

## DIVERSIDAD ÍCTICA EN PLAYAS DE ISLA CUBAGUA, VENEZUELA

Alfredo Gómez Gaspar e Iván Hernández Ávila

Museo Marino de Margarita y Universidad de Oriente, Nueva Esparta, Boca del Río, Isla de Margarita, Venezuela. [museomarinomgta@movistar.net.ve](mailto:museomarinomgta@movistar.net.ve)

### RESUMEN

En la isla de Cubagua (Venezuela) se estudió la estructura de las comunidades de peces costeros mediante colectas realizadas en 40 estaciones alrededor de la isla, utilizando una red de pesca artesanal (40 m x 2 m x 2 mm abertura de malla) arrastrada desde 30-50 m hasta la playa. Se colectaron 7946 ejemplares con biomasa de 55315.17 g. Se identificaron 99 especies y 33 familias, las más representadas fueron Haemulidae (once especies), Sciaenidae (ocho especies), Carangidae y Labrisomidae (siete especies cada una). Catorce especies constituyeron el 89.5 % de las colectas. En las comunidades se determinaron diferencias de acuerdo con el tipo de sustrato considerado y entre los muestreos. La variabilidad entre los muestreos se correlaciona con las variables ambientales. En el sustrato arenoso la diversidad íctica fue 1.87 bits ind<sup>-1</sup>; en sustrato con arenas y rocas o corales fue 1.91 bits ind<sup>-1</sup>; en arena con praderas de *Thalassia testudinum* de 1.94 bits ind<sup>-1</sup> y en praderas de *Thalassia* con rocas o corales de 2.58 bits ind<sup>-1</sup>.

**PALABRAS CLAVE:** Ictiofauna, Índice diversidad, Caribe de Venezuela.

### ABSTRACT

**Fish diversity in Cubagua island beaches, Venezuela.** Coastal fishes assemblages around Cubagua Island were studied in 40 stations sampled with an artisanal net (40 m x 2 m x 2 mm mesh) trawled from 5-50 m offshore. 7946 specimens (biomass of 55315.17 g) were collected. 99 species and 33 fish families were identified, the best represented were Haemulidae (eleven species), Sciaenidae (eight species), Carangidae and Labrisomidae (seven species each one). Fourteen species made 89.5 % of the total capture. Differences in the assemblages according to the substrate and capture were detected, and the variability between samples related to environmental variables was analyzed. The Shannon-Wiener diversity of fishes in sandy substrate was 1.87 bits ind<sup>-1</sup>; in sand with rocks and corals 1.91 bits ind<sup>-1</sup>; in beds of *Thalassia testudinum* with sand 1.94 bits ind<sup>-1</sup>, and in *Thalassia* beds with rocks and corals 2.58 bits ind<sup>-1</sup>.

**KEY WORDS:** Ichthyofauna, Diversity index, Venezuelan Caribbean.

## INTRODUCCIÓN

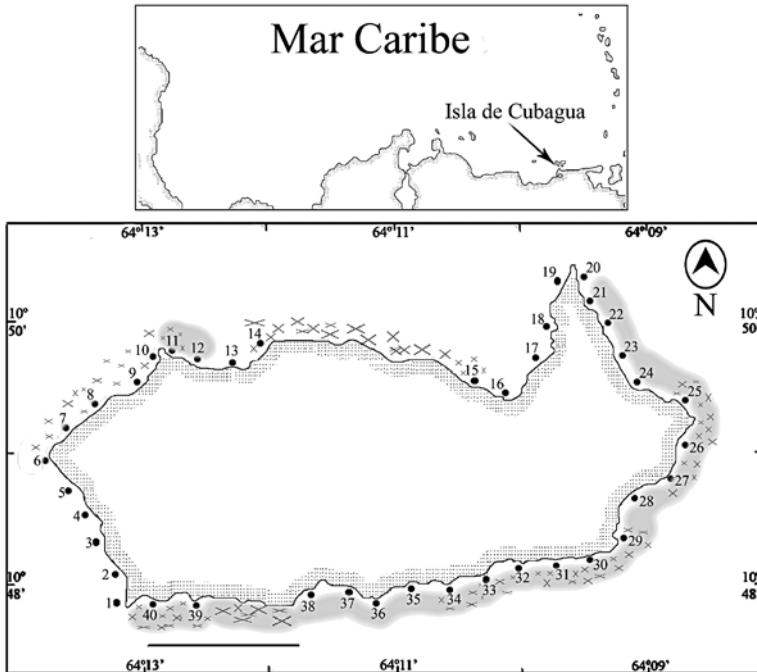
La isla de Cubagua tiene especial relevancia histórica porque originó a la actual Venezuela, al fundarse Nueva Cádiz de Cubagua en 1502 con fines de la explotación intensiva de los placeres de la ostra perlífera *Pinctada imbricata*. Constituyó la primera población del Nuevo Mundo con alcalde y ayuntamiento, que funcionaron hasta el primer agotamiento de los placeres en 1537 cuando se inició el despoblamiento de la isla (Cervigón, 1998), que fue devastada en 1541 por un huracán o fuerte tormenta tropical. Sin embargo, aún mantiene su importancia para la pesca regional, siendo un lugar de asentamiento temporal y refugio para pescadores artesanales de los estados Nueva Esparta y Sucre que ejercen su actividad en las proximidades de Cubagua. Los peces de Cubagua han sido fundamento para estudios ampliamente reconocidos (Cervigón, 1991, 1993, 1994, 1996; Cervigón y Alcalá, 1999); también se han realizado estudios localizados sobre la estructura de la comunidad íctica en playas arenosas y con fanerógamas marinas (Gómez, 1987a, b; Parra y Ruiz, 2003). La presente investigación tiene por objeto estudiar la estructura de la comunidad íctica alrededor de la isla de Cubagua, donde están presentes playas con sustrato arenoso, con la fanerógama *Thalassia testudinum* y con rocas y/o corales.

## ÁREA DE ESTUDIO

El nororiente de Venezuela lo constituyen los estados Sucre y Nueva Esparta, este último conformado por las islas de Margarita, Coche y Cubagua. En general, la región está afectada por la surgencia de aguas subsuperficiales que propician una producción primaria moderada, por lo cual esta área marina se ha considerado un enclave de características templadas (Margalef, 1965), manifiesta principalmente por la temperatura del agua en superficie la cual, comparada con el resto del mar Caribe, es anormalmente baja especialmente durante los primeros meses del año. Las aguas que afloran tienen importancia en la ecología regional (Gómez, 1987b, 1996, 2001; Gómez y Chanut, 1993), permitiendo la existencia de valiosos recursos pesqueros pelágicos como la sardina *Sardinella aurita* y bentónicos como el molusco peleceípodo *Arca zebra*, especies que por los volúmenes de captura anual constituyen los recursos marinos venezolanos más importantes.

La isla de Cubagua (Fig. 1) se localiza al sur de la isla de Margarita, tiene una superficie de 22.4 km<sup>2</sup> y un perímetro de 25 km. Presenta distintos tipos de fondos: arenosos, praderas de la fanerógama *Thalassia testudinum*, rocosos y parches coralinos. Se han realizado estudios descriptivos generales (Rodríguez, 1959),

asimismo se ha estudiado la hidrografía, la producción primaria, la concentración de los pigmentos fotosintéticos y la abundancia planctónica (Gómez y Chanut, 1998,1993). Además, se ha estudiado la taxonomía de diversos grupos zoológicos entre ellos los corales (Ramírez, 2001), los moluscos (Princz, 1973; Capelo y Buitrago, 1998; Macsotay y Campos, 2001) y los crustáceos decápodos (Rodríguez, 1980; Scelzo, 1983; Hernández *et al.*, 2007).



**Figura 1.** Isla de Cubagua, se representan las estaciones muestreadas, así como los tipos de fondos en el margen costero. Los espacios en blanco corresponden a arena; en gris a las praderas de *Thalassia testudinum* y “x” los sustratos con rocas y/o corales.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Durante los períodos marzo 2001 a enero 2002 y agosto 2003 a abril 2004 fueron realizados muestreos en 40 estaciones (Fig. 1) alrededor de la isla de Cubagua. La selección de las estaciones únicamente consideró un distanciamiento de 500 m. En cada estación se realizó un muestreo diurno (entre las 8 y 10 AM) consistente en dos arrastres contiguos (captura por unidad de esfuerzo CPUE) utilizando un chinchorro playero (40 m de longitud, altura de 2 m y abertura de malla de 2 mm) abarcando el área comprendida entre la costa hasta 30 – 40 m. Los peces colectados fueron preservados con hielo y en el laboratorio fueron identificados a nivel de

especie utilizando las claves apropiadas (Fischer, 1978; Cervigón, 1991, 1993, 1994, 1996; Cervigón y Alcalá, 1999). La biomasa de cada especie fue determinada utilizando una balanza electrónica (precisión 1 mg).

De acuerdo con las características del sustrato, las estaciones muestreadas fueron clasificadas en cuatro unidades discretas. A: Arena (sustrato arenoso totalmente); AR: Arena Rocas y/o corales (sustrato arenoso con rocas y corales aislados); AT: Arena *Thalassia* (arena con parches aislados de *Thalassia testudinum*); TR: *Thalassia* Rocas (sustrato donde predominan las praderas de *Thalassia* pero contiene rocas y/o corales aislados). Los sustratos con total dominancia de rocas o parches coralinos no fueron muestreados por la inoperancia del arte de pesca.

La diversidad específica de la taxocenosis fue calculada utilizando la expresión de Shannon-Wiener  $H' = -\sum (ni/N) \log_2 ni/N$  (Pielou, 1960; Margalef, 1974) donde “ni” es el número o peso de los individuos de cada especie y “N” el número o biomasa total de los ejemplares colectados, de acuerdo con la metodología previamente utilizada (Gómez, 1981, 1987a, b). En cada estación, a 50 m de la costa se determinó la temperatura del agua y se colectaron muestras de agua para analizar el oxígeno disuelto utilizando el método de Winkler y la salinidad con salinómetro de inducción.

Para el análisis multivariado de las comunidades se utilizó el análisis de similaridad ANOSIM (Clarke y Green, 1988) para detectar diferencias entre los tipos de sustrato, este análisis fue realizado sin considerar la variabilidad espacio-temporal entre los muestreos. Sin embargo, para evaluar diferencias entre los ambientes considerando los muestreos fueron realizados dos análisis: a) utilizando un análisis de varianza multivariado con base en permutaciones (PERMANOVA) (Anderson, 2001; McArdle y Anderson, 2001) que evalúa diferencias entre dos niveles del tipo de sustrato (Arena y Arena-Rocas) y dos niveles de muestreo con dos réplicas; b) evaluando diferencias entre los otros dos tipos de sustrato (Arena-*Thalassia*, *Thalassia*-Rocas) considerando también el factor muestreo a dos niveles con tres réplicas. Las réplicas fueron las estaciones adyacentes homogéneas en cuanto al sustrato y realizadas durante un mismo periodo.

Adicionalmente, mediante un análisis PERMANOVA se evaluaron diferencias en la estructura de la comunidad entre los muestreos para el sustrato Arena, utilizando niveles diferentes de muestreos a los empleados en el análisis previo. Se utilizaron tres réplicas para cada grupo y se empleó el método Monte Carlo para obtener el número necesario de permutaciones para generar la probabilidad de error tipo I.

En los análisis multivariados se utilizó el índice de disimilitud de Bray-Curtis (Clarke *et al.*, 2006) descartando las especies identificadas en una o dos ocasiones ( $\leq 5\%$  de la matriz general). En los PERMANOVA la hipótesis nula fue realizada

bajo modelo reducido (Anderson, 2001). En la Tabla 1 se muestran los niveles de las fuentes de variación y de réplicas usadas en cada caso.

**Tabla 1.** Esquema de las estaciones consideradas en los diseños de análisis de datos, (1) Estaciones con distintos tipos de sustratos contrastados en el análisis de similaridad, (2 y 4) diseños de análisis de la varianza en los que se contrasta el factor sustrato, anidando el factor muestreo, (3) diseño de análisis de la varianza simple para el factor muestreo en el sustrato arenoso (A)

A: arena R: rocas y/o corales aislados T: *Thalassia*

(1) ANÁLISIS ENTRE SUSTRATOS

A		AR		AT		TR	
1	16	6	15	12	35	11	31
2	17	7		21	36	25	32
3	18	8		22	37	26	33
4	19	9		23	38	27	34
5	20	10		24		29	39
13		14		28		30	40

(2) ANÁLISIS ENTRE SUSTRATOS (A; AR; MUESTREOS ANIDADOS)

Ambiente	Muestreo		Fecha de colecta
A	3	4	marzo 2001
	1	2	julio 2001
AR	6	7	abril 2001
	9	10	junio-julio 2001

(3) ANÁLISIS ENTRE MUESTREOS (ARENA)

Ambiente	Muestreo			Fecha de colecta
A	3	4	5	marzo-abril 2001
	17	18	19	diciembre 2001

(4) ANÁLISIS ENTRE SUSTRATOS (AT; TR; MUESTREOS ANIDADOS)

Ambiente	Muestreo			Fecha de colecta
AT	21	22	23	agosto-septiembre 2003
	36	37	38	febrero 2004
TR	25	26	27	septiembre-octubre 2003
	36	37	38	diciembre 2003-enero 2004



Para determinar diferencias significativas en los análisis comunitarios univariados, fueron realizados ANOVA utilizando los tres últimos diseños de la Tabla 1, para evaluar la abundancia, la biomasa, la riqueza y la diversidad en número y en peso. En los análisis de abundancia los datos fueron transformados (logaritmos) para ajustarlos a los supuestos requeridos.

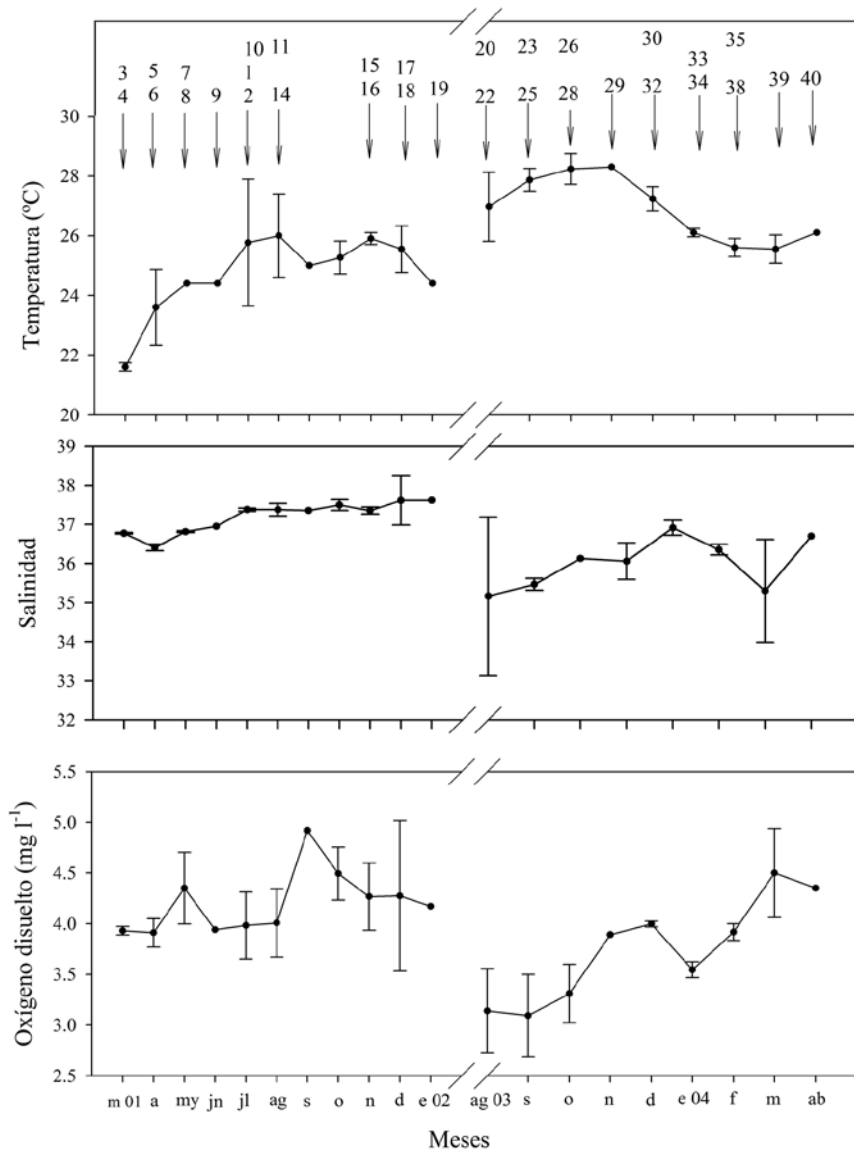
Las diferencias en las comunidades según los sustratos, así como la variabilidad entre muestreos, se presentan en gráficos de ordenamiento multidimensional no métrico (nMDS). A través de análisis SIMPER (Clarke, 1993; Clarke y Warwick, 1994) fueron detectadas las especies que contribuyen a las diferencias en la estructura de las comunidades. Las diferencias entre muestreos puede relacionarse con variaciones entre las localidades o la temporalidad de los factores ambientales durante las colectas. Para determinar la correlación entre similaridad entre muestreos y las variables ambientales (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto) se construyó una matriz con las distancias euclidianas que se comparó con la disimilitud de especies mediante la metodología BIOENV (Clarke y Ainsworth, 1993).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la ejecución de los muestreos la temperatura del agua fluctuó entre 21.5 y 28.8 °C, las oscilaciones de este parámetro se ajustan en general a los patrones del proceso de surgencia costera regional. Este proceso se presenta durante los primeros meses del año (enero-mayo) con una ocurrencia secundaria y ocasional hacia mediados de año. Sin embargo, durante el período agosto 2003 – abril 2004 se determinaron temperaturas superiores y al parecer la surgencia tuvo una menor intensidad. La salinidad fluctuó entre 32.9 y 38.6, esta osciló principalmente durante el segundo período del año (Fig. 2).

Fueron colectados 7946 ejemplares con peso total 55315.17 g. Fueron identificadas 99 especies pertenecientes a 33 familias: Haemulidae se representó con once especies, Sciaenidae con ocho, Carangidae y Labrisomidae con siete. Catorce especies constituyeron el 89.48 % del total de ejemplares capturados (Tabla 2), las especies más comunes en la colecta general fueron *Jenkinsia lamprotaenia* (26.84 %), el complejo *Eucinostomus argenteus* (16.03 %), *Atherinella brasiliensis* (9.89 %), *Anchoa* sp. (7.49 %), *Nicholsina usta* (4.96 %), *Umbrina coroides* (4.91 %), *Archosargus rhomboidalis* (4.38 %), *Atherinomorus stipes* (3.45 %), *Mugil curema* (3.38 %), *Bairdiella sanctaeluciae* (2.0 %), *Menticirrhus littoralis* (1.82 %), *Haemulon steindachneri* (1.77 %), *Sciades herzbergii* (1.28 %) y *Eucinostomus gula* (1.28 %). El número de especies identificadas supera estudios previos sobre

estructura íctica en Cubagua realizados en sustratos arenosos (Gómez, 1987a) y en rodales de *Thalassia testudinum* donde se han identificado 82 especies (Gómez, 1987b), asimismo se mencionan 38 especies en playas con parches de *Thalassia* y formaciones coralinas aisladas (Parra y Ruiz, 2003).



**Figura 2.** Variación de la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto en la isla de Cubagua durante el periodo de estudio, en el borde superior se presenta la secuencia temporal de colecta en las estaciones.

En la Tabla 2 se listan las especies identificadas en el presente estudio; el número (99) es relativamente bajo en comparación con las trabajadas por Cervigón (1991, 1993, 1994, 1996) y Cervigón y Alcalá (1999) pero es notable que en Cubagua se han descubierto para la ciencia más de cinco especies (F. Cervigón, Museo Marino de Margarita, Boca de Río, Venezuela, Com. Pers.) lo cual puede ser consecuencia de la surgencia de aguas que es notable en esta isla (Gómez, 1987a, b; Gómez y Chanut, 1988, 1993) y porque este grupo taxonómico ha sido ampliamente estudiado. En este trabajo es de notar la común presencia de los chaenópsidos *Emblemaria diphyodontis*, endémico de Cubagua, y *Protemblemaria punctata*, así como del batrachoideo *Batrachoides manglae*, especie que es considerada vulnerable en Colombia (Mejía y Acero, 2002).

**Tabla 2.** Abundancia de peces en sustratos de la isla de Cubagua, los datos se expresan en captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Se indica la contribución de cada especie a la variabilidad matricial según análisis SIMPER (se excluyen contribuciones < 0.05 %).

Nombre	Arena	Arena-Rocas	Arena-Thalassia	Thalassia-Rocas	% Contr.
<b>ELOPIDAE</b>					
<i>Elops saurus</i>				*	
<b>ALBULIDAE</b>					
<i>Albula vulpes</i>	*				
<b>CLUPEIDAE</b>					
<i>Harengula clupeola</i>	1.33	5.83	0.2	0.08	0.93
<i>Harengula jaguana</i>				*	
<i>Opisthonema oglinum</i>		*			
<i>Sardinella aurita</i>	0.17	0.67		0.08	0.13
<i>Jenkinsia lamprotaenia</i>	66.08	194		13.17	<b>13.16</b>
<i>Jenkinsia</i> sp.				*	
<b>ENGRAULIDAE</b>					
<i>Anchoa hepsetus</i>	3.17		3.1		0.97
<i>Anchoa lyolepis</i>				*	
<i>Anchoa trinitatis</i>		*			
<i>Anchoa</i> sp.	30.33	28.5			7.03
<b>ARIIDAE</b>					
<i>Sciades herzbergii</i>			7.3	2.42	<b>2.36</b>
<i>Cathorops</i> sp.	0.42	0.33	1.1	0.58	0.53



Continuación Tabla 2

Nombre	Arena	Arena-Rocas	Arena-Thalassia	Thalassia-Rocas	% Contr.
<b>BATRACHOIDIDAE</b>					
<i>Amphichthys cryptocentrus</i>	0.08		0.1	0.17	1.1
<i>Batrachoides manglae</i>	0.08			1.42	0.32
<i>Thalassophryne maculosa</i>				*	
<b>HEMIRAMPHIDAE</b>					
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	3.58	0.33		1.25	1.1
<b>BELONIDAE</b>					
<i>Strongylura marina</i>	0.08	0.17		0.08	0.05
<i>Strongylura timucu</i>				*	
<i>Tylosurus crocodilus</i>		*	*		
<b>ATHERINIDAE</b>					
<i>Atherinella brasiliensis</i>	16.83	9.83	32.7	8.33	<b>8.47</b>
<i>Atherinella blackburni</i>		0.33		0.5	0.2
<i>Atherinomorus stipes</i>	*				
<b>SYNGNATHIDAE</b>					
<i>Syngnathus caribbaeus</i>			0.2	0.25	0.08
<i>Syngnathus randalli</i>	*			*	
<i>Syngnathus</i> sp.				*	
<i>Microphis brachyurus</i>			*		
<i>Hippocampus reidi</i>					
<b>DACTYLOPTERIDAE</b>					
<i>Dactylopterus volitans</i>	0.08		0.3	0.17	0.1
<b>SERRANIDAE</b>					
<i>Paralabrax dewegeri</i>	*	*			
<b>CARANGIDAE</b>					
<i>Caranx latus</i>	0.25	0.17		0.25	0.17
<i>Caranx hippos</i>	*				
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	*				
<i>Oligoplites saliens</i>				*	
<i>Trachinotus carolinus</i>	1.67	0.83	0.7	0.42	0.63
<i>Trachinotus falcatus</i>		0.17	1.2	0.75	0.56
<i>Trachinotus goodei</i>	2.83	0.33	2.2	0.17	0.74
<b>LUTJANIDAE</b>					
<i>Lutjanus griseus</i>			0.1	2.25	1.38

Continuación Tabla 2

Nombre	Arena	Arena-Rocas	Arena-Thalassia	Thalassia-Rocas	% Contr.
<b>GERREIDAE</b>					
<i>Diapterus rhombeus</i>		*			
<i>Eucinostomus argenteus</i> (complejo)	58.17	49.17	20.1	8.33	<b>13.64</b>
<i>Eucinostomus gula</i>	1.08	0.17	5.1	4	1.57
<i>Gerres cinereus</i>	0.25			0.17	0.09
<b>HAEMULIDAE</b>					
<i>Anisotremus surinamensis</i>				*	
<i>Conodon nobilis</i>		*			
<i>Haemulon aurolineatum</i>	1.17	0.33			0.21
<i>Haemulon bonariense</i>	3.83		0.1	0.42	0.65
<i>Haemulon boschmae</i>			*		
<i>Haemulon chrysargyreum</i>		*			
<i>Haemulon sciurus</i>	*				
<i>Haemulon steindachneri</i>	12.92	21.67	0.2	0.92	<b>4.43</b>
<i>Orthopristis ruber</i>	3.83	1.67		0.08	0.95
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	1.17	3.67			0.47
<i>Pomadasys croco</i>		*			
<b>SPARIDAE</b>					
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	3.42	0.17	5.4	18.58	<b>3.63</b>
<i>Diplodus argenteus</i>	0.75	0.5		0.08	0.16
<b>SCIAENIDAE</b>					
<i>Bairdiella sanctaeluciae</i>	1.17		6	4.75	<b>2.95</b>
<i>Equetus acuminatus</i>					*
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	*				
<i>Menticirrhus americanus</i>	0.33	0.33		0.5	0.21
<i>Menticirrhus littoralis</i>	4.92	0.5	4.6	0.08	1.75
<i>Odontoscion dentex</i>			*		
<i>Umbrina coroides</i>	7.58	14.67	13.7	4.58	<b>5.27</b>
<i>Ophioscion</i> sp.	1.33		0.5	0.25	0.43
<b>EPHIPPIDAE</b>					
<i>Chaetodipterus faber</i>			0.5	0.33	0.19
<b>POMACENTRIDAE</b>					
<i>Abudefduf saxatilis</i>				*	

Continuación Tabla 2

Nombre	Arena	Arena-Rocas	Arena-Thalassia	Thalassia-Rocas	% Contr.
<b>MUGILIDAE</b>					
<i>Mugil curema</i>	5.5	23.83	0.3		<b>2.8</b>
<i>Mugil rubriocellus</i>	*				
<i>Mugil</i> sp.	*	*			
<b>POLYNEMIDAE</b>					
<i>Polydactilus virginicus</i>	*	*			
<b>LABRIDAE</b>					
<i>Halichoeres bivittatus</i>	*	*			
<b>SCARIDAE</b>					
<i>Cryptotomus roseus</i>				*	
<i>Nicholsina usta</i>	9.5	5.83	14	9.58	<b>5.45</b>
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>		*			
<b>LABRISOMIDAE</b>					
<i>Labrisomus nuchipinnis</i>			0.2	0.42	0.12
<i>Malacoctenus delalandei</i>				*	
<i>Paraclinus fasciatus</i>				*	
<i>Paraclinus marmoratus</i>		*			
<i>Paraclinus nigripinnis</i>	*			*	
<i>Paraclinus</i> sp.				*	
<i>Starksia ocellata</i>	*				
<b>CHAENOPSIDAE</b>					
<i>Emblemaria diphyodontis</i>					
<i>Emblemariopsis randalli</i>					
<i>Protemblemaria punctata</i>					
<b>DACTYLOSCOPIIDAE</b>					
<i>Dactyloscopus tridigitatus</i>					
<b>BLENNIIDAE</b>					
<i>Parablennius marmoratus</i>				*	
<i>Scartella cristata</i>			*		
<b>GOBIIDAE</b>					
<i>Barbulifer ceuthoecus</i>					
<i>Elacatinus macrodon</i>					

Continuación Tabla 2

Nombre	Arena	Arena-Rocas	Arena-Thalassia	Thalassia-Rocas	% Contr.
BOTHIDAE					
<i>Engyophrys</i> sp.		*			
<i>Bothus ocellatus</i>	*	*			
<i>Bothus</i> sp.					
<i>Trichopsetta orbisulcus</i> ?		*			
<i>Trichopsetta</i> sp.	*				
PARALICHTHYIDAE					
<i>Etropus crossotus</i>	*				
<i>Citharichthys spilopterus</i>	*				
<i>Paralichthys tropicus</i>	0.58	0.33	0.2	0.08	0.19
TETRAODONTIDAE					
<i>Sphoeroides greeleyi</i>	3	0.83	0.8	1.25	1.25
NARCINIDAE					
<i>Narcine bancroftii</i>			0.2	0.17	0.08

Los sustratos arenosos presentaron una abundancia de  $252.5 \pm 147.4$  ind CPUE<sup>-1</sup> y biomasa de  $1542.35 \pm 1000.91$  g CPUE<sup>-1</sup>; una riqueza de  $11.55 \pm 5.82$  y diversidad de  $1.87 \pm 0.74$  bits ind<sup>-1</sup> y  $2.54 \pm 0.52$  bits g<sup>-1</sup>. En los sustratos con arena y rocas y/o corales la abundancia fue  $371.0 \pm 490.3$  ind CPUE<sup>-1</sup> y la biomasa de  $1441.65 \pm 832.35$  g CPUE<sup>-1</sup>; la riqueza  $10.57 \pm 4.12$  y la diversidad  $1.91 \pm 0.94$  bits ind<sup>-1</sup> y  $2.29 \pm 0.57$  bits g<sup>-1</sup>. En sustratos con arena - *Thalassia* la abundancia fue de  $121.90 \pm 81.47$  ind CPUE<sup>-1</sup> y la biomasa de  $1398.91 \pm 871.27$  g CPUE<sup>-1</sup>; la riqueza fue de  $9.00 \pm 2.21$  y la diversidad  $1.94 \pm 0.58$  bits ind<sup>-1</sup> y  $1.81 \pm 0.53$  bits g<sup>-1</sup>. Finalmente en los sustratos con rocas y/o corales -*Thalassia* la abundancia fue de  $84.58 \pm 83.93$  ind CPUE<sup>-1</sup> y la biomasa  $1020.72 \pm 667.68$  g CPUE<sup>-1</sup>; la riqueza de  $10.75 \pm 2.45$  y la diversidad  $2.58 \pm 0.48$  bits ind<sup>-1</sup> y  $2.27 \pm 0.25$  bits g<sup>-1</sup>.

La estructura de la comunidad íctica se relaciona con el tipo de sustrato, así la diversidad es menor en las playas con sustrato arenoso y aumenta en sustratos con *Thalassia* y es mayor en sustratos con rocas y/o corales. En estudios realizados en praderas de *Thalassia* la diversidad es alrededor de 2 (Allen-Peña y Jimenéz, 2001; Parra y Ruiz, 2003) y durante todo el año el escárido *N. usta* caracteriza la taxocenosis íctica, a diferencia de otras áreas del Caribe (Gómez, 1987b), lo cual se relaciona con el efecto de las aguas surgentes frías en las comunidades (Gómez, 1996). Por el contrario, en los fondos fangosos, que predominan en las lagunas como La Restinga (Isla de Margarita), la diversidad específica promedio es ligeramente

más alta, con valores de 2.6 en número y 2.9 en peso (Gómez, 1981); en estos hábitats la temperatura del agua siempre es más elevada que en las playas de la isla de Cubagua.

Los valores de diversidad promedios encontrados en las playas de Cubagua son muy inferiores a los promedios de 4.6 y 5.4 citados para arrecifes del Atlántico e Indopacífico (Smith, 1978; Ogden y Gladfelter, 1980) y se relaciona posiblemente con el efecto de las aguas de surgencia en el nororiente de Venezuela (Gómez, 1996, 2001). También debe destacarse la correspondencia entre la diversidad específica en número (demográfica) y en peso (trófica), siendo la última ligeramente mayor (Margalef, 1974), como se verifica en este estudio.

En el análisis general de las comunidades fueron encontradas diferencias significativas de acuerdo al tipo de sustrato (ANOSIM,  $R= 0.14$   $p= 0.003$ ). Según el análisis SIMPER, las especies que tuvieron mayor representación en las colectas también son las que contribuyen a la variabilidad en la estructura general de la taxocenosis en los tipos de sustratos, lo cual explica la variación en las cifras de captura (Tabla 2).

El análisis PERMANOVA para la comparación de la comunidad entre los sustratos Arena y Arena-Rocas detecta diferencias significativas tanto para este factor como para el factor muestreo anidado (Tabla 3). En los sustratos Arena destacaron las especies *Anchoa* sp., *M. curema*, *Orthopristis ruber* e *Hyporhamphus unifasciatus*, mientras que en los sustratos Arena-Rocas las especies mejor representadas fueron *J. lamprotaenia*, *E. argenteus*, *U. coroides* y *Spherooides greeleyi*. Debido a que las estaciones consideradas en los niveles de muestreo corresponden para cada sustrato a un mismo sector de la isla (Fig. 1), las diferencias determinadas se asocian a la variabilidad temporal. El análisis BIOENV indica que la comunidad en el sustrato Arena tiene correlación moderada con la temperatura y la salinidad ( $\rho_w = 0.59$ ); sin embargo, en sustratos de Arena-Rocas las correlaciones entre las comunidades y las variables ambientales (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto) son bajas ( $\rho_w < 0.33$ ) lo cual plantea la posible importancia de otros factores, entre ellos la variabilidad topográfica. En relación al análisis PERMANOVA aplicado a la variabilidad entre muestreos, al contrastar las estaciones ubicadas al oeste de la isla con las del este (Tabla 1), las diferencias fueron significativas (Tabla 3b, Fig. 3). A pesar de las diferencias topográficas y la distancia entre los conjuntos analizados, las variaciones de la comunidad tuvieron una correlación elevada ( $\rho_w = 0.74$ ) con la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto.

El análisis realizado entre Arena-*Thalassia* y *Thalassia*-Rocas, considerando el factor muestreo también determinó diferencias significativas para ambos factores (Tabla 3c). En los sustratos Arena-*Thalassia* las especies más relevantes fueron

*A. brasiliensis*, *E. argenteus*, *S. herzbergii*, *B. sanctaeluciae*, *E. gula*, *U. coroides* y *M. littoralis*; mientras que para los sustratos de *Thalassia*-Rocas destacaron *A. rhomboidalis*, *J. lamprotaenia*, *N. usta*, el complejo *E. argenteus*, *E. gula* e *H. unifasciatus*. La variabilidad detectada entre los muestreos mostró diferentes grados de asociación con las variables ambientales, en los sustratos Arena-*Thalassia* se observó una correlación relativamente moderada con respecto a la temperatura, la salinidad y el oxígeno ( $\rho_w = 0.495$ ), aunque considerando únicamente el oxígeno disuelto se incrementa la correlación con las matrices de datos ( $\rho_w = 0.63$ ). En sustratos *Thalassia*-Rocas se presenta una alta correlación con la temperatura y el oxígeno disuelto ( $\rho_w = 0.80$ ) lo que sugiere que las diferencias en las comunidades se asocian a la surgencia durante los muestreos.

**Tabla 3.** Análisis PERMANOVA a) entre sustrato (A; AR) con factor muestreo anidado; b) entre sustrato (muestreos para el sustrato Arena (A)); c) entre sustrato (AT; RT).

a ANÁLISIS ANIDADO (A; AR)

Fuente de variación	gl	SC	CM	F	p
Sustrato	1	5758.38	5758.38	2.50	0.043
Muestreo (Sustrato)	2	9471.82	4735.91	2.06	0.011
Residual	4	9206.59	2301.65		
Total	7	24.437			

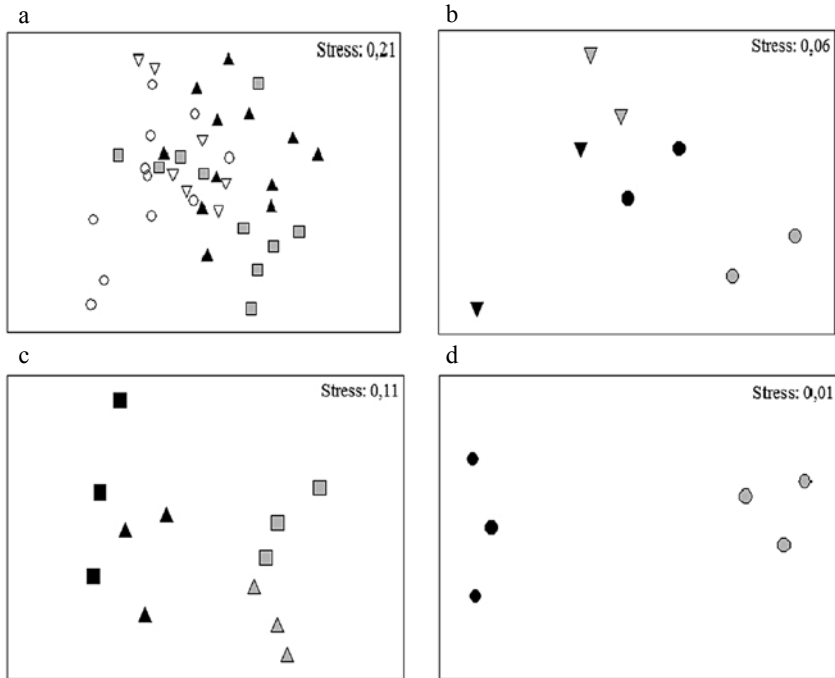
b ANÁLISIS ENTRE MUESTREOS (A)

Fuente de variación	gl	SC	CM	F	p (MC)
Muestreo	1	10301.54	10301.54	7.08	0.011
Residual	4	5816.07	1454.02		
Total	5	16117.61			

c ANÁLISIS ANIDADO (AT; RT)

Fuente de variación	gl	SC	CM	F	p
Sustrato	1	4968.03	4968.03	1.93	0.009
Muestreo (Sustrato)	2	16545.87	8272.94	3.22	0.001
Residual	8	20580.29	2572.54		
Total	11	42094.19			

En relación a los índices ecológicos generales, únicamente se detectaron diferencias significativas en la diversidad numérica entre los sustratos Arena-*Thalassia* y *Thalassia*-Rocas; entre los muestreos Arena y Arena-Rocas para la variable biomasa; y entre muestreos anidados en Arena y Arena-*Thalassia* para la variable abundancia. El contraste entre la detección de diferencias significativas con análisis multivariados y univariados pudieran tener relación con el número de réplicas considerado en los diseños, además del bajo grado de resolución que tienen los indicadores generales que miden los cambios en la estructura de las comunidades.



**Figura 3.** Ordenamiento multidimensional no métrico (nMDS) de los ensambles ícticos en distintos sustratos de la isla de Cubagua. ○ Arena, ▼ Arena-Rocas, □ *Thalassia*-Rocas, ▲ Arena-*Thalassia*. En b y d el contraste de tonos entre símbolos denota diferentes muestreos.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiamiento parcial del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Venezuela, a través del Proyecto Fonacit S1-599. El Sr. Fidel Lárez colaboró en el laboratorio. Se agradecen los comentarios y sugerencias de los árbitros anónimos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allen-Peña, T. y M. Jiménez. 2001. Comunidad de peces en tres praderas de *Thalassia testudinum* del Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venez., 40 (1-2): 39-48.
- Anderson, M. 2001. A new method for nonparametric multivariate analysis of variance. Austral Ecol., 26: 32-46.
- Capelo, J. y J. Buitrago. 1998. Distribución geográfica de los moluscos marinos en el oriente de Venezuela. Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle, 150: 109-160.
- Cervigón, F. 1991. Los peces marinos de Venezuela. Vol. I. Segunda edición. Fundación. Científica Los Roques, Caracas. 425 p.

- Cervigón, F. 1993. Los peces marinos de Venezuela. Vol. III. Segunda edición. Fundación Científica Los Roques, Caracas. 499 p.
- Cervigón, F. 1994. Los peces marinos de Venezuela. Vol. III. Segunda edición. Fundación Científica Los Roques, Caracas. 295 p.
- Cervigón, F. 1996. Los peces marinos de Venezuela. Vol. IV. Segunda edición. Fundación Científica Los Roques, Caracas. 256 p.
- Cervigón, F. 1998. Las perlas en la historia de Venezuela. Fundación Museo del Mar, Caracas. 185 p.
- Cervigón, F. y A. Alcalá. 1999. Los peces marinos de Venezuela. Vol. V. Segunda edición. Fundación Museo del Mar. Caracas. 231 p.
- Clarke, K. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.*, 18: 117-143.
- Clarke, K. y M. Ainsworth. 1993. A method of linking a multivariate community structure to environmental variables. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 92: 205-243.
- Clarke, K. y R. Green. 1988. Statistical design and analysis for a "biological effects" study. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 46: 213-226.
- Clarke, K. y R. Warwick. 1994. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, Plymouth, Reino Unido. 144 p.
- Clarke, K., P. Somerfield y M. Chapman. 2006. On resemblance measures for ecological studies, including taxonomic dissimilarities and a zero adjusted Bray-Curtis coefficient for denuded assemblages. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 330: 55-80.
- Clarke, K. y R. Warwick. 1994. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, Plymouth. 144 p.
- Fischer, W. (Ed.). 1978. FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (fishing area 31). Vols. 1-7. Roma, FAO.
- Gómez, A. 1981. Estructura de la comunidad de peces en dos localidades de la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 20 (1-2): 91-112.
- Gómez, A. 1987a. Estructura de la comunidad de peces en playas arenosas de la Bahía de Charagato, isla de Cubagua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 26 (1-2): 53-66.
- Gómez, A. 1987b. Estructura de la comunidad de peces en praderas de *Thalassia testudinum* de la Bahía de Charagato, isla de Cubagua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 26 (1-2): 125-146.
- Gómez, A. 1996. Causas de la fertilidad marina en el nororiente de Venezuela. *Interciencia*, 21 (3): 140-146.
- Gómez, A. 2001. Recursos pesqueros: Caribe. *Investigación y Ciencia*, 301: 36-38.
- Gómez, A. y J. Chanut. 1988. Variación estacional de variables ecológicas en la Bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 48 (3): 73-104.
- Gómez, A. y J. Chanut. 1993. Hidrografía, producción y abundancia planctónica al sur de la Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 32 (1-2): 27-44.
- Hernández, I., A. Gómez., C. Lira y L. Galindo. 2007. Benthic decapod crustaceans (Crustacea: Decapoda) of Cubagua Island, Venezuela. *Zootaxa*, 1557: 33-45.
- Macsoy, O. y R. Campos. 2001. Moluscos representativos de la plataforma de Margarita, Venezuela. Rívolta, Valencia, Venezuela. 280 p.



- Margalef, R. 1965. Composición y distribución del fitoplancton. Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle, 25 (70, 71, 72): 139-206.
- Margalef, R. 1974. Ecología. Omega, Barcelona. 951 p.
- McArdle, B. y M. Anderson. 2001. Fitting multivariate models to semimetric distances: a comment on distance-based redundancy analysis. Ecology, 82: 290-297.
- Mejía, L.S. y A. Acero. (Eds.). 2002. Libro rojo de peces marinos de Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia, Bogotá. 174 p.
- Ogden, J. y W. Gladfelter. 1980. Similarity and diversity among coral reefs fish communities: a comparison between tropical western Atlantic (Virgin Islands) and tropical central Pacific (Marshall Islands) patch reefs. Ecology, 61 (5): 1156-1168.
- Parra, B. y L. Ruiz. 2003. Estructura de la comunidad de peces en la costa oriental de la isla de Cubagua, Venezuela. Rev. Biol. Trop., 51 (Supl. 4): 197-203.
- Pielou, E. 1960. The measurements of diversity in different types of biological collections. J. Theor. Biol., 13: 131-144.
- Princz, D. 1973. Moluscos gastrópodos y pelecípodos del Estado Nueva Esparta, Venezuela. Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle, 33: 169-222.
- Ramírez, P. 2001. Corales de Venezuela. Universidad de Oriente Consejo de Investigación. Porlamar, Venezuela. 221 p.
- Rodríguez, G. 1959. The marine communities of Margarita Island, Venezuela. Bull. Mar. Sci. Gulf & Caribb., 9 (3): 237-280.
- Rodríguez, G. 1980. Los crustáceos decápodos de Venezuela. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas. 494 p.
- Scelzo, M. 1983. Anomuran porcellanid crabs from Margarita and Cubagua islands. Association of Southeastern Biol. Bull., 30 (2): 80.
- Smith, C. 1978. Coral reef communities: a compromise view. Environ. Biol. Fish., 3 (1): 109-128.

FECHA DE RECEPCIÓN: 13/11/07

FECHADEACEPTACIÓN:03/02/09

