

Composición, abundancia y diversidad de peces arrecifales en dos localidades del Parque Nacional Mochima, Venezuela

Composition, abundance and diversity of coral reef fishes at two sites in Mochima National Park, Venezuela

Lilia J. Ruiz^{1*}
 Elizabeth Méndez de E.¹
 Aracelys Torres de J.¹
 Antulio Prieto-A.¹
 Baumar Marín²
 Ángel Fariña¹

¹ Departamento de Biología, Escuela de Ciencias
 Universidad de Oriente
 Apartado 245
 Cumaná, Estado Sucre, Venezuela
 *E-mail: liruz@sucre.udo.edu.ve

² Instituto Oceanográfico de Venezuela
 Universidad de Oriente
 Apartado 245
 Cumaná, Estado Sucre, Venezuela

Recibido en agosto de 2002; aceptado en enero de 2003

Resumen

Se analizó la composición, abundancia y diversidad de peces en dos parches coralinos en las localidades de Cautaro y Manzanillo del Parque Nacional Mochima (Venezuela), desde enero de 2001 hasta enero de 2002. Las capturas se efectuaron mensualmente en zonas profundas. Se recolectó un total de 829 individuos y se registraron 67 especies, de las cuales 25 fueron comunes a las dos localidades. En Cautaro, se capturaron 547 especímenes pertenecientes a 51 especies y 24 familias. Las familias más numerosas fueron Scaridae (39.31%), Chaetodontidae (17.18%), Pomacentridae (13.89%) y Haemulidae (11.71%). La diversidad fluctuó entre 0.68 y 3.21 bits/ind, la equitatividad entre 0.29 y 0.98, y la riqueza entre 0.68 y 2.24. Se determinó que 5 de las especies eran residentes permanentes, 7 eran visitantes cíclicos y 39 eran visitantes ocasionales. Las especies más abundantes fueron *Sparisoma aurofrenatum* (39.31%), *Chaetodon capistratus* (16.27%) y *Abudefduf saxatilis* (13.89%). En Manzanillo, se capturaron 282 peces pertenecientes a 41 especies y 21 familias. Las familias más numerosas fueron Sparidae (23.76%), Haemulidae (16.31%) y Chaetodontidae (11.70%). La diversidad mensual osciló entre 1.00 y 3.22 bits/ind, la equitatividad entre 0.50 y 1, y la riqueza entre 0.95 y 2.50. Se determinó que 3 especies eran residentes, 8 eran visitantes cíclicos y 30 eran visitantes ocasionales. Las más abundantes fueron *Diplodus argenteus* (23.76%), *C. capistratus* (11.70%) y *Haemulon flavolineatum* (11.34%). La mayor diversidad de especies en Cautaro puede explicarse por su mayor complejidad estructural en comparación con Manzanillo.

Palabras clave: peces arrecifales, estructura comunitaria, diversidad, Parque Nacional Mochima.

Abstract

The composition, abundance and diversity of fishes in two reef patches located in Mochima National Park (Venezuela) were analyzed from January 2001 to January 2002. Monthly captures were made in deep zones. A total of 829 individuals were found and 67 species were recorded, of which 25 were common to both localities. In Cautaro, 547 specimens, belonging to 51 species and 24 families, were caught. The most abundant families were Scaridae (39.31%), Chaetodontidae (17.18%), Pomacentridae (13.89%), and Haemulidae (11.71%). Diversity ranged from 0.68 to 3.21 bits/ind, evenness from 0.29 to 0.98, and species richness from 0.68 to 2.24. Five of the species were permanent residents, seven were recurrent visitors and thirty-nine were occasional visitors. The most abundant species were *Sparisoma aurofrenatum* (39.31%), *Chaetodon capistratus* (16.27%) and *Abudefduf saxatilis* (13.89%). In Manzanillo, 282 specimens, belonging to 41 species and 21 families, were caught. The most numerous families were Sparidae (23.76%), Haemulidae (16.31%), and Chaetodontidae (11.70%). Diversity ranged from 1.00 to

3.22 bits/ind, evenness from 0.5 to 1, and species richness from 0.95 to 2.50. Three of the species were permanent residents, eight were recurrent visitors and thirty were occasional visitors. The most abundant species were *Diplodus argenteus* (23.76%), *C. capistratus* (11.70%), and *Haemulon flavolineatum* (11.34%). The higher species diversity found in Cautaro than in Manzanillo could be due to the higher structural complexity of the former.

Key words: reef fishes, community structure, diversity, Mochima National Park.

Introducción

Los arrecifes coralinos se caracterizan por tener una alta complejidad estructural, con una gran variedad de hábitats, por lo que constituyen ecosistemas con una gran diversidad específica como resultado de la heterogeneidad espacial y temporal de los factores físicos y los procesos biológicos (Glynn, 1976). Los ambientes coralinos, por ser típicos de áreas someras tropicales, por lo general se asocian con fondos rocosos. Los corales generan estructuras calcáreas complejas que ofrecen a los peces una variada diversidad de refugios donde también habitan otras especies marinas. Sirven, además, como áreas de alimentación, reproducción y cría, creando fuertes asociaciones entre los peces y el ambiente exterior (Choat, 1991).

Las comunidades de peces de estos ecosistemas son las más complejas y de mayor diversidad, y su distribución y abundancia están ligadas directamente con el ambiente. Por esta razón, las evaluaciones precisas de la composición de especies y su abundancia resultan muy difíciles, ya que las características topográficas del ambiente impiden el uso adecuado de métodos convencionales de muestreo de peces, tales como redes de arrastre (García-Coll *et al.*, 1988).

Son escasos los trabajos sobre peces de ambientes coralinos para el Caribe suramericano. Para el occidente de Venezuela, existen los estudios de Rodríguez y Villamizar (2000), quienes investigaron la comunidad de peces arrecifales de Playa Mero (Parque Nacional Morrocoy), área que fue impactada a comienzos de la década de los noventa por eventos de mortandad masiva, lo cual disminuyó drásticamente la cobertura de corales vivos (Lozada y Klein, 1996).

En el Parque Nacional Mochima, situado en el oriente de Venezuela, Méndez *et al.* (2001) iniciaron la evaluación ictiológica de parches arrecifales, menos perturbados que los del occidente del país, para tener referencia de la diversidad íctica en estas áreas. La metodología utilizada por los mencionados autores fue la de censos visuales, los cuales inicialmente fueron realizados hasta 2 m de profundidad y que posteriormente se han llevado a cabo hasta las áreas más profundas.

Debido a que los ecosistemas coralinos constituyen ambientes dinámicos de gran interés biológico por la gran variabilidad de organismos asociados, donde los peces son elementos importantes, la presente investigación tuvo como objetivo analizar y comparar la estructura de las comunidades de peces en términos de composición, abundancia y diversidad en zonas profundas de dos parches coralinos del Parque Nacional Mochima. Este estudio contribuirá a determinar los cambios que podrían sufrir las comunidades ante eventos futuros.

Introduction

Coral reefs are characterized by a high structural complexity, and spatial and temporal heterogeneity of factors and biological processes; this is the reason for their great specific diversity (Glynn, 1976). Coral environments are typical of tropical shallow areas, generally associated with rocky bottoms. The animals generate complex calcareous structures that offer fish and other marine species a variety of refuge habitats; they are also feeding, nurturing and reproductive areas, creating strong associations between the fish and their environment (Choat, 1991).

The fish communities in these ecosystems are the most complex and diverse in the world. Their distribution and abundance are directly related to the environment and the feeding requirements of each species. For this reason, the precise evaluations of species composition and abundance are very difficult since the characteristics of the environment hinder the use of conventional sampling methods, such as trawl nets (García-Coll *et al.*, 1988).

Studies on coral reef fishes from the South American Caribbean are scarce. In the western part of Venezuela, Rodríguez and Villamizar (2000) investigated the reef fish community of Playa Mero (Morrocoy National Park). This reef suffered mass mortality during the early 1990s, which drastically reduced the area covered by live corals (Lozada and Klein, 1996).

In Mochima National Park, located in eastern Venezuela, Méndez *et al.* (2001) began the ichthyological evaluation of reef patches, less disturbed than those in the western part of the country, in order to determine the fish diversity in these areas. Visual censuses were initially carried out from the surface to a depth of 2 m, and then extended to deeper depths.

Due to the fact that coral reefs constitute dynamic environments of great biological interest because of the large variability of associated organisms, fish being predominant elements, in this investigation the structure of the fish communities was analyzed and compared in terms of composition, abundance and diversity in deep areas of two coralline patches in Mochima National Park. This study will serve as reference to determine future changes in the communities.

Study area

Outside the Bay of Mochima (fig. 1), one station was selected in the locality of Cautaro (10°24'30" N, 64°22'30" W). It is a reef patch, with 90% of coralline covering, located in a stony channel, with an approximate area of 600 m² that extends

Área de estudio

En la parte externa de la Bahía de Mochima (fig. 1), se seleccionó una estación en la localidad de Cautaro (10°24'30" N, 64°22'30" W). Ésta se caracteriza por ser un parche arrecifal con un 90% de cobertura coralina, ubicado en un lecho pedregoso, con un área aproximada de 600 m² que se extiende hasta los 12 m de profundidad y presenta una pendiente de unos 10°. En esta área, después de un evento de mar de fondo ocurrido en diciembre de 1999, Sant *et al.* (2001) encontraron 21 especies de corales, siendo *Millepora alcicornis*, *Colpophylia natans*, *Madracis decactis*, *Porites asteroides* y *Diploria strigosa* las que presentaron los máximos porcentajes de cobertura viva.

En el Golfo de Santa Fe (fig. 1), se seleccionó otra estación en un parche arrecifal en la localidad de Manzanillo (10°18'79" N, 64°26'81" W), que presenta un área aproximada de 800 m² y que cual se extiende desde una profundidad de 0.5 m hasta 25 m, con una pendiente de 30°. El lecho es arenoso, con una cobertura coralina de aproximadamente 60%. En este parche se ha reportado la presencia de 22 especies de corales, siendo *M. alcicornis* la más abundante en los primeros 10 m de profundidad; en menor proporción se encuentran *M. decactis*, *P. asteroides*, *C. natans* y *D. astrigosa* (Sant, 1999).

Materiales y métodos

Se realizaron muestreos mensuales en las dos localidades seleccionadas desde enero de 2001 hasta enero de 2002. Para capturar los peces se emplearon dos nasas de metal de 1.68 m³ (2.10 m de largo, 1.6 m de ancho y 0.5 m de alto), con una abertura de malla de 4.3 cm y un diámetro en la boca del cono de entrada de 15 cm. Las nasas fueron colocadas en el fondo de cada parche arrecifal, entre 10 y 25 m de profundidad, donde permanecían una semana. Las muestras obtenidas fueron guardadas en bolsas plásticas etiquetadas y transferidas al laboratorio para su posterior procesamiento. Los peces capturados fueron contados, medidos (longitud total) y pesados, con precisiones de 0.1 mm y 0.1 g, respectivamente. La identificación de las especies se realizó utilizando las claves de Cervigón (1991, 1993, 1994, 1996) y Humann (1997).

Para el análisis de la abundancia relativa se consideró la relación entre el número de individuos de una especie y el total de todas las especies, así como la frecuencia de ocurrencia (FO) en los meses, para determinar las especies ocasionales (FO < 25%), temporales o visitantes cíclicos (FO entre 25% y 49%) y residentes permanentes (FO de 50% a 100%). También se determinó la abundancia relativa de las familias, con el propósito de comparar la dominancia de las mismas en cada uno de los parches arrecifales. La diversidad (H') para cada una de las recolecciones mensuales y totales se determinó utilizando la expresión de Shannon-Weaver. Asimismo, se calcularon la equitatividad ($J' = H'/H_{\text{máx}}$), la riqueza (D) y el parámetro N1 de Hill (1973). La dominancia de especies se calculó usando la fórmula propuesta por McNaughton (1968).

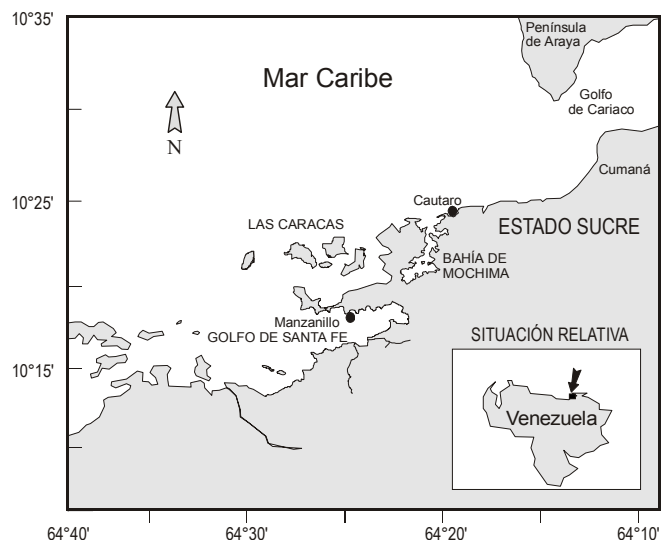


Figura 1. Mapa de la zona del Parque Nacional Mochima (Venezuela), donde se señalan las dos localidades muestreadas: Cautaro y Manzanillo.

Figure 1. Location of the Cautaro and Manzanillo sampling sites at Mochima National Park, Venezuela.

to 12 m in depth with a slope of 10°. In this area, after an undercurrent caused strong perturbation in December 1999, Sant *et al.* (2001) found 21 species of corals, of which *Millepora alcicornis*, *Colpophylia natans*, *Madracis decactis*, *Porites asteroides*, and *Diploria strigosa* presented the maximum percentages of live covering.

In the Gulf of Santa Fe (fig. 1), a station was selected in the locality of Manzanillo (10°18'79" N, 64°26'81" W). This reef patch has an approximate area of 800 m², extending from a depth of 0.5 m to 25 m, with a slope of 30°. The channel is sandy with a coralline covering of approximately 60%. In this patch, the presence of 22 species of corals has been recorded, *M. alcicornis* being the most abundant in the first 10 m depth; *M. decactis*, *P. asteroides*, *C. natans* and *D. astrigosa* are found in smaller proportion (Sant, 1999).

Materials and methods

The monthly samplings of fish at the two stations were carried out from January 2001 to January 2002, using two tramps of 1.68 m³ (2.10 m long, 1.6 m wide and 0.5 m high), with a mesh opening of 4.3 cm. They were placed on the bottom of each reef patch, between 10 and 25 m in depth, where they were left for one week. The samples obtained were placed in labeled plastic bags and transferred to the laboratory for their later processing. The fish were counted, measured (total length) and weighed, with accuracies of 0.1 mm and 0.1 g, respectively. The species were identified using the keys of Cervigón (1991, 1993, 1994, 1996) and Humann (1994).

For the analysis of relative abundance, the relationship between the number of individuals of a species and/or family

La temperatura (°C) se determinó mediante un termógrafo Sealog, modelo TX, y la salinidad (%), mediante un salinómetro digital YSI.

Resultados

Composición de especies y abundancia relativa

En total, para las dos áreas se identificaron 67 especies de peces correspondientes a 26 familias (tabla 1). De éstas, las que presentaron mayor número de especies fueron: Scaridae, con 9; Haemulidae, con 7; Lutjanidae y Serranidae, con 5; Sciaenidae, con 4; y Holocentridae, Chaetodontidae, Monacanthidae y Balistidae, con 3. De las 67 especies identificadas, 25 (37.31%) fueron comunes a las dos localidades muestreadas, 26 (38.81%) estuvieron confinadas en Cautaro y 16 (23.88%) estuvieron restringidas a Manzanillo.

En Cautaro se recolectaron 547 individuos (65.98% del total) pertenecientes a 51 especies. Las familias más numerosas

and the total of all the species was considered, as well as the frequency of occurrence (FO), to determine the occasional species (FO <25%), seasonal or recurrent visitors (FO between 25% and 50%) and permanent residents (FO >50%). The diversity (H') for each of the monthly and total collections was determined using the Shannon-Weaver expression. The evenness ($J' = H'/H_{max}$), richness (D) and N1 parameter of Hill (1973) were also calculated. Species dominance was calculated using the formula proposed by McNaughton (1968).

The temperature (°C) was determined using a Sealog thermograph, model TX, and salinity (%) was measured using a digital YSI salinometer.

Results

Species composition and relative abundance

A total of 67 species corresponding to 26 families were identified at both sites (table 1). The families that presented a greater number of species were: Scaridae, with 9; Haemulidae, with 7; Lutjanidae and Serranidae, with 5; Sciaenidae, with 4; and Holocentridae, Chaetodontidae, Monacanthidae and Balistidae, with 3. Of the 67 species identified, 25 (37.31%) were common to the two sampling sites, 26 (38.81%) were confined to Cautaro and 16 (23.88%) were restricted to Manzanillo.

In Cautaro, 547 individuals were collected (65.98% of the total) belonging to 51 species. The most numerous families were Scaridae (39.31%), Chaetodontidae (17.18%), Pomacentridae (13.89%), Haemulidae (11.71%) and Holocentridae (5.58%) (fig. 2). The number of species captured monthly varied from 6 to 20 (fig. 3), with a mean

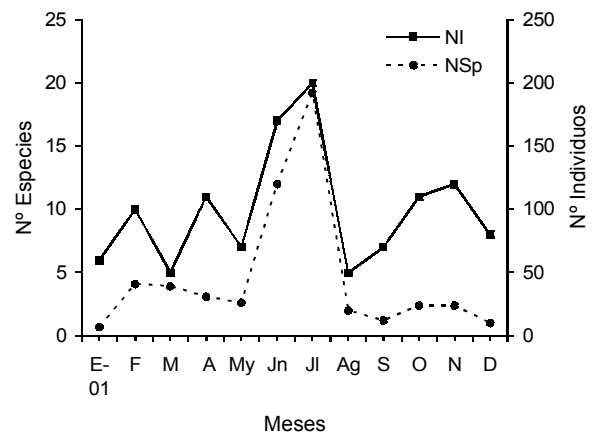
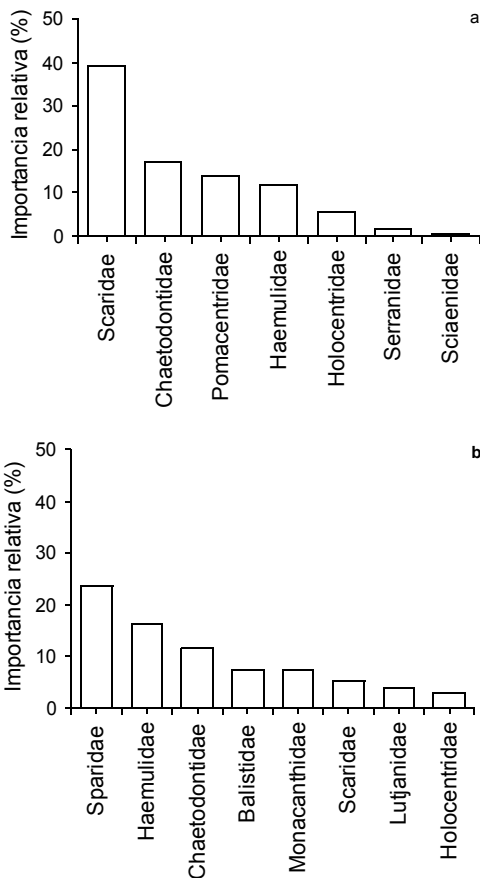


Figura 2. Importancia relativa de las familias de peces en parches arrecifales del Parque Nacional Mochima, Venezuela: (a) Cautaro y (b) Manzanillo.

Figure 2. Relative importance of the fish families in two reef patches at Mochima National Park, Venezuela: (a) Cautaro and (b) Manzanillo.

Figura 3. Variación mensual del número de especies de peces (N) y organismos (NO) capturados en un parche arrecifal de Cautaro, Parque Nacional Mochima, Venezuela.

Figure 3. Monthly variation of the number of fish species (N) and specimens (NO) collected in the Cautaro reef patch, Mochima National Park, Venezuela.

Tabla 1. Familias y especies de peces capturadas en dos parches arrecifales del Parque Nacional Mochima, Venezuela.
Table 1. Families and species of fishes collected in two reef patches at Mochima National Park, Venezuela.

Familias y especies	Cautaro	Manzanillo	Familias y especies	Cautaro	Manzanillo
Familia Muraenidae			Familia Lutjanidae		
<i>Lyncodontis moringa</i>	*	*	<i>Lutjanus griseus</i>	*	
Familia Synodontidae			<i>Lutjanus synagris</i>		*
<i>Synodus foetens</i>	*		<i>Lutjanus purpureus</i>		*
<i>Synodus synodus</i>	*		<i>Oxyurus chrysurus</i>	*	
Familia Holocentridae			<i>Rhomboplites aurorubens</i>		*
<i>Holocentrus ascensionis</i>	*	*	Familia Mullidae		
<i>Holocentrus rufus</i>	*	*	<i>Mulloidichthys matiniensis</i>	*	
<i>Myripristis jacobus</i>	*		<i>Pseudopeneus maculatus</i>	*	
Familia Dactylopteridae			Familia Pomacanthidae		
<i>Dactylopterus volitans</i>		*	<i>Pomacanthus arcuatus</i>		*
Familia Acanthuridae			<i>Pomacanthus paru</i>		*
<i>Acanthurus bahianus</i>	*	*	Familia Pomacentridae		
<i>Acanthurus chirurgus</i>		*	<i>Abudefduf saxatilis</i>	*	*
Familia Labridae			Familia Priacanthidae		
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	*		<i>Priacanthus arenatus</i>	*	*
Familia Scaridae			Familia Sciaenidae		
<i>Nicholsina usta</i>		*	<i>Equetus acuminatus</i>	*	
<i>Scarus croiscensis</i>	*	*	<i>Equetus lanceolatus</i>		*
<i>Scarus taeniopterus</i>	*	*	<i>Equetus punctatus</i>	*	
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	*	*	<i>Odontoscion dentex</i>	*	
<i>Sparisoma chrysopterygum</i>	*	*	Familia Serranidae		
<i>Sparisoma rubripinne</i>	*		<i>Epinephelus cruentatus</i>	*	*
<i>Sparisoma viride</i>	*	*	<i>Epinephelus guttatus</i>	*	
<i>Sparisoma atomarium</i>	*		<i>Hypoplectrus puella</i>	*	
<i>Sparisoma griseorubra</i>	*	*	<i>Mycteroperca rubra</i>	*	
Familia Carangidae			<i>Mycteroperca interstitialis</i>	*	*
<i>Caranx crysos</i>	*		Familia Sparidae		
<i>Seriola rivoliana</i>		*	<i>Diplodus argenteus</i>	*	*
Familia Chaetodontidae			Familia Paralichthyidae		
<i>Chaetodon capistratus</i>	*	*	<i>Syacium papillosum</i>	*	
<i>Chaetodon striatus</i>	*		Familia Balistidae		
<i>Chaetodon sedentarius</i>	*		<i>Balistes vetula</i>		*
Familia Ehippidae			<i>Cantherhines macrocerus</i>	*	
<i>Chaetodipterus faber</i>	*		<i>Cantherhines pullus</i>	*	*
Familia Grammistidae			Familia Diodontidae		
<i>Rypticus saponaceus</i>	*		<i>Diodon holocanthus</i>	*	
<i>Rypticus randalli</i>	*	*	<i>Chilomicterus antillarum</i>		*
Familia Haemulidae			Familia Monacanthidae		
<i>Haemulon aurolineatum</i>	*		<i>Monacanthus hispidus</i>	*	*
<i>Haemulon bonariense</i>	*	*	<i>Aluterus heudeloti</i>		*
<i>Haemulon chrysargyreum</i>		*	<i>Aluterus schoeffi</i>		*
<i>Haemulon flavolineatum</i>	*	*	Familia Ostraciidae		
<i>Haemulon plumieri</i>	*	*	<i>Lactophrys polygonia</i>		*
<i>Haemulon steindachneri</i>	*		<i>Lactophrys quadricornis</i>	*	*
<i>Haemulon striatum</i>	*	*	Familia Tetraodontidae		
			<i>Sphoeroides spengleri</i>	*	

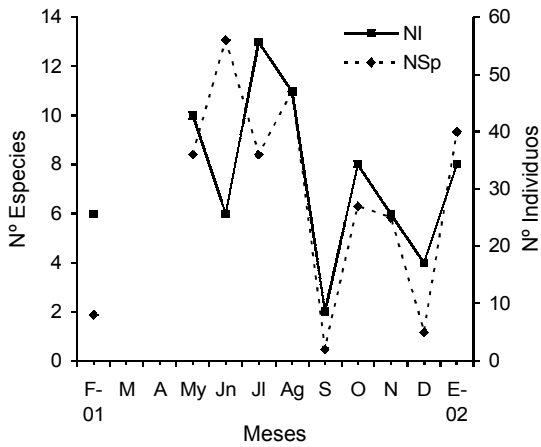


Figura 4. Variación mensual del número de especies de peces (N) y organismos (NO) capturados en un parche arrecifal de Manzanillo, Parque Nacional Mochima, Venezuela.

Figure 4. Monthly variation of the number of fish species (N) and specimens (NO) collected in the Manzanillo reef patch, Mochima National Park, Venezuela.

fueron Scaridae (39.31%), Chaetodontidae (17.18%), Pomacentridae (13.89%), Haemulidae (11.71%) y Holocentridae (5.58%) (fig. 2). El número de especies capturadas mensualmente varió de 6 a 20, con un promedio de 9.92 (fig. 3). Diez especies representaron el 82.03% del total de individuos capturados, siendo las más abundantes *Sparisoma aurofrenatum* (39.31%), *Chaetodon capistratus* (16.27%) y *Abudefduf saxatilis* (13.89%) (tabla 2).

En Manzanillo se recolectaron 282 individuos (34.02%) correspondientes a 41 especies. Las familias con mayor número de individuos fueron Sparidae (23.76%), Haemulidae (16.31%), Chaetodontidae (11.70%), Monacanthidae y Balistidae (7.45%, cada una) (fig. 2). El número de especies por muestreo osciló entre 2 y 13, con un promedio de 8.22 (fig. 4). Diez especies representaron el 77.60% de los organismos capturados, siendo las más abundantes *Diplodus argenteus* (23.76%), *C. capistratus* (11.70%) y *Haemulon flavolineatum* (11.34%) (tabla 3).

Componentes comunitarios

En Cautaro se catalogaron 39 especies ocasionales (76.5%), de las cuales 24 estuvieron representadas por un solo individuo, así como 7 especies temporales o visitantes cíclicos (13.70%) y 5 especies residentes permanentes (9.8%). Estas últimas fueron *S. aurofrenatum*, que representó el 30.34% del total de organismos capturados, con una frecuencia en los muestreos de 91.66%, seguida por *C. capistratus*, con 16.27% y frecuencia de 66.66%; *H. flavolineatum*, con 4.20% y frecuencia de 75.00%; y *Holocentrus ascensionis*, con 2.40% y frecuencia de 66.67% (tabla 2).

En Manzanillo se encontraron 30 especies ocasionales (73.2%), de las cuales 27 estuvieron representadas por un individuo, así como 8 especies temporales (19.5%) y sólo 3 residentes permanentes (8.3%). Estas últimas estuvieron

Tabla 2. Lista de las 10 especies más abundantes en un parche arrecifal en Cautaro, Parque Nacional Mochima, Venezuela. No. org. = número de individuos, % = porcentaje del número de individuos, % Ac = porcentaje acumulativo y F% = frecuencia porcentual.

Table 2. Checklist of the 10 most abundant species in the Cautaro reef patch, Mochima National Park, Venezuela. No. org. = number of individuals, % = percentage of the number of individuals, % Ac = accumulative percentage, and F% = frequency percentage.

Especie	No. org.	%	% Ac	F%
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	166	30.34	30.34	91.66
<i>Chaetodon capistratus</i>	89	16.27	46.41	66.66
<i>Abudefduf saxatilis</i>	76	13.89	60.30	8.33
<i>Haemulon flavolineatum</i>	23	4.20	64.50	75.00
<i>Sparisoma viridis</i>	23	4.20	68.70	16.66
<i>Haemulon striatum</i>	22	4.02	72.72	16.66
<i>Holocentrus ascensionis</i>	15	2.74	75.46	66.66
<i>Holocentrus rufus</i>	13	2.37	77.83	50.00
<i>Scarus taeniopterus</i>	12	2.19	80.02	25.00
<i>Cantherines pullus</i>	11	2.01	82.03	33.33

Tabla 3. Lista de las 10 especies más abundantes en un parche arrecifal en Manzanillo, Parque Nacional Mochima, Venezuela. No. org. = número de individuos, % = porcentaje del número de individuos, % Ac = porcentaje acumulativo y F% = frecuencia porcentual.

Table 3. Checklist of the 10 most abundant species in the Manzanillo reef patch, Mochima National Park, Venezuela. No. org. = number of individuals, % = percentage of the number of individuals, % Ac = accumulative percentage, and F% = frequency percentage

Especie	No. org.	%	% Ac	F%
<i>Diplodus argenteus</i>	67	23.76	23.80	30.00
<i>Chaetodon capistratus</i>	33	11.70	35.50	50.00
<i>Haemulon flavolineatum</i>	32	11.34	46.80	70.00
<i>Cantherhinus pullus</i>	21	7.44	54.20	50.00
<i>Monacanthus hispidus</i>	19	6.73	61.00	40.00
<i>Pomacanthus arcuatus</i>	13	4.60	65.60	30.00
<i>Rhomboplites aurorubens</i>	11	3.90	69.50	20.00
<i>Haemulon aurolineatum</i>	9	3.19	72.70	40.00
<i>Holocentrus ascensionis</i>	7	2.48	75.10	20.00
<i>Pomacanthus paru</i>	7	2.48	77.60	30.00

of 9.92. Ten species represented 82.03% of the total of individuals captured, with *Sparisoma aurofrenatum* (39.31%), *Chaetodon capistratus* (16.27%) and *Abudefduf saxatilis* (13.89%) being the most abundant (table 2).

In Manzanillo, 282 individuals were collected (34.02%) and 41 species were identified. The families with more individuals were Sparidae (23.76%), Haemulidae (16.31%), Chaetodontidae (11.70%), Monacanthidae and Balistidae (7.45% each one) (fig. 2). The number of species per sampling

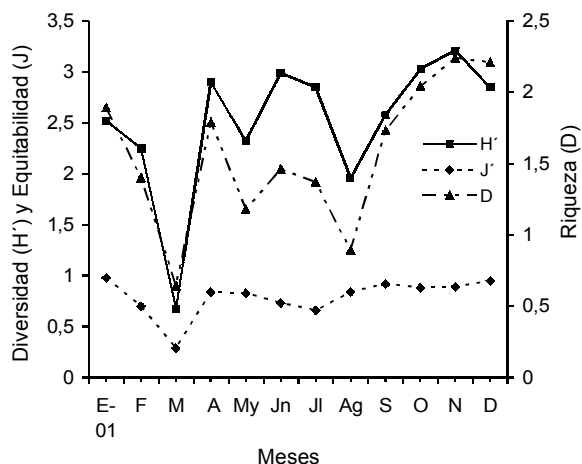


Figura 5. Variación mensual de los índices de diversidad (H'), riqueza (D) y equitatividad (J') de la comunidad de peces en un parche arrecifal de Cautaro, Parque Nacional Mochima, Venezuela.

Figure 5. Monthly variation of the diversity (H'), richness (D) and evenness (J') indices of the fish community in the Cautaro reef patch, Mochima National Park, Venezuela.

representadas por *H. flavolineatum*, con abundancia relativa de 11.34% y frecuencia de 70%; *C. capistratus*, con 11.70% y frecuencia de 50%; y *Cantherhinus pullus*, con 7.74% y frecuencia de 50.00% (tabla 3).

Estructura comunitaria

En Cautaro, la diversidad numérica mensual (H') fluctuó de 0.68 ($N1 = 1.6$ especies), en marzo, a 3.21 (9.22 especies), en noviembre, con un promedio de 2.47 ± 0.71 bits/ind ($N1 = 6.35 \pm 2.17$ especies) y una diversidad total de 3.79 bits/ind ($N1 = 6.92$ especies). La equitatividad (J') osciló entre 0.29, en marzo, y 0.98, en enero (promedio de 0.78 ± 0.19); la riqueza entre 0.64, en marzo, y 2.24, en noviembre (promedio de 1.57 ± 0.51); y la dominancia entre 40.00% y 92.30% (fig. 5).

En Manzanillo, la diversidad (H') osciló entre 1.00 en junio (2 especies), y 3.22 en julio (9.26 especies), con un promedio de 2.23 ± 0.71 bits/ind ($N1 = 5.21 \pm 2.38$) y una H' total de 4.08 ($N1 = 9.85$ especies). La equitatividad (J') varió de 0.50 a 1.00 (promedio de 0.83 ± 0.14); la riqueza de 0.95 en junio, a 2.75 en julio (promedio de 1.31 ± 0.42); y la dominancia de 38.90% a 100% (fig. 6).

Parámetros fisicoquímicos

La temperatura del agua presentó fluctuaciones marcadas y varió entre 20°C y 28°C; los valores más bajos se presentaron de enero hasta mediados de mayo de 2001 (20°C a 24°C). A partir de julio la temperatura se incrementó, alcanzando en este mes y en agosto valores de hasta 28°C; a partir de septiembre y hasta mediados de diciembre las temperaturas tuvieron un promedio aproximado de 26°C. La salinidad presentó poca fluctuación, entre 35.1‰ y 35.8‰ ($35.59\% \pm 0.22\%$).

oscillated between 2 and 13, with a mean of 8.22 (fig. 4). Ten species represented 77.60% of the organisms captured, with *Diplodus argenteus* (23.76%), *C. capistratus* (11.70%) and *Haemulon flavolineatum* (11.34%) being the most abundant (table 3).

Community components

In Cautaro, 39 occasional species were classified (76.5%), 24 of which were represented by a single individual; 7 species were found to be recurrent visitors (13.70%) and 5 were permanent residents (9.8%). The latter were *S. aurofrenarum*, representing 30.34% of the total of organisms captured with a frequency of 91.66% in the samplings, followed by *C. capistratus*, with 16.27% and frequency of 66.66%; *H. flavolineatum*, with 4.20% and frequency of 75.00%; and *Holocentrus ascensionis*, with 2.40% and frequency of 66.67% (table 2).

Of the species found in Manzanillo, 30 were occasional species (73.2%), 27 of which were represented by one individual, 8 were recurrent species (19.5%) and only 3 were considered permanent residents (8.3%). The latter were *H. flavolineatum*, with a relative abundance of 11.34% and frequency of 70%; *C. capistratus*, with abundance of 11.70% and frequency of 50%; and *Cantherhinus pullus*, with abundance of 7.74% and frequency of 50.00% (table 3).

Community structure

In Cautaro, the monthly numerical diversity (H') ranged from 0.68 (1.6 species), in March, to 3.21 (9.22 species), in November, with a mean of 2.47 ± 0.71 bits/ind ($N1 = 6.35 \pm 2.17$ species) and a total diversity of 3.79 bits/ind ($N1 = 6.92$ species). Evenness (J') oscillated between 0.29, in March, and 0.98, in January (average of 0.78 ± 0.19); richness between 0.64, in March, and 2.24, in November (average of 1.57 ± 0.51); and dominance between 40.00% and 92.30% (fig. 5).

In Manzanillo, the numeric diversity (H') ranged from 1.00, in June (2 species), to 3.22, in July (9.26 species), with an average of 2.23 ± 0.71 bits/ind ($N1 = 5.21 \pm 2.38$) and a total H' of 4.08 ($N1 = 9.85$ species). Evenness (J') varied from 0.50 to 1.00 (average of 0.83 ± 0.14); richness from 0.95, in June, to 2.75, in July (average of 1.31 ± 0.42); and dominance 38.90% to 100% (fig. 6).

Physicochemical parameters

The water temperature presented marked fluctuations, between 20°C and 28°C. The lowest values occurred from January 2001 to mid-May (20–24°C). The temperature started to increase in July, reaching 28°C during this month and August, and from September to mid-December, the average temperature was 26°C. Salinity presented low variability (35.1–35.8‰), with an average of $35.59\% \pm 0.22\%$.

Discusión

Las comunidades arrecifales son consideradas las de mayor diversidad ictiológica en ambientes marinos, señalándose entre 400 y 500 el número de especies de peces en todas las áreas de arrecifes del Atlántico occidental (Alevizon *et al.*, 1985). Los resultados de esta investigación, donde se informa la presencia de 67 especies en los dos parches coralinos de área relativamente escasa, 51 en Cautaro y 41 en Manzanillo, concuerdan con los obtenidos por Méndez *et al.* (2001) quienes, utilizando censos visuales hasta 2 m de profundidad, informaron de la presencia de 62 y 46 especies, respectivamente, en las mismas áreas y un total de 77 especies para ambas; sin embargo, si se toman en consideración los dos tipos de muestreos, el número de especies se elevaría a 102. Estos resultados son comparables con los obtenidos por Rodríguez y Villamizar (2001), quienes identificaron 74 especies de 11 familias y 66 especies de 21 familias, mediante censos visuales en transectos de 30 m de profundidad, en dos zonas arrecifales del Parque Nacional Morrocoy, ubicado en el occidente de Venezuela, áreas que habían sido impactadas por una fuerte perturbación ambiental en 1966. Sin embargo, son menores a las 133 especies informadas para un arrecife costero cubano (García-Coll *et al.*, 1988), a las 127 especies informadas para un arrecife en Tuxpan, Veracruz, México (González-Gándara y González-Sansón, 1997), a las 149 especies en arrecifes de la Isla de Cozumel, México (Nava-Martínez y Núñez-Lara, 2000), y a las 157 especies de 55 familias en varios arrecifes naturales en la costa del Estado de Paraíba al noreste de Brasil (Rocha *et al.*, 1998). Estas diferencias se deben a que los censos visuales de estos últimos trabajos fueron realizados en áreas más extensas, con diferentes estratos de profundidad, y a la intensidad de los muestreos.

Iguales consideraciones pueden ser aplicadas a los valores de diversidad total de Shannon-Weaver obtenidos en el presente trabajo (3.31 y 4.08 bits/ind), que son inferiores a los obtenidos en el arrecife cubano (5.50 a 6.10 bits/ind) (García-Coll *et al.*, 1988).

Los valores de diversidad en Cautaro alcanzaron cifras más bajas en marzo de 2001, cuando se observó la menor temperatura, concordando con lo informado en comunidades de peces de las Antillas, en donde la diversidad decrece en los meses cuando la temperatura del agua es baja y aumenta en los meses cálidos (Bouchon-Navarro *et al.*, 1997). Este patrón no pudo comprobarse en Manzanillo; sin embargo, en ambas zonas las diversidades mensuales y la riqueza de especies fueron más altas en el periodo de lluvia (junio a octubre) que en el seco (diciembre a mayo), tal como se ha informado en arrecifes costeros de Cuba (García-Coll *et al.*, 1988) y en el Pacífico (Friedlander y Parrish, 1998). La diversidad promedio en las dos áreas estudiadas fue más baja que las señaladas por Méndez *et al.* (2001) para las mismas áreas (3.98 y 3.25 bits/ind, para Cautaro y Manzanillo, respectivamente). Sin embargo, los valores son comparables a los reportados por McKenna (1997), en un estudio realizado en diversas áreas

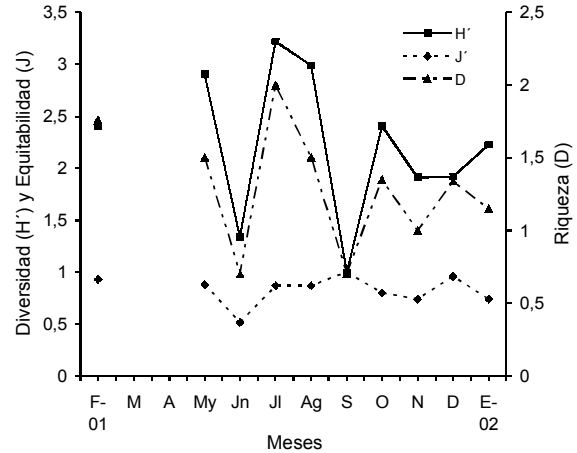


Figura 6. Variación mensual de los índices de diversidad (H'), riqueza (D) y equitatividad (J') de la comunidad de peces en un parche arrecifal de Manzanillo, Parque Nacional Mochima, Venezuela.

Figura 6. Monthly variation of the diversity (H'), richness (D) and evenness (J') indices of the fish community in the Manzanillo reef patch, Mochima National Park, Venezuela.

Discussion

Reef communities are considered to have the most ichthyological diversity in marine environments; between 400 and 500 fish species have been reported for all the reef areas of the western Atlantic (Alevizon *et al.*, 1985). In this study we recorded the presence of 67 species in two relatively small reef patches, 51 in Cautaro and 41 in Manzanillo; these results concur with those obtained by Méndez *et al.* (2001) for the same areas, who using visual censuses until 2 m depth, reported 62 and 46 species, respectively, and a total of 77 species. However, if we take into consideration the two types of samplings, the number of species would rise to 102. These results are comparable to those reported by Rodríguez and Villamizar (2001), who using visual censuses in transects of 30 m depth, identified 74 species of 11 families and 66 species of 21 families in two reef areas of Morrocoy National Park, located in western Venezuela, areas which had been impacted by a strong environmental perturbation in 1966. However, these results are lower than the 133 species reported for a Cuban coastal reef (García-Coll *et al.*, 1988), the 127 species reported for a reef in Tuxpan, Veracruz, Mexico (González-Gándara and González-Sansón, 1997), the 149 species found in reefs off the island of Cozumel, Mexico (Dale-Martínez and Núñez-Lara, 2000), and the 157 species of 55 families in several natural reefs off the coast of the state of Paraíba in northeastern Brazil (Rocha *et al.*, 1998). These differences are the result of using visual censuses in more extensive areas, with different depth strata, and the intensity of the samplings.

Similar considerations can be applied to the Shannon-Weaver total diversity values obtained in this work (3.31 and 4.08 bits/ind), which are lower than those obtained for the Cuban reef (5.50–6.10 bits/ind) (García-Coll *et al.*, 1988).

The lowest diversity values in Cautaro were recorded in March 2001, month which had the lowest temperature; this

arrecifales en Dry Tortugas, EUA. Este autor señaló un valor promedio de 1.23 bits/ind en un área afectada por disturbios físicos, en tanto que las áreas no disturbadas presentaron valores de 2.60 y 2.27 bits /ind. Estos valores también son comparables a los informados para la comunidad de peces en el arrecife de Puerto Viejo, Costa Rica (Schaper, 1996).

La presencia en Cautaro de una mayor abundancia relativa y riqueza de especies (39.31% y 8, respectivamente) de la familia Scaridae, en relación con Manzanillo, indicaría la presencia en esa estación, aunque no se tienen datos, de una mayor disponibilidad de cobertura algal como recurso alimenticio, conocida la herbivoría de la mayoría de las especies en esta familia; también podría interpretarse como una consecuencia de la perturbación previa del área ocurrida por una marejada a fines de 1999 (Sant *et al.*, 2001). Se conoce que los sustratos libres producto de la destrucción coralina por impactos ambientales son rápidamente colonizados por algas de corto ciclo vital, con la consiguiente aparición de peces herbívoros. Estos eventos han sido reportados en el Parque Nacional Morrocoy, Venezuela (Rodríguez y Villamizar 2000), el Caribe y Atlántico (Booth y Brosnan, 1995), y en Jamaica (Woodley *et al.*, 1981).

Los porcentajes de la importancia relativa de las familias de peces determinada en Cautaro coinciden parcialmente con los informados para Playa Mero, Parque Nacional Morrocoy (Rodríguez y Villamizar, 2000), donde las familias Scaridae y Pomacentridae, principalmente herbívoras, ocupan altos valores. Por el contrario, en Manzanillo estas familias presentaron poca importancia y son reemplazadas por la Sparidae y la Haemulidae, con la aparición de especies de Lutjanidae, en su mayoría especies de hábitos carnívoros. Esto en parte explicaría los bajos valores de diversidad (H') total obtenidos en la localidad. La familia Chaetodontidae ocupó un lugar importante en relación al número de organismos en las dos localidades estudiadas, representada principalmente por la especie *Chaetodon capistratus*; los juveniles de esta familia son más abundantes en aguas someras, mientras que los adultos dominan en aguas profundas (Bosch-Méndez *et al.*, 1988). Rodríguez y Villamizar (2001) la señalan como la menos importante en arrecifes del Parque Nacional Morrocoy, dado que éstos son ambientes impactados y los Chaetodontidae son coralívoros (González, 1996). Por otra parte, hay que destacar la escasez de especies de Labridae en los parches arrecifales estudiados; sólo apareció un ejemplar de *Thalassoma bifasciatum* en Cautaro. La ausencia de representantes de lábridos en el presente estudio podría deberse a la profundidad de los muestreos y al tamaño de malla del arte de pesca utilizado (4.3 cm), de donde las especies de pequeñas tallas podrían escapar, dado que Méndez *et al.* (2001) mediante censos visuales registraron cuatro especies de *Halichoeres* y una de *Thalassoma* que representaron una abundancia relativa de 25.67% en Cautaro y tres especies en Manzanillo con 12.02% de la abundancia, en los primeros 2 m de profundidad. Igualmente, Rodríguez y Villamizar (2000) señalaron la presencia de siete especies de Labridae en un zona arrecifal del Parque

agree with that reported for fish communities in the West Indies, where diversity decreases during the months when the water temperature is low, and increases in the warm months (Bouchon-Nava *et al.*, 1997). This pattern could not be proven in Manzanillo; however, in both areas the monthly diversities and species richness were higher during the rainy season (June–October) than during the dry season (December–May), as has been reported for coastal reefs of Cuba (García-Coll *et al.*, 1988) and in the Pacific (Friedlander and Parrish 1998). The average diversity in Cautaro and Manzanillo was lower than that reported by Méndez *et al.* (2001) for the same areas (3.98 and 3.25 bits/ind, respectively). However, the values are comparable to those reported by McKenna (1997) in a study carried out in diverse reef areas in Dry Tortugas, USA, who reported an average value of 1.23 in an area affected by physical disturbances, and values of 2.60 and 2.27 bits/ind in areas not disturbed by physical phenomena. These values are also comparable to the ones presented for the fish community in the reef of Puerto Viejo, Costa Rica (Schaper, 1996).

Although no data are available, the greater relative abundance and species richness of the family Scaridae in Cautaro than in Manzanillo (39.31% and 8, respectively) could indicate the presence in Cautaro of greater availability of algal coverage as a source of nutrition, given the well-known herbivory of most species of this family; this could also be interpreted as a consequence of the previous perturbation in the area, caused by an undercurrent at the end of 1999 (Sant, 2001). It is known that the substratum liberated by coral destruction under environmental impacts is quickly colonized by algae of short life cycles, with the consequent appearance of herbivore fishes. These events have been reported for Morrocoy National Park, Venezuela (Rodríguez and Villamizar 2000), the Caribbean and Atlantic (Booth and Brosnan, 1995), and Jamaica (Woodley *et al.*, 1981).

The percentages of the relative importance of the fish families determined in Cautaro partially coincide with those reported for Playa Mero, Morrocoy National Park (Rodríguez and Villamizar, 2000), in which the mainly herbivorous families Scaridae and Pomacentridae occupy high values. On the contrary, in Manzanillo these families presented little importance and are replaced by the families Sparidae and Haemulidae, with the appearance of species of Lutjanidae, most of the species having carnivorous habits. This would partly explain the low values of total diversity (H') obtained at this location. The family Chaetodontidae occupied an important place relative to the number of organisms at the two sampling sites, represented mainly by the species *Chaetodon capistratus*; the juveniles of this family are more abundant in shallow waters, whereas the adults dominate in deep waters (Bosch-Méndez *et al.*, 1988). Rodríguez and Villamizar (2001) indicate that it is the least important species in the reefs of Morrocoy National Park, since these are impacted environments and the Chaetodontidae are coralívoros (González, 1996). On the other hand, it is necessary to point out the almost total absence of species of the family Labridae in the reef

Nacional Morrocoy. Investigaciones realizadas en el Caribe han señalado que las comunidades de peces arrecifales dominadas por especies carnívoras tienden a aumentar su diversidad, especialmente si éstas son visitantes ocasionales. El número de especies residentes o constantes determinado en Cautaro (5) y en Manzanillo (2) es muy bajo en comparación con lo informado para arrecifes de las Antillas (Jamaica, 27), lo cual se debe al alto número de taxones (240) examinados en esta última área (Bouchon-Navarro *et al.*, 1997); sin embargo, el elevado número de especies ocasionales (39 y 30) indicaría que los parches coralinos de Cautaro y Manzanillo son visitados por un número alto de especies, a pesar de no presentar verdaderas estructuras arrecifales.

La mayor cantidad de organismos y especies capturados en Cautaro utilizando el mismo esfuerzo de pesca, estaría relacionada con la alta heterogeneidad espacial y mayor proporción de cobertura coralina (90%) observadas, en relación con Manzanillo (60%); además, en esta última zona los corales son escasos a mayor profundidad. La complejidad estructural de las comunidades arrecifales es muy importante y se le ha relacionado con la riqueza íctica (Chabanet *et al.*, 1997). Así, se ha encontrado que áreas coralinas de topografía estructural de corales alta en las Islas Vírgenes, presentan mayor abundancia de peces que áreas de topografía baja (Lirman, 1999). Sin embargo, hay que destacar que aspectos funcionales de la composición y estructura del hábitat, tales como la disponibilidad de alimento y refugio, son factores importantes relacionados con la distribución de grupos de especies o de familias de peces en las áreas arrecifales (Ohman *et al.*, 1997).

En general se puede señalar que los dos parches arrecifales, aunque difieren estructuralmente en la composición ictiológica de especies y familias, se encuentran escasamente perturbados, y que los cambios o variaciones mensuales en los parámetros comunitarios (H' , J' y D) analizados parecen depender más de las fluctuaciones cíclicas de los factores ambientales y de las características del área, que de interacciones propias de estas comunidades, como son la competencia interespecífica, la depredación y la simbiosis, factores que no fueron evaluados en esta investigación pero que requieren ser analizados a través de estudios más detallados.

Referencias

- Alevizon, W., Richardson, R., Pitts, P. and Serviss, G. (1985). Coral zonation and patterns of community structure in Bahamian reef fishes. *Bull. Mar. Sci.*, 36(2): 304–318.
- Booth, D. and Brosnan, D. (1995). The role of recruitment dynamics in rocky shore and coral reef fish communities. *Adv. Ecol. Res.*, 26: 309–385.
- Bosch-Méndez, A., García-Coll, I. y Guevara-Carrió, E. (1988). Distribución y abundancia de los peces de la familia Chaetodontidae en un arrecife costero cubano. *Rev. Invest. Mar.*, IX(3): 47–53.
- Bouchon-Navarro, Y., Louis, M. and Bouchon, C. (1997). The coastal fish communities of the West Indies. *CIBIUM* 21 (Suppl. 1): 107–127.
- Cervigón, F. (1991). *Los Peces Marinos de Venezuela*. Vol. I. 2da ed. Fundación Científica Los Roques, Cromotip, Caracas, 425 pp.

patches studied, where only one individual of *Thalassoma bifasciatum* appeared, in Cautaro. The absence of representatives of this family in our samplings could be due to the depth and mesh size of the fishing gear used, since Méndez *et al.* (2001) registered four species of *Halichoeres* and one of *Thalassoma* in Cautaro, representing a relative abundance of 25.67%, and three species in Manzanillo, with 12.02% of the abundance, in the first 2 m depth. Rodríguez and Villamizar (2000) also indicated the presence of seven species of Labridae in a reef area in Morrocoy National Park. Investigations carried out in the Caribbean have shown that the reef fish communities dominated by carnivorous species tend to increase their diversity, especially if they are occasional visitors. The number of resident or constant species in Cautaro (5) and in Manzanillo (2) is very low compared to those reported for reefs in the West Indies (Jamaica, 27), which is due to the high number of taxa (240) examined in this last area (Bouchon-Navarro *et al.*, 1997); however, the high number of occasional species (39 and 30) would indicate that the coralline patches of Cautaro and Manzanillo are visited by a large number of species, even though they do not present true reef structures.

The greater number of organisms and species captured in Cautaro, using the same fishing effort, would be related to the high heterogeneity and larger proportion of coralline covering (90%) observed, in relation to Manzanillo (60%); also, in the latter the corals are scarce at greater depth. The structural complexity of the reef communities is very important and has been related to the ichthyic richness (Chabanet *et al.*, 1997). It has been reported that coralline areas of high structural topography of corals in the Virgin Islands, present greater abundance of fish than areas of low topography (Lirman, 1999). However, it is necessary to highlight that functional aspects of the composition and structure of the habitat, such as food availability and refuge, are important factors related to the distribution of groups of species or of fish families in the reef areas (Ohman *et al.*, 1997).

In general, it can be indicated that both reef patches, although structurally different in the ichthyological composition of species and families, are barely perturbed and that the changes or monthly variations in the community parameters analyzed (H' , J' and D) seem to depend more on the recurrent fluctuations of the environmental factors and the characteristics of the area than on the internal interactions of these communities, such as interspecific competition, depredation and symbiosis. These factors were not evaluated in this research, but they need to be analyzed in more-detailed studies.

English translation by the authors.

- Cervigón, F. (1993). *Los Peces Marinos de Venezuela*. Vol. II. 2da ed. Fundación Científica Los Roques, Cromotip, Caracas, 497 pp.
- Cervigón, F. (1994). *Los Peces Marinos de Venezuela*. Vol. III. 2da ed. Fundación Científica Los Roques, Edit. ExLibris, Caracas, 295 pp.
- Cervigón, F. (1996). *Los Peces Marinos de Venezuela*. Vol. IV. 2da ed. Fundación Científica Los Roques, Edit. ExLibris, Caracas, 254 pp.

- Chabanet, P., Ralambondrainy, H., Amanieu, M., Faure, G. and Galzin, R. (1997). Relationships between coral reef substrate and fish. *Coral Reefs*, 16: 93–102.
- Choat, J. (1991). The biology of herbivorous fishes on coral reefs. In: P. Sale (ed.), *The Ecology of Fishes on Coral Reef*. Academic Press, San Diego, California. pp.120–155.
- Friedlander, A.M. and Parrish, J.D. (1998). Temporal dynamics of fish communities on an exposed shoreline in Hawaii. *Environ. Biol. Fish.*, 53(1): 1–18.
- García-Coll, I., Guevara-Carrió, E. y Bosch-Méndez, A. (1988). Estudio de las comunidades de peces en un arrecife costero cubano. *Rev. Invest. Mar.*, IX(3): 29–39.
- Glynn, P. (1976). Some physical and biological determinants of coral community structure in the eastern Pacific. *Ecol. Monogr.*, 46: 431–456.
- González, A. (1996). Peces depredadores de corales pétreos en un arrecife del Parque Nacional Morrocoy, Edo. Falcón. Trabajo Especial de Grado, Universidad Central de Venezuela, 68 pp.
- González-Gándara, C. y González-Sansón, G. (1997). Composición y abundancia de la ictifauna del arrecife Tuxpan, Veracruz, México. *Rev. Invest. Mar.*, 18(3) 249–259.
- Hill, M. (1973). Diversity and evenness: An unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54: 427–432.
- Humann, P. (1997). *Reef Fish Identification*. New World Publ., Florida, 398 pp.
- Lirman, D. (1999). Reef fish communities associated with *Acropora palmata*: Relationships to benthic attributes. *Bull. Mar. Sci.*, 65(1): 235–252.
- Lozada, F. y Klein, E. (1996). Informe sobre la mortalidad masiva de organismos marinos en el Parque Nacional Morrocoy (enero de 1996). Grupo de trabajo *ad hoc* de la Comisión Nacional de Oceanografía, Venezuela, 20 pp.
- McKenna, J.E. (1997). Influence of physical disturbance of the structure of coral reef fish assemblages in Dry Tortugas. *Caribb. J. Sci.*, 33 (1–2): 82–97.
- McNaughton, S. (1968). Structure and function in California Grassland. *Ecology*, 49: 962–972.
- Méndez de E., E., Ruiz, L., Torres, A., Sant, S., Barrios, J., Marín, B. y Prieto, A. (2001). Comunidad íctica de dos parches arrecifales del Parque Nacional Mochima, Edo. Sucre, Venezuela. Trigésima Reunión de la Asociación de Laboratorios Marinos del Caribe (ALMC), La Parguera, Puerto Rico. Resumen, p. 63.
- Nava-Martínez, G. y Núñez-Lara, E. (2000). Estructura de la comunidad de peces en arrecifes de la Isla de Cozumel. 5to Congreso de Ciencias del Mar, La Habana, Cuba. Resumen, p 130.
- Ohman, M., Rajasuriya, A. and Olafsson, E. (1997). Reef fish assemblages in north-western Sri Lanka: Distribution patterns and influences of fishing practices. *Environ. Biol. Fish.*, 49(1): 45–61.
- Rocha, L., Rosa, I. y Rosa, R. (1998). Peixes recifais da costa da Paraíba, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, 15(2): 553–566.
- Rodríguez, J. y Villamizar, E. (2000). Estructura de la comunidad de peces arrecifales de Playa Mero, Parque Nacional Morrocoy, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 48 (Supl. 1): 107–113.
- Rodríguez, J. y Villamizar, E. (2001). Comunidad de peces arrecifales en dos localidades con diferente grado de impacto ambiental dentro del Parque Nacional Morrocoy. IX Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Isla San Andrés, Colombia. Resumen extenso. p. 220.
- Sant, S. (1999). Ecología de comunidades coralinas en el Estado Sucre, Venezuela. Tesis de postgrado, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, 117 pp.
- Sant, S., Méndez, E. y Prieto, A. (2001). Comparación de la composición y estructura de una comunidad coralina después del fenómeno de mar de fondo en el Parque Nacional Mochima, Estado Sucre, Venezuela. IX Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Isla San Andrés, Colombia. Resumen extenso. p. 95.
- Schaper, S. (1996). La comunidad de peces en el arrecife de Puerto Viejo (Limón, Costa Rica). *Rev. Biol. Trop.*, 44(2-B): 923–925.
- Woodley, J., Chornesky, A., Clifford, P., Jackson, J., Kaufman, L., Knolton, N., Lang, J., Pearson, M., Porter, J., Rooney, M., Rylaarsdam, K., Tunnicliffe, V., Wahle, C., Wulf, J., Curtis, A., Dallmeyer, M., Jupp, B., Koehl, M., Neigel, J. and Sides, E. (1981). Hurricane Allen's impact on Jamaican coral reefs. *Science*, 214: 749–755.