

VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LAS ASOCIACIONES DE PECES EN ARRECIFES COSTEROS DE LA COSTA ORIENTAL DE LA BAHÍA DE COCHINOS. I: ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD.

Pedro P. Chevalier * y Antonio L. Cárdenas.

Acuario Nacional de Cuba, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Avenida 1ra y Calle 60, Playa, CP 11300, Ciudad Habana, Cuba.

(*) Autor para correspondencia: pedroc@acuaronacional.cu

RESUMEN

En noviembre del 2002 y marzo del 2003 se censaron las asociaciones de peces arrecifales de la costa oriental de la Bahía de Cochinos. Los conteos se realizaron en 4 sitios espaciados a lo largo de dicho litoral a intervalos que oscilaron entre 5 y 9 Km. En cada sitio se establecieron tres estaciones que correspondieron con los biotopos de cabezos (3-6 m), terraza somera (8-10 m) y terraza profunda (15 m). Se utilizó el método de muestreo por tramos de Brock (1954). Se evidenció un aumento de la abundancia con el aumento de la profundidad. Los cuatro sitios presentaron valores de diversidad similares y relativamente bajos a pesar del alto número relativo de especies. Los índices de diversidad y equitatividad disminuyeron con el aumento de la profundidad; el número de especies se comportó de forma inversa. La estructura trófica de dichas asociaciones está dominada por los omnívoros, fundamentalmente por la Familia Pomacentridae. Aunque durante los censos se contabilizaron depredadores de gran talla, su abundancia fue muy baja lo que constituye una evidencia de sobrepesca en la zona.

Palabras claves: peces de arrecife; arrecifes coralinos; diversidad; abundancia; ASW, Cuba.

ABSTRACT

In November of the 2002 and March of the 2003 the associations of reef fish of the east coast of the Bahía de Cochinos were taken a census of. The counts were carried out in 4 places spaced along this coast to intervals that range between 5 and 9 Km. In each place they settled down three stations that they corresponded with the biotopes of summits (3-6 m), shallow terrace (8-10 m) and deep terrace (15 m). The sampling method was linear transects (Brock, 1954). An increase of the abundance was evidenced with the increase of the depth. The four places presented similar and relatively low values of diversity in spite of the high relative number of species. The indexes of diversity and evenness diminished with the increase of the depth; the number of species behaved in an inverse way. The structure trophic of this associations is dominated by the omnivorous ones, fundamentally for the family Pomacentridae. Although during the censuses great size hunters was counted, its abundance was very low which constitutes a overfishing evidence in the area.

Key words: reef fishes; coral reefs; diversity; abundance; ASW, Cuba.

La diversidad de la vida en el océano está siendo alterada dramáticamente por el incremento rápido de los efectos potencialmente irreversibles de las actividades asociadas con la expansión de las poblaciones humanas. Los mayores contribuyentes con los cambios en la biodiversidad marina son, la pesca, la extracción de invertebrados y plantas oceánicas, la contaminación; las alteraciones físicas de los hábitat costeros; la invasión de especies exóticas y los cambios climáticos globales. Estos factores estresantes han afectado la vida desde la zona intermareal hasta las grandes profundidades marinas (Sobel y Dahlgren, 2004).

El Acuario Nacional de Cuba realizó una evaluación del estado del arrecife de coral de la costa este de Bahía de Cochinos, clasificada como Parque Nacional, que se encuentra ubicada al sur de la provincia de Matanzas. Esta zona es muy utilizada como zona de buceo contemplativo, video y fotografía submarinas, colecta de especies para acuarios y actividades docentes. Todo lo anterior es posible por el alto valor estético del arrecife costero del lugar; además es una zona resguardada del oleaje y permite el buceo en cualquier época del año.

El presente trabajo tiene como objetivo estimar el estado de las asociaciones de peces de la zona, las

cuales no han sido estudiadas con anterioridad, y sentar una referencia para estudios futuros del lugar. Adicionalmente se pretende conocer de forma preliminar el potencial biótico que puede ser utilizado por el turismo y la investigación científica.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Descripción de la zona de estudio.

En la Fig. 1 se representa el área de estudio. Se muestrearon los arrecifes costeros asociados a 4 sitios: Campismo Victoria de Girón (CA), Cueva de los peces (CP), Punta perdices (PP) y Los Cocos (LC). En cada sitio se establecieron 3 estaciones correspondientes a 3 biotopos distintos que se extienden de forma paralela a la costa.

El biotopo Cabezos (Cb), cuya profundidad osciló entre 3 y 6 metros, este consiste en una planicie de arena con cabezos coralinos esparcidos en toda su extensión. El biotopo Terraza somera (Ts), de 8 a 10 metros de profundidad, consiste en un fondo rocoso con gran cantidad de colonias coralinas. La Terraza profunda (Tp) constituye el tercer biotopo, con 15 m de profundidad, el cual presenta gran cantidad de cubrimiento coralino. Este último posee en muchas partes una pendiente mayor que la Terraza somera, y presenta infinidad de cuevas de diferentes tamaños (Fig. 2).

Teniendo en cuenta que la mayor complejidad de biotopos coralinos propicia mayor abundancia de peces (Bohnsack y Banerot, 1986), de forma previa al muestreo se clasificó a los Cabezos como el biotopo menos complejo, debido a que el sustrato coralino y los refugios están limitados a las formaciones de cabezos. Terraza profunda como el biotopo más complejo, debido a la existencia de un área mayor de sustrato coralino y un gran número de refugios y cuevas. La terraza somera se consideró de complejidad media, con relación a los otros biotopos, ya que a pesar de presentar una mayor área de sustrato coralino que los Cabezos, no presenta tantas cuevas y refugios como la Terraza profunda.

Esta bahía no presenta focos contaminantes de importancia. Solamente existe la desembocadura del canal de Soplillar que procede del río Hanábana; a dicho canal son vertidos fertilizantes de los cultivos arroceros que lo rodean, aunque no se conocen las cantidades exactas de dichos vertimientos. El aporte de agua dulce que recibe la bahía es muy grande debido a su proximidad a la

Ciénaga de Zapata y la existencia de numerosos ríos subterráneos (González Mendez, com. per.).

Metodología

En cada estación se llevaron a cabo conteos visuales siguiendo el método de tramos de Brock (1954) mediante buceo autónomo. Cada tramo se consideró una unidad de muestreo. En cada zona se tomaron 2 muestras, una en época de seca (noviembre 2002) y otra en época de lluvia (marzo 2003). Cada muestra consta de 6 tramos 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).

Procesamiento de datos

Para la evaluación estadística de los datos se utilizó el análisis de varianza de clasificación simple. Para la comparación múltiple *a posteriori* de las medias se utilizó la prueba de Newman-Keuls.

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, Instituto de Oceanología). Los grupos son: omnívoros, herbívoros, planctófagos, bentófagos, ictiófagos e ictiobentófagos.

Se seleccionaron 4 familias como indicadores del efecto de la pesca en la estructura de la comunidad de peces: Serranidae, Lutjanidae, Scaridae y Haemulidae. Esto se hizo con objetivo comparativo con relación a datos de Hodgson y Liebeler (2002) que abarcan, de forma general, el área del Atlántico. En el análisis de los componentes de esta Familia Lutjanidae se excluye la especie *Ocyurus chrysurus* debido a sus costumbres pelágicas y no territoriales.

Se calculó la talla promedio de los representantes de la familia Scaridae (mayores de 5 centímetros), Lutjanidae y los representantes medianos y grandes de Serranidae, así como la biomasa promedio de las tres familias anteriores y de la Familia Haemulidae (mayores de 5 centímetros) con la finalidad de comparar las condiciones de las asociaciones de peces de la zona estudiada con los

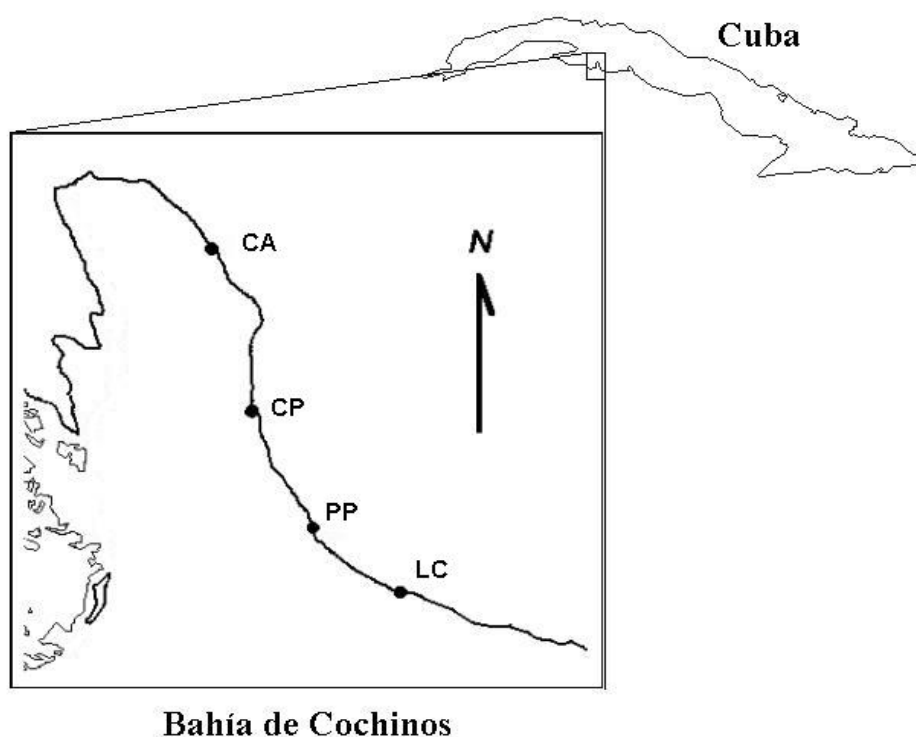


Fig. 1. Zona de estudio. CA: Campismo Victoria de Girón, CP: Cueva de los peces, PP: Punta perdiz, LC: Los Cocos.

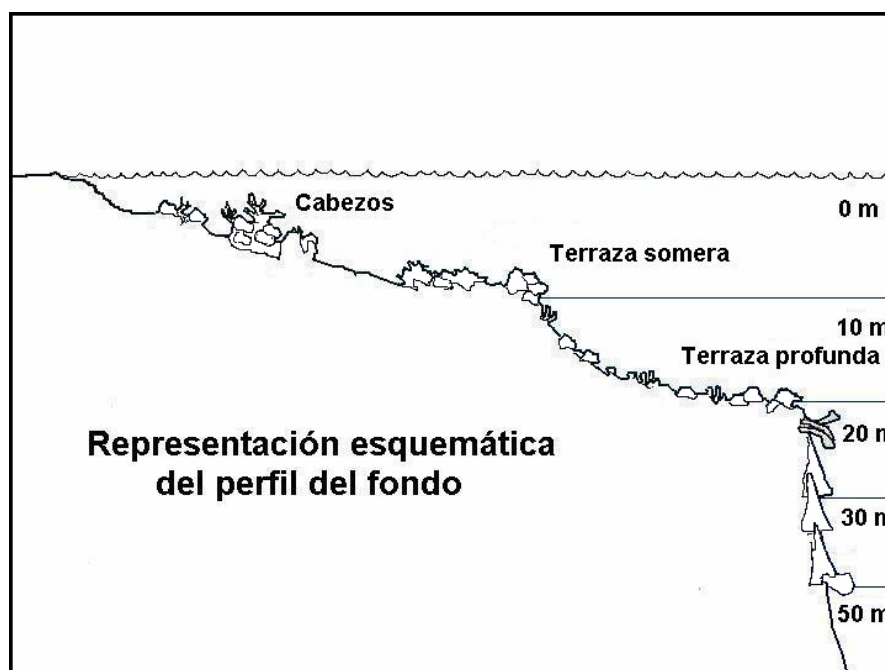


Fig. 2 Representación esquemática del perfil del fondo perpendicular a la línea costera.

resultados obtenidos por Alcolado *et al* (2001) al estudiar con la metodología AGRRA las asociaciones de peces de los arrecifes de Jardines de la Reina (plataforma sur-central de Cuba).

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

RESULTADOS

Se presentan los valores medios de individuos por unidades de muestreo para las especies que constituyeron el 95% del total de individuos en cada una de las épocas del año, ordenadas de forma decreciente según su abundancia (Tablas 1, 2 y 3). Las especies restantes, se consideraron raras debido a su baja abundancia.

Tabla 1. Lista de las especies más abundantes que se citan en este trabajo.

Abreviatura	Nomenclatura científica
Cor per	<i>Coryphopterus personatus</i> (Jordan & Thompson, 1905)
Chr cya	<i>Chromis cyanea</i> (Poey, 1860)
Cle par	<i>Clepticus parrae</i> (Bloch & Schneider, 1801)
Ste par	<i>Stegastes partitus</i> Poey, 1868
Sca ise	<i>Scarus iseri</i> Bloch, 1789
Ste pla	<i>Stegastes planifrons</i> Cuvier, 1830
Tha bif	<i>Thalassoma bifasciatum</i> (Bloch, 1701)
Hal gar	<i>Halichoeres garnoti</i> (Valencienes, 1839)
Ste die	<i>Stegastes diencaeus</i> (Jordan & Rutter, 1897)
Ine vit	<i>Inermia vittata</i> Poey, 1861
Ste leu	<i>Stegastes leucostictus</i> Müller & Troschel, 1848
Cor dic	<i>Coryphopterus dicrus</i> (Bohlke & Robins, 1960)
Ocy chr	<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)
Spa aur	<i>Sparisoma aurofrenatum</i> (Valencienes, 1839)
Gra lor	<i>Gramma loreto</i> Poey, 1868
Spa vir	<i>Sparisoma viride</i> (Bonnaterre, 1788)
Aca coe	<i>Acanthurus coeruleus</i> Bloch & Schneider, 1801
Abu sax	<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)
Epi cru	<i>Epinephelus cruentatus</i> (Lacépède, 1802)
Aca bah	<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855
Chr mul	<i>Chromis multilineata</i> (Guichenot, 1853)
Cha cap	<i>Chaetodon capistratus</i> Linnaeus, 1758
Car rub	<i>Caranx ruber</i> (Bloch, 1794)
Hae fla	<i>Haemulon flavolineatum</i> Desmarest, 1823

Hae aur	<i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier, 1830
Sca tae	<i>Scarus taenopterus</i> Desmarest, 1831
Gna tho	<i>Gnatholepis thompsoni</i> Jordan, 1904
Hal biv	<i>Halichoeres bivittatus</i> (Bloch, 1791)
Mul mar	<i>Mulloidichthys martinicus</i> (Cuvier, 1829)
Hyp pue	<i>Hypoplectrus puella</i> (Cuvier, 1828)
Can ros	<i>Canthigaster rostrata</i> (Bloch, 1786)
Hol mar	<i>Holocentrus marianus</i> (Cuvier, 1829)

Se aprecia una relación fuerte de la complejidad del sustrato y la profundidad por un lado, con la abundancia de peces lo cual coincide con resultados de Bohnsack y Banerot (1986) y González-Sansón *et al.* (1997).

Se comprobó la existencia de correlación entre la media y la varianza del número total de individuos en cada unidad de muestreo por estación (Fig. 3). Se obtuvo un estimado del coeficiente de regresión a partir de la relación entre el logaritmo de la media y el logaritmo de la varianza con el objetivo de calcular la transformación apropiada para obtener una aproximación a la distribución normal y homogeneizar la varianza de los datos basado en la ley de Taylor (González-Sansón *et al.*, 1997). La transformación resultó $T = 1 - 2.26 / 2 = -0.13$, ubicado entre la transformación del logaritmo ($T=0$) y la del valor inverso ($T=-1$), evidenciándose un alto nivel de agregación.

Las interacciones entre sitios y estaciones como entre sitios y épocas resultaron significativas ($F=8.54$, $p<0.05$ y $F=13.2$, $p<0.05$ respectivamente), esto ocurre cuando los niveles de un factor (sitio, época, estación) responden de forma diferente a uno de los niveles de otro factor. El resultado anterior indica que existe variación en la distribución de la abundancia por estaciones entre los sitios y por sitios entre las épocas.

La prueba de Newman-Keuls arrojó diferencias significativas entre épocas del año solamente para dos sitios: Punta Perdices y Campismo. En la época de seca se aprecian dos grupos de sitios definidos sobre la base de la significación de las diferencias entre sus medias (Fig. 4), un grupo formado por Punta Perdices que presentó la menor abundancia, el segundo grupo lo formaron, en orden creciente, Campismo, Cueva de los Peces y Los Cocos (200.1-431.3 individuos por unidad de muestreo). Para la época de lluvia se forman dos grupos de sitios (Fig. 4). Un grupo que incluyó al Campismo el cual presentó la menor abundancia (168.5 individuos por unidades de muestreo), el

Tabla 2. Número medio de individuos por conteo de las especies más abundantes que conformaron el 95% del total de individuos contados durante la época de seca. Los nombres completos de las especies aparecen en la Tabla 1.

Estaciones	CACb	CATs	CATp	PPCb	PPTs	PPTp	CPCb	CPTs	CPTp	LCCb	LCTs	LCTp	Total
UM	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	48
Ntot	1099	2003	3408	436	875	2197	1046	2670	3381	821	1452	5491	24879
Ntot/UM	183.2	333.8	568.0	72.7	145.8	366.2	174.3	445.0	563.5	136.8	242.0	915.2	518.3
Cor per	102.2	135.0	495.0	0.0	0.0	225.0	14.0	138.3	345.0	4.2	0.0	716.7	2175.3
Chr cya	0.7	12.7	6.8	1.3	7.8	22.8	1.2	6.2	25.0	19.8	50.3	46.8	201.5
Cle par	0.0	57.0	3.3	0.0	5.8	26.0	0.0	39.7	5.8	3.3	30.0	21.0	192.0
Ste par	0.2	3.8	0.8	11.7	20.2	8.5	20.2	26.5	16.3	11.7	30.2	17.2	167.2
Sca ise	10.8	25.8	14.5	1.0	11.0	7.8	23.0	25.5	27.0	6.3	6.0	6.3	165.2
Ste pla	8.3	18.2	7.5	0.0	12.0	11.3	13.8	27.5	27.0	0.0	2.5	10.3	138.5
Tha bif	3.8	3.0	0.0	15.5	14.0	0.8	14.7	7.3	5.0	32.2	28.2	0.8	125.3
Hal gar	2.0	17.3	0.3	1.7	3.7	7.2	6.7	32.2	10.0	12.0	8.7	1.3	103.0
Ste die	2.2	1.3	0.0	8.8	23.0	0.5	11.8	12.8	0.2	9.3	10.2	0.7	80.8
Ine vit	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	46.7	80.0
Ste leu	5.5	9.5	4.5	0.2	2.0	4.8	2.7	19.8	13.3	2.0	2.7	7.8	74.8
Cor dic	17.0	11.3	0.0	0.7	0.0	2.0	25.0	15.0	0.0	0.0	2.5	0.0	73.5
Ocy chr	0.0	0.5	1.5	6.2	6.3	5.8	0.8	11.0	27.7	3.5	5.0	1.7	70.0
Spa aur	5.0	1.8	3.5	2.7	3.5	1.0	5.3	8.2	13.8	5.0	4.7	4.8	59.3
Gra lor	2.2	0.7	0.3	0.3	0.7	9.3	3.0	0.0	16.2	7.0	3.0	12.3	55.0
Spa vir	2.5	2.8	4.8	1.2	5.2	3.7	3.0	6.2	8.3	5.3	2.2	3.2	48.3
Aca coe	2.5	6.8	2.2	0.5	3.2	17.7	1.8	1.0	4.0	2.3	0.5	2.0	44.5
Abu sax	1.3	0.0	0.0	11.3	1.2	0.5	2.0	23.2	0.0	0.0	0.0	0.0	39.5
Epi cru	0.8	3.2	1.5	1.3	3.3	2.0	2.8	4.8	11.2	2.0	2.0	2.8	37.8
Aca bah	2.0	0.2	0.3	1.2	4.7	2.0	4.2	3.7	0.3	4.0	12.8	2.3	37.7
Chr mul	0.0	18.3	5.8	1.0	0.0	0.3	0.0	1.5	0.0	0.0	1.0	5.0	33.0
Cha cap	3.2	1.7	1.5	1.8	2.2	1.7	6.0	4.7	3.0	3.5	2.5	1.2	32.8
Car rub	0.7	0.5	13.0	0.5	5.3	0.5	1.2	2.8	0.7	0.5	1.0	0.7	27.3
Hae fla	4.0	1.7	0.5	1.5	2.0	1.0	2.2	1.7	1.3	2.8	2.2	1.7	22.5
Hae aur	2.7	0.0	0.0	2.3	8.2	2.2	3.2	2.2	0.3	0.0	0.0	0.0	21.0
Sca tae	3.7	0.7	0.2	0.0	0.7	1.7	0.0	10.5	0.5	0.0	0.7	1.8	20.3
Gna tho	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	12.8	1.5	0.0	0.0	0.0	20.2

segundo grupo lo conformaron Los Cocos, Punta Perdices y Cueva de los Peces (483.1-593.7 individuos por unidad de muestreo). Al aplicar dicha prueba a las estaciones se encontraron diferencias significativas entre las mismas aunque no se forman grupos definidos (Fig. 5). Se evidencia un aumento de la abundancia con el aumento de la profundidad, solamente en Cueva de los Peces se altera presumiblemente debido a la alimentación de los peces por parte del buceo turístico.

En la Fig. 6 se muestra la proporción de cada uno de los grupos tróficos en cada estación. De forma

generalizada las proporciones de los bentófagos (donde predominan *Thalassoma bisfaciatum* y *Halichoeres garnoti*), los ictiófagos (donde predomina *Caranx ruber*) y los ictiobentófagos (donde predominan *Epinephelus cruentatus*, *Ocyurus chrysurus* y *Lutjanus apodus*) son muy bajas en todas las estaciones. Los omnívoros (donde predominó la familia Pomacentridae) dominaron en todas las estaciones a excepción de los cabezos de Los Cocos donde los plantófagos (donde predominaron *Chromis cyanea*, *Grama loreto* y *Clepticus parrae*) los igualan en proporción. Este último grupo presenta las mayores proporciones en los cabezos de Los Cocos, como se

Tabla 3. Número medio de individuos por conteo de las especies más abundantes que conformaron el 95% del total de individuos contados durante la época de lluvia. Los nombres completos de las especies aparecen en la Tabla 1.

Estaciones	CACb	CATs	CATp	CPCb	CPTs	CPTp	PPCb	PPTs	PPTp	LCCb	LCTs	LCTp	Total
UM	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54
Ntot	886	851	1264	3322	2988	4376	933	2112	6953	909	1602	6185	32381
Ntot/UM	147.7	141.8	210.7	553.7	498.0	729.3	155.5	352.0	1158.8	151.5	267.0	1030.8	599.6
Cor per	34.7	24.0	76.5	250.0	250.0	500.0	0.0	25.8	896.7	0.0	48.0	666.7	2772.3
Tha bif	13.5	4.3	2.3	36.2	37.3	6.8	37.7	64.3	8.2	17.8	51.7	7.0	287.2
Cle par	0.0	0.5	10.0	0.0	0.0	3.3	0.0	16.2	60.0	13.8	4.7	175.7	284.2
Sca ise	26.5	32.7	31.3	21.7	40.8	19.3	0.0	16.0	24.5	4.0	14.7	13.0	244.5
Cor dic	9.8	0.7	1.0	135.8	37.5	5.5	0.8	0.0	4.7	3.7	2.7	0.0	202.2
Ste par	0.5	3.0	1.8	17.3	17.5	10.5	7.8	18.8	15.3	5.8	25.0	40.7	164.2
Aca coe	2.5	11.5	3.0	0.8	4.0	1.7	0.8	112.5	11.3	0.3	1.3	2.7	152.5
Ste pla	15.5	23.2	12.0	8.5	14.8	21.8	2.5	8.5	11.5	4.7	4.0	7.2	134.2
Ine vit	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	83.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	113.3
Ste die	1.2	1.5	0.2	10.8	17.2	2.7	14.3	18.5	4.0	13.3	22.3	5.2	111.2
Hal gar	4.7	10.8	3.2	5.5	6.7	4.3	3.7	7.2	10.8	11.7	21.0	6.5	96.0
Ste leu	12.7	11.0	11.2	3.8	5.3	17.5	0.0	2.5	5.7	1.0	2.3	9.5	82.5
Chr cya	0.2	1.0	0.0	0.8	0.7	4.5	1.3	6.8	16.7	33.2	2.0	15.0	82.2
Gra lor	0.3	0.2	2.5	5.3	0.5	9.7	2.5	3.7	25.2	2.2	1.7	28.3	82.0
Aca bah	2.7	0.8	1.2	26.3	3.2	0.5	2.3	9.0	5.3	4.8	11.5	6.2	73.8
Ocy chr	2.0	0.7	2.0	3.7	4.3	7.8	1.7	5.2	19.7	3.8	14.5	7.2	72.5
Spa vir	3.3	4.0	4.8	4.8	6.2	4.2	1.7	11.0	5.0	3.2	6.5	10.2	64.8
Abu sax	1.7	0.0	0.0	2.5	33.7	0.0	10.7	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	49.8
Spa aur	5.0	0.8	5.8	3.0	3.0	3.7	1.5	1.5	0.0	8.0	6.5	6.7	45.5
Epi cru	1.8	3.3	4.5	3.0	4.8	5.7	0.8	4.8	6.2	1.3	3.5	4.3	44.2
Hae aur	2.3	0.2	0.0	0.5	0.7	0.2	22.3	6.5	4.5	0.0	0.0	0.0	37.2
Cha cap	3.0	2.7	2.0	1.5	1.3	2.3	3.2	4.0	4.5	4.2	2.8	3.0	34.5
Hal biv	0.7	0.0	0.0	4.5	0.2	0.0	14.5	0.8	0.0	8.0	0.8	0.0	29.5
Hae fla	0.7	0.8	1.3	1.7	0.8	1.8	2.3	2.0	4.2	2.3	4.7	2.0	24.7
Mul mar	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	20.2	0.0	1.0	0.7	0.0	1.5	23.8
Hyp pue	0.8	1.2	3.0	1.7	2.5	3.7	0.0	1.3	4.8	0.3	0.0	3.2	22.5
Can ros	0.8	2.5	2.5	1.0	2.5	3.5	0.3	2.7	3.0	1.2	0.7	1.5	22.2
Car rub	0.0	0.0	0.7	2.5	1.5	2.5	1.3	0.5	1.7	0.2	8.0	3.2	22.0
Hol mar	0.7	0.5	2.8	0.3	0.7	2.5	1.2	1.8	3.2	2.0	1.2	4.7	21.5

había dicho anteriormente y en la Terraza somera de dicho sitio, en el resto de las estaciones las proporciones fueron bajas. Este aumento de los planctófagos en Los Cocos puede deberse a que al ser este el sitio más externo de la bahía, presenta una mayor exposición al oleaje procedente de aguas abiertas con una consecuente mayor disponibilidad de alimento para dicho grupo trófico. Los herbívoros (grupo dominado por representantes de la Familia Scaridae) presentaron proporciones bastante semejantes entre las estaciones, aunque con cierta tendencia a

disminuir en las estaciones más profundas (Terraza profunda).

En la Fig. 7 se muestra la proporción de la biomasa de cada uno de los grupos tróficos en cada estación calculada a partir de las tallas. Los omnívoros, planctófagos y bentófagos presentan proporciones bajas debido a que están compuestos por peces pequeños, sobre todo los omnívoros cuya abundancia es alta (Fig. 6). Los ictiófagos e ictiobentófagos, que presentaron bajas abundancias, en este caso tienen proporciones de biomasa

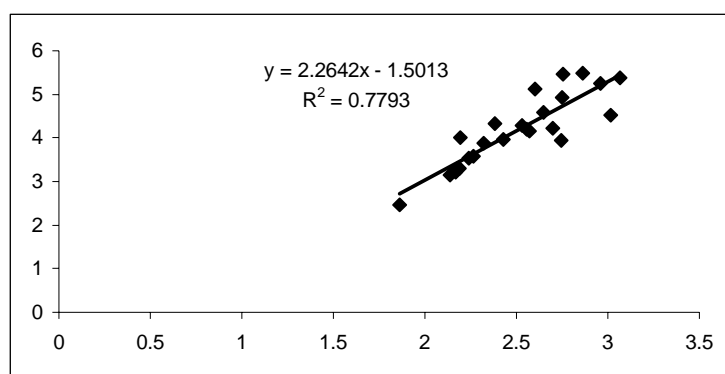


Fig. 3. Relación entre los logaritmos de la media y la varianza del número de individuos por unidad de muestreo para cada estación.

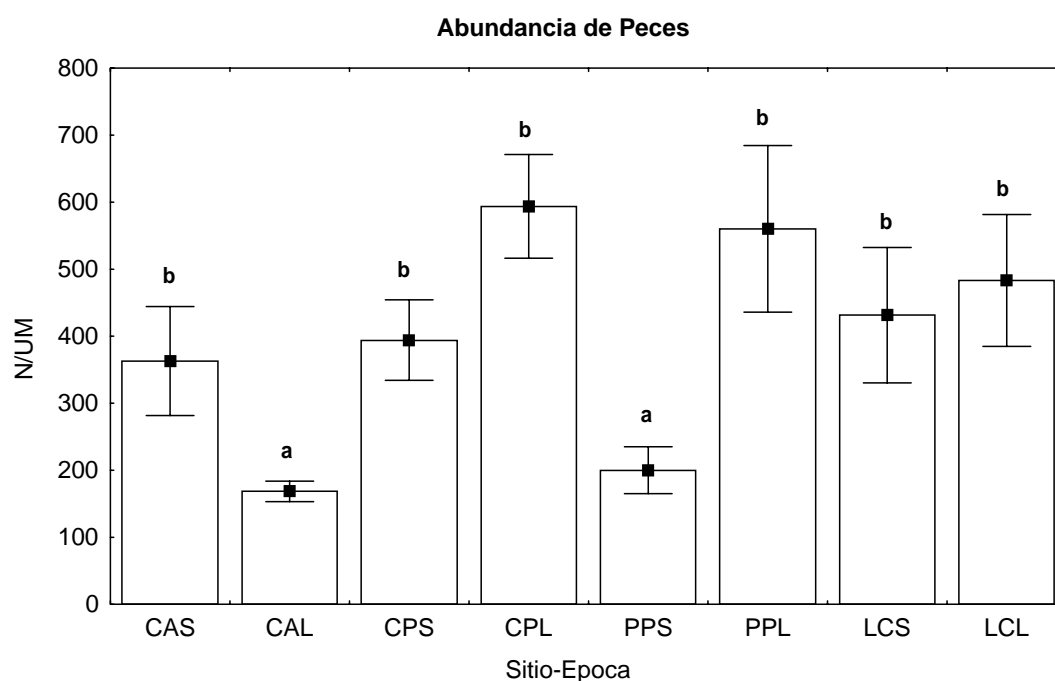


Fig. 4. Resultados de la prueba de Newmans-Keuls de la comparación del número de individuos entre los sitios para cada época (media y error estándar). Las letras L y S al final de las siglas de cada sitio significan lluvia y seca respectivamente. Las medias que comparten las mismas letras no presentan diferencias significativas entre sí.

relativamente altas en la totalidad de las estaciones con tendencia a ser mayor en las estaciones más profundas (Terraza profunda). Los ictiobentófagos constituyen la excepción debido al considerable número de individuos de *Ocyurus chrysurus* de tallas relativamente grandes, para dicha especie, que posee hábitos pelágicos y se presentó asociada al borde de la Terraza somera en cardúmenes considerables. Los herbívoros también

presentaron proporciones de biomasa relativamente altas, con tendencia a disminuir en las estaciones más profundas (Terraza profunda).

Los valores de individuos/100m² presentados en la Tabla 4, a excepción de los correspondientes a la Familia Scaridae, son bajos al compararlos con los valores obtenidos por Hodgson y Liebler (2002) para dichas familias en el Atlántico. Los valores

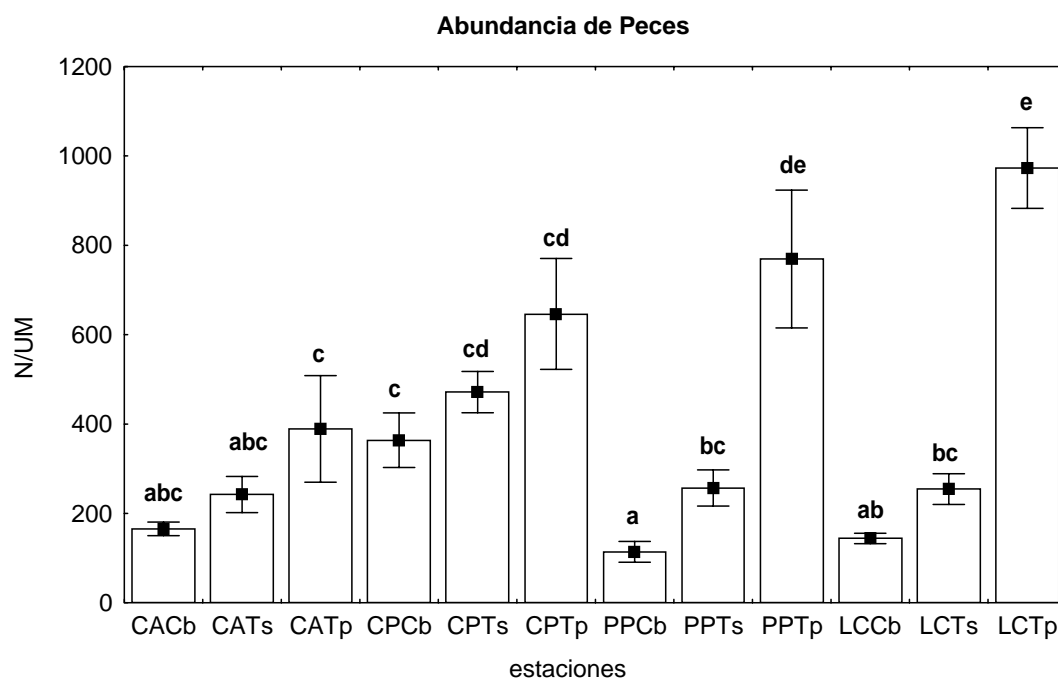


Fig. 5. Resultados de la prueba de Newmans-Keuls de la comparación del número de individuos entre las estaciones (media y error estándar). Las medias que comparten las mismas letras no presentan diferencias significativas entre sí.

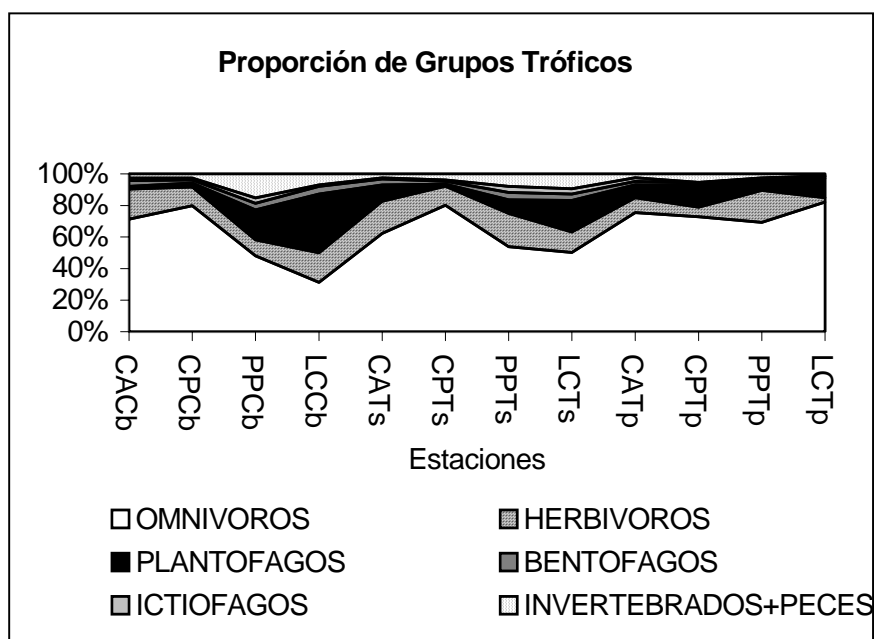


Fig. 6. Proporción del número total de individuos de cada uno de los grupos tróficos en cada estación.

para la Familia Scaridae se pueden considerar altos al compararlos con los resultados de los autores anteriormente citados.

En la Fig. 8 se presentan las tallas promedio de los representantes de las familias Scaridae, Lutjanidae y Serranidae para cada estación así como los valores de biomasa promedio de dichas familias

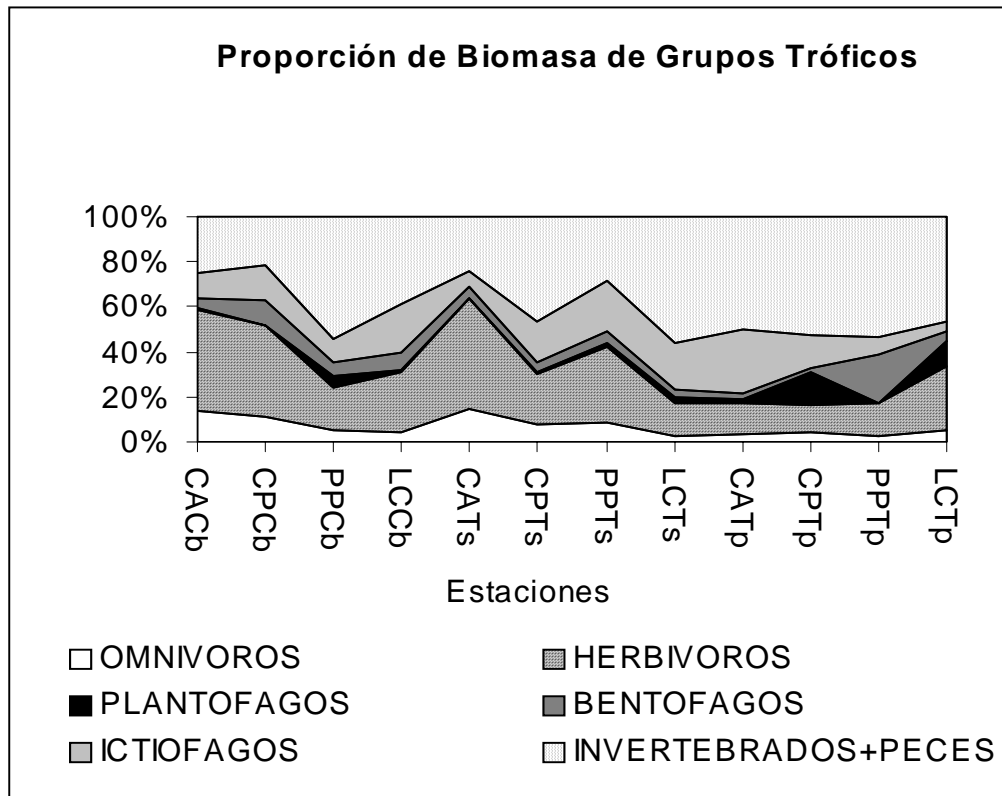


Fig. 7. Proporción de la biomasa de cada uno de los grupos tróficos en cada estación.

Tabla 4. Familias de peces utilizadas como indicadores de salud arrecifal por Hodgson y Liebler (2002). Los valores presentados son el número de individuos por cada 100 metros cuadrados.

Familias	CA	CP	PP	LC
Serranidae >30cm	0.19	0.06	0.03	0.14
Scaridae >20cm	5.39	11.44	10.58	7.83
Lutjanidae	1.75	2.08	1.22	0.86
Haemulidae	4.03	5.17	13.47	5

incluyendo Haemulidae. Los valores promedios de las tallas fueron desde 15 hasta 18.8 centímetros (Fig. 8) siendo relativamente menores que los obtenidos por Alcolado *et al* (2001) en Jardines de la Reina los cuales abarcaron desde 17 hasta 26 centímetros, siendo la mayoría mayores de 20. Los valores de biomasa promedio que se observan en la Fig. 9 van desde 2769.6 hasta 12298 g/ 100 m², siendo solamente el valor de la estación cabezas en Punta Perdiz inferior a 4000 g/ 100 m², mientras que los valores reportados en Jardines de la Reina por Alcolado *et al* (2001) abarcan desde 5000 hasta 25000 g/ 100 m², siendo la mayoría menor que 15000 g/ 100 m².

Los cuatro sitios presentaron valores de diversidad similares y relativamente bajos a pesar del alto número relativo de especies (Fig. 10). Lo anterior está dado por el bajo valor de equitatividad y que de forma general solamente 5 especies (*Coriphopterus personatus*, *Chromis cyanea*, *Clepticus parrai*, *Thalasoma bisfaciatum* y *Scarus iseri*) conforman el 62% de todos los individuos contados. Al realizar un análisis por estaciones se define un gradiente para los Índices de diversidad y equitatividad, los cuales disminuyen, en general, con la profundidad; El número de especies se comporta de forma inversa.

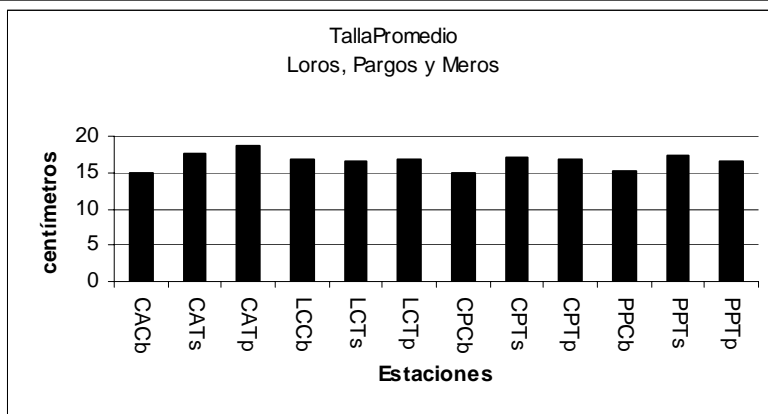


Fig. 8. Talla promedio para cada una de las estaciones incluyendo las Familias Scaridae (>5cm), Lutjanidae y Serranidae.

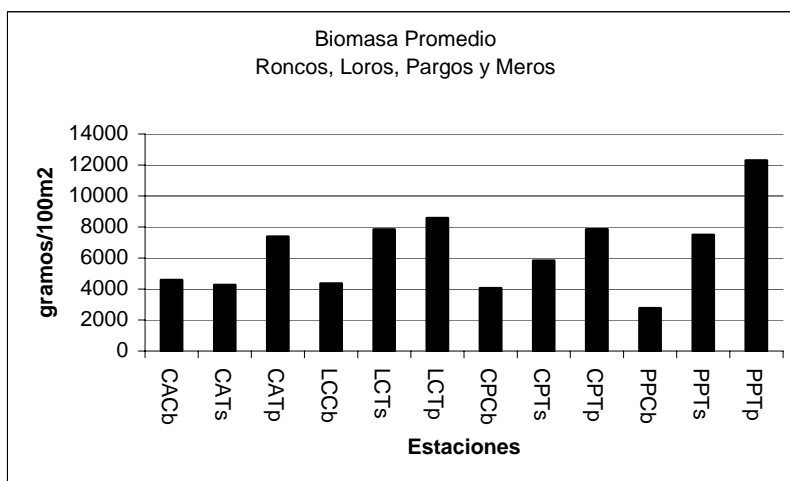


Fig. 9. Biomasa promedio para cada una de las estaciones incluyendo a las Familias Haemulidae (>5cm), Scaridae (>5cm), Lutjanidae y Serranidae.

Aguilar y González-Sansón (2000) señalan que las asociaciones de peces se hacen más equitativas en aguas más someras como resultado de condiciones desfavorables que impiden la presencia de especies que forman grupos más abundantes en profundidades mayores. Con respecto a la diversidad dichos autores plantean que a medida que aumenta la profundidad, las condiciones del ambiente se hacen más estables, disminuye el estrés y el sustrato presenta más heterogeneidad espacial dicho índice aumenta. En el presente caso, las estaciones de la Terraza profunda, a pesar de su complejidad estructural, al parecer propician una menor diversidad lo cual podría deberse al elevado número de individuos de la especie *Coriphopterus personatus*.

DISCUSIÓN

La zona de estudio en general presenta gran abundancia de peces arrecifales de pequeño y mediano tamaño muy atractivos para el buceo turístico, siendo ideal para el buceo especializado en la observación de peces (fiswatching). Los resultados obtenidos indican que las estaciones de Terrazas son las mejores para desarrollar las actividades anteriores (si van dirigidas a los peces). Las estaciones de Cabezas, aunque con menor abundancia de peces, ofrece un buceo más seguro y menos complejo para el turismo, debido a su poca profundidad y su menor complejidad topográfica.

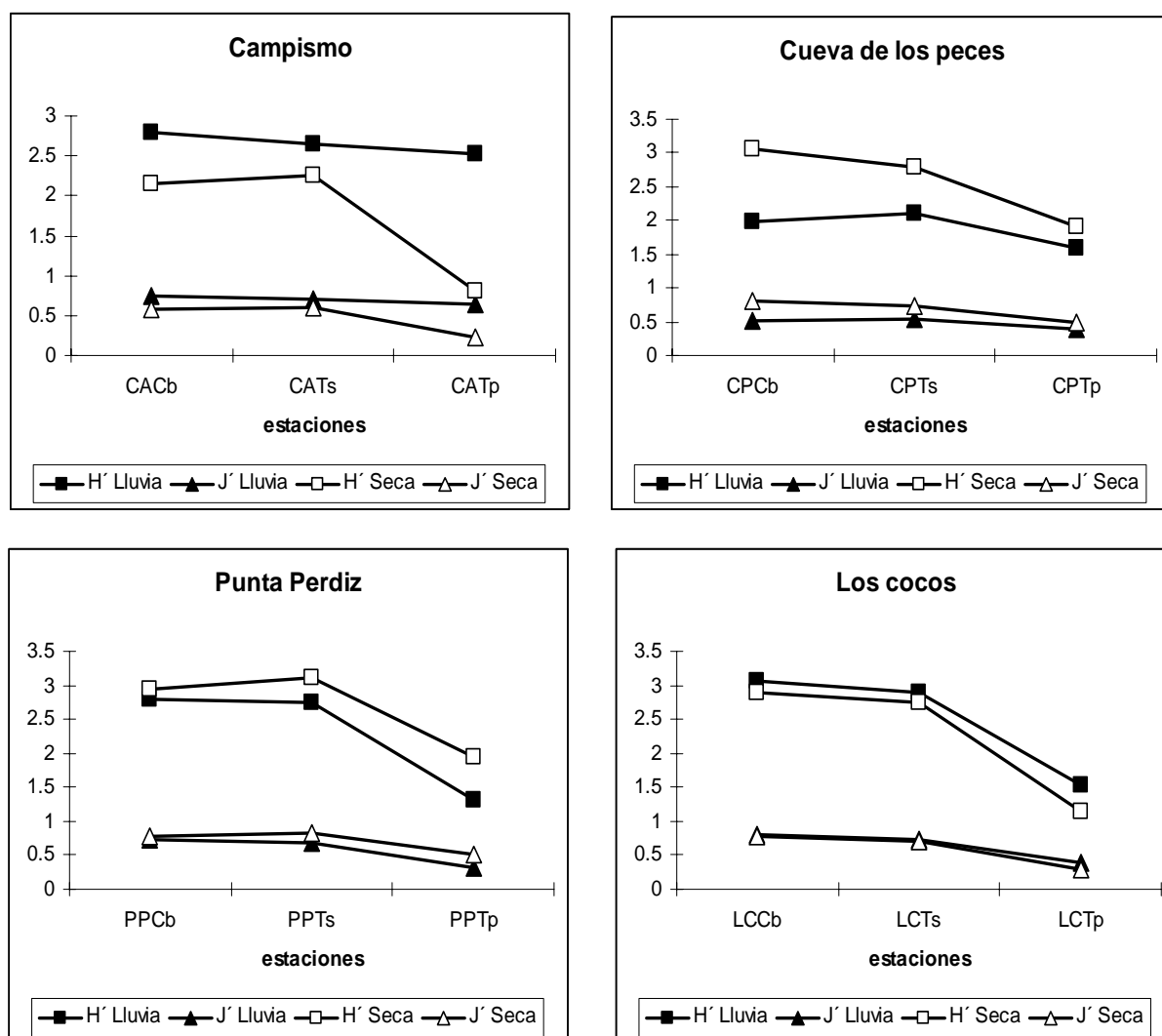


Fig.10. Gradiente por estaciones para cada sitio de los índices de diversidad y equitatividad .

La comunidad de peces del lugar representa una fuente importante de material de estudio de especies de mediana y pequeña talla, así como de juveniles de especies de tallas mayores. Este arrecife posee gran potencialidad para la captura de peces para acuarios, lo cuál desarrollándose de forma controlada podría tener un impacto mínimo en la comunidad arrecifal.

El predominio de especies pequeñas y la existencia de tallas de medianas a pequeñas de las especies que normalmente alcanzan gran tamaño, constituye un indicador de la existencia de sobrepesca en el lugar.

Los meros (representantes mayores de la Familia Serranidae) poseen un alto precio como alimento y

a su vez son peces muy asequibles a la pesca submarina debido a su talla y a sus hábitos territoriales. Los integrantes de la Familia Scaridae conocidos como loros, son los mayores herbívoros entre los peces arrecifales y constituyen una parte significativa de la biomasa de las asociaciones icticas en dicho ecosistema. Los loros se capturan de forma relativamente fácil usando redes, arpones y trampas. Los peces de la Familia Lutjanidae, depredadores de mediana a gran talla, se consideran como indicadores debido a su importancia como alimento. La Familia Haemulidae se considera indicador de sobrepesca debido a su popularidad como alimento. Algunas especies de esta última familia alcanzan tallas grandes y están sujetas a las principales formas de pesca, además poseen características conductuales

Tabla 5. Valores de los índices de la estructura y la abundancia de la ictiofauna para cada una de las estaciones en cada época del año.

Zonas	Lluvia					Seca				
	UM	N	S	H'	J'	UM	N	S	H'	J'
CACb	6	996	45	2.8	0.74	6	1175	41	2.15	0.58
CATs	6	920	43	2.64	0.7	6	2078	40	2.25	0.61
CATp	6	1341	48	2.52	0.65	6	3465	35	0.8	0.23
CPCb	6	3408	50	1.98	0.51	6	1177	47	3.07	0.8
CPTs	6	3085	48	2.1	0.54	6	2810	45	2.78	0.73
CPTp	6	4532	49	1.58	0.4	6	3543	49	1.91	0.49
PPCb	6	1060	44	2.8	0.74	6	563	45	2.94	0.77
PPTs	6	2356	60	2.74	0.67	6	1011	44	3.11	0.82
PPTp	6	7129	6.88	1.32	0.32	6	2333	48	1.94	0.5
LCCb	6	1052	48	3.07	0.79	6	926	41	2.9	0.78
LCTs	6	1726	50	2.89	0.74	6	1560	49	2.75	0.71
LCTp	6	6345	58	1.54	0.38	6	5574	49	1.14	0.29
Total	12	33950	114	2.42	0.51	12	26215	96	2.39	0.52

que los hacen particularmente susceptibles a la pesca submarina (Hodgson y Liebler, 2002). El análisis de la abundancia y las tallas de los individuos pertenecientes a las familias mencionadas refirma la existencia de una presión de pesca considerable sobre la zona de estudio.

Aunque durante los censos se contabilizaron depredadores de gran talla, su abundancia fue muy baja y se observó un comportamiento huidizo. Lo anterior constituye una evidencia más de sobrepesca en la zona, particularmente de pesca submarina. 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). En este caso la merma de los herbívoros no es grande, en comparación con arrecifes del norte de la provincia de La Habana y de Ciudad de la Habana donde los depredadores presentan una ausencia notable y sus tallas son pequeñas y los herbívoros (específicamente Scaridae) presentan baja abundancia y tallas igualmente pequeñas (Caballero *et al*, 2003). Por otra parte los valores de biomasa promedio y talla promedio comparados con los valores obtenidos por Alcolado *et al* (2001) en Jardines de la Reina, una zona que presenta un mejor equilibrio de la comunidad arrecifal, nos indican condiciones no alarmantes aunque

demuestran la escasez de peces grandes y la abundancia de peces de talla mediana fundamentalmente de la Familia Scaridae. El hecho de que la Bahía de Cochinos no se encuentre cerca de un gran núcleo poblacional como Ciudad de la Habana o la ciudad de Matanzas y su categoría de Parque Nacional la hacen menos accesible a la pesca no profesional, de ahí la diferencia.

A pesar de que no se han hecho estudios de reclutamiento y migración de peces en la Bahía de Cochinos, es evidente que la estrechez de la plataforma, su poca profundidad y lo abrupto de la Terraza profunda hacen a las poblaciones de grandes depredadores y herbívoros altamente vulnerables a la pesca. El incremento de la presión de pesca sobre estas especies podría reducir de forma crítica la abundancia de las mismas en un periodo de tiempo relativamente corto. Es recomendable aumentar el control sobre la pesca en la zona pues Watson *et al* (1997) señalan que bajos niveles de pesca ilegal son suficientes para anular los beneficios de áreas protegidas.

REFERENCIAS

Aguilar, C. y G. González-Sansón (2000): Influencia de la contaminación de la Bahía de La Habana (Cuba) sobre las asociaciones de peces costeros, 1. Abundancia y biodiversidad. *Rev. Invest. Mar.* 21(1-3): 60-70.

- Alcolado, P., R. Ginsburg, J.C. Lang, P.A. Kramer, K. Marks, E.A. Rodríguez, F. Andre-Fouet, V. Zlatarski, E. de la Guardia, F. Pina, K. Cantelar, S. Gonzáles, H. Caballero, M. Hernández y J.I. Hernández (2001): *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, 58pp.
- Bohlke, J.E. y C.C.G. Chaplin (1968): *Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters*. Livingston Publishing Company, Wynnewood, Pa, USA, 297 pp.
- Bohnsack, J.A. y S.P. Bannerot (1986): A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes. *NOAA Technical Report NMFS* (41):15.
- Brock, C. (1954): A preliminary report on a method of estimating reef fishes populations. *J. Wildl. Manage*, 18(3): 297-308.
- Caballero, H., P.P. Chevalier, G. Varona, A.L. Cárdenas, J. Ravelo y Y. García (2003): *Caracterización ecológica de las principales zonas de colecta del Acuario Nacional para el mantenimiento óptimo de sus exhibiciones vivas. Informe final de proyecto de investigación ramal de ciencia y técnica*. Código 2048. Acuario Nacional de Cuba.
- English, S., C. Wilkinson y V. Baker (1997): *Survey manual for tropical marine resources*. Australian Institute of Marine Science, 390 pp.
- González-Sansón, G., C. Aguilar Betancourt, J. Angulo Valdés y C. Gonzáles 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.
- Guitart, D. (1985): *Sinopsis de los peces marinos de Cuba*. Cuba, Editorial Científico-Técnica, 2da Edición, Tomo 2, pp:32-38.
- Hodgson, G. y J. Liebeler (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, pp: 111-125.
- Sobel, J. y C. Dahlgren (2004): *Marine reserves. A Guide to Science, desing, and use*. Island Press. Washintong, 33 pp.
- 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: 28 de enero del 2005