

Abundancia de peces en los complejos arrecifales de Serranilla, Bajo Alicia y Bajo Nuevo, Reserva de Biósfera Seaflower de Colombia

Fish abundance in the reef complex of Serranilla, Alice Shoal and New Shoal, Seaflower Biosphere Reserve of Colombia

Heins Bent Hooker¹*, Alfredo Abril-Howard¹, Nacor Bolaños Cubillos¹ y Elizabeth Taylor¹

RESUMEN

Entre marzo y abril de 2010 se realizó la expedición científica de recolección de datos biológicos en zonas remotas de la Reserva de Biósfera (RB) Seaflower (complejos arrecifales de Serranilla, Bajo Alicia y Bajo Nuevo). La información recolectada correspondió a abundancia, riqueza y porcentaje de cobertura de comunidades coralinas, ícticas, macroinvertebrados, tortugas, plancton, entre otras especies. Este estudio presenta los resultados de las abundancias en las comunidades ícticas, evaluadas en 82 estaciones (26 en Serranilla, 14 en Bajo Alicia y 42 en Bajo Nuevo). El muestreo evidenció que en Serranilla la especie más importante en el intervalo de tallas de 5-10 cm fue *Stegastes partitus*, en 11-20 y 21-30 cm *Haemulon album*, en 31-40 cm *Scarus vetula*, y mayor de 50 cm *Haemulon melanurum*; en Bajo Alicia, la especie más importante en el intervalo de tallas de 5-10 cm fue *S. partitus*, en 11-20 cm *Caranx ruber*, en 21-30 y 31-40 cm *B. vetula*, y mayor de 50 cm *Sphyraena barracuda*. Finalmente, en Bajo Nuevo, la especie más importante en el rango de tallas de 5-10 cm fue *A. coeruleus*, en 11-20 cm *Scarus taeniopterus*, en 21-30 cm *Mellichthys niger*, en 31-40 cm *H. album*, en 40-50 cm *Balistes vetula*, y mayor de 50 cm *Gynglimostoma cirratum*, cuya densidad es superior a lo reportado en otras regiones de la RB Seaflower. Como conclusión de los resultados obtenidos y como función de RB Seaflower, se deben aplicar medidas de protección de las especies de importancia pesquera y de toda la diversidad de peces arrecifales presentes en el Archipiélago.

Palabras claves: Abundancias, peces arrecifales, interés ecológico y económico, rangos de tallas, RB Seaflower.

ABSTRACT

During the months of March and April 2010, biological data was collected in the remote areas of the Seaflower Biosphere Reserve (BR) (reef complex including Serranilla, Alice Shoal, and New Shoal). Data included coral communities such as fish (richness and abundance of fish), macro-invertebrates, turtles, plankton, and other regional species. This study shows the results of abundance of fish communities, which were evaluated in 82 sampling areas (26 in Serranilla, 14 in Alice Shoal, and 42 in New Shoal), in order to search for information about the abundance of species with ecological and economic value by size ranges. Sampling showed that in Serranilla the most important species in the 5-10 cm size range was *S. partitus*; in the 11-20 and 21-30 cm size intervals was *Haemulon album*; in the 31-40 cm range was *Scarus vetula* while above 50 cm was *Haemulon melanurum*. In Alice Shoal the most important species in the 5-10 cm size range was *S. partitus*; in the 11-20 cm range was *Caranx ruber*; in the 21-30 and 31-40 cm range was *B. vetula* while in more than 50 cm was *Sphyraena barracuda*. Finally, in New Shoal, the most important species in the 5-10 cm size range was *A. coeruleus*; in the 11-20 cm range was *S. taeniopterus*; in 21-30 cm was *Mellichthys niger*; in 31-40 cm was *H. album*; in 40-50 cm was *B. vetula*, and above 50 cm was *Gynglimostoma cirratum*, whose density was much higher than was reported in other regions of the Seaflower BR.

Keywords: Abundance, reef fish, economic and ecological value, size ranges, Seaflower BR.

1 Corporación Ambiental para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA). benthoo@hotmail.com*, alfredoabrilhoward@hotmail.com, nwbc@yahoo.com, elizabeth.taylor@coralina.gov.co

Recibido 30-IV-2011

Aceptado 31-VII-2012

DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/revmar.4.2>

INTRODUCCIÓN

La región territorial de Colombia en el mar Caribe se extiende por 532 162 km² (Posada *et al.* 2009), de los cuales la Reserva de Biósfera (RB) Seaflower tiene un área aproximada de 180 000 km² (SIG-CORALINA, 2011), es decir, que representa cerca del 34% del mar territorial en el Caribe colombiano, y en esta zona se encuentra más del 77% de la extensión total de las áreas coralinas de Colombia (Rodríguez-Ramírez *et al.* 2005), por lo tanto, son de gran relevancia nacional.

En el proceso de establecimiento del AMP Seaflower se realizaron expediciones científicas a siete de los atolones de la RB Seaflower en un esfuerzo conjunto entre CORALINA, la Gobernación Departamental y otras instituciones como The Ocean Conservancy y la Universidad Nacional de Colombia, entre los años 2001-2003, 2009 y 2010-2011, durante los cuales se realizaron monitoreos en el Área Marina Protegida del Norte (atolones de Serrana, Roncador y Quitasueño), Centro (islas de Providencia y Santa Catalina) y Sur (isla de San Andrés y los atolones de Bolívar y Albuquerque), descritos en los trabajos de Dahlgren *et al.* (2003), Heinemann *et al.* (2004), Herrón (2004), Sánchez *et al.* (2005) y los informes técnicos de CORALINA de los años 2009 y 2010. Sin embargo, estos estudios han sido puntuales o parciales, considerando las limitaciones logísticas y financieras que representa trabajar en zonas lejanas y oceánicas; por lo tanto, el desarrollo de este estudio reviste una gran importancia en el avance del conocimiento de la biodiversidad, al obtener información de 82 estaciones en nuevas áreas que están siendo estudiadas por primera vez en la RB Seaflower.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina comprende un conjunto de islas oceánicas, atolones y bancos coralinos alineados en dirección NNE a lo largo de la Elevación de Nicaragua, tiene una extensión total de 57 km² de porción terrestre y 250 000 km² de área marina y está conformado por tres islas habitadas, San Andrés, Providencia y Santa Catalina y ocho cayos o bancos coralinos (IGAC, 1986) (Fig. 1); los cayos del norte están comprendidos por seis atolones que son: Serrana, Roncador, Serranilla, Quitasueño, Bajo Nuevo y Bajo Alicia. Los dos cayos restantes son los del sur, conformados por los atolones de Bolívar (Courtdown o ESE keys) y Albuquerque (SSW keys) (Fig. 1).

Monitoreo

Los censos de abundancia de peces en los monitoreos de Evaluaciones Rápidas de Arrecifes en la zona externa del AMP Seaflower se realizaron en abril de 2010, en el marco de la expedición científica de distribución y abundancia del caracol pala y comunidades coralinas, financiada por la Gobernación Departamental y la Corporación CORALINA. Las estaciones a muestrear se seleccionaron empleando el Sistema de Información Geográfica, por el personal técnico marino y otros miembros de CORALINA, concedores de los ambientes marinos de las islas. La selección fue aleatoria tratando de cubrir la totalidad de la extensión de las áreas arrecifales y los diferentes ambientes que se presentan. El muestreo lo llevó a cabo el mismo equipo de trabajo, con el fin de que no variaran los criterios de identificación y así evitar sesgos de observador a observador. Cada

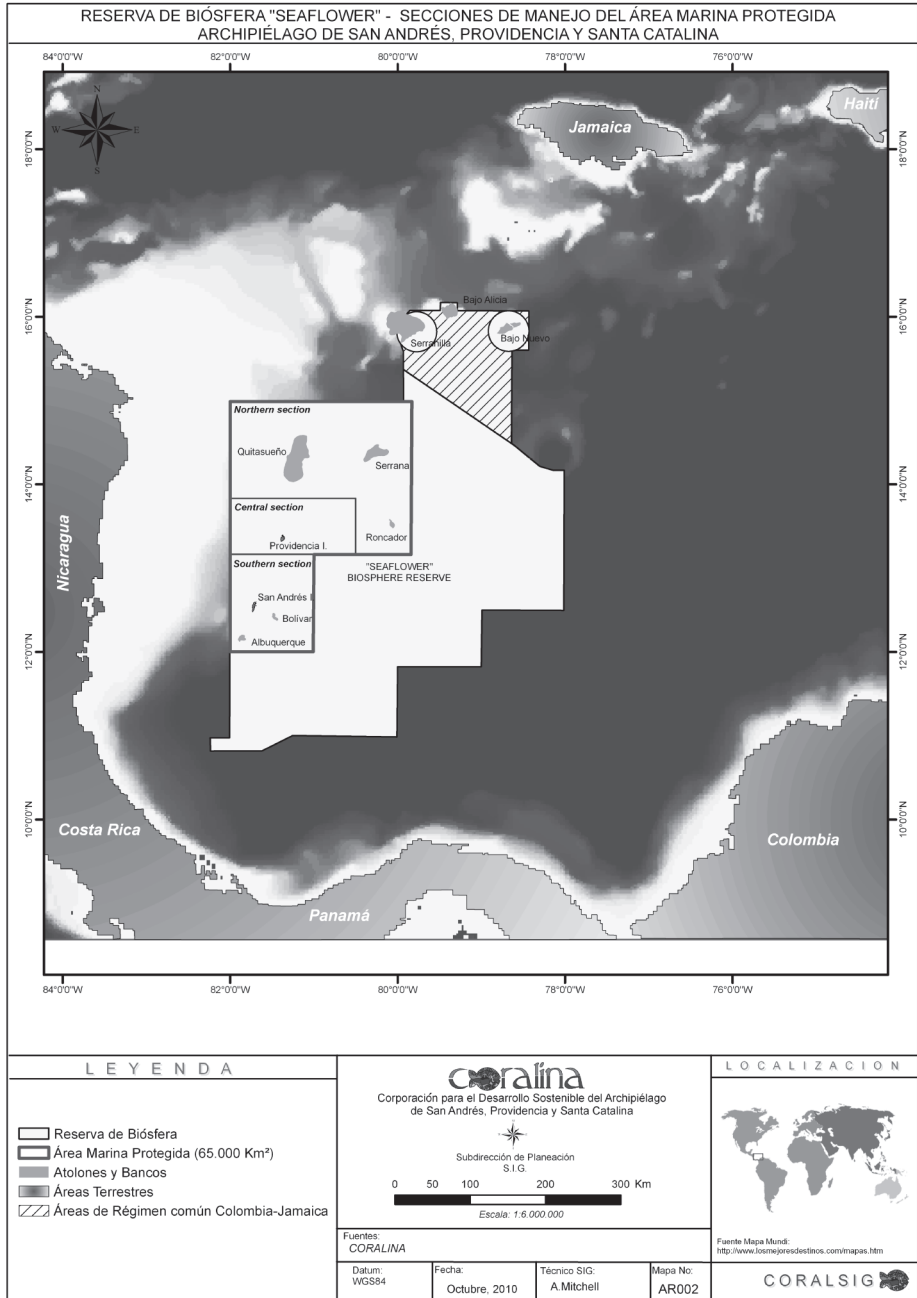


Fig. 1. Ubicación del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Reserva de Biósfera Seaflower. Tomado de SIG Coralina (2011) y en el recuadro negro con líneas diagonales se señala el área de estudio

Fig. 1. Location of the Archipelago of San Andrés, Old Providence and Santa Catalina, Seaflower Biosphere Reserve. Taken from SIG Coralina (2011); study area marked by the black, hashed box

estación fue muestreada por 20 min., en un área de 20 m x 20 m.

En el monitoreo se tuvieron en cuenta las especies de importancia comercial y ecológica que habitan en el Archipiélago, según el protocolo para monitoreo de peces de arrecife del manual de metodologías CARICOMP (2001) nivel II, basado a su vez en el programa *Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment* "AGRRA" (1999). La lista de especies fue escogida considerando los grupos taxonómicos que están siendo más impactados por la actividad pesquera y buscando información que pueda generar medidas adecuadas de protección y manejo.

Los datos fueron incorporados en bases de datos de EXCEL por estación e indicador medido. Con la metodología usada se obtuvieron datos de tipo cuantitativo, se estimaron los índices ecológicos de diversidad de Shannon y Simpson y de riqueza de Margalef con el software, PRIMER 6 (2005), para diversidad de peces. Adicionalmente, se elaboraron dendogramas de similitudes de Bray-Curtis, con el fin de definir similitudes de las estaciones muestreadas en cuanto a las abundancias de las especies observadas.

RESULTADOS

A continuación se describen las especies de peces con interés ecológico y económico registradas en Serranilla, Bajo Alicia y Bajo Nuevo (Cuadro 1).

Serranilla

En el muestreo de las 26 estaciones evaluadas en Serranilla, se observaron 65 especies con importancia ecológica y económica, donde los peces de tamaños pequeños como *Acanthurus coeruleus* (7%, 421 ind. en 25 transectos de 400 m²) y *Stegastes*

partitus obtuvieron las mayores abundancias (6.5%, 378 ind. en 25 transectos de 400 m²), seguidos de *Mellichthys niger* y *Haemulon flavolineatum* con un 6% (367 y 363 ind. en 25 transectos de 400 m²). No obstante, otros peces de gran importancia comercial como pargos, roncós, chernas, ballestas y jureles, entre otros, tuvieron menores abundancias (entre 3 y 187 ind. en 25 transectos de 400 m²) (Fig. 2).

En los muestreos de abundancia de peces con importancia ecológica y económica discriminados por rangos de tallas en el banco Serranilla, en el rango entre 5 a 10 cm se observaron 51 especies y es el rango en el que se presentó el mayor número de individuos (3963 ind. en 25 transectos de 400 m²), donde *S. partitus* obtuvo las mayores abundancias (8.8%, 349 ind. en 18 transectos de 400 m²), seguidos de *A. coeruleus* (7.4%, 292 ind. en 21 transectos de 400 m²) y *S. planifrons* (7%, 285 ind. en 10 transectos de 400 m²) (Fig. 3a). En el rango siguiente, de 11 a 20 cm, se observaron 41 especies, donde *H. flavolineatum* ocupa la mayor representación de individuos (13.5%, 154 ind. en 11 transectos de 400 m²), seguidos de *M. niger* (12.6%, 143 ind. en 11 transectos de 400 m²) y *A. coeruleus* (9.7%, 110 ind. en 13 transectos de 400 m²) (Fig. 3b). En el rango de 21 a 30 cm se observaron 23 especies, destacando a *M. niger* (32%, 104 ind. en 10 transectos de 400 m²), *Balistes vetula* (22%, 73 ind. en 21 transectos de 400 m²) y *A. chirurgus* (10%, 32 ind. en 2 transectos de 400 m²) (Fig. 3c). En el rango de 31 a 40 cm se observaron 15 especies, siendo *B. vetula* el pez con mayor representación (53%, 36 ind. en 11 transectos de 400 m²), seguido de *M. niger* (10%, 7 ind. en 2 transectos de 400 m²) (Fig. 3d). En el rango de 41 a 50 cm se observaron seis especies, donde *B. vetula*

Cuadro 1. Listado de especies de peces con interés económico y ecológico observadas en los censos marinos de abundancia de peces realizados en Serranilla (SR), Bajo Alicia (BA) y Bajo Nuevo (BN)

Table 1. List of reef fish species with an ecological and economic value observed in all the marine census in Serranilla (SR), Alice Shoal (BA) and New Shoal (BN)

Especies	Áreas	Especies	Áreas	Especies	Áreas
<i>Abudefduf saxatilis</i>	SR-BN	<i>Elagatis bipinnulata</i>	BN	<i>Mulloidichthys martinicus</i>	BA-BN-SR
<i>Acanthurus bahianus</i>	BA-BN-SR	<i>Epinephelus guttatus</i>	BA-BN	<i>Mycteroperca tigris</i>	BN
<i>Acanthurus chirurgus</i>	BA-BN-SR	<i>Equetus punctatus</i>	BN	<i>Mycteroperca venenosa</i>	BN
<i>Acanthurus coeruleus</i>	BA-BN-SR	<i>Gynglimostoma cirratum</i>	BA-BN-SR	<i>Myripristis jacobus</i>	BA-BN-SR
<i>Alphester affer</i>	BN	<i>Haemulon album</i>	BA-BN-SR	<i>Ocyurus chrysurus</i>	BN
<i>Aluterus scriptus</i>	BN	<i>Haemulon aurolineatum</i>	SR-BN	<i>Paracanthias furcifer</i>	BN
<i>Aulostomus maculatus</i>	BN	<i>Haemulon chrysgireum</i>	BN	<i>Pareques acuminatus</i>	BA
<i>Balistes vetula</i>	BA-BN-SR	<i>Haemulon flavolineatum</i>	BA-BN-SR	<i>Pomacanthus arcuatus</i>	BN
<i>Bodianus rufus</i>	BA-BN-SR	<i>Haemulon melanurum</i>	BA-BN-SR	<i>Pomacanthus paru</i>	BA-BN
<i>Bothus lunatus</i>	BN	<i>Haemulon plumieri</i>	BA-BN-SR	<i>Priacanthus arenatus</i>	BN
<i>Cantherhines macrocerus</i>	BA	<i>Halicoeres bivittatus</i>	SR	<i>Pseudopeneus maculatus</i>	BA-BN-SR
<i>Cantherhines pullus</i>	BA-BN	<i>Halicoeres garnotti</i>	SR-BN	<i>Rypticus saponaceus</i>	BA-BN
<i>Canthidermis sufflamen</i>	BA-BN-SR	<i>Heteropriacanthus cruentatus</i>	BN	<i>Scarus iseri</i>	BA-BN-SR
<i>Canthigaster rostrata</i>	BA-BN-SR	<i>Holocanthus ciliaris</i>	BA	<i>Scarus taeniopterus</i>	BA-BN-SR
<i>Caranx lugubris</i>	BA-BN	<i>Holocanthus tricolor</i>	BA-BN-SR	<i>Scarus vetula</i>	SR-BN
<i>Caranx crysos</i>	BN	<i>Holocentrus adscensionis</i>	BA-BN-SR	<i>Serranus baldwini</i>	BA
<i>Caranx ruber</i>	BA-BN-SR	<i>Hypoplectrus chlororus</i>	BN	<i>Serranus tigrinus</i>	BN
<i>Cephalopholis cruentata</i>	SR-BN	<i>Hypoplectrus guttavarius</i>	BN	<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	BA-BN-SR
<i>Cephalopholis fulva</i>	BA-BN-SR	<i>Hypoplectrus nigricans</i>	BN	<i>Sparisoma chrysopterum</i>	BA-BN-SR
<i>Chaetodon aculeatus</i>	BN	<i>Hypoplectrus providencianus</i>	BN	<i>Sparisoma rubripinne</i>	BA-BN-SR
<i>Chaetodon capistratus</i>	BN	<i>Hypoplectrus puella</i>	BN	<i>Sparisoma viride</i>	BA-BN-SR
<i>Chaetodon ocellatus</i>	BN	<i>Hypoplectrus unicolor</i>	BN	<i>Sphyræna barracuda</i>	BA-BN-SR
<i>Chaetodon striatus</i>	BA-BN-SR	<i>Kyphosus sectatrix</i>	BN	<i>Stegastes adustus</i>	SR-BN
<i>Chromis cianea</i>	BA-BN-SR	<i>Lactophris triqueter</i>	SR-BN	<i>Stegastes diencaeus</i>	BN
<i>Chromis multilineata</i>	BA-BN-SR	<i>Lutjanus analis</i>	SR-BN	<i>Stegastes partitus</i>	BA-BN-SR
<i>Clepticus parrae</i>	SR	<i>Malacanthus plumieri</i>	BA-BN-SR	<i>Stegastes planifrons</i>	BA-BN-SR
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i>	SR	<i>Malacoctenus boehlkei</i>	SR	<i>Thalassoma bifasciatum</i>	SR
<i>Dasyatis americana</i>	BN	<i>Malacoctenus triangulatus</i>	SR	<i>Urobatis jamaicensis</i>	BN
<i>Diodon holocanthus</i>	BN	<i>Mellichthys niger</i>	BA-BN-SR	<i>Xanthichthys ringens</i>	BA-BN
<i>Diodon hystix</i>	SR	<i>Microspathodon chrysurus</i>	BA-BN-SR		

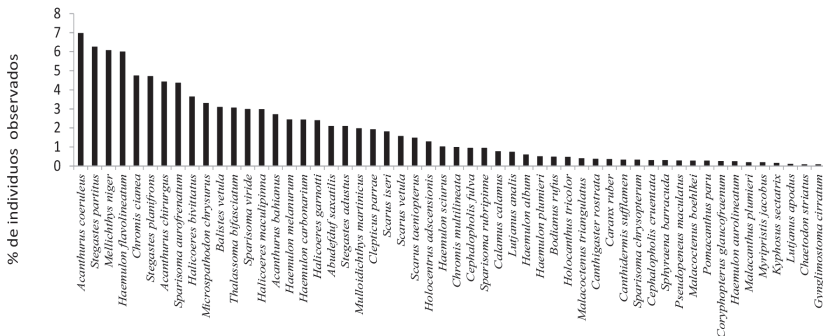


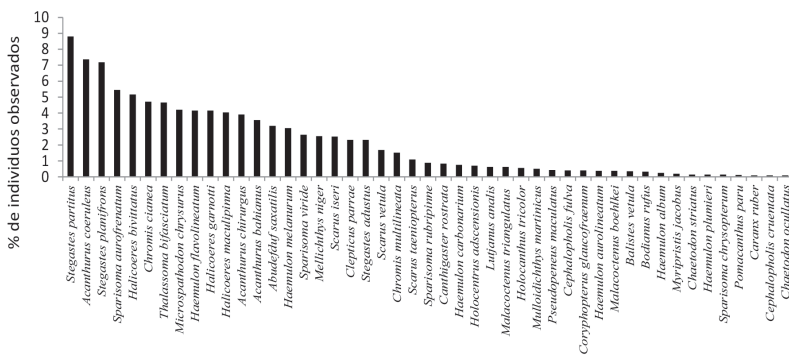
Fig. 2. Porcentaje de la abundancia de peces con importancia ecológica y económica registrados en Serranilla

Fig. 2. Abundance percentage of reef fish with an economic and ecological value observed in Serranilla

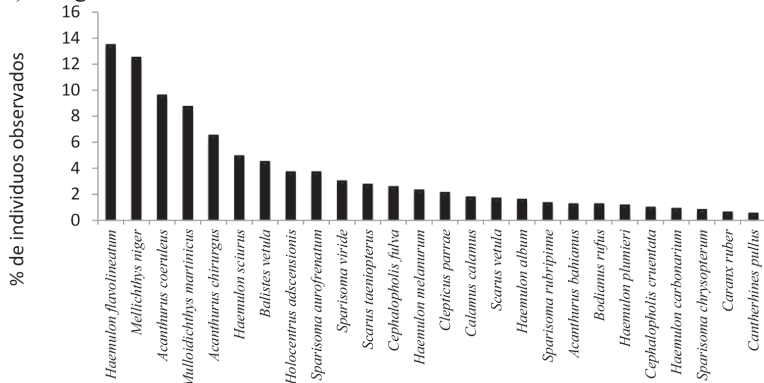
presentó el mayor porcentaje de abundancias (61%, 14 ind. en 4 transectos de 400 m²) (Fig. 3e) y en el rango de mayores de 50 cm solo se observaron a *S. barracuda* y los tiburones *Gynglimostoma cirratum* y *Carcharhinus* spp.

Al hacer el análisis de similitud de Bray-Curtis con las estaciones censadas en Serranilla, se observa que las estaciones más parecidas son SrA13 y SrA15, con un 71.51% de similitud, seguidas por SrA14 y SrA16, con un 63.96% de similitud (Fig. 4).

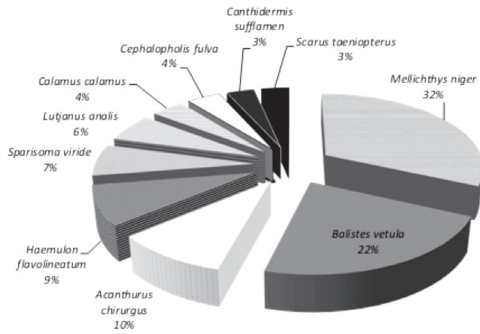
a) Rango de tallas de 5 a 10 cm



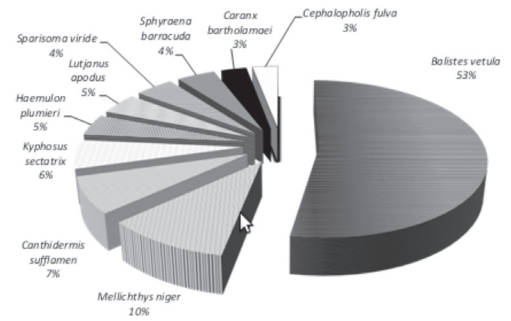
b) Rango de tallas de 11 a 20 cm



c) Rango de tallas de 21 a 30 cm



d) Rango de tallas de 31 a 40 cm



e) Rango de tallas de 41 a 50 cm

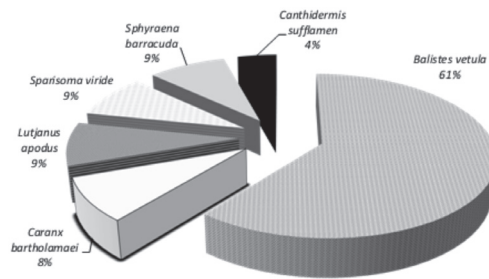


Fig. 3. Porcentaje de la abundancia de peces con importancia ecológica y económica discriminados por rango de tallas en Serranilla

Fig. 3. Abundance percentage of reef fish with economic and ecological value in Serranilla by size ranges

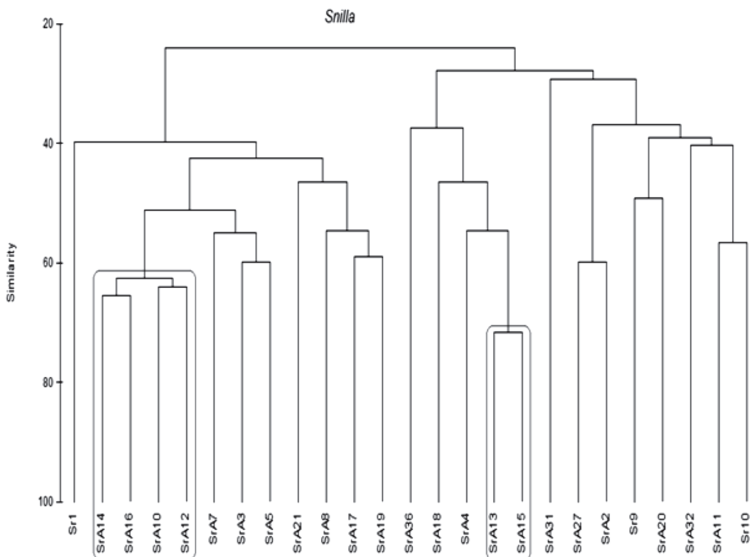


Fig. 4. Análisis de similaridad de Bray-Curtis de las estaciones muestreadas en Serranilla

Fig. 4. Dendrogram based on Bray-Curtis Similarity Analysis for all stations sampled in Serranilla

Al realizar el análisis de la diversidad de los peces con importancia ecológica y económica en Serranilla se puede detallar que existe una relación directa entre la diversidad y la riqueza en las estaciones más abundantes y con mayor número de especies, siendo las estaciones más diversas las número SrA10, 12, 14 y 16 y confirmando la relación entre las estaciones SrA10 y SrA12 (Cuadro 2), que se observa en el análisis de similaridad (Fig. 4).

Bajo Alicia

En el muestreo de las 14 estaciones evaluadas en Bajo Alicia, se observaron 47

especies con interés ecológico y económico (equivalentes a 3207 ind. en 14 transectos de 400 m²), donde *M. niger* (13.6%) y *C. ruber* (13.1%) obtuvieron las mayores abundancias (437 y 421 ind. en 14 transectos de 400 m²), seguidas de *Acanthurus chirurgus* (12%, 381 ind. en 14 transectos de 400 m²), *S. partitus* (9%, 275 ind. en 14 transectos de 400 m²) y *B. vetula* (5.7%, 213 ind. en 14 transectos de 400 m²). No obstante, otros peces de gran importancia comercial como pargos, roncós, chernas, barracudas y peces loro, entre otros, tuvieron menores abundancias (entre 33 y 2 individuos) (Fig. 5).

Cuadro 2. Índices de diversidad y riqueza calculados para las estaciones evaluadas en Serranilla

Table 2. Diversity and richness indexes calculated for all sites sampled in Serranilla

Estación	S	N	d	J'	H' (Log 10)	1-Lambda'	Estación	S	N	d	J'	H' (Log 10)	1-Lambda'
Sr1	28	513	4.3	0.81	1.17	0.90	SrA2	10	30	3	0.90	0.90	0.88
SrA10	30	466	4.7	0.89	1.32	0.94	SrA4	16	96	9	0.89	1.07	0.91
SrA12	29	354	4.8	0.90	1.31	0.94	SrA36	15	477	2	0.71	0.84	0.82
SrA14	18	44	2.9	0.96	1.20	0.94	SrA31	14	233	2	0.62	0.71	0.69
SrA16	31	512	4.8	0.88	1.32	0.94	SrA32	13	76	3	0.83	0.92	0.86
SrA17	19	216	3.3	0.89	1.13	0.91	Sr9	18	85	4	0.92	1.16	0.93
SrA19	27	341	4.5	0.92	1.32	0.95	SrA11	18	113	4	0.72	0.91	0.78
SrA21	16	127	3.1	0.85	1.02	0.88	SrA13	23	106	5	0.88	1.20	0.92
SrA3	26	292	4.4	0.89	1.26	0.93	SrA15	19	117	4	0.89	1.14	0.92
SrA5	20	353	3.2	0.88	1.14	0.92	Sr10	18	151	3	0.77	0.97	0.84
SrA7	24	443	3.8	0.90	1.24	0.93	SrA18	25	179	5	0.82	1.15	0.91
SrA8	27	330	4.5	0.90	1.29	0.94	SrA20	11	57	2	0.87	0.91	0.85
Sr27	12	52	2.8	0.93	1.00	0.90							

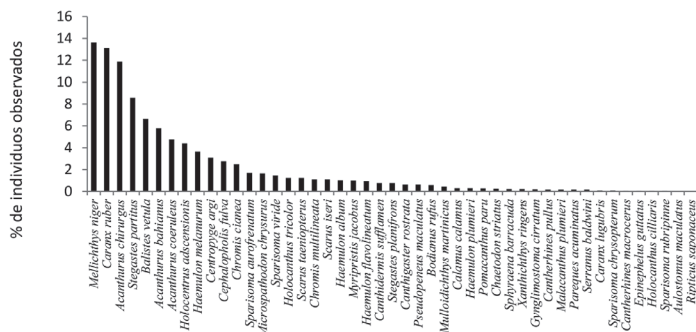


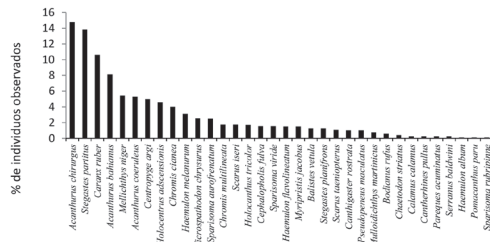
Fig. 5. Porcentaje de la abundancia de peces con importancia ecológica y económica registrados en Bajo Alicia

Fig. 5. Abundance percentage of reef fish with an economic and ecological value observed in Alice Shoal

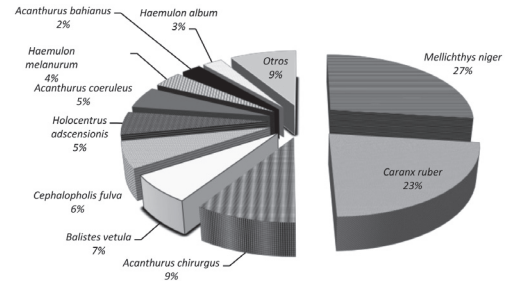
En los censos de abundancia de peces con importancia ecológica y económica discriminados por rangos de tallas, se observa que el rango entre 5 a 10 cm es el que mayor número de especies presentó, con 35 especies, donde *A. chirurgus* (15%, 294 ind. en 13 transectos de 400 m²) y *S. partitus* (14%, 275 ind. en 12 transectos de 400 m²) fueron las más abundantes (Fig. 6a). En el rango de 11 a 20 cm se observaron 25 especies, destacando a *M. niger* (27%, 249 ind. en 12 transectos de 400 m²) y *C. ruber* (23%, 210 ind. en 6 transectos de 400 m²) como las más abundantes (Fig. 6b). En el rango de 21 a 30 cm se observaron 13 especies, destacando el dominio de los peces balistidos (89%, 181 ind. en 11

transectos de 400 m²), *B. vetula* (46%, 94 ind. en 11 transectos de 400 m²), *M. niger* (32%, 65 ind. en 3 transectos de 400 m²) y *Canthidermis sufflamen* (11%, 22 ind. en 3 transectos de 400 m²) (Fig. 6c). En el rango de 31 a 40 cm continuó el dominio de los peces balistidos, observando solo a *B. vetula* (87%, 20 ind. en 5 transectos de 400 m²) y *C. sufflamen* (13%, 3 ind. en 2 transectos de 400 m²). En el rango de 41 a 50 cm solo se observó a *Caranx lugubris*, y en el rango de mayores de 50 cm se observaron solo cuatro especies, donde *S. barracuda* (53%, 9 ind. en 5 transectos de 400 m²) y el tiburón nodriza, *Gynglimostoma cirratum* (35%, 6 ind. en 5 transectos de 400 m²), fueron las más abundantes (Fig. 6d).

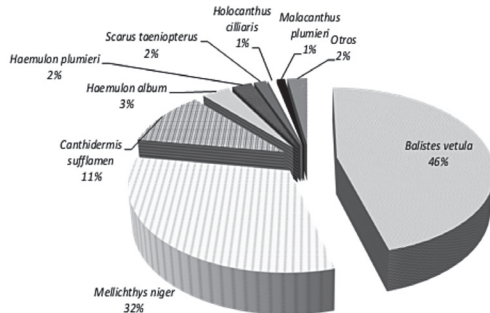
a) Rango de tallas de 5 a 10 cm



b) Rango de tallas de 11 a 20 cm



c) Rango de tallas de 21 a 30 cm



d) Rango de tallas mayores a 50 cm

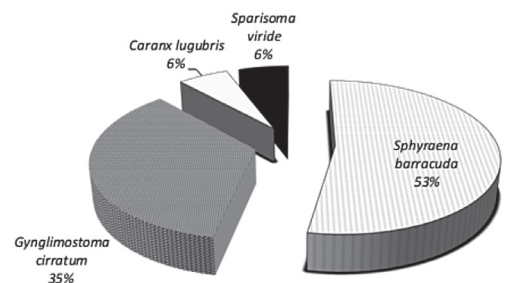


Fig. 6. Porcentaje de la abundancia de peces con importancia ecológica y económica discriminados por rango de tallas en Bajo Alicia

Fig. 6. Abundance percentage of reef fish with economic and ecological value in Alice Shoal by size ranges

Al hacer el análisis de similitud de Bray-Curtis de las estaciones censadas de Bajo Alicia, se observa que las estaciones más parecidas fueron BAA7 y BA7, con un 75.06% de similitud, seguidas por BA1 y BAA6, con un 74.6% de similitud y, por último, el de las estaciones Alice 5 y BAA4, con un 70.68% de similitud (Fig. 7).

Al realizar el análisis de la diversidad de los peces con importancia ecológica y económica registrados en Bajo Alicia, se puede detallar que las estaciones más diversas no presentaron las más altas similitudes, pero sí las mayores riquezas, destacando las estaciones BA10, BA7, BA19 y Alice 8 como las más diversas (Cuadro 3).

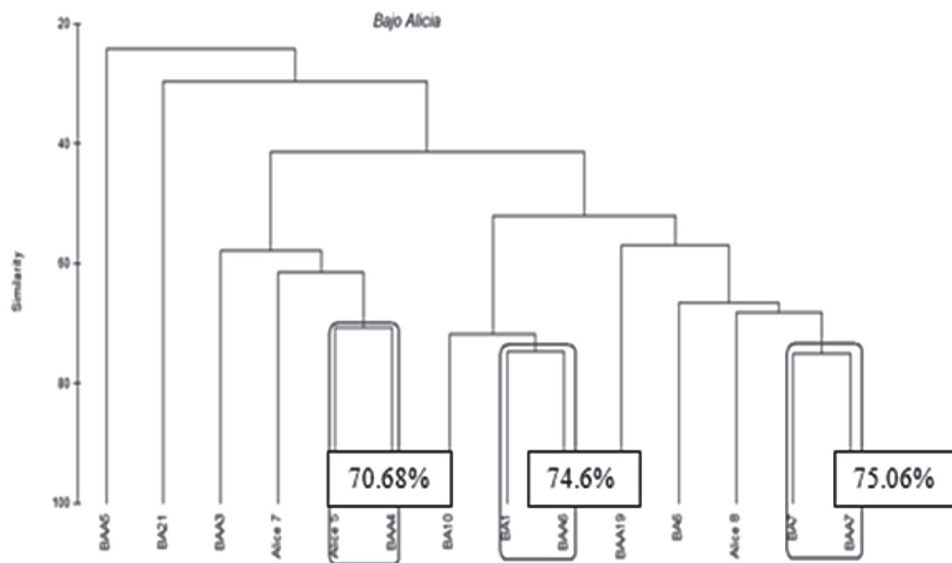


Fig. 7. Análisis de similitud de Bray-Curtis de las estaciones muestreadas en Bajo Alicia

Fig. 7. Dendrogram based on Bray-Curtis Similarity Analysis for all stations sampled in Alice Shoal

Cuadro 3. Índices de diversidad y riqueza calculados para las estaciones evaluadas en Bajo Alicia

Table 3. Diversity and richness indexes calculated for all stations sampled in Alice Shoal

Estación	S	N	d	J'	H'(Log 10)	1-Lambda'
BA7	21	264	3.59	0.84	1.12	0.91
BA6	22	122	4.37	0.84	1.12	0.89
Alice 8	14	77	2.99	0.89	1.02	0.90
BAA19	20	221	3.52	0.86	1.12	0.90
BAA5	30	927	4.24	0.68	1.00	0.79
BAA7	18	214	3.17	0.87	1.09	0.89
BA21	8	28	2.10	0.72	0.64	0.69
Alice 7	17	429	2.64	0.77	0.95	0.85
Alice 5	14	265	2.33	0.67	0.77	0.75
BAA3	12	58	2.71	0.83	0.90	0.86
BAA4	10	136	1.83	0.73	0.73	0.74
BA1	17	155	3.17	0.81	1.00	0.87
BA10	22	124	4.36	0.86	1.16	0.92
BAA6	19	187	3.44	0.80	1.03	0.88

Bajo Nuevo

En el muestreo de las 42 estaciones evaluadas en Bajo Nuevo, se observó un total de 78 especies con importancia económica y ecológica (7206 ind. en 38 transectos de 400 m²), donde peces como *A. coeruleus* (13%, 886 ind. en 38 transectos de 400 m²) y *S. partitus* (7%, 519 ind. en 38 transectos de 400 m²) obtuvieron las mayores abundancias, seguidos de una gran variedad de peces arrecifales como peces mariposa (*Chaetodon* spp.), cirujanos, cofres, etc., mientras que otros de gran importancia comercial como pargos, roncós, chernas, barracudas, loros, entre otros, y algunos condriactios como las rayas, tuvieron una baja abundancia (Fig. 8). Por su parte, algunos tiburones (*G. cirratum*) mostraron mayor abundancia en esta zona, algo incluso mayor a lo registrado en otras áreas del Archipiélago, lo cual fue confirmado en los censos de riqueza íctica.

En los censos de abundancia de peces con interés ecológico y económico discriminados por rangos de tallas en Bajo Nuevo, se observa que el rango entre 5 a 10 cm es el que mayor cantidad de especies presentó (63 especies), donde *A. coeruleus* (13.5%, 823 ind. en 34 transectos de 400 m²) y *S. partitus* (9%, 524 ind. en 30 transectos de 400 m²) fueron las más abundantes (Fig. 9a). En el rango siguiente, de 11 a 20 cm, se observó un total de 37 especies, destacando a *M. niger* (14%, 92 ind. en 8 transectos de 400 m²) y *Mullidichthys martinicus* (11%, 75 ind. en 8 transectos de 400 m²) como las más abundantes (Fig. 9b). En el rango de 21 a 30 cm se observaron 16 especies, destacando el dominio de los peces balistidos, *B. vetula* (32%, 67 ind. en 18 transectos de 400 m²) y *M. niger* (12%, 25 ind. en 2 transectos de 400 m²), y también a *Haemulon album* (14%, 29 ind.

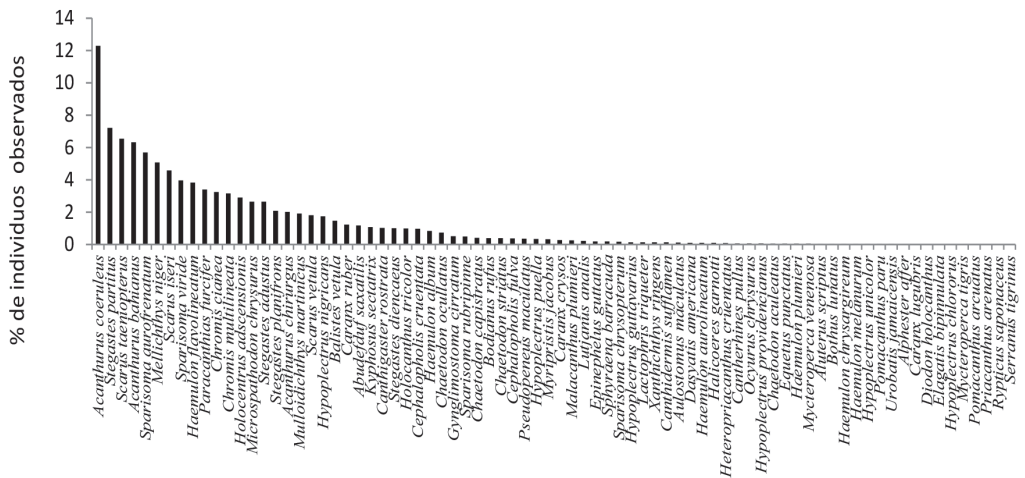


Fig. 8. Porcentaje de la abundancia de peces con importancia ecológica y económica registrados en Bajo Nuevo

Fig. 8. Abundance percentage of reef fish with an economic and ecological value observed in New Shoal

Al hacer el análisis de similitud de Bray-Curtis de estaciones censadas en Bajo Nuevo, se observa que las estaciones más parecidas fueron BN10 y BN8, con un 73.52% de similitud, seguidas por BN51 y BN39, con un 71.08% de similitud y, en contraste, las estaciones que presentaron menor similitud fueron las estaciones BN1 y BN12, con un 30% de similitud (Fig. 10).

Al realizar el análisis de la diversidad de los peces con importancia ecológica y económica registrados en Bajo Nuevo se puede detallar que las estaciones más diversas no presentaron las más altas similitudes, pero sí las mayores riquezas de las especies con importancia ecológica y económica, destacando las estaciones BN10, BN3, BN28, BN68, BN49, BN66 y BN6 como las más diversas (Cuadro 4).

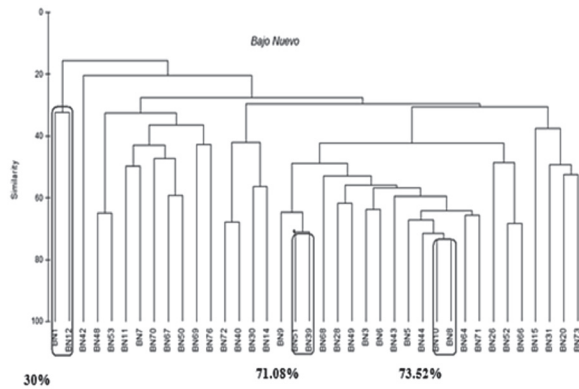


Fig. 10. Análisis de similitud de Bray-Curtis de las estaciones muestreadas en Bajo Nuevo

Fig. 10. Dendrogram based on Bray-Curtis Similarity Analysis for all stations sampled in New Shoal

Cuadro 4. Índices de diversidad y riqueza calculados para las estaciones muestreadas en Bajo Nuevo

Table 4. Diversity and richness indexes calculated for all stations sampled in New shoal

Estación	S	N	d	J'	H' (Log 10)	1-Lambda'	Estación	S	N	d	J'	H' (Log 10)	1-Lambda'
BN64	22	310	3.66	0.89	1.19	0.92	BN39	10	151	1.79	0.86	0.86	0.83
BN26	24	360	3.91	0.79	1.09	0.88	BN66	24	251	4.16	0.87	1.20	0.93
BN30	19	179	3.47	0.81	1.04	0.87	BN42	19	283	3.19	0.45	0.57	0.49
BN31	15	100	3.04	0.91	1.07	0.91	BN67	11	49	2.57	0.86	0.90	0.86
BN52	17	169	3.12	0.86	1.06	0.89	BN11	29	151	5.58	0.77	1.13	0.88
BN28	26	211	4.67	0.91	1.29	0.94	BN7	25	257	4.33	0.66	0.92	0.78
BN9	24	199	4.35	0.86	1.19	0.92	BN12	16	349	2.56	0.63	0.76	0.76
BN51	19	187	3.44	0.83	1.06	0.88	BN72	20	472	3.09	0.58	0.75	0.72
BN5	18	165	3.33	0.90	1.13	0.92	BN14	10	40	2.44	0.86	0.86	0.85
BN44	21	180	3.85	0.86	1.13	0.91	BN40	16	188	2.86	0.53	0.64	0.58
BN10	26	190	4.76	0.87	1.24	0.93	BN15	8	26	2.15	0.90	0.81	0.86
BN3	28	246	4.90	0.89	1.29	0.94	BN48	19	221	3.33	0.67	0.86	0.76
BN1	17	230	2.94	0.87	1.07	0.90	BN69	22	140	4.25	0.80	1.07	0.88
BN6	21	151	3.99	0.93	1.23	0.94	BN70	20	134	3.88	0.87	1.13	0.90
BN8	16	149	3.00	0.93	1.12	0.92	BN20	20	93	4.19	0.84	1.10	0.90
BN68	22	170	4.09	0.90	1.21	0.93	BN73	18	88	3.80	0.86	1.08	0.90
BN49	23	163	4.32	0.90	1.23	0.93	BN53	20	190	3.62	0.65	0.85	0.71
BN43	16	175	2.90	0.90	1.08	0.91	BN76	27	327	4.49	0.81	1.16	0.91
BN71	23	166	4.30	0.83	1.17	0.92	BN50	17	96	3.51	0.89	1.10	0.91

DISCUSIÓN

En las áreas muestreadas dentro del AMP Seaflower, se observaron que las comunidades de peces coralinos, en las estaciones monitoreadas, presentan una diversidad (# de individuos) de baja a media de individuos, siendo estas muy similares entre las zonas norte y externa, a excepción de Bajo Alicia; estas diferencias en estas diversidades pueden deberse a efectos del muestreo, a las extensiones de arrecifes presentes en cada una de las áreas, siendo estas de grandes extensiones en los cayos del norte y externos, a excepción de Bajo Alicia que no presenta una barrera arrecifal extensa ni áreas someras, además fue una de las áreas donde menor cantidad de estaciones fueron monitoreadas.

Entre los resultados obtenidos es importante destacar las altas abundancias de los peces arrecifales como los cirujanos (en especial *A. coeruleus*) y damiselas (género *Stegastes*) (Fig. 11) en las tallas inferiores de los 20 cm y destacando a los peces loro, roncós, jureles y balistidos en las tallas superiores a 20 cm. Peces de valor comercial (pc) como algunos balistidos

(*B. vetula* y *C. sufflamen*), jureles (*C. ruber*), loros (*Scarus coeruleus*, *S. coelestinus*, *Sparisoma rubripinne* y *S. viride*), pargos, barracudas, chernas y meros fueron poco abundantes, observados en las estaciones de mayor profundidad y fueron abundantes en un 35% en Bajo Alicia; los otros peces arrecifales fueron más abundantes en Bajo Nuevo y Serranilla, donde se observaron porcentajes de abundancia entre el 80 y 90% (Fig. 12). Estas bajas abundancias de peces de interés comercial en estas áreas pueden deberse, según Nagelkerken *et al.* (2000, 2001), a una ausencia (o rara presencia) de hábitats como pastos marinos y manglares esenciales para las etapas juveniles de estas especies en las áreas estudiadas, lo cual se confirma al comparar estas abundancias con los resultados obtenidos en las AMP's centro y sur del Archipiélago, donde los pargos, chernas y meros fueron más abundantes, como resultado de la presencia de hábitats claves y la fuerte actividad de pesca presente también en la zona externa.

En adición a los resultados obtenidos y como lo expresan Dahlgren *et al.* (2003), es muy importante resaltar que las altas

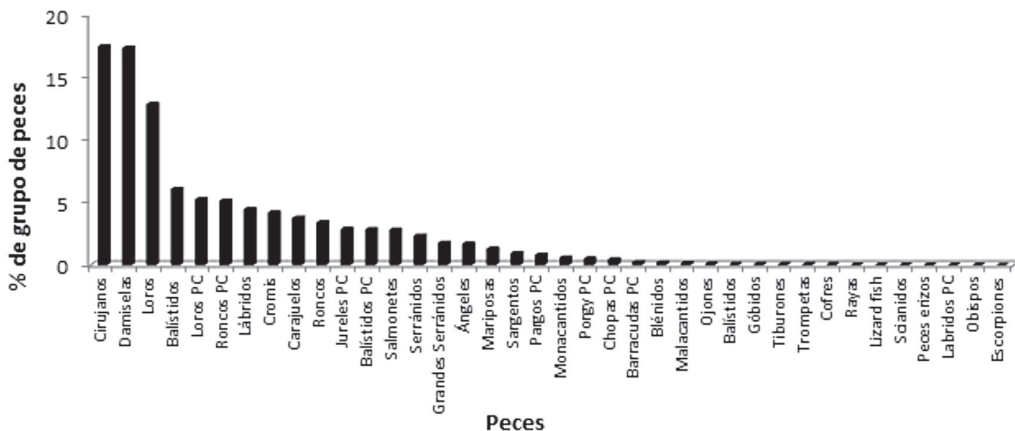


Fig. 11. Abundancia de individuos (%) observados en las áreas de monitoreo

Fig. 11. Abundance of reef fish (%) observed in sampled areas

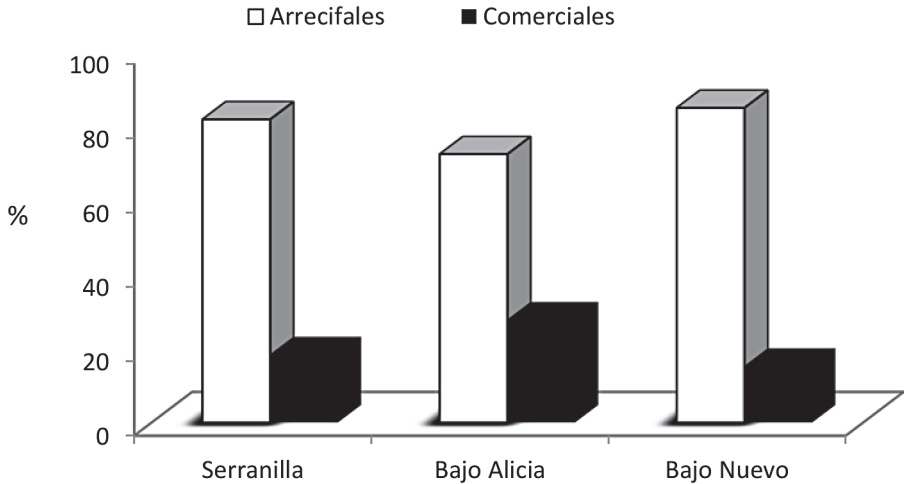


Fig. 12. Porcentaje de abundancia de individuos observados en las áreas de monitoreo según el grupo a que pertenecen

Fig. 12. Abundance percentage of reef fish observed in sampled areas by size groups

abundancias de peces de los niveles tróficos bajos como los herbívoros (cirujanos, doncellas y algunos peces loro), pueden ser una consecuencia de las bajas poblaciones de piscívoros como barracudas, pargos, chernas, meros y tiburones (ausencia de niveles altos), ocasionadas por la fuerte actividad de pesca presente. No obstante, las altas abundancias de herbívoros pueden ser beneficiosas para la salud del coral, manteniendo controlado el crecimiento de las algas. Otras especies con bajas densidades, como los peces ángeles y mariposas, pueden deberse a las bajas densidades, de esponjas en las áreas. Como conclusión de los resultados obtenidos y como función de la RB Seaflower, se deben aplicar medidas para la protección de las especies de

importancia pesquera y de toda la diversidad de peces arrecifales presentes en el Archipiélago.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos muy especiales a todos los que de alguna manera apoyaron el desarrollo de este estudio. A la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA) y todo su personal. A la Gobernación Departamental, por intermedio de la Secretaría de Agricultura y Pesca del Departamento. Al capitán y la tripulación de la embarcación Captain "S", expedicionarios y colegas que nos acompañaron en la expedición científica.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRRA. (1999). *The AGRRA Rapid Assessment Protocol. Mesoamerican Reef System Workshop*. Miami, EE.UU.: MGG-RSMAS, University of Miami.
- CARICOMP. (2001). *CARICOMP Methods Manual - Level I*. CARICOMP Management Center, University of the West Indies, Mona, Kingston, Jamaica and Florida. Institute of Oceanography, University of South Florida, St. Petersburg Florida, U.S.A., Mona, Kingston, Jamaica.
- Clarke, K. R. & Gorley, R. N. (2005). *Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research*. Luton, United Kingdom. PRIMER-E Ltd.
- Corporación Regional para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina "CORALINA". (2010). *Expedición científica de recolección de datos biológicos en Serrana, Roncador y primera aproximación al conocimiento de las comunidades coralinas e ícticas de los complejos arrecifales de Serranilla, Bajo Alicia y Bajo Nuevo - Colombia, Sección norte de la reserva de Biósfera Seaflower, Caribe occidental*. San Andrés island. Colombia: CORALINA.
- Corporación Regional para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina "CORALINA". (2009). *Informe de los monitoreos de abundancia y diversidad de peces e invertebrados en las Evaluaciones Rápidas de Arrecifes en San Andrés y Providencia*. San Andrés island. Colombia: CORALINA.
- Dahlgren, C., Arboleda, E., Buch, K. L., Caldas, J. P., Posada, S. & Prada, M. (2003). *Characterization of reef-fish diversity, community structure, distribution and abundance on three Southwestern Caribbean atolls: Quitasueño, Serrana and Roncador Banks (Seaflower Biosphere Reserve), Archipelago of San Andrés and Old Providence, Colombia*. San Andrés island, Colombia: Corporation for the sustainable development of the San Andrés, Old Providence and Santa Catalina Archipelago (CORALINA).
- Heinemann, D., Appeldoorn, R., Dahlgren, C., Herrón, P., Prada, M. & Sánchez, J. (2004). *Rapid ecological assessment of the northern banks of the Archipelago of San Andrés and Old Providence*. San Andrés island. Colombia: Joint Ocean Conservancy-CORALINA.
- Herrón, P. (2004). *Informe final de las tendencias de cambio en la estructura y estado de los arrecifes coralinos de San Andrés, Providencia y Santa Catalina: Programa de Monitoreo de CORALINA durante el periodo 1998-2002*. San Andrés Isla, Colombia: CORALINA.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. "IGAC", Subdirección de Investigación y Divulgación Geográfica. (1986). *Aspectos geográficos de San Andrés y Providencia*. Bogotá D. C., Colombia: Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Subdirección de Investigación y Divulgación Geográfica.
- Nagelkerken, I., van der Velde, G., Gorissen, M. W., Meijer, G. J., Van't Hof, T. & den Hartog, C. (2000). Importance of mangroves, seagrass beds and the shallow coral reefs as a nursery for important coral reef fishes, using a visual census technique. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.*, 51, 31-44.
- Nagelkerken, I., Kleijnen, S., Klop, T., van den Brand, R. A. C. J., Cocheret

- de la Morini-ère, E. & van der Velde, G. (2001). Dependence of Caribbean reef fishes on mangroves and seagrass beds as nursery habitats: a comparison of fish faunas between bays with and without mangroves/seagrass beds. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 214, 225-235.
- Posada, O., Rozo, D. M., Bolaños, J. & Zamora, A. (2009). Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2008. L. F. Santiago (Ed.), *Marco Geográfico* (pp. 19-26). Bogotá, Colombia: INVEMAR.
- PRIMER 6. (2005). Primer-E Ltd. 3 Meadow View, version 6 <http://www.primer-e.com/primer.htm>. Luton, United Kingdom, PRIMER-E Ltd.
- Rodríguez-Ramírez, A., Garzón-Ferreira, J., Bejarano-Chavarro, S., Navas-Camacho, R., Reyes-Nivia, C., Duque, G., Orozco, C., Zapata, F. & Herrera, O. (2005). Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: Año 2004. En INVEMAR (Ed.), *Estado de los arrecifes coralinos en Colombia* (pp. 77-114). Santa Marta, Colombia: Serie Publicaciones Periódicas 9.
- Sánchez, J. A., Pizarro, V., Acosta, A. R., Castillo, P. A., Herron, P., Martínez, J. C., Montoya, P. & Orozco, C. (2005). Evaluating coral reef benthic communities in remote Caribbean atolls (Quitasueño, Serrana, and Roncador Banks) to recommend marine-protected areas for the Seaflower Biosphere Reserve. *Atoll Res. Bull.*, 531, 1-66.
- Sistema de Información Geográfica de la Corporación Regional para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (SIG-CORALINA). (2011). *Ubicación Geográfica del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*. San Andrés isla, Colombia: CORALINA.