos cresta, veril y cabezos. Se utilizó el método de muestreo por recorridos de Brock (1954). Aunque existen marcadas diferencias entre las composiciones y preferencias específicas con respecto a las crestas y los dos biotopos más profundos, las proporciones de las especies se reparten casi en partes iguales de entre las estaciones menos profundas (crestas) y las más profundas (veriles y cabezos). El aumento del número de especie y la diversidad en la época de lluvia con respecto a la de seca, así como la disminución de la equitatividad podría estar dado por el máximo de reclutamiento que ocurre durante la primera. La baja abundancia de depredadores y herbívoros de tallas grandes y medianas constituye una señal de sobrepesca.

Palabras clave: peces; arrecifes coralinos; abundancia; diversidad; ASW, Cuba.

ABSTRACT

At April and September of the 2004 the associations of reef fishes of the Rincón de Guanabo's reef were taken a census of. This coral reef is located at the west of Havana City, Cuba. Three perpendicular lines to the coast were traced and the biotopes coral barriers, slopes and coral patches were surveyed. The sampling method was linear transects (Brock, 1954). Although there are differences between crests and the deepest biotopes with respect to their compositions and species preferences, the species proportions were distributed in equal parts between the shallow stations (coral barriers) and the deepest (slopes and coral patches). Increase of the species number and the diversity in the raining season respect to dry season, and the evenness disimintion is caused to the recruitment maximum during the raining season. Abundance of the great size hunters and herbivores was very low which constitutes overfishing evidence in the area.

Key words: fishes; coral reefs; abundante; diversity; ASW, Cuba

La zona marítima conocida como Rincón de Guanabo se encuentra ubicada en la ensenada de Sibarimar, la cual constituye la mayor área costera protegida de Ciudad de la Habana. Esta zona está localizada en el límite este de dicha provincia y ha constituido durante años un lugar muy atractivo para el turismo y la pesca deportiva.

Las asociaciones de peces de los arrecifes del Rincón de Guanabo han sido blanco de la pesca indiscriminada, al igual que la mayor parte de los arrecifes de Ciudad de la Habana (Caballero *et. al.*, 2003). Los estudios de las asociaciones de peces de esta zona son muy pocos y se limitan a la cresta arrecifal (Hodgson y Liebler, 2002; Pérez, 2002).

El objetivo de este trabajo consiste en realizar una evaluación del estado de las asociaciones de peces del lugar y conocer hasta que punto son efectivas

las medidas tomadas para la conservación de esta comunidad marina. Adicionalmente se persigue sentar un precedente como referencia para estudios posteriores del lugar y de otras zonas de Ciudad de la Habana, teniendo en cuenta los niveles de protección bajo los que se encuentra dicho arrecife.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Fig. 1 se representa el área de estudio donde se trazaron tres perfiles perpendiculares a la línea de costa, colocándose estaciones de muestreo en los biotopos de cresta, veril y cabezos. La descripción de dichos biotopos aparece en Caballero *et. al.* (2006). En la Tabla 1 se representan las siglas de cada una de las estaciones.

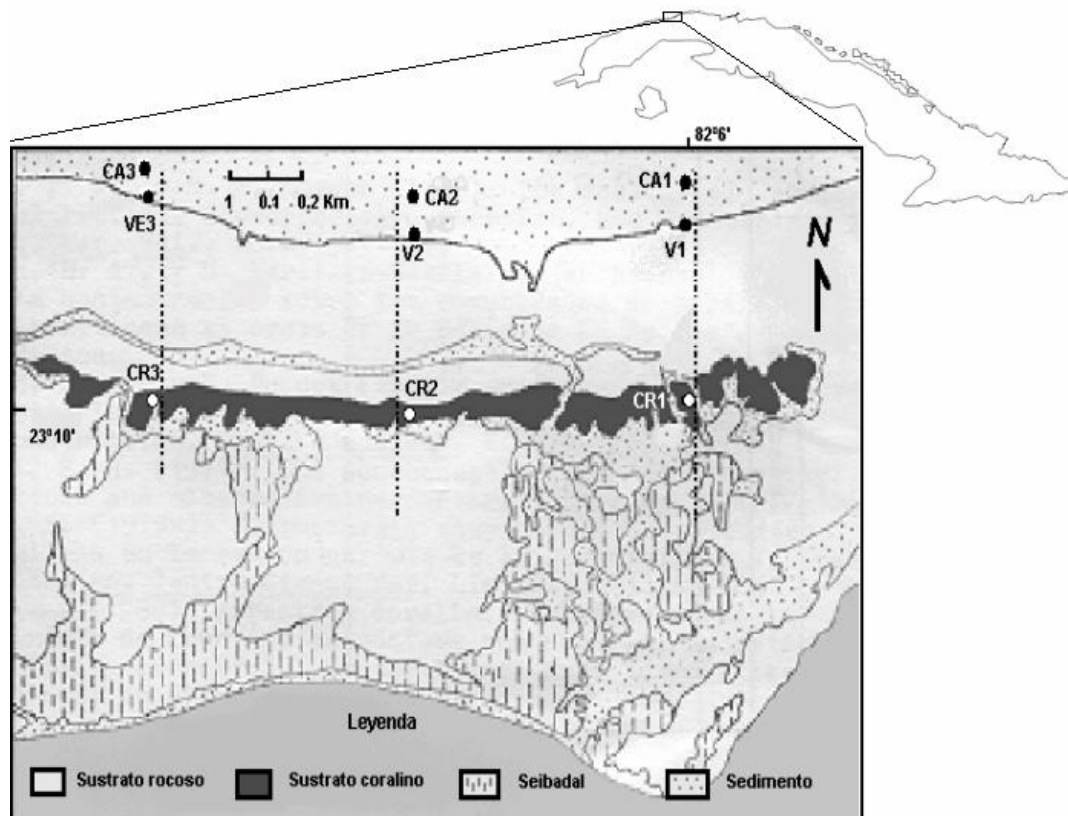


Fig. 1. Localización geográfica del Rincón de Guanabo. Perfiles y estaciones de muestreo. CR1: cresta este, CR2: cresta central, CR3: cresta oeste, V1: veril este, V2: veril central, V3: veril oeste, CB1: cabezos este, CB2: cabezos centrales y CB3: cabezos oeste. Esquema modificado de Martínez- Estalella y Herrera (1989).

Tabla 1. Especies que conforman el 95% del total de individuos censados

Abreviatura	Nomenclatura científica
<i>Chr cya</i>	<i>Chromis cyanea</i> (Poey, 1860)
<i>Ste par</i>	<i>Stegastes partitus</i> (Poey, 1868)
<i>Manjúa</i>	Clupeidae
<i>Tha bif</i>	<i>Thalassoma bifasciatum</i> (Bloch, 1701)
<i>Hae aur</i>	<i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier, 1830
<i>Hae fla</i>	<i>Haemulon flavolineatum</i> Desmarest, 1823
<i>Chr mul</i>	<i>Chromis multilineata</i> (Guichenot, 1853)
<i>Hae plu</i>	<i>Haemulon plumieri</i> (Lacepède, 1801)
<i>Hae chr</i>	<i>Haemulon chrysargyreum</i> Günther, 1859
<i>Cle par</i>	<i>Clepticus parrae</i> (Bloch & Schneider, 1801)
<i>Hal gar</i>	<i>Halichoeres garnoti</i> (Valenciennes, 1839)
<i>Aca coe</i>	<i>Acanthurus coeruleus</i> Bloch & Schneider, 1801
<i>Hae sci</i>	<i>Haemulon sciurus</i> (Shaw, 1803)
<i>Epi ful</i>	<i>Cephalopholis fulva</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Aca bah</i>	<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855
<i>Pem sch</i>	<i>Pempheris schomburgkii</i> Müller & Troschel, 1848
<i>Sca ise</i>	<i>Scarus iserti</i> (Bloch, 1789)
<i>Myr jac</i>	<i>Myripristis jacobus</i> Cuvier, 1829

<i>Ste fus</i>	<i>Stegastes fuscus</i> (Cuvier, 1830)
<i>Spa aur</i>	<i>Sparisoma aurofrenatum</i> (Valenciennes, 1839)
<i>Ocy chr</i>	<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)
<i>Abu sax</i>	<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Xan rin</i>	<i>Xanthichthys ringens</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Hae str</i>	<i>Haemulon striatum</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Mul mar</i>	<i>Mulloidichthys martinicus</i> (Cuvier, 1829)
<i>Gra lor</i>	<i>Gramma loreto</i> Poey, 1861
<i>Mic chr</i>	<i>Microspathodon chrysurus</i> (Cuvier, 1830)
<i>Hol ruf</i>	<i>Holocentrus rufus</i> (Walbaum, 1792)
<i>Mel nig</i>	<i>Melichthys niger</i> (Bloch, 1786)
<i>Spa vir</i>	<i>Sparisoma viride</i> (Bonnaterre, 1788)
<i>Aca chi</i>	<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)
<i>Car rub</i>	<i>Caranx ruber</i> (Bloch, 1794)
<i>Cha cap</i>	<i>Chaetodon capistratus</i> Linnaeus, 1758
<i>Kyph</i>	<i>Kyphosus sectatrix/incisor</i>
<i>Spa chr</i>	<i>Sparisoma chrysopterum</i> (Bloch & Schneider, 1801)
<i>Spa rub</i>	<i>Sparisoma rubripinne</i> (Valenciennes, 1840)
<i>Lut syn</i>	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Epi cru</i>	<i>Cephalopholis cruentata</i> (Lacepède, 1802)
<i>Hal biv</i>	<i>Halichoeres bivittatus</i> (Bloch, 1791)
<i>Ste leu</i>	<i>Stegastes leucostictus</i> Müller & Troschel, 1848
<i>Het hal</i>	<i>Heteroconger longissimus</i> Günther, 1870
<i>Ste die</i>	<i>Stegastes diencaeus</i> (Jordan & Rutter, 1897)
<i>Cha str</i>	<i>Chaetodon striatus</i> Linnaeus, 1758
<i>Ser tig</i>	<i>Serranus tigrinus</i> (Bloch, 1790)
<i>Hol tri</i>	<i>Holacanthus tricolor</i> (Bloch, 1795)

En cada estación se llevaron a cabo conteos visuales siguiendo el método de recorridos de Brock (1954) mediante buceo libre y autónomo. Cada recorrido se consideró una unidad de muestreo. En cada zona se tomaron 2 muestras, una en época de seca (abril del 2004) y otra en época de lluvia (septiembre del 2004) Cada muestra consta de 6 recorridos de 50 metros de largo, 2 metros de ancho y 2 metros de altura cada uno. Se tomó nota del número de individuos de cada especie y de su talla (estimada).

La identificación de los ejemplares se hizo siguiendo los trabajos de Guitart (1985), Bohlke y Chaplin (1968) y Humann (1994). La nomenclatura seguida fue la publicada por Claro *et. al.* (2001).

A partir de las tallas estimadas se calculó el peso total en los individuos de cada especie utilizando las relaciones largo-peso presentadas por Bohnsack y Harper (1988) y Claro y García-Arteaga (1994). La totalidad de individuos censados se organizó en 6 grupos, en dependencia

de los hábitos alimentarios, con la finalidad de caracterizar la estructura trófica de las asociaciones de peces en cada sitio y su biomasa, utilizando el programa ESTRUCOM (confeccionado por García-Arteaga y Claro, 1994). Los grupos son: omnívoros, herbívoros, planctófagos, bentófagos, ictiófagos y depredadores de invertebrados y peces.

Con el objetivo de una comparación entre las estaciones en estudio se utilizaron los índices de diversidad siguientes: número de especies (S), índice de diversidad total de Shannon ($H' = -\sum((ni/N) \ln(ni/N))$) donde ni es el número de individuos de la especie i, y N es el número total de individuos y el índice de equitatividad de Pielou ($J = H' / (\ln S)$).

Los datos se procesaron de forma cuantitativa mediante un análisis de clasificación numérica utilizando como medida de afinidad el coeficiente de disimilitud porcentual. Como estrategia de agrupación se utilizó el método de grupos apareados no ponderados utilizando promedios aritméticos (UPGMA).

La matriz de afinidades se construyó usando el programa MVSP Shareware, las rutas de agrupación se calcularon y expresaron por medio de dendrogramas utilizando el programa STATISTICA 5.0.

Se realizó un análisis nodal para estudiar las coincidencias entre los agrupamientos normal e inverso. El grado de coincidencia entre los grupos de especies y los grupos de muestras se expresó mediante el índice de constancia.

Adicionalmente se determinó la fidelidad de los grupos de especies con respecto a los grupos de estaciones. Lo anterior se expresa como la relación entre el número de individuos por especies y por estaciones observado en el grupo de estaciones correspondientes y el número medio teórico que cabría esperar si el número de individuos total observado en todo el estudio para ese grupo de especies se hubiera repartido equitativamente entre todas las zonas. Los cálculos de dichos valores se desarrollaron mediante Microsoft Excel.

A partir de la matriz de afinidades se desarrolló un análisis de ordenamiento mediante escalado multidimensional con el fin de chequear la adecuación y la consistencia mutua de dicha representación y el dendrograma obtenido a partir del análisis de clasificación numérica en modo normal. Se utilizó el valor de estrés como medida de la bondad de ajuste de la regresión. Los análisis anteriores se realizaron con el programa STATISTICA 5.0.

RESULTADOS

Se contaron 28 232 individuos pertenecientes a 123 especies y 39 familias. En la Fig. 2 se muestra la proporción de cada uno de los grupos tróficos para cada estación. De forma general las mayores proporciones de abundancia, en ambas épocas, fueron para los bentófagos seguidos de los planctófagos, cuya proporción es mayor en el biotopo veril y es muy baja en las crestas, con la excepción de la estación 1Cr durante la época de seca donde aparece un elevado número de *Jenkinsia lamprotaenia*. Los ictiófagos presentan proporciones muy cercanas a cero al igual que los que se alimentan de invertebrados y peces. En los casos de los peces herbívoros y omnívoros también presentan proporciones bajas en todas las estaciones aunque no tan bajas como las de los ictiófagos y los que se alimentan de invertebrados y peces.

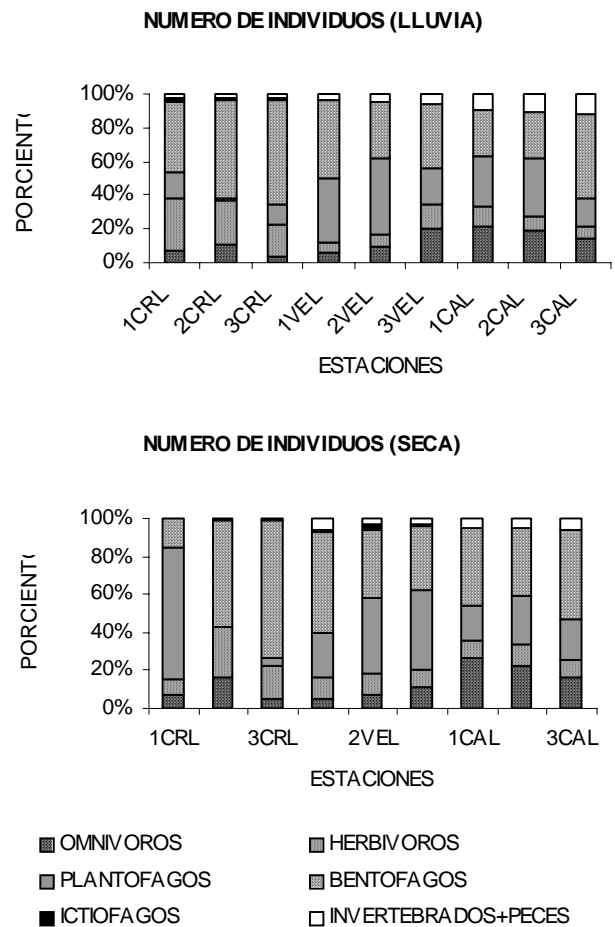


Fig. 2. Proporción del número total de individuos por grupos tróficos para cada estación en cada época del año.

En la Fig. 3 se muestra la proporción de la biomasa de cada uno de los grupos tróficos para cada estación, calculada a partir de la talla estimada. Los grupos que mayor proporción de biomasa presentaron fueron los bentófagos y los herbívoros. Los ictiófagos, planctófagos y omnívoros constituyeron una proporción muy baja de la biomasa total en cada una de las estaciones. Los que se alimentan de invertebrados y peces aunque su proporción fue baja en las crestas, presentaron una biomasa comparativamente grande en el resto de las estaciones, fundamentalmente durante la época de lluvia. En la Tabla 2 se presentan las tallas promedio de cada uno de los grupos tróficos por biotopos en cada época. Durante los censos visuales se pudo observar que los peces de mayor tamaño en esta zona son los herbívoros. En las estaciones de veril

y cabezas existen individuos que se alimentan de invertebrados y peces, que aunque no son muy abundantes presentan tallas relativamente grandes. El grupo de los bentófagos está compuesto por individuos de tallas mediana, pues las altas proporciones en el número de individuos se corresponden con las altas proporciones de biomasa. Los planctófagos y los omnívoros, a pesar de ser abundantes, están compuestos por individuos de pequeño tamaño. Los ictiófagos presentan una escasez notable.

el objetivo de eliminar la influencia perjudicial de gran cantidad de ceros en la matriz aportados por las especies más raras (González-Sansón *et. al.*, 1997).

El análisis de clasificación numérica en modo normal define 4 grupos de estaciones (Fig. 4). El grupo A formado solamente por la estación CR1S, el grupo B está compuesto por el resto de las estaciones de crestas en ambas épocas. Los grupos C y D están constituidos por las estaciones de veril y cabezos respectivamente.

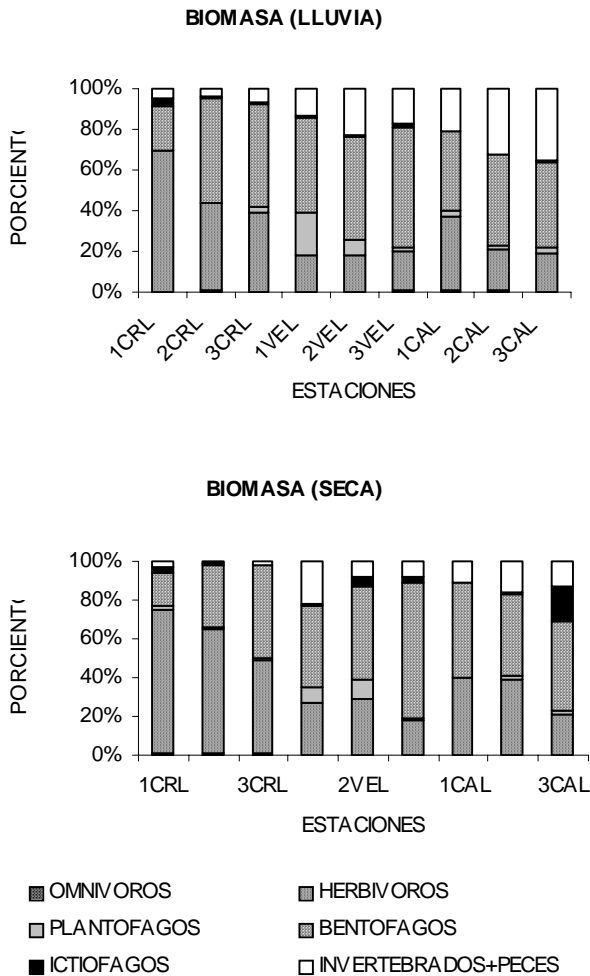


Fig. 3. Proporción de la biomasa por grupos tróficos para cada estación en cada época del año.

Para realizar el análisis multidimensional se conformó una matriz de datos primarios con el número medio de individuos por unidad de muestreo para cada estación en ambas épocas del año, de las especies que constituyeron el 95% del total de los individuos censados (Tablas 3 y 4), con

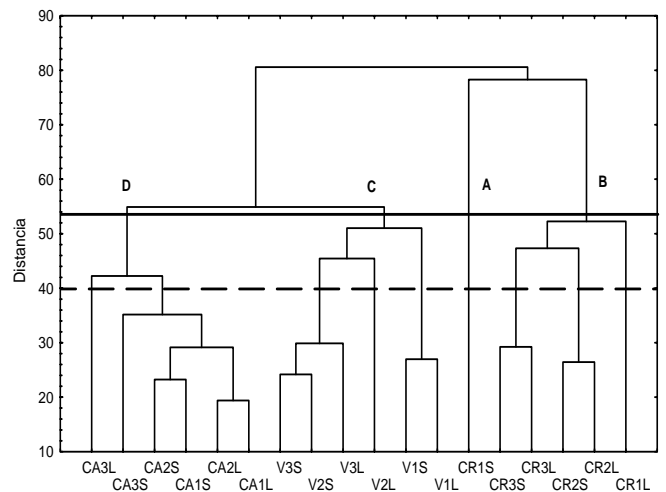


Fig. 4. Análisis de clasificación numérica en modo normal. Ver siglas en la Figura 1. La S y la L al final de cada abreviatura simbolizan las épocas de seca y lluvia respectivamente.

El análisis en modo inverso sugiere la existencia de 7 grupos, en relación con los grupos propuestos en el análisis normal (Fig. 5). En las Tablas 5 y 6 se presenta la relación entre ambos análisis mediante los valores de constancia y fidelidad. El grupo 1 está formado por una sola especie (*Halichoeres bivittatus*), dicho grupo presenta valores de constancia y fidelidad altos para los grupos de estaciones A y B. Lo anterior evidencia la marcada preferencia de esta especie por los biotopos de crestas, a tal punto que prácticamente no se encontró en los dos biotopos restantes. El grupo 2 también está compuesto por una sola especie (*Sparisoma aurofrenatum*), aunque en este caso los valores de constancia y fidelidad son 1.0 para cada uno de los grupos de estaciones. Esto indica que dicha especie está distribuida de forma homogénea en todas las estaciones muestreadas y no presenta una preferencia marcada por ninguna de ellas. Los grupos 3 y 4 presentan valores de constancia y

Tabla 2. Tallas promedio, en centímetros, para cada uno de los grupos tróficos para cada época del año en cada biotopo.

	Cresta		Veril		Cabezos	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
Omnívoros	7.57	6.72	8.22	7.38	5.10	6.66
Herbívoros	14.64	19.25	20.16	18.46	20.79	19.91
Plantófagos	7.59	9.09	7.42	11.82	6.13	7.14
Bentófagos	14.95	15.68	16.80	14.57	17.13	16.13
Ictiófagos	20.67	28.00	55.94	54.00	60.42	19.17
Invertebrados + Peces	19.96	19.87	23.95	20.53	19.93	24.35

Tabla 3. Número medio de individuos de las especies que conformaron el 95% del total de individuos. Época de lluvia.

ESTACION	CR1L	V1L	CA1L	CR2L	V2L	CA2L	CR3L	V3L	CA3L
ESPECIE									
<i>Chr cya</i>	6.5	45.0	35.3	0.3	139.0	44.7		38.3	20.3
<i>Ste par</i>	6.8	36.2	41.8	8.5	48.5	27.3		39.7	27.0
<i>Jen lam</i>									
<i>Tha bif</i>	28.0	11.0	4.8	21.3	5.5	4.7	19.3	17.8	6.0
<i>Hae aur</i>	3.3	106.5		0.2		0.2	10.0		
<i>Hae fla</i>	8.8	18.0	1.8	12.7	66.5	5.0	8.8	8.8	2.2
<i>Chr mul</i>	1.3	14.2			114.0	2.7		7.3	8.7
<i>Hae plu</i>	10.5	10.0	1.7	3.3	46.5	0.8	3.0	26.0	1.7
<i>Hae chr</i>	20.7			11.2			55.3		
<i>Cle par</i>		47.8	0.3	0.7	18.2				2.0
<i>Hal gar</i>	2.0	5.5	10.7	0.3	9.0	10.7	1.5	18.8	4.0
<i>Aca coe</i>	49.2	1.0	1.7	7.2	0.2	1.2	8.2	6.0	0.2
<i>Hae sci</i>	6.7	12.3	1.5	0.7	32.2	2.8	1.7	6.5	0.7
<i>Epi ful</i>	0.7	6.7	7.2	0.5	4.7	8.3	1.3	9.0	9.2
<i>Aca bah</i>	1.7	1.2	2.8	7.3	2.5	2.3	7.0	5.7	5.2
<i>Pem sch</i>	41.0						25.0		
<i>Sca ise</i>	3.3	5.3	2.8	0.2	6.5	4.2	0.7	6.3	3.3
<i>Myr jac</i>		33.8			4.0		0.7	4.7	
<i>Ste fus</i>	9.7			11.2	0.2		5.7	0.2	
<i>Spa aur</i>	3.7	5.3	2.0	0.3	6.7	4.3	1.7	4.5	4.5
<i>Ocy chr</i>	3.8	4.8	1.2	1.3	19.2	3.7		1.7	7.0
<i>Abu sax</i>	18.2			6.5			14.2		
<i>Xan rin</i>			2.5		1.2	4.0		2.8	4.5
<i>Hae str</i>						1.5			50.0
<i>Mul mar</i>	3.5	10.8		6.7	0.2		6.2		1.2
<i>Gra lor</i>	0.7	12.5			3.3	3.8		1.0	1.0
<i>Mic chr</i>	8.8			4.5			7.2	0.2	
<i>Hol ruf</i>	0.8	4.2	1.2	2.0	3.5	1.0	0.2	5.7	1.5
<i>Mel nig</i>		0.8	0.5		19.7	0.3			0.7
<i>Spa vir</i>	4.8	1.0	0.2	2.3	1.7	0.2	4.5	2.2	0.2
<i>Aca chi</i>		0.3	0.7	1.8		0.2	1.8	0.5	1.0

<i>Car rub</i>	12.3			1.5		0.2	1.2		0.8
<i>Cha cap</i>	0.3	0.3	1.7	0.5	1.5	2.2	0.7	2.8	3.2
<i>Kyph</i>	0.5	0.5		1.0				3.8	
<i>Spa chr</i>		7.0	0.7		0.8	0.5	1.0	0.2	
<i>Spa rub</i>	8.2			4.2				3.2	
<i>Lut syn</i>		2.0	0.7	1.0	0.2	1.5			0.5
<i>Epi cru</i>		2.3	0.3		2.3	1.0		1.5	0.2
<i>Hal biv</i>	0.8			2.8				2.5	
<i>Ste leu</i>	1.2	1.7		0.7	0.8	0.5	1.3	0.3	
<i>Het hal</i>									6.7
<i>Ste die</i>									
<i>Cha str</i>	0.8	0.3	0.3	1.0	1.7	0.3	0.8	0.7	0.3
<i>Ser tig</i>		0.8	1.0		0.7	0.7		1.5	1.3
<i>Hol tri</i>		0.2	0.7		1.0	0.5		0.2	0.8

Tabla 4. Número medio de individuos de las especies que conformaron el 95% del total de individuos. Época de seca.

ESTACION	CR1S	V1S	CA1S	CR2S	V2S	CA2S	CR3S	V3S	CA3S
ESPECIE									
<i>Chr cya</i>	1.8	40.5	17.7		78.3	27.5		99.0	27.3
<i>Ste par</i>	15.0	18.7	30.5	4.5	42.7	35.2	0.8	34.5	23.8
<i>Jen lam</i>	433.3								
<i>Tha bif</i>	50.3	14.3	11.0	12.5	31.0	21.5	6.3	22.2	29.5
<i>Hae aur</i>		141.7		3.3	8.2		13.3		
<i>Hae fla</i>	19.2	15.7	0.7	13.7	8.2		5.0	15.8	2.3
<i>Chr mul</i>	0.2	12.8		0.2	1.2		0.2	23.3	0.3
<i>Hae plu</i>	2.8	4.5	3.0	1.2	29.7	1.3	0.8	35.0	0.3
<i>Hae chr</i>	3.0			7.2			58.3		
<i>Cle par</i>		11.8	1.0		17.2	10.8		11.7	4.0
<i>Hal gar</i>	1.7	5.7	14.7	0.3	9.7	17.5	0.3	6.8	3.0
<i>Aca coe</i>	19.0	3.2	1.2	7.7	5.7		5.8	1.8	0.5
<i>Hae sci</i>	0.8	7.3	0.8	2.7	9.8		0.8	6.3	2.5
<i>Epi ful</i>	1.0	3.2	4.7	0.7	5.3	6.8	0.5	8.5	3.3
<i>Aca bah</i>	4.2	5.7	2.8	1.3	4.0	6.3	2.2	7.0	4.7
<i>Pem sch</i>	4.5						0.3		
<i>Sca ise</i>	3.5	9.5	1.2	0.8	8.3	5.2		2.8	4.0
<i>Myr jac</i>		7.2			14.0		0.8		
<i>Ste fus</i>	15.5			13.3			7.0		
<i>Spa aur</i>	0.2	4.2	3.5	0.7	4.8	5.2	1.0	6.5	2.2
<i>Ocy chr</i>		12.0	0.3		2.3	0.2		0.2	
<i>Abu sax</i>	1.7	1.5		7.8			5.2		
<i>Xan rin</i>		1.5	7.7		3.5	6.3		2.5	16.2
<i>Hae str</i>									
<i>Mul mar</i>	5.2	0.5		3.3			10.0		
<i>Gra lor</i>		2.7	0.5		7.7	0.8		8.5	0.3
<i>Mic chr</i>	12.8	0.5		3.0	0.2		5.2	0.2	
<i>Hol ruf</i>	0.8	2.3	1.7	0.7	2.8	1.3	1.3	6.5	1.2

<i>Mel nig</i>		6.5		0.2	6.7	0.3		0.3	1.5
<i>Spa vir</i>	4.2	1.7	0.2	1.5	1.5		1.5	0.3	0.2
<i>Aca chi</i>	7.5	3.7	0.5	5.3	1.5		0.3	2.3	
<i>Car rub</i>	1.3	1.5		0.3	7.7		0.2		
<i>Cha cap</i>		1.5	0.3		2.0	2.0	1.7	3.0	2.5
<i>Kyph</i>	0.3	0.2		5.3			11.3		
<i>Spa chr</i>		5.7	0.5	0.3	3.5			1.0	
<i>Spa rub</i>	1.7			2.2			0.8		
<i>Lut syn</i>		5.3	0.2	0.2	0.5				4.0
<i>Epi cru</i>		1.3	0.5		2.3	0.7		3.0	0.3
<i>Hal biv</i>	2.3			4.3			1.3		
<i>Ste leu</i>	0.5	0.7		0.2	2.0		0.3	3.3	0.3
<i>Het hal</i>									7.0
<i>Ste die</i>	13.0				0.3	0.2			
<i>Cha str</i>	0.8	0.2	1.0	1.0	1.0	0.8	0.3	0.7	0.3
<i>Ser tig</i>		1.0	1.3		0.5	0.8		0.3	0.5
<i>Hol tri</i>		1.7	1.3		1.2	0.7		1.3	0.5

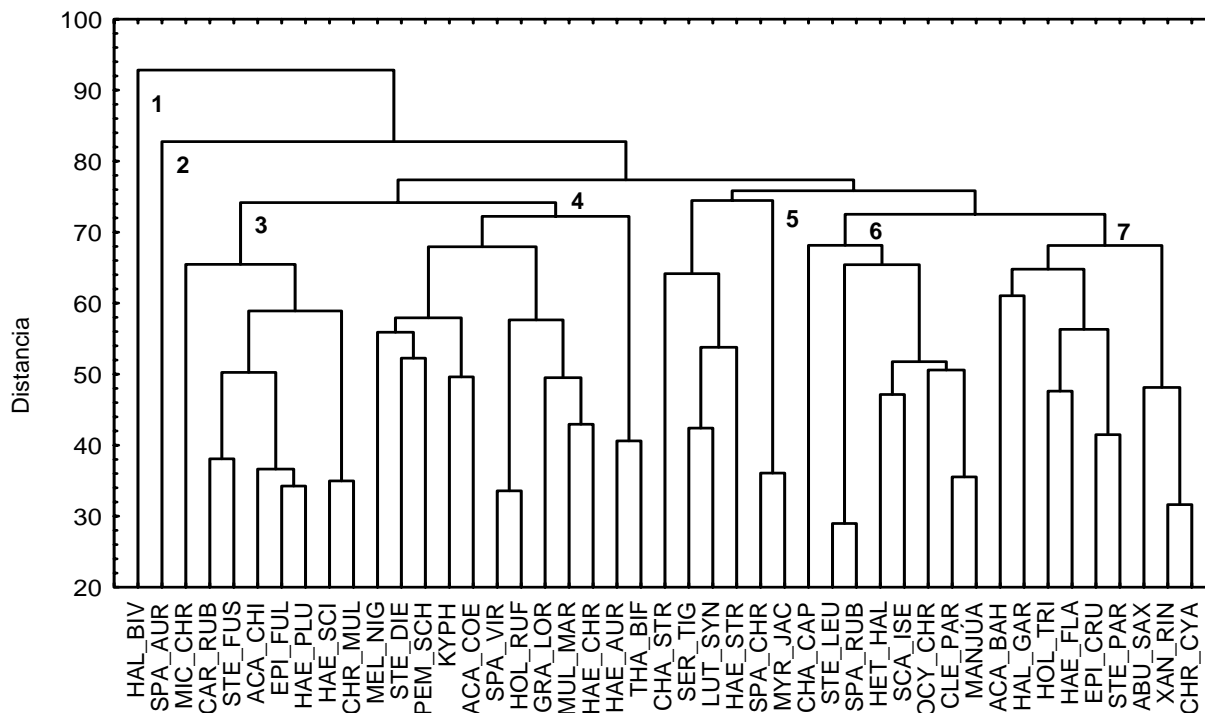


Fig. 5. Análisis de clasificación numérica en modo inverso. Ver siglas en la Tabla 1.

fidelidad que son altos para los grupos A y B (crestas), disminuyendo para el grupo C y siendo mucho menores para el D. No obstante el 3 presenta mayor fidelidad y constancia para B que el 4, y el 4 presenta mayor fidelidad y constancia para A que el 3. El grupo 5 presenta valores muy bajos de fidelidad y constancia para los grupos A y B, siendo mayores su fidelidad y constancia para

los grupos C y D (mayores para C). Algo similar ocurre con el grupo 7, aunque los valores de constancia y fidelidad para los grupos A y B no son tan bajos como en el caso del grupo 5. El grupo 6 presenta altos valores de fidelidad para todos los grupos de estaciones aunque los valores de constancia no son, comparativamente, muy altos.

Tabla 5. Valores de constancia para cada grupo de especies (1-7) con respecto a cada grupo de estaciones (A-D).

Constancia	A	B	C	D
1	1.00	1.00	0.00	0.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00
3	0.88	0.95	0.77	0.54
4	0.83	0.73	0.61	0.49
5	0.17	0.37	0.75	0.61
6	0.63	0.50	0.60	0.54
7	0.67	0.58	0.89	0.87

Tabla 6. Valores de fidelidad de cada grupo de especies (1-7) con respecto a cada grupo de estaciones (A-D).

Fidelidad	A	B	C	D
1	3.00	3.00	0.00	0.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.17	1.27	1.03	0.72
4	1.35	1.19	0.99	0.79
5	0.30	0.65	1.33	1.08
6	1.13	0.90	1.09	0.98
7	0.85	0.74	1.13	1.11

La Fig. 6 muestra la configuración bidimensional de las muestras, obtenida mediante el análisis de escalado multidimensional a partir de la matriz de disimilitud, con el valor de stress asociado. Dicho valor (0.0889972) es bajo, según Clarke y Warwick (2001). Lo anterior es una prueba de que el gráfico en 2 dimensiones del escalado multidimensional constituye una buena representación de las relaciones de las muestras sin posibilidades de interpretaciones erróneas. La concordancia entre las técnicas ordenamiento y agrupamiento así como la consistencia de sus resultados queda de manifiesto al superponerse las subdivisiones (líneas continua y discontinua) creadas en la representación gráfica del análisis de clasificación numérica en modo normal (Fig. 4) y en la representación gráfica del escalado multidimensional (Fig. 6).

Con el objetivo de comprobar si el número de unidades de muestreo fue suficiente se graficaron el número de especies acumulado contra el número de individuos acumulado en cada muestra. En todos los casos se obtuvieron curvas con tendencia asintótica lo que permitió considerar

el tamaño de muestra apropiado. Los valores de diversidad de Shannon oscilaron entre 2.42 y 3.01, solamente la estación CR1 en la época de seca presentó un valor mucho menor que el resto (1.54). Los valores de equitatividad oscilaron entre 0.62 y 0.80, repitiéndose la excepción de la estación CR1 en la época de seca con un valor muy bajo (0.41). Estos índices no muestran una tendencia definida en cuanto a los biotopos, estaciones o épocas del año. El caso de la estación CR1, en la época de seca, está influenciado por la aparición de varios cardúmenes de *Jenkinsia lamprotaenia* los que sumaban aproximadamente 2 600 ejemplares. Este elevado número de una sola especie puede disminuir drásticamente la equitatividad y la diversidad. El número de especies osciló entre 33 y 60. Las estaciones de veril presentan mayor número de especies que los dos biotopos restantes. En las estaciones de cabezos se aprecia un incremento notable del número de especies entre la época de lluvia y la de seca. Lo anterior no ocurre de igual forma para los biotopos restantes (Tabla 6).

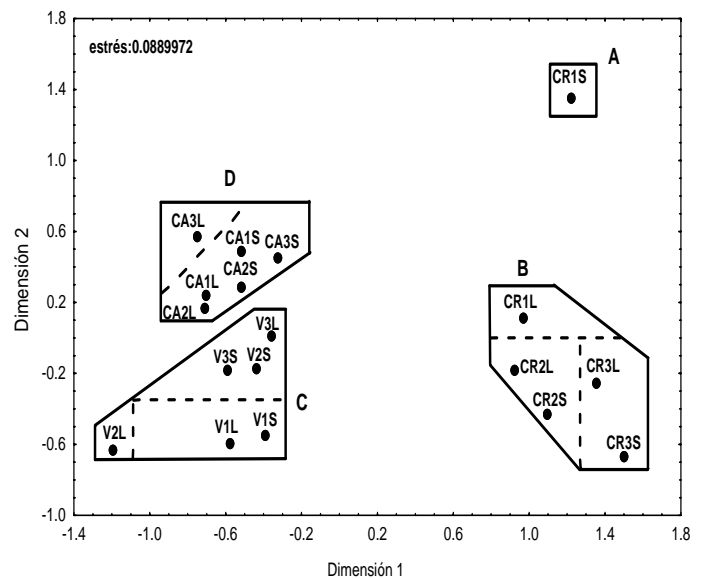


Fig. 6. Configuración de las muestras obtenida mediante el análisis de escalado multidimensional a partir de la matriz de disimilitud con el valor de stress asociado. Ver siglas en la Fig. 1. La S y la L al final de cada abreviatura simbolizan las épocas de seca y lluvia respectivamente.

DISCUSIÓN

Los trabajos anteriores sobre las asociaciones de peces en la zona se restringen a la cresta y sus inmediaciones. En dichos trabajos se utilizaron

Tabla 7. Valores de los índices de la estructura y la abundancia de la ictiofauna para cada una de las estaciones en cada época del año. UM representa el número de unidades de muestreo, N es el Número de individuos observados, S el número de especies, H' el índice de diversidad y J' el índice de equitatividad. Ver siglas de las estaciones en la Fig. 1. La S y la L al final de cada abreviatura simbolizan las épocas de seca y lluvia respectivamente.

Estaciones	UM	N	S	H'	J'
CR1S	6	3844	45	1.54	0.41
CR2S	6	662	42	2.99	0.80
CR3S	6	943	44	2.54	0.67
CR1L	6	1672	48	2.93	0.76
CR2L	6	787	45	3.01	0.79
CR3L	6	1236	39	2.74	0.75
V1S	6	2245	56	2.65	0.66
V2S	6	2093	60	2.99	0.73
V3S	6	2013	49	2.70	0.69
V1L	6	2549	52	2.74	0.69
V2L	6	3421	50	2.44	0.62
V3L	6	1391	52	2.85	0.72
CA1S	6	696	39	2.60	0.71
CA2S	6	932	33	2.42	0.69
CA3S	6	893	40	2.60	0.70
CA1L	6	826	46	2.47	0.64
CA2L	6	916	52	2.72	0.69
CA3L	6	1113	46	2.74	0.72

métodos como el Reefchek, que no tuvo en cuenta la totalidad de las especies presentes (Hodgson y Liebler, 2002) y el de muestreo estacionario (Pérez, 2002), que cubrió un área mucho menor que el método empleado en el presente trabajo lo que se ve reflejado en el mayor número de especies encontradas en este último. Esto proporciona un registro histórico de la zona bastante limitado lo que impide conocer como ha evolucionado antes y a partir de su declaración como área protegida.

El análisis de agrupamiento exhibe una separación fuerte entre los biotopos con respecto a la abundancia y preferencia de las especies. La especie *Sparisoma aurofrenatum*, que forma el grupo 2, se encuentra distribuida de forma homogénea por todas las estaciones estudiadas. Dicha especie es una de las que más abundan de la Familia Scaridae, a lo largo de los arrecifes de la costa Norte de la Habana y Ciudad Habana (Caballero *et. al*, 2003). Esto podría estar propiciado por la pequeña talla de las mismas, lo que la descarta como blanco de pesca submarina y furtiva (redes, nasas).

Halichoeres bivittatus, que forma el grupo 1, presenta una fuerte preferencia por los biotopos de cresta. Los grupos 3 y 4 constituyen el 41% del total de individuos censados. Estos dos grupos presentan mayores valores de constancia y fidelidad para los grupos de estaciones de las crestas que para los grupos de estaciones de los cabezos y veriles. Mientras que los grupos 5 y 7, que representan el 50% del total de individuos censados, presentan valores de fidelidad y constancia mayores para los grupos de veriles y cabezos que para las crestas. El grupo 6 presenta bajos valores de constancia y altos valores de fidelidad para todos los grupos de estaciones. Lo anterior se interpreta como especies abundantes con una alta agregación.

Existen marcadas diferencias entre las composiciones y preferencias específicas con respecto a las crestas y los dos biotopos más profundos. Los índices de constancia y fidelidad muestran una repartición casi en partes iguales de las proporciones de las especies entre las estaciones menos profundas (crestas) y las más profundas (veriles y cabezos). Con excepción de los

grupos 1 y 2 el resto de los grupos de estaciones presentan mayores valores de constancia y fidelidad para las estaciones de veril que para las de cabezos. Lo anterior podría estar dado por la mayor complejidad topográfica, mayor disponibilidad de refugio, del veril con respecto a los cabezos. Todo lo anterior indica la existencia de factores ambientales que dictan la abundancia, preferencia y existencia diferenciada de las especies en los tres biotopos estudiados.

El aumento del número de especies y la diversidad en la época de lluvia con respecto a la de seca, así como la disminución de la equitatividad podría estar dado por el pico de reclutamiento que ocurre durante la primera. Lo anterior coincide con el aumento de los nutrientes aportados por los escurrimientos terrígenos y el caudal del río Guanabo lo que propicia un incremento de biomasa a lo largo de la cadena alimentaria. Esto se traduce en un aumento de alimento disponible para los peces en general.

Al comparar con resultados obtenidos por Caballero *et. al.* (2003) se observa que los valores de los índices de diversidad para las estaciones de la cresta en Guanabo son mayores, de forma general, que para las 5 crestas estudiadas en la costa Norte de La Habana por dichos autores. Los valores de dichos índices para las estaciones del veril de Guanabo, con una sola excepción (V2S), son menores que los del veril de Bacunayagua. Las estaciones de cabezos en Guanabo presentaron índices de diversidad menores que los de los cabezos de Bacunayagua y mayores, con excepción del número de especies, que los de Puerto escondido. De forma comparativa se puede inferir que las asociaciones de peces del Rincón de Guanabo poseen mejores condiciones de diversidad que varias de las localidades cercanas. Es válido señalar que Bacunayagua posee mejores condiciones que Guanabo (Caballero *et. al.*, 2003), lo que podría deberse a su mayor lejanía de Ciudad de la Habana, gran núcleo poblacional y a su menor accesibilidad.

Los valores proporcionales de abundancia y biomasa en las estaciones de cresta durante las dos épocas del año se comportan de manera semejante a como lo hacen en otras 5 crestas estudiadas por (Caballero *et. al.*, 2003). Algo parecido ocurre con los valores de las estaciones de veril al compararlos con los valores dados por dichos autores del veril de Bacunayagua. En el presente caso, al analizar la biomasa y la abundancia relativa, se evidencia una notable escasez de grandes depredadores. Lo anterior

contrasta con varios ejemplos de arrecifes en buen estado de conservación en Belice y Antillas Holandesas donde abundan grandes ejemplares de las familias Lutjanidae, Haemulidae y Scaridae (Loreto *et. al.*, 2003). La ausencia de individuos de cualquier tamaño, de especies del género *Mycteroperca*, la mayoría de las especies del género *Lutjanus*, las especies *Lachnolaimus maximus*, *Scarus guacamaia*, *S. vetula*, *S. coeruleus* en el Rincón de Guanabo también contrasta con los resultados obtenidos por de la Guardia *et. al.* (2004) en el Parque Nacional de Punta Francés, zona protegida de nuestro país. La escasez de estas especies es una característica típica de zonas impactadas por la actividad pesquera (Valdivia *et. al.*, 2004).

Los planctófagos, a pesar de su alta abundancia relativa, presentaron bajos valores de biomasa debido a que predominaron especies de pequeñas tallas. Según Loreto *et al.* (2003) la escasez de planctófagos se debe a los bajos valores de biomasa de plancton en aguas tropicales.

A pesar que los herbívoros presentaron mayor proporción de biomasa que los carnívoros, dentro de dicho grupo los representantes de la familia Scaridae fueron los más abundantes pero con tallas pequeñas, las mayores tallas las aportaron los representantes de la familia Acanthuridae. Lo anterior reafirma altos niveles de sobrepesca ya que se aprecia disminución en las tallas de las especies de medianas de los escáridos, así como la ausencia de las especies grandes de dicha familia. Hodgson y Liebler (2002) plantean que cuando los arrecifes se encuentran sometidos a una pesca intensa, el patrón común sería la merma inicial de los depredadores, seguido de la merma de los herbívoros (fundamentalmente representantes de la Familia Scaridae).

La baja abundancia de depredadores de mediana y gran talla constituye una señal de sobrepesca que ya se va haciendo típica de los arrecifes de la costa norte de La Habana y de Ciudad de la Habana. El Rincón de Guanabo no ha escapado a esta sobreexplotación de recursos pesqueros y es evidente que se necesita un análisis del alcance y la eficiencia de las medidas de protección vigentes en la zona. Se recomienda aumentar el control sobre la pesca pues Watson *et al* (1997) señalan que bajos niveles de pesca ilegal son suficientes para anular los beneficios de áreas protegidas. Existen ejemplos de arrecifes que tras ocho años de protección efectiva han comenzado a recuperar sus grandes individuos de serránidos (Loreto *et. al.*, 2003).

REFERENCIAS

- Bohlke, J.E. y C.C.G. Chaplin (1968): *Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters*. Livingston Publishing Company, Wynnewood, Pa USA: 297pp.
- Bohnsack, J.A. y D.E. Harper (1988): Length-weight relationships of selected marine reef fishes from the southeastern United States and the Caribbean. *NOAA Technical memorandum NMFS-SEFC-215*, 31pp.
- Brock, V.E. (1954): A preliminary report on a method of estimating reef fishes populations. *J. Wild. Manage.* 18(3): 297-308.
- Caballero, H., P.P. Chevalier, G. Varona, A.L. Cárdenas, J. Ravelo y Y. García (2003): *Caracterización ecológica de zonas de colecta del Acuario Nacional de Cuba. II: Costa Noreste de La Habana*. Informe Final, Biblioteca Acuario Nacional de Cuba.
- Caballero, H., D. Rosales y A. Alcalá (2006): Estudio diagnóstico del arrecife coralino del Rincón de Guanabo, Ciudad de la Habana, Cuba. I. Corales, esponjas y gorgonáceos. *Rev. Invest. Mar.* 27(1):49-59.
- Claro, R. y J.P. García-Arteaga (1994): Crecimiento. *En: Ecología de los peces marinos de Cuba*, (R. Claro, ed.), Inst. Oceanología y CIQRO, México, pp: 321-402.
- Claro, R., K.C. Lindeman y L.R. Parenti (2001): *Ecology of the marine fishes of Cuba*. Smithsonian Institution Press. Washintong and London: 33-57.
- Clarke, R.K. y R.M. Warwick (2001): Change in marine communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. PRIMER-E Ltd. Plymouth, U. K.
- González-Sansón, G., C. Aguilar, J. Angulo, C. González Gándara (1997): Variación espacial y estacional de la ictiofauna en un arrecife de coral costero de la región noroccidental de Cuba. I: Abundancia total. *Rev. Invest. Mar.* 18(3): 223-232.
- Guardia, E. de la, J. Angulo, G. González-Sansón, C. Aguilar y P. González-Díaz (2004): Biodiversidad en la zona de buceo del Parque Nacional Punta Francés, Isla de la Juventud, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 25(2): 90-102.
- Guitart, D (1985): Sinopsis de los peces marinos de Cuba. (2), 2da edición, Editorial Científico-Técnica, Ciudad de la Habana, Cuba. :32-38.
- Hodgson, G. y J. Liebler (2002): *The global coral reef crisis trends and solutions*. Reef Check Foundation: 77 pp.
- Humann, P. (1994): *Reef fish identification*. 2nd edition, New World publication, INC. Jacksonville: 111-125.
- Loreto, R.M., M. Lara y J.J. Schmitter-Soto (2003): Coral ref. fish assemblages at Banco Chinchorro, Mexican Caribbean. *Bul. Mar. Sci.* 73(1): 153-170.
- Martínez-Estalella, N. y A. Herrera (1989). Estudio de la comunidad coralina del arrecife del Rincón de Guanabo, Cuba. Academia de ciencias de Cuba. Instituto de oceanología. *Reporte de Investigación Inst. Oceanol.* (9), 28 pp.
- Pérez Fleitas, E. (2002): Estructura de las comunidades de peces del arrecife coralino del Rincón de Guanabo. Universidad de La Habana, trabajo de Diploma, 39 pp.
- Valdivia, A., E. de la Guardia, M. Armenteros, P. González, A.M. Suárez, C. Aguilar y G. González-Sansón (2004): Inventario de los componentes más comunes de la flora y la fauna de algunos arrecifes coralinos de la Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 25(2): 113-121.
- Watson, M., R.F.G. Ormond y L. Holliday (1997): The role of Kenya's marine protected areas in artisanal fisheries management. *Proc. 8th Int. Coral Reef Sym.* Panamá, 2: 1955-1960.

Aceptado: 16 de diciembre de 2005