INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA COMUNITARIA DE PECES DE ARRECIFE ROCOSO EN PUNTA PERICO E ISLA CERRALVO, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS PRESENTA:

BIÓL. MAR. ADRIANA CÁLAPIZ SEGURA

La Paz, B. C. S. México Junio de 2004

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

DEPARTAMENTO DE PESQUERÍAS Y BIOLOGÍA MARINA

COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA COMUNITARIA DE PECES DE ARRECIFE ROCOSO EN PUNTA PERICO E ISLA CERRALVO, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS PRESENTA:

BIÓL. MAR. ADRIANA CÁLAPIZ SEGURA

La Paz, B. C. S. México Junio de 2004

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 14 del mes Mayo del año 2004, el (la) que suscribe **ADRIANA CALAPIZ SEGURA** alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN CIENCIAS MARINAS con número de registro 900228 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: DR. JUAN FÉLIX ELORDUY GARAY y cede los derechos del trabajo titulado:

"COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA COMUNITARIA DE PECES DE ARRECIFE ROCOSO EN PUNTA PERICO E ISLA CERRALVO, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: acalapizs@ipn.mx

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

ADRIANA CALAPIZ SEGURA

nombre y firma

CGPI-14

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION

ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 10:00 horas del día 11 del mes de Mayo del 2004 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

"COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA COMUNITARIA DE PECES DE ARRECIFE ROCOSO EN PUNTA PERICO E ISLA CERRALVO, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO"

Presentada por el alumno:

CÁLAPIZ	**SEGURA**	**ADRIANA**
Apellido paterno	materno	nombre(s)

Con registro: | | 9 | 0 | 0 | 2 | 2 | 8 |

Aspirante al grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN CIENCIAS MARINAS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron ***SU APROBACION DE LA TESIS***, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL
DR. JUAN FÉLIX ELORDUY GARAY

PRESIDENTE
DR. JOSÉ DE LA CRUZ AGÜERO

SECRETARIO
DR. GERARDO ACEVES MEDINA

SEGUNDO VOCAL
MC. GUSTAVO DE LA CRUZ AGÜERO

TERCER VOCAL
MC. JOAQUÍN ARVIZU MARTÍNEZ

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO
DR. FRANCISCO ARREGUÍN SÁNCHEZ

I. P. N.
CICIMAR
DIRECCION

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. **Juan F. Elorduy Garay** gracias por integrarme en tu trabajo, en tus proyectos, por darme la oportunidad de formar parte del CICIMAR, por tu dirección, comentarios, guía, enseñanzas, por darme ánimos y confianza para finalizar ¡algo que inicie hace mucho!

Al Dr. **José De La Cruz Agüero** por tu esmerada revisión, tus criticas constructivas, tus ideas, tu apoyo y porque nunca olvidare que desde el primer día, al llegar con el "Equipo de Felipe" me recibiste como compañera de trabajo.

Al Dr. **Gerardo Aceves Medina** mi amigo de siempre, mil gracias por tu guía, tus comentarios y sugerencias, por aclararme las dudas y sobre todo tu apoyo incondicional.

Al M. en C. **Gustavo De La Cruz Agüero** gracias por todas tus enseñanzas, por tus correcciones y ayuda.

Al M. en C. **Joaquín Arvizu Martínez** gracias por todas tus enseñanzas, por tus correcciones y porque se que siempre estas dispuesto a ayudarme.

Al **Instituto Politécnico Nacional** por el apoyo económico brindado a través del Programa Institucional para la Formación de Investigadores (PIFI). Al **CICIMAR** por brindarme las facilidades e infraestructura necesaria para la elaboración de este trabajo. Al **Departamento de Pesquerías y Biología Marina**, por su apoyo incondicional durante la elaboración de esta investigación, ¡mil gracias!

Al **mi equipo de mar,** no se como expresar lo que significan para mi, Calvillo, Liliana, Oscar, Liza, Orso, Pancho, José y Edgardo.... ellos saben lo que me gusta "ir al mar" y hacerlo con ellos no es "ir a trabajar" ..... ¡es un verdadero placer!

Y en especial a la estrella más linda y querida del universo, **Deneb**, a **Ricardo** por su gran amor, a **mis papás** porque no sería la persona que soy si no fueran ellos las grandes personas que son ... ¡para los cuatro: mi amor por siempre!

A **Gabriel, Laura, Brenda, Mary y Estephanie**, mi familia más querida.

Y a todos **mis grandes amigos** pues ¿que sería de la vida sin todos esos momentos agradables, sin el apoyo en los días difíciles y sin tener con quien compartir los bellos momentos?

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS ii
ÍNDICE DE TABLAS iii
GLOSARIO iv
RESUMEN v
ABSTRACT vi
1. INTRODUCCIÓN 1
2. ANTECEDENTES 3
3. JUSTIFICACIÓN 6
4. OBJETIVO 7
4.1 Objetivos particulares 7
5. ÁREA DE ESTUDIO 8
6. MATERIAL Y MÉTODOS 10
6.1 Periodicidad del muestreo 10
6.2 Selección del sustrato 10
6.3 Muestreo 10
6.4 Base de datos 12
6.5 Estructura de las asociaciones de peces 13
6.6 Análisis ecológico 14
7. RESULTADOS 16
7.1 Trabajo de campo 16
7.2 Temperatura superficial 20
7.3 Variación espacial 22
Riqueza 22
Abundancia de peces 24
Dominancia 24
Diversidad (H´) y equidad (J´) 25
7.4 Variación interanual 27
Temperatura superficial 27
Riqueza 27
Abundancia de peces 28
Dominancia 28
Diversidad y equidad 30
7.5 Variación intra-anual 32
Riqueza 32
Abundancia de peces 33
Diversidad 34
Equidad 35
7.6 Análisis de Correspondencia 36
8. DISCUSIÓN 43
9. CONCLUSIONES 53
10. RECOMENDACIONES 54
11. LITERATURA CITADA 55
ANEXO 1 .....

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.		Pág.
1	Localización del área de estudio	9
2	Esquema de la realización de los censos visuales	11
3	Temperatura superficial del mar de Isla Cerralvo-Punta Perico, durante el periodo 1998-2002	20
4	Anomalías de temperatura superficial de Isla Cerralvo-Punta Perico, durante el periodo 1998-2002	21
5	Riqueza total de especies de peces de Cerralvo norte, Cerralvo sur y Punta Perico durante el período de estudio 1998-2002	22
6	Abundancia promedio mensual de peces de Cerralvo norte, Cerralvo sur y Punta Perico durante el período de estudio 1998-2002	24
7	Variación de la abundancia de las especies de peces dominantes a lo largo del período1998-2002 de las tres zonas de estudio	25
8	Índice de diversidad de Shannon (H´) y equidad (J´) de peces de Cerralvo norte, Cerralvo sur y Punta Perico para el período de estudio 1998-2002	26
9	Riqueza de especies peces de Cerralvo norte, Cerralvo sur y Punta Perico por períodos de estudio	27
10	Abundancia promedio mensual de peces de Cerralvo norte, Cerralvo sur y Punta Perico por período de estudio	28
11	Variación de la abundancia de las especies de peces dominantes de Cerralvo sur por período de estudio	29
12	Variación de la abundancia de las especies de peces dominantes de Punta Perico por período de estudio	30
13	Diversidad de Shannon (H´) y equidad (J´) en Cerralvo norte, Cerralvo sur y Punta Perico por período de estudio 1998-2002	31
14	Distribución de la riqueza de especies de peces y de la temperatura superficial durante el período de estudio 1998-2002	32
15	Distribución de las abundancias de peces por localidad y mes, y de la temperatura superficial durante el período de estudio 1998-2002	33
16	Distribución mensual de la diversidad de peces durante el período de estudio 1998-2002	34
17	Distribución de la equidad durante el período de estudio 1998-2002	35
18	Relación entre la frecuencia de aparición y la abundancia de las especies de peces censadas en las tres localidades de muestreo durante el período de 1998 a 2002	36
19	Análisis de correspondencia por mes y año. CN = Cerralvo norte, CS = Cerralvo sur, PP = Punta Perico	37
20	Análisis de correspondencia de la época cálida. CN = Cerralvo norte, CS = Cerralvo sur, PP = Punta Perico	38
21	Análisis de correspondencia de la época fría. CN = Cerralvo norte, CS = Cerralvo sur, PP = Punta Perico	39
22	Análisis de correspondencia por especies de peces durante el periodo 1998-2002	40
23	Análisis de correspondencia por especies de peces de la época cálida	41
24	Análisis de correspondencia por especies de peces de la época fría	42
25	Anomalías de la temperatura superficial del mar en el Golfo de California. Modificado de García Márquez, E. (http:/www.seaspace.com/images/news/11tscanppts/ Garcia_Erik_Marquez_golfoprenfinfin.ppt)	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I	Períodos en los que se dividieron los datos y meses muestreados por localidad	12
Tabla II	Listado sistemático de la ictiofauna de arrecife rocoso de las localidades Isla Cerralvo norte, Isla Cerralvo sur y Punta Perico, Baja California Sur, México (arreglo según Nelson, 1994)	17-19
Tabla III	Análisis de variancia de una vía, considerando la temperatura superficial del mar en los períodos de muestreo	21
Tabla IV	Análisis de variancia de una vía, considerando las anomalías de la temperatura superficial del mar en los períodos de muestreo	21
Tabla V	Especies de peces por localidad de estudio: CN = Cerralvo norte; CS = Cerralvo sur; PP = Punta Perico	23
Tabla VI	Análisis de variancia de una vía, considerando el índice de diversidad de las zonas de estudio	25
Tabla VII	Análisis de variancia de una vía, considerando el índice de diversidad de Cerralvo sur durante el período 1998-2001	31
Tabla VIII	Análisis de variancia de una vía, considerando el índice de diversidad de Punta Perico durante el período 1998-2002	31
Tabla IX	Especies de peces que tuvieron una frecuencia de aparición superior al 10% y una abundancia total inferior al 4%	36
Tabla A	Abundancia total y relativa por años en Cerralvo norte	I
Tabla B	Abundancia total y relativa por años en Cerralvo sur	II-III
Tabla C	Abundancia total y relativa por años en Punta Perico	IV-V

GLOSARIO

Abundancia : Número de organismos presentes en un lugar determinado.

Arrecife: Desde un punto de vista ecológico es cualquier estructura sumergida que provee de un sustrato duro para el crecimiento de vida marina (Thomson *et al*., 2000).

Asociación: Descripción de un segmento del ecosistema. Grupos de especies de una comunidad que responden de manera similar a factores bióticos y abióticos, los cuales influyen en la distribución, abundancia y en las interacciones de las especies (Ludwing y Reynolds, 1988).

Comunidad: Grupos de poblaciones de plantas y animales en un sitio dado; unidad ecológica empleada en sentido amplio para incluir grupos de diversos tamaños y grados de integración (Krebs, 2000).

Conspicuo: Visible.

Críptico: Oculto.

Diversidad: Una función de la distribución y abundancia de especies; incluye consideraciones acerca de la igualdad de las abundancias de las especies. Se dice que un ecosistema es más diverso si las especies presentan poblaciones de igual tamaño o un mayor número de especies.

Dominancia: Índice que representa el dominio, por lo general en número, de una o varias especies de las que componen una comunidad, asociación o taxocenosis.

Equitatividad: Índice que representa la distribución de la abundancia entre las especies.

Ictiofauna: Fauna correspondiente al grupo de los peces.

Peces de arrecife: Aquellos que su vida está íntimamente asociada con el substrato rocoso con fines de alimentación, refugio y/o reproducción (Thomson *et al*., 2000).

Peces de ornato: Peces que en general presentan colores llamativos y que son comercializados, para acuarios públicos o privados.

Reclutamiento: Cantidad de individuos que se agregan a un área, puede ocurrir en cualquier momento de la vida de los animales, pero normalmente se da en la fase joven (Margalef, 1980).

Riqueza específica: Número de especies presentes en un área determinada.

Taxocenosis: Es aquella parte de la comunidad definida por su pertenencia a determinado grupo taxonómico (Margalef, 1980).

Transecto: Línea recta de una determinada longitud y anchura que sirve de referencia para delimitar un área (English *et al*., 1997).

COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA COMUNITARIA DE PECES DE ARRECIFE ROCOSO EN PUNTA PERICO E ISLA CERRALVO BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

RESUMEN

Los peces de arrecife tienen gran importancia desde el punto de vista ecológico ya que forman parte de una comunidad altamente diversa y compleja. El área marina que rodea a la zona de Punta Perico e Isla Cerralvo, B.C.S., México, se ubica en el área faunística de Cabo San Lucas, en la franja de costa que abarca desde Bahía de La Paz hasta Cabo San Lucas. Es en esta zona donde se encuentra la mayor riqueza de peces de arrecife del Golfo de California y, posiblemente, de todo el Pacífico Oriental. Por ello, se eligieron tres zonas de muestreo situadas en los extremos norte y sur de la Isla Cerralvo y en Punta Perico, al sur de Bahía de La Paz. Se analizaron los datos de abundancia de peces de arrecife tomados mediante censos visuales submarinos desde mayo 1998 a septiembre 2002. Se contaron en total 87366 peces, pertenecientes a 86 especies, contenidas en 60 géneros de 30 familias, que representaron el 30.6% de las especies de arrecife rocoso descritas para todo el Golfo de California. Las familias que presentaron el mayor número de especies fueron: Labridae (11), seguida de Pomacentridae (9), Scaridae (6), Haemulidae (5) y Serranidae (5). La riqueza específica y la abundancia de peces tuvieron valores elevados en el periodo 2000-2001, cuando las anomalías de la temperatura superficial del mar fueron bajas (1.7 °C), en comparación con las registradas en los periodos 1998-1999 (anomalía de 6.7 °C) y 2001-2002 (anomalía de 4.7 °C). Se calcularon los índices ecológicos de diversidad, equitatividad y dominancia. Con ellos se determinó que la estructura de la comunidad de peces es conservativa, tanto entre las zonas, como a lo largo del año. Especies como *Thalasoma lucassanum* y *Chromis atrilobata* se clasificaron como muy dominantes, seguidas por *Abudefduf troschelii*, *Prionurus punctatus* y *Stegastes rectifraenum*. El análisis de correspondencia, basado en las abundancias de peces, mostró una clara separación por años. Esta separación fue producida por la variabilidad de la composición de las especies de peces y la de sus respectivas abundancias en las tres localidades. La separación en años y zonas estuvo asociada a los cambios ambientales que imperaron en la región de estudio: “El Niño” de 1997-1998 y “La Niña” de 2000).

COMMUNITY ESTRUCTURE AND COMPOSITION OF ROCKY REEF FISHES AT PUNTA PERICO AND CERRALVO ISLAND, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

ABSTRACT

Reef fishes have great importance from the ecological point of view because they are part of a highly diverse and complex community. The marine area surrounding Punta Perico and Cerralvo Island, B.C.S., México, is located in the faunistic area of Cabo San Lucas, the coast strip going from the Bay of La Paz to Cabo San Lucas. It is in this zone where the greater richness in reef fishes of the whole Gulf of California, and possibly of the whole Oriental Pacific is found. Because of this, three sampling areas where selected, at the northern and southern tips of Cerralvo Island and at Punta Perico, to the south of the Bay of La Paz. Data on reef fish abundance, taken by submarine visual censuses from May 1998 to September 2002, were analyzed. A grand total of 87366 fish were counted, belonging to 86 species from 60 genera of 30 families, which represents 30.6% of the rocky reef fish species from the whole Gulf of California, evidenciating a high species richness. The families with the higher number of species were: Labridae (11), followed by Pomacentridae (9), Scaridae (6), Haemulidae (5), and Serranidae (5). Species richness and fish abundance were high in the period 2000-2001, when sea surface temperature anomalies were low (1.7 ºC) compared to those registered in the periods 1998-1999 (a 6.7 °C anomaly) and 2001-2002 (a 4.7 °C anomaly). The ecological indexes of diversity, evenness, and dominance were calculated. With those it was determined that the community structure of the fish was conservative, both along year and between sampling areas. Species like *Thalasoma lucassanum* and *Chromis atrilobata* were classified as very dominant, followed by *Abudefduf troschelii*, *Prionurus punctatus* and *Stegastes rectifraenum*. The correspondence analysis, based on fish abundance, showed a clear separation of years. This separation was produced by the variability in the composition and abundance of reef fish species in the three localities. The yearly and zone separation was associated to the prevailing environmental conditions in the study area: “El Niño” of 1997-1998 and “La Niña” of 2000.

1. INTRODUCCIÓN

El Golfo de California presenta gran diversidad topográfica, batimétrica, climática, etc., lo que proporciona una amplia variedad de hábitats para los peces y otros organismos, dando como resultado una gran diversidad faunística. Este mar se encuentra habitado por una ictiofauna de aproximadamente 586 especies (Walker, 1960), cuyas afinidades pueden ser: tropical, subtropical, templada y aún ártico-boreal, con un 17% de especies endémicas (Castro-Aguirre *et al*. 1995). Por ello, algunos autores lo consideran como una provincia zoogeográfica relativamente aislada del resto del Pacífico oriental tropical, por lo menos en lo que a peces se refiere, llamada provincia de Cortez por Briggs (1974), o Sinus-Californiana por Castro-Aguirre (1983).

La ictiofauna de arrecife del Golfo de California se desarrolla principalmente en su costa occidental, donde se encuentran ambientes de tipo rocoso, característicos de la región así como en las más de 100 islas e islotes que se encuentran en este área. El Golfo de California cuenta con aproximadamente 281 especies de peces que son consideradas de arrecife (Thomson *et al*. 2000).

En el Golfo de California Walker (1960) propuso cuatro áreas faunísticas usando los patrones de distribución que muestran las ictiofaunas. El área marina que rodea a la zona de Punta Perico e Isla Cerralvo se ubica en el área faunística de Cabo San Lucas, en la franja de costa que abarca desde Bahía de La Paz a Cabo San Lucas o bajo Golfo para Thomson *et al*. (2000). Es en este área donde se encuentra la mayor riqueza de peces de arrecife de todo el golfo y posiblemente de todo el Pacífico Oriental (Thomson *et al*., 2000). Álvarez (1983), Emilsson y Alatorre (1997), Lavín *et al*. (1997), así como Marinone y Lavín (1997) entre otros autores, han efectuado diversos estudios sobre la hidrodinámica de esta región, llegando a la conclusión de que es una zona con una estructura oceanográfica y una dinámica complicadas fuertemente influenciada por las masas de agua que provienen del Pacífico norte, Pacífico tropical y del mismo golfo (Álvarez-Borrego, 1983). Esta compleja dinámica da como resultado una gran riqueza faunística, lo que ocasiona que la zona presente gran importancia ecológica y pesquera, con recursos de pesca masiva de pelágicos menores, además de su importancia desde el punto de vista turístico, de la pesca deportiva y del buceo recreativo, así como pesquerías importantes de tipo artesanal.

Las estructuras de las comunidades de peces de arrecife son consideradas como las más complejas y variables del mundo (Arreola, 1998). Esto se debe a la variedad de oportunidades que ofrece este tipo de ambientes ya que el arrecife provee la protección necesaria y una fuente de

invertebrados bénticos y algas, componentes importantes en la dieta de muchos peces (Allen y Robertson, 1994).

Los peces de arrecife tienen gran importancia desde el punto de vista ecológico ya que forman parte de una comunidad altamente diversa y compleja (Jiménez, 1999). Varios son los factores que influyen en la distribución de las especies de peces en los arrecifes. Cada especie muestra preferencias de hábitat determinadas por la disponibilidad de alimento y protección, y varios factores físicos como: claridad del agua, corrientes y acción de las olas, temperatura, profundidad.

En lo que se refiere al Golfo de California prácticamente todos los estudios de peces de arrecife se han realizado sobre períodos cortos de tiempo, que no exceden de un año. Sin embargo, a lo largo de varios años de muestreo, hemos observado que existe una variación inter-anual en la abundancia y distribución de ciertas especies de peces de arrecife, además de la variación intra-anual. Así, una pregunta a responder sería ¿La variación inter-anual es del mismo orden que la intra-anual?.

2. ANTECEDENTES

Existe una abundante historia de exploración íctica en el Golfo de California y vale la pena mencionar algunos de los trabajos por su importancia y, sobre todo, por su contribución a su conocimiento. Los trabajos de Jordan y Evermann (1896-1900): "The Fishes of North and Middle América"; los trabajos conjuntos de David S. Jordan y Charles H. Gilbert como Jordan y Gilbert (1881) y otros, quienes describen alrededor de dos tercios de las especies de peces que habitan nuestras costas; o los de Walker (1960), sobre la distribución y afinidades de los peces del Golfo de California etc. Estos son unas pocas de las contribuciones, pero existe una considerable literatura dedicada a la fauna íctica de la región; sin ir más lejos, Chávez (1986) registró 2 287 referencias bibliográficas. También existen guías ilustradas para la región, publicadas en tiempos recientes, como las de Allen y Robertson (1994) el trabajo de De la Cruz Agüero *et al*. (1997), Thomson *et al*. (2000), Gotshall (1998, 2001) los volúmenes de la Guía FAO (1995) para la identificación de peces en la región del Pacífico Oriental que incluyen la ictiofauna del Golfo de California.

Entre las investigaciones que se han realizado sobre la ictiofauna de arrecife rocoso en el área faunística de Cabo San Lucas se encuentran las de Abitia-Cárdenas *et al*. (1994), quienes presentan el elenco sistemático de la ictiofauna de la Bahía de La Paz. La lista se integra con 390 especies agrupadas en 106 familias y donde se incluyen las provenientes de muestreos realizados desde 1981 hasta 1986 y las registradas por otros autores.

Galván-Magaña *et al*. (1996) presentan una lista sistemática de la fauna íctica de la Isla Cerralvo, donde incluyen 174 especies pertenecientes a 70 familias. La lista muestra especies recolectadas entre 1990 y 1993, así como las registradas en la literatura entre 1944 y 1993. Estos autores encuentran 77 especies provenientes de la Provincia Panámica, 52 de amplia distribución en el Pacífico Oriental, 14 de la Provincia Mexicana, 12 de la Provincia Californiana (sic, región californiana), cinco especies endémicas del Golfo de California y 14 con afinidad del Indopacífico.

Sánchez-Ortiz *et al*. (1997) realizaron transectos visuales de diez minutos en tres niveles de profundidad (6 m, 12 m y 30 m) en 11 puntos de muestreo comprendidos entre la Isla Cerralvo y la Isla San Dieguito, de junio de 1992 a enero de 1995. Encontraron 101 especies pertenecientes a 40 familias. Estos autores definen que el 80% de las especies encontradas son permanentes en los arrecifes y, de forma general, presentan bajas abundancias. Se presentan 33 especies en común en la mayoría de las localidades; por otra parte, existen especies que caracterizan dos tipos de ambientes: oceánico y

protegido. Con respecto a la distribución vertical, los autores observaron una marcada estratificación: estrato somero, estrato profundo y ecotono rocoso-arenoso. Los factores causantes de la variación en la estructura de las asociaciones son, según ellos: el sustrato, la distancia de las islas con los cuerpos principales de tierra y las corrientes.

Pérez-España *et al*. (1996) evalúan las comunidades de peces de arrecife rocoso mediante censos visuales en cuatro sitios de la costa suroeste del Golfo de California, registrando un total de 76 especies. *Stegastes* spp., *Thalassoma lucasanum*, *Abudefduf troschelii*, *Chromis atrilobata y Haemulon maculicauda* fueron las más abundantes en la mayoría de las zonas y durante la mayor parte del año; la estructura de las comunidades presentó diferencias entre las estaciones del año y entre los sitios de estudio; sin embargo, el valor de diversidad no varió significativamente. Estos autores detectaron una relación positiva entre la riqueza específica y la temperatura.

Arreola y Elorduy (2002) determinan la variación espacio-temporal de la diversidad de especies de peces en arrecifes de la región de La Paz durante 1995. Realizan muestreos mediante censos visuales en dos niveles de profundidad (6 m y 12 m). Encuentran un total de 80 especies agrupadas en 31 familias. Existen 20 especies dominantes para todas las localidades estudiadas aunque su importancia, según el Índice de Valor Biológico, varía de acuerdo al arrecife, época del año y profundidad. Estos autores determinan, mediante análisis de agrupamiento, que existen tres ambientes bien definidos: el protegido, el expuesto y el de arrecife artificial.

Jiménez (1999) trabajó en tres zonas: los extremos norte y sur de la Isla Cerralvo y en Punta Perico, a profundidades de 5 m y 10 m, realizando censos visuales desde marzo de 1998 a febrero de 1999. Encuentra 89 especies de peces pertenecientes a 33 familias. Este autor calculó los índices ecológicos de diversidad, equitatividad y riqueza de especies, encontrando que la estructura de la asociación de peces fue conservativa, tanto a lo largo del año como entre las zonas estudiadas; existen dos especies claramente dominantes: *Thalassoma lucasanum* y *Chromis atrilobata*, seguidas por un grupo de cinco especies que varían dependiendo del mes y la localidad; a partir de las abundancias globales distingue dos épocas, la época fría, que incluye noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril y la cálida, que incluye mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre; en su análisis de correspondencia en función de la abundancia muestra que las tres localidades pueden ser separadas y al calcular la abundancia de cada especie y lugar la mayoría mostró una abundancia mayor durante la época fría.

Trujillo (2003) realizó un estudio sobre el reclutamiento de peces de arrecife en las localidades de Isla Cerralvo y Punta Perico, de noviembre de 1999 hasta octubre de 2002, realizando censos visuales. Encuentra que las especies más abundantes fueron *Thalassoma lucasanum*, *Chromis atrilobata, Prionurus punctatus, Bodianus diplotaenia* y *Holacanthus passer*. Observó que el éxito del reclutamiento fue variable, tanto entre las épocas (la fría, que incluye noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril y la cálida, que incluye mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre), como entre los años, y que el patrón de reclutamiento fue similar en ambas localidades, con abundancias de los reclutas durante la época fría de alrededor de 20% mientras que durante la cálida es de 80% del reclutamiento total, por lo que estima que existen dos épocas reproductivas para la mayoría de los peces del arrecife.

3. JUSTIFICACIÓN

La ictiofauna costera del Golfo de California es de las más diversas de América y del Pacífico oriental (Castro-Aguirre *et al*., 1995) y los tipos de fauna de las tres zonas en las que se le divide se encuentran bien caracterizados. Sin embargo, son todavía pocos los trabajos que se han realizado a una escala espacial menor, en los que se describan detalles de comunidades ícticas en puntos geográficos particulares. Concretamente en Isla Cerralvo y Punta Perico los datos existentes se basan en información descriptiva de las especies recolectadas, observadas y registradas en la literatura (Galván-Magaña *et al*., 1996; Sánchez *et al*., 1997) y en la información de tipo ecológico, derivada de una serie de investigaciones que se vienen realizando en la zona desde 1998. Desde dicho año se ha estado conformando una base de conocimientos sobre la caracterización de la estructura comunitaria de peces de estos arrecifes rocosos.

El Golfo de California presenta uno de los litorales de mayor interés en México para la extracción de peces con fines de ornato. Estos peces se caracterizan por presentar formas, colores y comportamientos muy llamativos. Entre estos peces encontramos que en el Bajo Golfo se distribuyen 36 especies de peces de las 37 que poseen mayor demanda ornamental según el Instituto Nacional de la Pesca (Ortuño *et al.,* 2000). Para poder lograr una pesquería sustentable de este recurso es necesario realizar estudios encaminados a conocer tanto la biología de estas especies, como las comunidades de las que forman parte.

Por otra parte, existe una creciente demanda social por la conservación y adecuado manejo de las zonas arrecifales de todo el mundo y, particualrmente, las del Golfo de California. Para ello, este tipo de estudios aportan datos y consideraciones que ayudarán a conformar una conciencia más precisa de las necesidades y del estado que guardan las poblaciones y comunidades de peces vistosos de nuestras costas. Actualmente Isla Cerralvo y Punta Perico, son considerados sitios cotizados para el desarrollo de actividades como el ecoturismo. En Punta Perico se ha iniciado el establecimiento de un complejo turístico, por lo que es necesario conocer el comportamiento natural de estas poblaciones para determinar los posibles impactos que se ocasionen a las mismas

4. OBJETIVO

Caracterizar ecológicamente las asociaciones de peces conspicuos de los ambientes rocosos someros de tres localidades del sureste de Baja California Sur.

4.1 Objetivos particulares

- Determinar el elenco sistemático de los peces de arrecifes rocosos de las localidades de estudio.

- Identificar las estructuras de las asociaciones de peces de los ambientes rocosos de las localidades de estudio, a través de índices ecológicos.

- Describir los patrones de variación de las asociaciones en tiempo y espacio.

5. ÁREA DE ESTUDIO

La Isla Cerralvo tiene un origen volcánico. Se localiza en el Golfo de California, entre 24º 08´ y 24º 23´ de latitud norte y 109º 48´ y 109º 55´ de longitud oeste. Está separada unos 13 km de la Península de Baja California por el Canal de Cerralvo, que tiene profundidades de hasta 500 m. La forma de la isla es alargada con orientación NW-SE, con flancos muy escarpados, debido probablemente a la presencia de fallas con esa misma orientación. Cubre una superficie total de 160 km^2, lo que la sitúa en cuarto lugar en tamaño entre las del Golfo de California. Al igual que otras islas del golfo, posee algunos endemismos en la fauna y vegetación (Boudillon-Moreno *et al.*, 1991).

La Isla Cerralvo presenta una orografía agreste, de costas con fuertes pendientes y una línea de playa pequeña y, en su mayor parte, rocosa (Nava Sánchez, 1994). Desde 1995 forma parte de las áreas naturales protegidas prioritarias para la conservación en México. La parte submareal de la isla es un arrecife rocoso bien constituido, compuesto por tres tipos de sustrato principales: uno propiamente rocoso (formado por rocas metamórficas y cantos rodados) con una comunidad coralina del género *Pocillopora*; otro sustrato rocoso-arenoso y; finalmente, uno de porciones de arena (Trujillo, 2003). El área de muestreo en la porción sur de la isla, se localiza entre 24° 8´ 13´´ y 24° 8´ 48´´ de latitud norte y entre 109° 48´ y 109° 51´ de longitud oeste. La mayor parte de la localidad está formada por fondos rocosos o mixtos rocoso-arenosos, con pendiente suave, que en su mayor parte pertenecen a lo que es descrito como tepetate: fondos de roca en forma de plataforma con pendiente suave (Jiménez, 1999). La porción norte, entre 24° 19´ y 24° 22´ de latitud norte y entre 109° 56´ y 109° 55´ de longitud oeste (Fig. 1), posee fondos en los que abundan los bloques de piedra de pequeño a mediano tamaño, siendo estos últimos los más comunes en la zona a poca profundidad. Próximos a la línea de costa aparecen fondos típicamente rocosos, con bloques de gran tamaño con grietas, oquedades y cuevas, repartidos a lo largo de la localidad; hacia el sur aparecen parches de arena, las pendientes son suaves estabilizándose en torno a los 10 metros de profundidad (Jiménez, 1999).

Punta Perico está compuesta de rocas metamórficas y areniscas. Las costas están erosionadas, con abundantes escarpes y plataformas estrechas al pie de tierras altas (Nava-Sánchez, 1994). La línea de costa es de aproximadamente siete kilómetros, abarcando desde la zona conocida como Cueva de León hasta el comienzo de Ensenada de Muertos entre 33° 59´ y 24° 2´ de latitud norte y 109° 49´ y 109° 49´ de longitud oeste (Fig. 1). Tiene las mismas características de arrecife rocoso bien constituido como los de Isla Cerralvo, posee fondos con piedras de pequeño tamaño y pendiente suave que se intercalan con zonas rocoso-arenosas; zonas formadas por tepetate cuya pendiente se estabiliza sobre

los 11 metros de profundidad y zonas con grandes bloques de roca, con una pendiente pronunciada hasta los 12 metros de profundidad, el tipo de fondo más abundante es el estrictamente rocoso (Jiménez, 1999). En esta zona, y la aledaña de Ensenada de Muertos es donde se planea construir el desarrollo turístico denominado “Bahía de los Sueños” con hoteles, residencias, condominios, campos de golf y cinco marinas.

Debido a su posición cercana a la entrada del Golfo de California, el área es considerada como una zona de transición biogeográfica, con una estructura oceanográfica compleja, debido a la influencia de masas de agua superficiales de la Corriente de California, del Océano Pacífico oriental y la propia del Golfo de California (Álvarez-Borrego, 1983).

La zona presenta un clima seco desértico, cálido con temperatura media anual de 22 °C a 24 °C en el litoral; el régimen de lluvias es en verano, y tiene una oscilación anual extremosa de la temperatura que varía entre 7 °C y 14 °C. La temperatura máxima se presenta en el mes de agosto con una media de 28 °C a 30 °C; el mes más frío es enero encontrándose durante esta época una temperatura media de 16 °C a 18°C en el litoral. La precipitación alcanza una media anual de 200 mm a 300 mm (Nava-Sánchez, 1994).

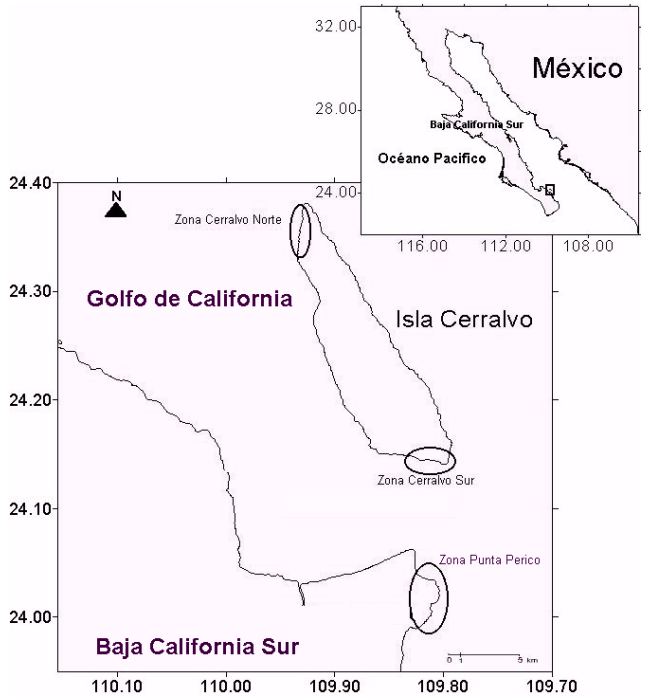

Figura 1. Localización del área de estudio

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Periodicidad del muestreo

Los censos de peces se realizaron con una periodicidad mensual entre 1998 y 2002. La cobertura de las localidades de muestreo varió de año a año. Así, de mayo de 1998 a febrero de 1999, las localidades trabajadas fueron la Isla Cerralvo (Pta. norte y Pta. sur) y Punta Perico; en el siguiente período, de septiembre de 2000 a agosto de 2001, se realizaron los censos en las localidades de l Isla Cerralvo (Pta. sur) y Punta Perico; en el último periodo, de septiembre 2001 a agosto de 2002, sólo se trabajó en la localidad de Punta Perico (Fig. 1).

6.2 Selección del sustrato

La selección del área de muestreo se determinó a través de la revisión de mapas de relieve y características del sustrato paralelos a la línea de costa, así los censos mensuales de peces se efectuaron en zonas donde existe fondo de roca o roca-arena.

6.3 Muestreo

El área de muestreo se seleccionó aleatoriamente, con dos sitios en cada localidad, en los cuales se ubicaron cuatro transectos de 50 m de largo y 5 m de ancho. El largo fue medido con una cinta métrica y el ancho fue estimado visualmente (Fig. 2), así el área total de muestreo por transecto fue de 250 m^2, siguiendo la metodología descrita por Elorduy y Jiménez (2000) y propuesta para los censos de peces de arrecife en el Golfo de California.

Los recorridos de los censos visuales fueron realizados por un mismo muestreador, para el presente caso la autora de este trabajo de tesis. Se efectuaron cada mes, en horario diurno entre las 10 h y 14 h con el fin de tener una buena iluminación, paralelos a línea de costa y hasta una profundidad de tres metros. Se eligió esta profundidad ya que los peces costeros exhiben generalmente un alto grado de división del hábitat, siendo la profundidad un factor limitante. En general hay tres categorías principales: somera (0 m - 4 m), intermedia (5 m – 19 m) y profunda (20 m en adelante) (Allen y Robertson, 1994).

El censo visual submarino dentro del transecto se realizó con equipo Scuba y el registro de la cantidad de organismos por especie de peces se realizó en hojas de material plástico. La temperatura superficial del mar se registró por medio de un termómetro de mercurio, mensualmente y se calcularon las anomalías (cada valor menos su media), con el objeto de observar la variabilidad de la misma durante el periodo de muestreo y si existe una relación con la variación de la abundancia, los datos así obtenidos se guardaron en bitácoras de campo con los respectivos datos de la localidad de muestreo.

Los peces del arrecife rocoso se caracterizan, generalmente, por presentar formas, colores y comportamientos muy llamativos. No obstante, para llevar a cabo el reconocimiento de los peces a nivel de especie en las localidades de estudio (*in situ*), fue necesario un entrenamiento previo exhaustivo, consistente en el estudio y memorización, con la ayuda de guías fotográficas, de las formas y patrones de coloración de las especies de peces de arrecife y la consulta continua de bibliografía especializada (Thomson *et al*. 2000; Goodson, 1988; Allen y Robertson, 1994; Fisher *et al*., 1995; De La Cruz-Agüero *et al*., 1997; Gotshall, 1998, 2001). Así mismo se realizaron ensayos cuyo objetivo fue la identificación bajo el agua de las especies de peces y la estimación de las abundancias con biólogos experimentados en esta forma de trabajo. El elenco sistemático de los peces observados en las localidades de estudio se realizó de acuerdo a la clasificación propuesta por Nelson (1994).

Figura 2. Esquema de la realización de los censos visuales.

6.4 Base de datos

Con el fin de representar lo mejor posible las características de la comunidad a lo largo de un año, ya que no fue posible cubrir todos los meses ni todas las localidades, debido a las condiciones climatológicas y de índole logística, las abundancias se estandarizaron al esfuerzo aplicado (8 censos mensuales por localidad) y se dividieron en tres períodos. El primer período de mayo de 1998 a febrero de 1999, con las localidades de la Isla Cerralvo zona norte, Isla Cerralvo zona sur y Punta Perico; el segundo período de septiembre de 2000 a agosto de 2001, con las localidades de Cerralvo zona sur y Punta Perico; y el tercero de septiembre de 2001 a agosto de 2002, con la localidad de Punta Perico.

Tabla I. Periodos en los que se dividieron los datos y meses muestreados por localidad.

Periodo	Cerralvo norte	Cerralvo sur	Punta Perico
1998-1999			mayo 98
	junio 98	junio 98	junio
	Julio	julio	julio
	Agosto	agosto	agosto
	Septiembre		septiembre
	Octubre	octubre	octubre
		diciembre	diciembre
	enero 99	enero 99	enero 99
	Febrero	febrero	febrero
2000-2001		septiembre 00	septiembre 00
		octubre	octubre
		noviembre	noviembre
		enero 01	enero 01
		febrero	febrero
		marzo	marzo
		junio	
		agosto	agosto
2001-2002			octubre 01
			febrero 02
			marzo
			abril
			mayo
			junio
			agosto
			septiembre

6.5 Estructura de las asociaciones de peces.

La descripción ecológica de cada una de las localidades de estudio se realizó a través del cálculo de los índices de Riqueza (S), Abundancia, Dominancia, Diversidad (H´) y Equitatividad (J´).

La Riqueza se calculó como el número total de especies presentes en una muestra:

$$\mathbf{N_0} = S$$

El índice simple de dominancia :

$$\mathbf{I} = n_{máx.} / N\ (100)$$

donde:

I = índice de dominancia simple.

$n_{máx.}$ = número total de individuos de la especie

N = número total de individuos.

El índice de diversidad empleado fue el de Shannon-Wiener:

$$\boldsymbol{H'} = -\sum p_j \log_2 p_j$$

donde:

H'= índice de diversidad en bits por individuo.

$p_j = N_j / N$

N = número total de individuos.

N_j = número total de individuos de la especie j.

Este índice considera tanto el número de especies como la abundancia de cada una de ellas (relación entre el número de especies y su abundancia relativa) y es el más utilizado en los trabajos de ecología (Ludwig y Reynolds, 1988).

Para comprobar la existencia de diferencias significativas en la diversidad entre localidades años y meses se utilizó el análisis de variancia. Para hacer este análisis se utilizó el paquete "Quattro Pro" versión 5.0.

El índice de equidad se calculó como sigue:

$$\mathbf{J'} = H'/H_{max} = H'/\ln S$$

donde:
H' = índice de Shannon.
H_{max} = ln S: máximo valor de H'.

Este índice toma valores entre 0 y 1; los valores próximos a 1 indican una alta uniformidad de la muestra mientras que los próximos a 0 expresan alta dominancia de alguna especie. La equitatividad considera en qué medida las especies son abundantes por igual.

6.6 Análisis ecológico

Para identificar posibles patrones de variación y determinar la existencia de diferencias entre las localidades y las épocas, se analizaron los datos de abundancia empleando la técnica de ordenación mediante el Análisis de correspondencias, ya que además de ser un método muy utilizado para el análisis ecológico de abundancia (Jiménez, 1999), tiene el atractivo de la "correspondencia" entre la abundancia de las especies y las unidades de muestreo pues ambas intervienen recíprocamente en el plano de ordenación, por lo que se obtienen las interrelaciones entre ellos (Ludwig y Reynolds, 1988). Para hacer este análisis se utilizó el paquete " BioDiversity Pro" versión 2.0.

Para no dificultar la interpretación de los resultados de los datos de abundancia se eliminaron las especies más abundantes que son las más comunes y frecuentes en las tres zonas por lo que no ayudarían a discriminar los puntos resultantes y las poco frecuentes que tendrían la tendencia a separar excesivamente los puntos representados (Jiménez, 1999). Se procedió de la siguiente manera: se sumaron todas las abundancias acumuladas por localidad, mes y especie; se representó el porcentaje de abundancia de cada especie frente al porcentaje de su frecuencia. Para el análisis multifactorial se seleccionaron aquellas especies cuyo porcentaje de abundancia fue inferior al 4% respecto al total y un porcentaje de la frecuencia superior al 10%.

Los datos de abundancia se transformaron logarítmicamente (ln (x + 1)) en el análisis multifactorial para atenuar los extremos de variabilidad y homogeneizar las varianzas.

Para el análisis de correspondencia se consideraron dos períodos: época fría, que incluye noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril y la cálida, que incluye mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre, basados en los análisis realizados por Jiménez (1999) y Trujillo-Millán (2003).

7. RESULTADOS

7.1 Trabajo de campo

En 96 horas de buceo se realizaron 288 transectos: 46 en Isla Cerralvo norte, 114 en Isla Cerralvo sur y 128 en Punta Perico. El área muestreada acumulada ascendió a 72 000 m^2, correspondiendo 11 500 m^2 a Cerralvo norte, 28 500 m^2 a Cerralvo sur y 32 000 m^2 a Punta Perico.

En el período de mayo de 1998 a febrero de 1999 no se pudo acceder a la localidad de Isla Cerralvo norte en los meses de mayo y diciembre, y en la zona sur de Cerralvo en mayo y septiembre. En el segundo período, de septiembre de 2000 a agosto de 2001, fue en el mes de junio en la localidad de Punta Perico cuando no se realizó el muestreo; en ambos periodos la causa fue el mal estado de la mar.

El número total de peces conspicuos censados durante el período de estudio (1998-2002) fue de 87 366; en Cerralvo norte se censaron 10 035, en Cerralvo sur 31 937 y en Punta Perico 45 394. Todos estos peces pertenecieron a 86 especies en 60 géneros y 30 familias (Tabla II). Las familias que presentaron el mayor número de especies fueron: Labridae (11), seguida de Pomacentridae (9), Scaridae (6), Haemulidae (5) y Serranidae (5).

Tabla II. Listado sistemático de la ictiofauna de arrecife rocoso de las localidades Isla Cerralvo norte, Isla Cerralvo sur y Punta Perico, Baja California. Sur, México (arreglo según Nelson, 1994).

PHYLUM CHORDATA
Subphylum Vertebrata (Craniata)
Superclase Gnathostomata
Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchii
Orden Rajiformes
Suborden Myliobatoidei
Familia Urolophidae
Urotrygon rogersi (Jordan y Starks, 1895)
Clase Actinopterygii
Subclase Neopterygii
División Teleostei
Orden Anguilliformes
Suborden Muraenoidei
Familia Muraenidae
Echidna nebulosa (Ahl, 1789)
Gymnothorax castaneus (Jordan y Gilbert, 1882)
Gymnomuraena zebra (Shaw y Nodder, 1797)

Muraena lentiginosa Jenyns, 1842

Orden Aulopiformes

Suborden Alepisauroidei

Familia Synodontidae

Synodus sp.

Orden Mugiliformes

Suborden Mugiloidei

Familia Mugilidae

Mugil sp.

Suborden Belonoidei

Familia Hemiramphidae

Hemiramphus sp.

Hyporhamphus unifasciatus (Ranzani, 1842)

Orden Beryciformes

Suborden Stephanoberyciodei

Familia Holocentridae

Myripristis leiognathos Valenciennes, 1855

Sargocentron suborbitalis (Gill, 1864)

Orden Gasterosteiformes

Suborden Syngnathoidei

Familia Aulostomidae

Aulostomus chinensis (Linnaeus, 1766)

Familia Fistulariidae

Fistularia commersonii Rüppell, 1835

Orden Perciformes

Suborden Percoidei

Familia Serranidae

Cephalopholis panamensis (Steindachner, 1876)

Epinephelus labriformis (Jenyns, 1843)

Mycteroperca rosacea (Streets, 1877)

Paranthias colonus (Valenciennes, 1855)

Serranus psittacinus Valenciennes, 1855

Familia Priacanthidae

Heteropriacanthus cruentatus (Lacepède, 1801)

Familia Carangidae

Caranx sp.

Trachinotus rhodopus (Gill, 1863)

Familia Lutjanidae

Hoplopagrus guntheri GilI, 1862

Lutjanus argentiventris (Peters, 1869)

Lutjanus novemfasciatus Gill, 1862

Lutjanus viridis (Valenciennes, 1845)

Familia Haemulidae

Anisotremus interruptus (Gill, 1862)

Haemulon scuderii Gill, 1862

*Haemulon maculicauda (*Gill, 1863)

Haemulon sexfasciatum Gill, 1863

Microlepidotus inornatus Gill, 1863

Familia Mullidae

Mulloidichtys dentatus (Gill, 1863)

Familia Kyphosidae

Subfamilia Kyphosìnae

Kyphosus analogus (Gill, 1863)
Kyphosus elegans (Peters, 1869)

Familia Chaetodontidae

Chaetodon falcifer (Hubbs y Rechnitzer, 1958)
Chaetodon humeralis Günther, 1860
Forcipiger flavissimus Jordan y McGregor, 1898
Johnrandallia nigrirostris (Gill, 1862)

Familia Pomacanthidae

Holacanthus passer Valenciennes, 1846
Pomacanthus zonipectus (Gill, 1863)

Familia Pomacentridae

Abudefduf concolor (Gill, 1863)
Abudefduf troschelii (Gill, 1862)
Chromis alta Greenfield y Woods, 1980
Chromis atrilobata Gill, 1862
Microspathodon bairdii (Gill, 1863)
Microspathodon dorsalis (Gill, 1863)
Stegastes flavilatus (Gill, 1863)
Stegastes acapulcoensis (Fowler, 1944)
Stegastes rectifraenum (Gill, 1863)

Familia Cirrhitidae

Cirrhitichthys oxycephalus (Bleeker, 1855)
Cirrhitus rivulatus Valenciennes, 1855

Suborden Labroidei

Familia Labridae

Bodianus diplotaenia (Gill, 1863)
Halichoeres chierchiae Caporiacco, 1947
Halichoeres dispilus (Günther, 1864)
Halichoeres melanotis (Gilbert, 1890)
Halichoeres nicholsi (Jordan y Gilbert, 1881)
Halichoeres notospilus (Günther, 1864)
Halichoeres semicincta Steindachner, 1892
Stethojulis bandanensis (Bleeker, 1851)
Thalassoma grammaticum Gilbert, 1890
Thalassoma lucasanum (Gill, 1863)

Familia Scaridae

Nicholsina denticulata (Evermann y Radcliffe, 1917)
Scarus compressus (Osburn y Nichols, 1916)
Scarus ghobban Forsskal, 1775
Scarus perrico Jordan y Gilbert, 1881
Scarus rubroviolaceus Bleeker, 1847
Scarus sp.

Suborden Blennioidei

Familia Labrisomidae

Labrisomus xanti Gill, 1860

Familia Blennidae

Hypsoblennius brevipinnis (Günther, 1861)
Ophioblennius steindachneri Jordan y Evermann, 1898
Plagiotremus azaleus (Jordan y Bollman, 1890)

Suborden Acanthuroidei

Familia Acanthuridae

Acanthurus nigricans (Linnaeus, 1758)
Acanthurus triostegus (Linnaeus, 1758)
Acanthurus xanthopterus Valenciennes, 1835
Prionurus punctatus Gil, 1862

Familia Zanclidae

Zanclus cornutus (Linnaeus , 1758)

Orden Tetraodontiformes

Suborden Balistoidei

Familia Balistidae

Balistes polylepis Steindachner, 1876
Pseudobalistes naufragium (Jordan y Starks, 1895)
Suflamen verres (Gilbert y Starks, 1904)

Familia Monacanthidae

Aluterus scriptus (Osbeck, 1765)

Familia Ostraciidae

Ostracion meleagris Shaw, 1796

Suborden Tetraodontoidei

Familia Tetraodontidae

Arothron meleagris (Bloch y Schneider, 1801)
Canthigaster punctatissima (Günter, 1870)
Sphoeroides lobatus (Steindachner, 1870)

Familia Diodontidae

Diodon holocanthus Linnaeus, 1758
Diodon hystrix Linnaeus, 1758

7.2 Temperatura superficial

En el período de mayo de 1998 a febrero de 1999 la temperatura superficial promedio fue de 26 °C; la temperatura más elevada se encontró en el mes de octubre, siendo de 32 °C, y la más baja en febrero de 1999 con 19 °C. En el período de septiembre de 2000 a agosto de 2001 el promedio de temperatura fue de 24 °C; la más elevada se registró en agosto de 2001 con 28 °C, la más baja fue en febrero con 18 °C. Para el período de octubre de 2001 a septiembre de 2002 la temperatura promedio fue de 26 °C; la más alta fue de 29.5 °C en octubre y la menor en enero de 2002 (Figura 3).

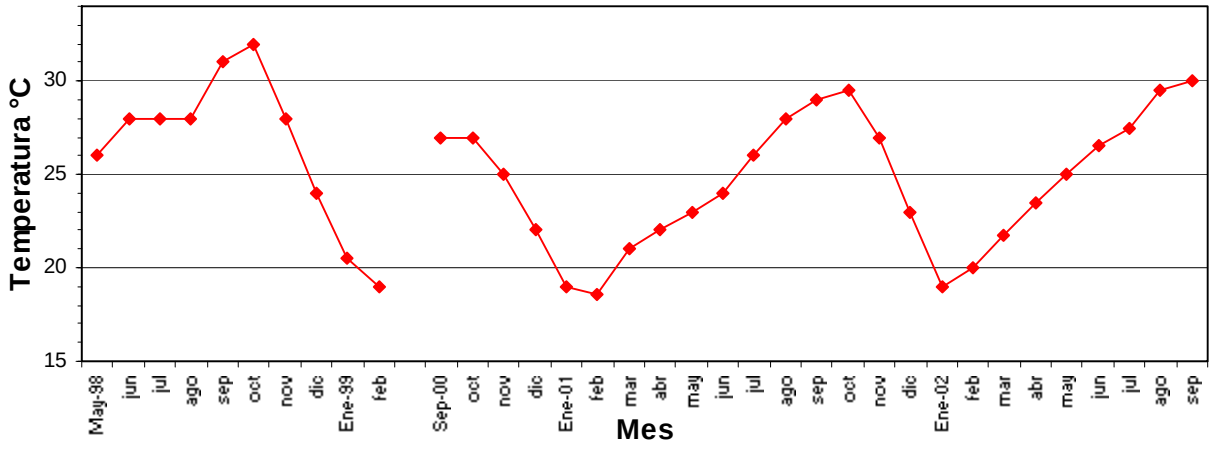

Figura 3. Temperatura superficial del mar de Isla Cerralvo-Punta Perico, durante el periodo 1998-2002.

Se calcularon las anomalías de temperatura del período de estudio (1998-2002), tomando en cuenta la temperatura superficial promedio global, que fue de 25.3 °C. En el período de mayo de 1998 a febrero de 1999 se observa la mayor anomalía positiva en octubre con 6.7 °C y la menor con –6.3 °C en febrero; en el período de septiembre de 2000 a agosto de 2001 la anomalía positiva alcanza en agosto 2.7 °C y la negativa en febrero fue de –6.7 °C; y para el período de octubre de 2001 a septiembre de 2002 la anomalía positiva fue de 4.7 °C en septiembre y la negativa fue de –5.3 ºC en enero (Figura 4).

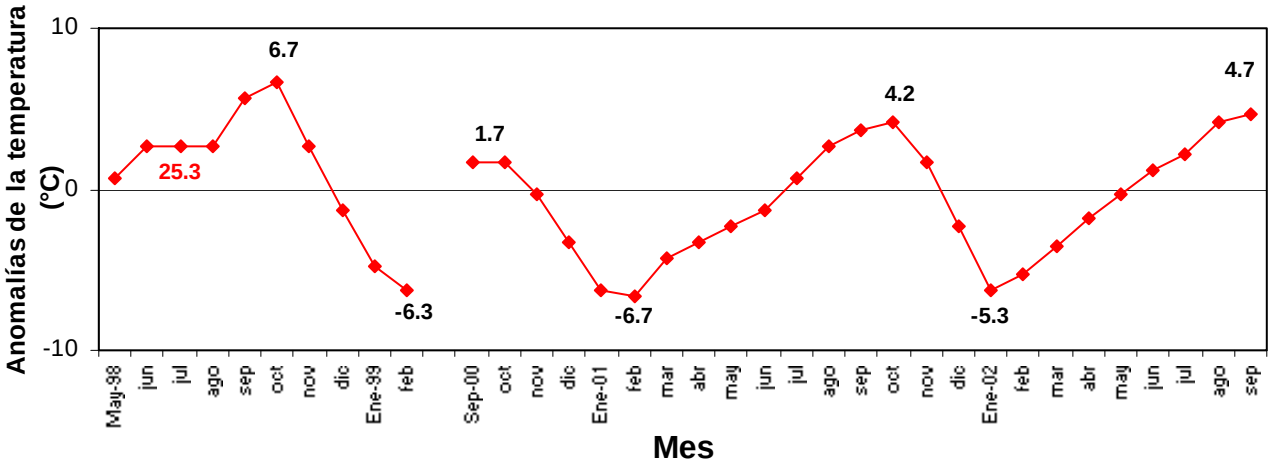

Figura 4. Anomalías de temperatura superficial de Isla Cerralvo-Punta Perico, durante el periodo 1998-2002.

Se realizaron dos análisis de variancia de una vía (ANOVA); en el primero se utilizaron los valores de temperatura superficial del mar por periodos de estudio, y en el segundo, los valores de anomalías de temperatura superficial del mar por periodos de estudio. Los resultados mostraron que no hay diferencias significativas de la temperatura entre los períodos de estudio (Tablas III y IV).

Tabla III. Análisis de variancia de una vía, considerando la temperatura superficial del mar en los períodos de muestreo.

Temperaturas	SC	g.l.	CM	RV	P	F-crit.
Entre los grupos	113.102	2	56.551	0.3799	0.6869	3.2849
Dentro de los grupos	4911.958	33	148.847			

Tabla IV. Análisis de variancia de una vía, considerando las anomalías de la temperatura superficial del mar en los períodos de muestreo.

Anomalías	SC	g.l.	CM	RV	P	F-crit.
Entre los grupos	22.162	2	11.081	0.9992	0.3790	3.2849
Dentro de los grupos	365.97	33	11.09			

7.3 Variación espacial

- **Riqueza**

El número total de especies presentes en Cerralvo norte fue de 46, en Cerralvo sur se encontraron 67 y en Punta Perico fueron 76 (Figura 5). 39 especies fueron comunes en las tres localidades de estudio, 25 sólo se encontraron en dos y 23 en una localidad; en la Isla Cerralvo encontramos 12 especies, de las cuales 9 se encontraron en la parte sur y tres en las dos áreas (norte y sur), no se encontró ninguna especie que se presentara solo en la parte norte, en la localidad de Punta Perico se encontraron 14 especies que no se presentaron en las otras localidades (Tabla V).

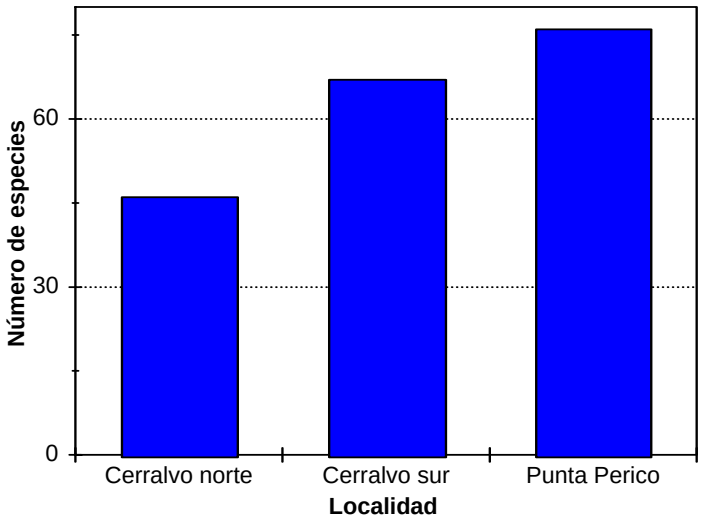

Figura 5. Riqueza total de especies de peces de Cerralvo norte, Cerralvo sur y Punta Perico durante el período de estudio 1998-2002.

Tabla V. Especies de peces por localidad de estudio. CN = Cerralvo norte; CS = Cerralvo sur; PP = Punta Perico.

Especie	CN	CS	PP	*Especie*	CN	CS	PP
Abudefduf troschelii	*	*	*	*Lutjanus viridis*	*	*	*
Acanthurus nigricans	*	*	*	*Microspathodon bairdii*	*	*	*
Acanthurus triostegus	*	*	*	*Microspathodon dorsalis*	*	*	*
Arothron meleagris	*	*	*	*Mulloidichthys dentatus*	*	*	*
Bodianus diplotaenia	*	*	*	*Mycteroperca rosacea*	*	*	*
Canthigaster punctatissima	*	*	*	*Ophioblennius steindachneri*	*	*	*
Chromis atrilobata	*	*	*	*Paranthias colonus*	*	*	*
Cirrhitichthys oxycephalus	*	*	*	*Plagiotremus azaleus*	*	*	*
Cirrhitus rivulatus	*	*	*	*Prionurus punctatus*	*	*	*
Diodon holocanthus	*	*	*	*Sargocentron suborbitalis*	*	*	*
Epinephelus labriformis	*	*	*	*Scarus compressus*	*	*	*
Fistularia commensonii	*	*	*	*Scarus perrico*	*	*	*
Haemulon sexfasciatum	*	*	*	*Scarus rubroviolaceus*	*	*	*
Halichoeres chierchiae	*	*	*	*Serranus psittacinus*	*	*	*
Halichoeres dispilus	*	*	*	*Stegastes flavilatus*	*	*	*
Holacanthus passer	*	*	*	*Stegastes rectifraenum*	*	*	*
Hoplopagrus guntheri	*	*	*	*Sufflamen verres*	*	*	*
Jhonrandallia nigrirostris	*	*	*	*Thalassoma grammaticum*	*	*	*
Kyphosus analogus	*	*	*	*Thalassoma lucasanum*	*	*	*
Kyphosus elegans	*	*	*				
Abudefduf concolor		*	*	*Muraena lentiginosa*		*	*
Acanthurus xanthopterus		*	*	*Myripristis leiognathos*		*	*
Anisotremus interruptus		*	*	*Nicholsina denticulata*		*	*
Arothron hispidus		*	*	*Pomacanthus zonipectus*		*	*
Balistes polylepis		*	*	*Pseudobalistes naufragium*		*	*
Caranx **sp.**		*	*	*Scarus ghobban*		*	*
Cephalopolis panamensis		*	*	*Gymnothorax castaneus*	*	*	
Diodon hystrix		*	*	*Hypsoblennius brevipinnis*	*	*	
Forcipiger flavissimus		*	*	*Lutjanus novemfasciatus*	*	*	
Halichoeres nicholsi		*	*	*Stethojulis bandanensis*	*		*
Halichoeres notospilus		*	*	*Chaetodon humeralis*	*		*
Hyporhamphus unifasciatus		*	*	*Chromis alta*	*		*
Lutjanus argentiventris		*	*				
Elagatis bipinnulata		*		*Echidna nebulosa*			*
Gymnomuraena zebra		*		*Haemulon maculicauda*			*
Halichoeres semicincta		*		*Haemulon scudderi*			*
Hemiramphus **sp**.		*		*Halichoeres melanotis*			*
Labrisomus xanti		*		*Heteropriacanthus cruentatus*			*
Novaculichthys taeniourus		*		*Microlepidotus inornatus*			*
Scarus **sp.**		*		*Mugil* **sp.**			*
Stegastes acapulcoensis		*		*Ostracion meleagris*			*
Synodus **sp.**		*		*Sphoeroides lobatus*			*
Aluterus scriptus			*	*Trachinotus rhodopus*			*
Aulostomus chinensis			*	*Urotrygon rogersi*			*
Chaetodon falcifer			*				

- **Abundancia de peces**

El número total de peces conspicuos censados durante el período de estudio (1998-2002) fue de 87 366. Para poder comparar los resultados se obtuvo el promedio mensual por localidad. Así, en Cerralvo norte la abundancia fue de 1 434, en Cerralvo sur de 2 066 y en Punta Perico de 1 970 peces (Figura 6).

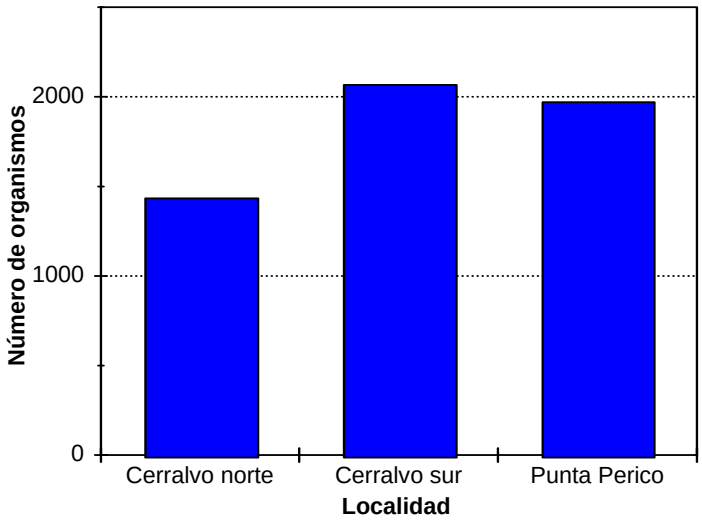

Figura 6. Abundancia promedio mensual de peces de Cerralvo norte, Cerralvo sur y Punta Perico durante el período de estudio 1998-2002.

- **Dominancia**

La dominancia de las especies a lo largo del período y áreas de estudio (1998-2002) se muestran en la figura 7. En la zona de Cerralvo norte fueron 12 las especies que aportaron el 94% de la abundancia total; las especies dominantes fueron: *Chromis atrilobata*, *Thalassoma lucasanum*, *Abudefduf troschelii* y *Lutjanus viridis*. En Cerralvo sur fueron 13 las especies que aportaron el 91%; las especies dominantes fueron: *Thalassoma lucasanum*, *Chromis atrilobata*, *Prionurus punctatus* y *Stegastes rectifraenum.* En Punta Perico fueron 14 las especies que aportaron el 90% de la abundancia total y las dominantes fueron *Thalassoma lucasanum*, *Chromis atrilobata*, *Abudefduf troschelii* y *Prionurus punctatus.*

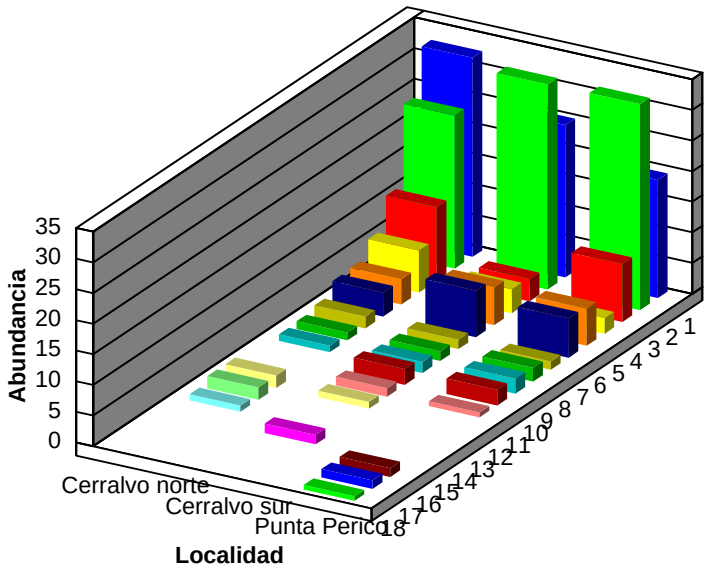

Figura 7. Variación de la abundancia de las especies de peces dominantes a lo largo del período 1998-2002 de las tres zonas de estudio; 1 *Chromis atrilobata*, 2 *Thalassoma lucasanum*, 3 *Abudefduf troschelii*, 4 *Lutjanus viridis*, 5 *Stegastes rectifraenum*, 6 *Prionurus punctatus*, 7 *Ophioblennius steindachneri*, 8 *Holacanthus passer*, 9 *Cirrhitichthys oxycephalus*, 10 *Microspathodon dorsalis*, 11 *Acanthurus triostegus*, 12 *Mulloidichthys dentatus*, 13 *Chromis alta*, 14 *Sargocentron suborbitalis*, 15 *Lutjanus argentiventris*, 16 *Halichoeres dispilus*, 17 *Microlepidotus inornatus* y 18 *Scarus ghobban*.

- **Diversidad (H´) y equidad (J´)**

Los valores de los índices de diversidad y equidad por localidad a lo largo del período de estudio se muestran el la figura 8. En cuanto al índice de diversidad, los valores registrados por zona de estudio son: zona de Punta Perico con 1.1 bits/individuo, Cerralvo sur con 1.0 bits/individuo y Cerralvo Norte con 0.9 bits/individuo. En general los valores fueron similares no existiendo diferencia significativa entre ellos (Tabla VI). Los valores del índice de equidad fueron similares, con 0.6 en Cerralvo norte y Punta Perico y 0.5 en Cerralvo sur.

Tabla VI. Análisis de variancia de una vía, considerando el índice de diversidad de las zonas de estudio.

Diversidad por zonas	SC	g.l.	CM	RV	P	F-crit.
Entre los grupos	0.208	5.000	0.042	0.676	0.644	2.438
Dentro de los grupos	2.590	42.000	0.062			

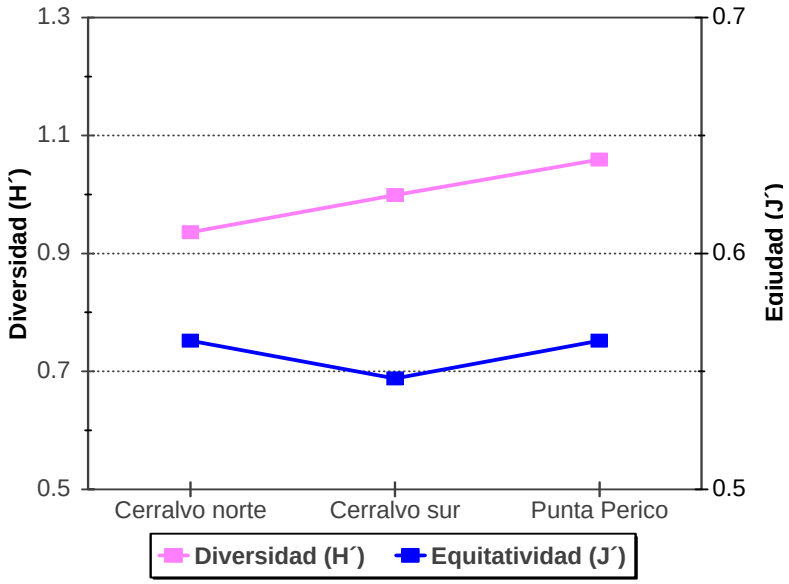

Figura 8. Índice de diversidad de Shannon (H´) y equidad (J´) de peces de Cerralvo norte, Cerralvo sur y Punta Perico para el período de estudio 1998-2002.

7.4 Variación interanual

- **Temperatura superficial**

Los valores promedio de la temperatura superficial por periodo de estudio se presentan en la figura 9; en el período de 1998-1999 fue de 28 ºC, en el período 2000 a 2001 fue de 23 ºC y, para el período 2001-2002 fue de 26 ºC.

- **Riqueza**

En el período de 1998-1999 el número especies presentes en Cerralvo norte fue de 46, en Cerralvo sur se encontraron 44 y en Punta Perico fueron 47; en el período de 2000 a 2001 en Cerralvo sur se presentaron 59 especies, mientras que en Punta Perico fueron 57; y para el período 2001-2002 en Punta Perico se presentaron 52 especies (Figura 9).

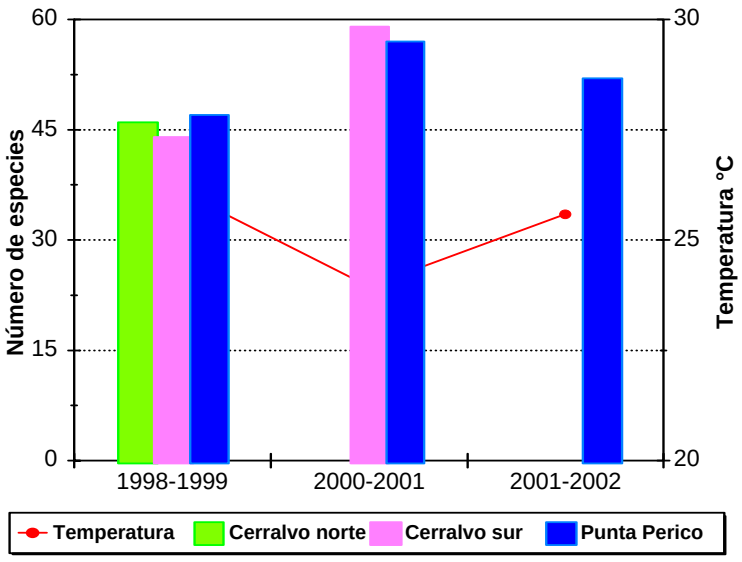

Figura 9. Riqueza de especies peces de Cerralvo norte, Cerralvo sur y Punta Perico por períodos de estudio.

- **Abundancia de peces**

En el período de 1998-1999 el número promedio mensual de organismos en Cerralvo norte fue de 1 434, en Cerralvo sur se encontraron 1 115 y en Punta Perico fueron 1 234; en el período de 2000 a 2001 en Cerralvo sur se presentaron 3 017 organismos, mientras que en Punta Perico fueron 3 125; y en el período 2001-2002 en Punta Perico se registraron 1551 organismos (Figura 10).

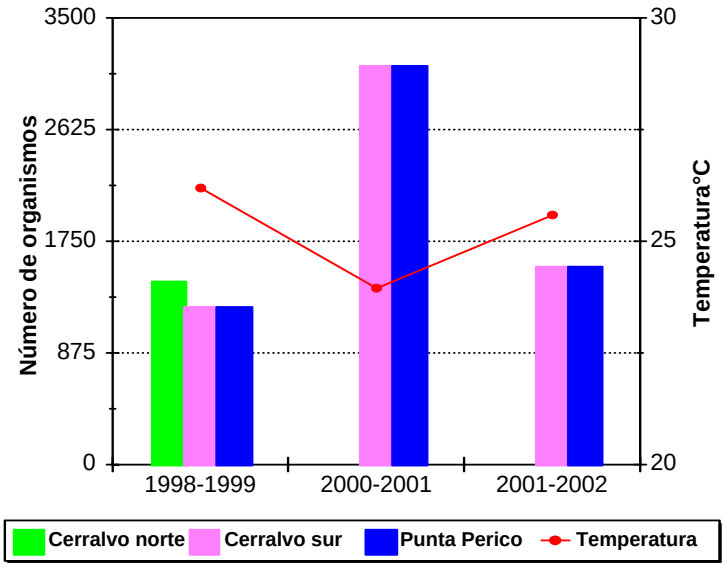

Figura 10. Abundancia promedio mensual de peces de Cerralvo norte, Cerralvo sur y Punta Perico por período de estudio.

- **Dominancia**

La variación en la abundancia de las especies dominantes del área de Cerralvo sur por período de estudio, se muestra en la figura 11. En el período 1998-1999 fueron 14 las especies que aportaron el 93% de la abundancia total; las especies dominantes fueron: *Thalassoma lucasanum, Chromis atrilobata, Prionurus punctatus, Stegastes rectifraenum* y *Abudefduf troschelii*. Para el período 2000-2001 fueron 13 las especies que aportaron el 92% de la abundancia total; las especies dominantes fueron: *Thalassoma lucasanum, Chromis atrilobata, Prionurus punctatus, Stegastes rectifraenum* y *Lutjanus viridis.*

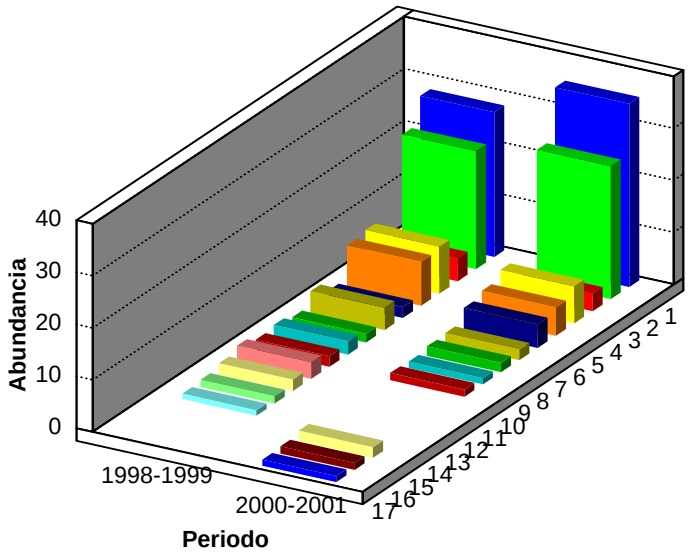

Figura 11. Variación de la abundancia de las especies de peces dominantes de Cerralvo sur por período de estudio; 1 *Thalassoma lucasanum*, 2 *Chromis atrilobata*, 3 *Abudefduf troschelii*, 4 *Prionurus punctatus*, 5 *Stegastes rectifraenum*, 6 *Lutjanus viridis*, 7 *Microspathodon dorsalis*, 8 *Cirrhitichthys oxycephalus*, 9 *Holacanthus passer*, 10 *Ophioblennius steindachneri*, 11 *Acanthurus triostegus*, 12 *Sargocentron suborbitalis*, 13 *Thalassoma grammaticum*, 14 *Myripristis leiognathos*, 15 *Lutjanus argentiventris*, 16 *Mulloidichthys dentatus* y 17 *Paranthias colonus*.

La variación en la abundancia de las especies dominantes del área de Punta Perico, por período de estudio, se muestra en la figura 12. En el período 1998-1999, trece especies aportaron el 93% de la abundancia total; las especies dominantes fueron: *Thalassoma lucasanum*, *Chromis atrilobata*, *Abudefduf troschelii*, *Prionurus punctatus* y *Cirrhitichthys oxycephalus*. En el período 2000-2001, también 13 especies aportaron el 93% de la abundancia total; las especies más dominantes fueron: *Thalassoma lucasanum*, *Chromis atrilobata*, *Abudefduf troschelii*, *Stegastes rectifraenum* y *Prionurus punctatus*. En el período 2001-2002, el 90% de la abundancia total lo aportaron 14 especies; las especies dominantes fueron: *Thalassoma lucasanum*, *Abudefduf troschelii*, *Prionurus punctatus*, *Stegastes rectifraenum* y *Chromis atrilobata*.

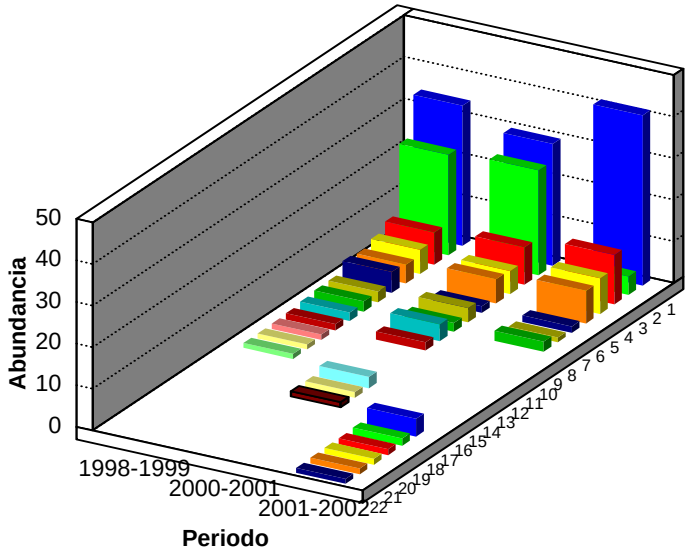

Figura 12. Variación de la abundancia de las especies de peces dominantes de Punta Perico por período de estudio; 1 *Thalassoma lucasanum*, 2 *Chromis atrilobata*, 3 *Abudefduf troschelii*, 4 *Prionurus punctatus*, 5 *Stegastes rectifraenum*, 6 *Cirrhitichthys oxycephalus*, 7 *Microspathodon dorsalis*, 8 *Holacanthus passer*, 9 *Lutjanus viridis*, 10 *Ophioblennius steindachneri*, 11 *Thalassoma grammaticum*, 12 *Myripristis leiognathos*, 13 *Plagiotremus azaleus*, 14 *Microlepidotus inornatus*, 15 *Hyporhamphus* sp. 16 *Acanthurus triostegus*, 17 *Halichoeres dispilus*, 18 *Scarus ghobban*, 19 *Canthigaster punctatissima*, 20 *Haemulon scudderi*, 21 *Mulloidichthys dentatus* y 22 *Mugil* sp.

- **Diversidad y equidad**

Los valores del índice de diversidad y del índice de equidad por zona y periodo de estudio se presentan en la figura 13. En Cerralvo norte (período 1998-1999), se registró que índice de diversidad fue de 0.94 bits/individuo y el índice de equidad fue de 0.56.

En Cerralvo sur el valor del índice de diversidad para el período 1998-1999 fue de 1.05 bits/individuo y el del índice de equidad fue de 0.64 y, en el período 2000-2001 el índice de diversidad presentó un valor de 0.96 bits/individuo, no existiendo diferencia significativa entre los dos periodos analizados (Tabla VII), y el índice de equidad fue de 0.54.

Tabla VII. Análisis de variancia de una vía, considerando el índice de diversidad de Cerralvo sur durante el periodo 1998-2001.

Diversidad en Cerralvo sur perodo 98-01	SC	g.l.	CM	RV	P	F-crit.
Entre los grupos	0.000174	1.000	0.000	0.001	0.975	4.414
Dentro de los grupos	3.157	18.000	0.175			

En Punta Perico el valor del índice de diversidad para el período 1998-1999 fue de 0.98 bits/individuo y el del índice de equidad de 0.58; para el período 2000-2001 el valor del índice de diversidad fue de 1.0 bits/individuo y el del índice de equidad fue de 0.57; y para el período 2001-2002 el valor del índice de diversidad fue de 1.0 bits/individuo y el del índice de equidad fue de 0.59 (Figura 13). No existe diferenta significativa de los valores del índice de diversidad entre los tres periodos de estudio (Tabla VIII).

Tabla VIII. Análisis de variancia de una vía, considerando el índice de diversidad de Punta Perico durante el periodo 1998-2002.

Diversidad por zonas	SC	g.l.	CM	RV	P	F-crit.
Entre los grupos	0.029	2.000	0.015	0.077	0.926	3.285
Dentro de los grupos	6.270	33.000	0.190			

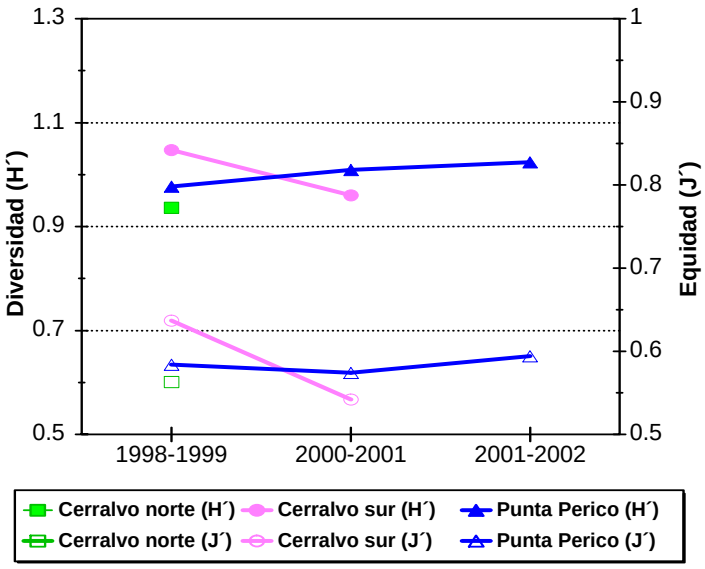

Figura 13. Diversidad de Shannon (H´) y equidad (J´) en Cerralvo norte, Cerralvo sur y Punta Perico por período de estudio 1998-2002.

7.5 Variación intra-anual

- **Riqueza**

Durante el período de mayo de 1998 a febrero de 1999 encontramos que la mayor riqueza se presentó en la localidad de Punta Perico en el mes de octubre con 33 especies, seguida por la zona de Cerralvo norte en el mes de julio con 29 especies, y 27 especies en la zona de Cerralvo sur para el mes de agosto; la menor cantidad de especies censadas por localidad fue de nueve en Cerralvo norte para el mes de enero, en Punta Perico fueron 11 en los meses de agosto y septiembre y, en Cerralvo sur fue de 20 en los meses de julio y febrero (Figura 14).

Para el período de septiembre de 2000 a agosto de 2001 la mayor riqueza se presentó en el mes de agosto para Punta Perico (con 38 especies), y en Cerralvo sur en los meses de septiembre, octubre y junio (con 35 especies), y las menores riquezas se registraron en Punta Perico en el mes de septiembre (con 19 especies), y en Cerralvo sur en el mes de marzo (con 26 especies) (Figura 14).

Para el período de octubre de 2001 a agosto de 2002 en Punta Perico el mayor número de especies se obtuvo en octubre con 34 y el menor número de especies en febrero con 17 (Figura 14).

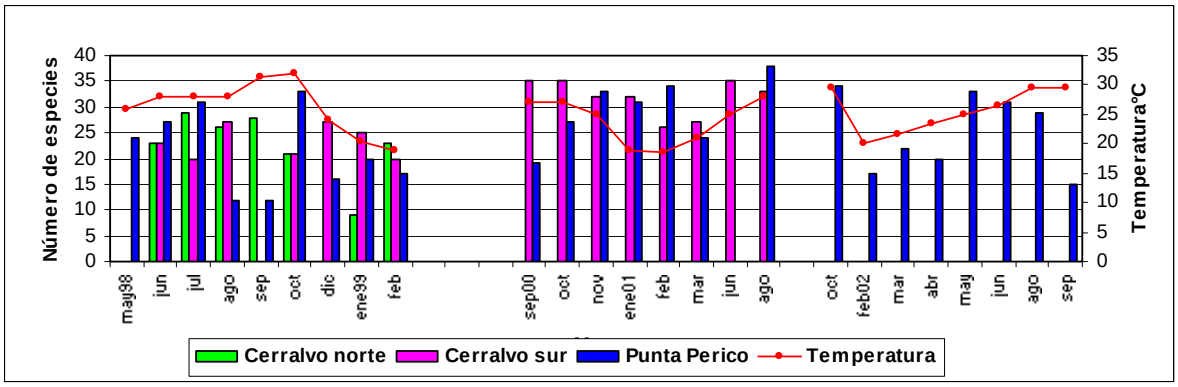

Figura 14. Distribución de la riqueza de especies de peces y de la temperatura superficial durante el período de estudio 1998-2002.

- **Abundancia de peces**

Durante el período de mayo de 1998 a febrero de 1999 encontramos que la mayor abundancia de peces en la localidad de Punta Perico durante el mes de junio, con 2 064 organismos, seguida por Cerralvo norte, también en junio con 1 998 organismos y, en Cerralvo sur durante el mes de agosto con 1 989 organismos. Las menores cantidades de peces censados se registraron en agosto en Punta Perico con 394 organismos, en Cerralvo sur en el mes de febrero con 722 organismos y, en Cerralvo norte en octubre con 861 organismos (Figura 15).

Para el período de septiembre de 2000 a agosto de 2001 el mayor número de organismos se presentó en la zona de Cerralvo sur en el mes de septiembre, con 6 676 peces y en Punta Perico en octubre con 4 744 peces. Las menores abundancias se presentaron en Punta Perico en septiembre, con 1 328 peces y en Cerralvo sur en agosto, con 1 680 peces (Figura 15).

Para el período de octubre de 2001 a agosto de 2002, el mayor número de organismos se obtuvo en Punta Perico, en octubre con 2 517 peces y el menor número en febrero con 1 074 peces (Figura 15).

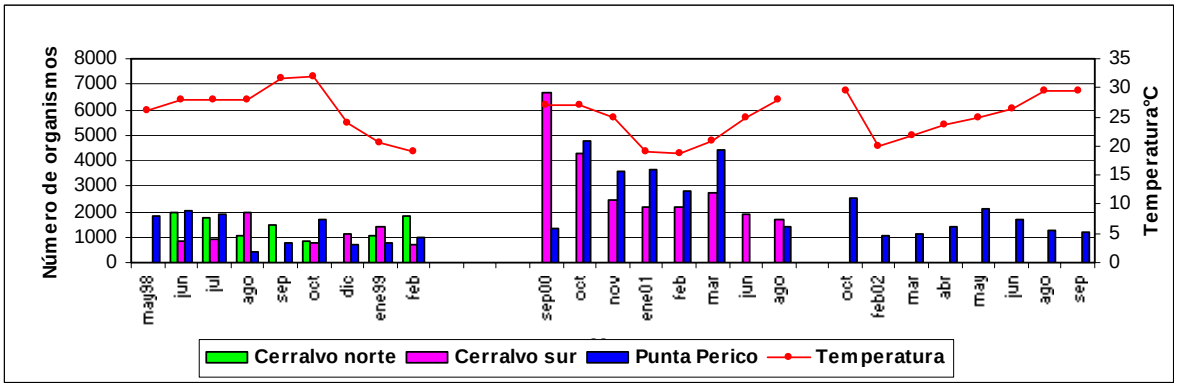

Figura 15. Distribución de las abundancias de peces por localidad y mes, y de la temperatura superficial durante el período de estudio 1998-2002.

- **Diversidad**

Para el período de 1998-1999 en la zona norte de Isla Cerralvo los valores del índice de diversidad fueron similares, de 0.7-0.8 bits/individuo, con excepción de enero que presentó el valor más bajo con 0.49 bits/individuo; en la zona sur de Isla Cerralvo los valores del índice de diversidad fueron similares, de 0.93 a 1.03 bits/individuo, con excepción de agosto que presentó 0.74 bits/individuo; en Punta Perico los valores del índice de diversidad fueron similares, de 0.86 a 0.74 bits/individuo, menos el máximo de octubre, con 0.95 bits/individuo y el mínimo de junio, con 0.63 bits/individuo (Figura 16).

En el período 2000-2001, para la zona sur de Isla Cerralvo, el mayor índice de diversidad fue de 0.95 bits/individuo en noviembre y el mínimo, en febrero, con 0.60 bits/individuo; en Punta Perico el mayor índice de diversidad fue de 1.06 bits/individuo en agosto y el mínimo valor en marzo, de 0.66 bits/individuo (Figura 16).

En el período 2001-2002, en Punta Perico, el mayor índice de diversidad se presentó en junio, con 1.07 bits/individuo, y el mínimo en septiembre, con 0.73 bits/individuo (Figura 16).

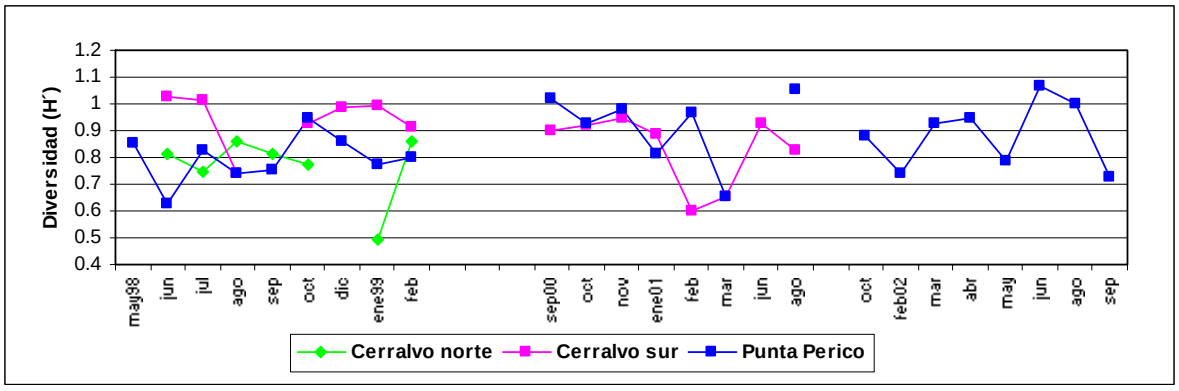

Figura 16. Distribución mensual de la diversidad de peces durante el período de estudio 1998-2002.

- **Equidad**

En el período 1998-1999, en la zona norte de Isla Cerralvo, el valor más alto en cuanto al índice de equidad fue de 0.63 en febrero, y el más bajo de 0.51 en julio y enero; en la zona sur de Isla Cerralvo, el índice de equidad mayor se registró en julio con 0.76, y el más bajo en agosto con 0.52; en Punta Perico el valor más alto se encontró en diciembre con 0.72, y el más bajo en junio con 0.44 (Figura 17).

En el período de 2000-2001, en la zona sur de Isla Cerralvo, el índice de equidad presentó el valor más alto en noviembre con 0.63, y el más bajo en febrero con 0.43, viéndose valores altos durante la mayor parte del año, a excepción de los meses de febrero y marzo; en Punta Perico el valor más alto del índice de equidad se observó en el mes de septiembre con 0.8, y el más bajo en marzo con 0.48 (Figura 17).

En el período de 2001-2002, en Punta Perico, el valor más alto del índice de equidad se presentó en el mes de abril con 0.73, y el más bajo en mayo con 0.52 (Figura 17).

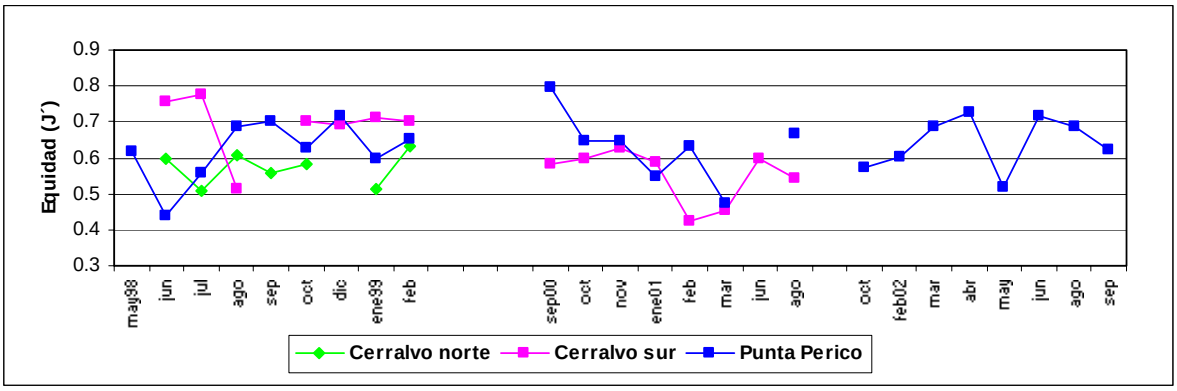

Figura 17. Distribución de la equidad durante el período de estudio 1998-2002.

7.6 Análisis de Correspondencia

Se seleccionaron aquellas especies cuyo porcentaje de abundancia fue inferior al 4% respecto al total y un porcentaje de frecuencia superior al 10%; de tal manera que se eliminaron 44 especies (Figura 18). Estos porcentajes fueron elegidos por la autora después de varios intentos con diversas proporciones. Con las 42 especies restantes (Tabla IX) se efectuaron los siguientes tratamientos de correspondencia.

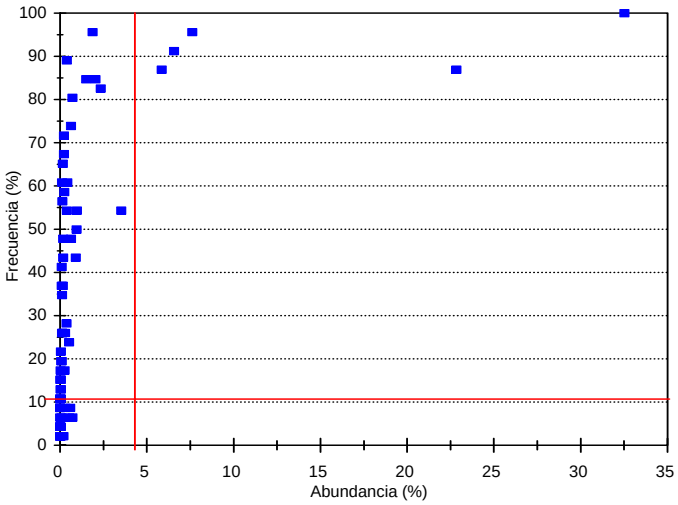

Figura 18. Relación entre la frecuencia de aparición y la abundancia de las especies de peces censadas en las tres localidades de muestreo durante el período de 1998 a 2002. Especies cuya abundancia es inferior al 4% y su frecuencia de aparición es superior al 10% (Líneas de división rojas).

Tabla IX. Especies de peces que tienen una frecuencia de aparición superior al 10% y una abundancia total inferior al 4%.

Abudefduf concolor	*Halichoeres chierchiae*	*Paranthias colonus*
Acanthurus nigricans	*Halichoeres dispilus*	*Plagiotremus azaleus*
Acanthurus triostegus	*Halichoeres nicholsi*	*Sargocentron suborbitalis*
Acanthurus xanthopterus	*Halichoeres notospilus*	*Scarus compressus*
Anisotremus interruptus	*Holacanthus passer*	*Scarus ghobban*
Arothron meleagris	*Jhonrandallia nigrirostris*	*Scarus perrico*
Bodianus diplotaenia	*Kyphosus analogus*	*Scarus rubroviolaceus*
Canthigaster punctatissima	*Kyphosus elegans*	*Serranus psittacinus*
Cirrhitichthys oxycephalus	*Lutjanus viridis*	*Stegastes flavilatus*
Cirrhitus rivulatus	*Microspathodon bairdii*	*Sufflamen verres*
Diodon holocanthus	*Microspathodon dorsalis*	*Thalassoma grammaticum*
Epinephelus labriformis	*Mulloidichthys dentatus*	*Zanclus cornutus*
Fistularia commersonii	*Mycteroperca rosacea*	
Forcipiger flavissimus	*Myripristis leiognathos*	
Haemulon sexfasciatum	*Ophioblennius steindachneri*	

Se efectuaron seis tratamientos de correspondencia. En el primero, se emplearon los datos de abundancia por mes y localidad y los resultados se presentan en la figura 19; se aprecia un gradiente temporal por años sin importar la localidad o mes de muestreo: 2002, 2001, 2000, 1999 y 1998.

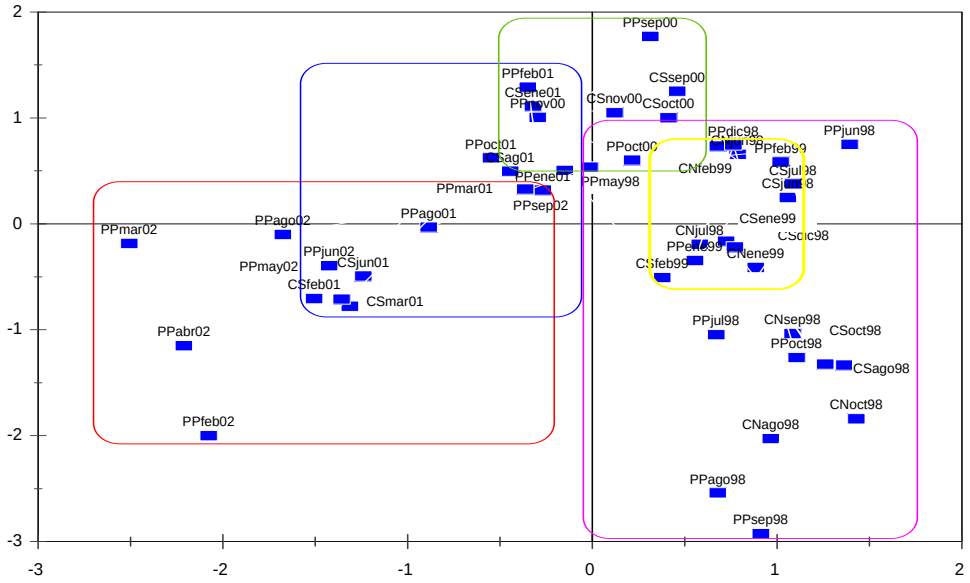

Figura 19. Análisis de correspondencias por mes y año. CN = Cerralvo norte, CS = Cerralvo sur, PP = Punta Perico.

En el segundo tratamiento de correspondencia se incorporaron los datos de abundancia de las especies seleccionadas para la época cálida, por localidades y por meses. Se aprecia un gradiente temporal por años 2002, 2001, 2000 y 1998 (Figura 20).

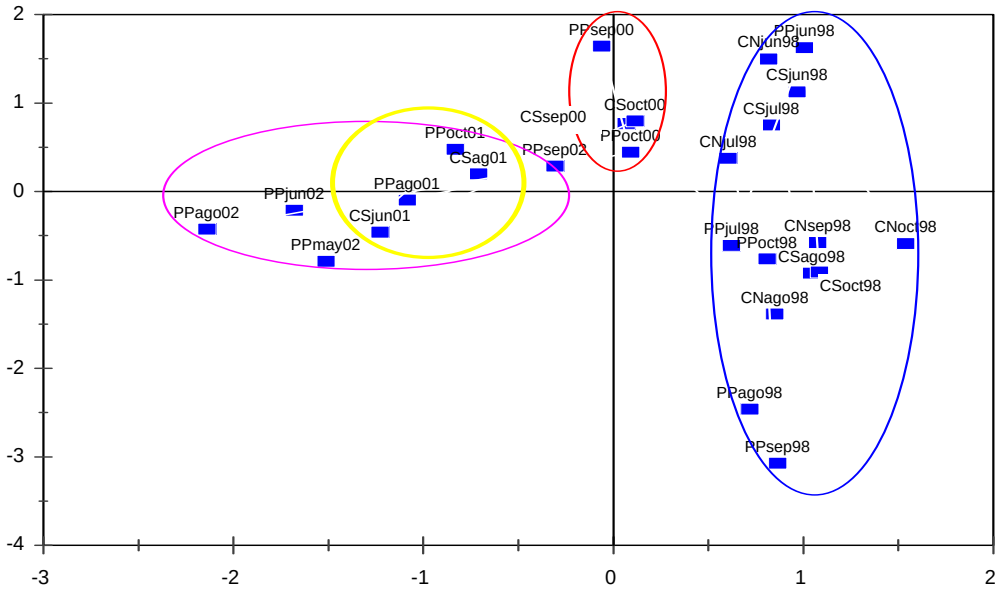

Figura 20. Análisis de correspondencias de los meses de la época cálida. CN = Cerralvo norte, CS = Cerralvo sur, PP = Punta Perico.

En un tercer tratamiento de correspondencia, se emplearon los datos de abundancia para la época fría por localidad y mes. Los meses del año 2002 aparecen con los valores más negativos del primer eje de ordenación; hacia la derecha del mismo eje aparecen los meses de 2001 y de 2000. Los años 1999 y 1998 son aquellos con valores más positivos en el primer eje, pero además tienen una dispersión sustancial sobre el segundo eje de ordenación (Figura 21).

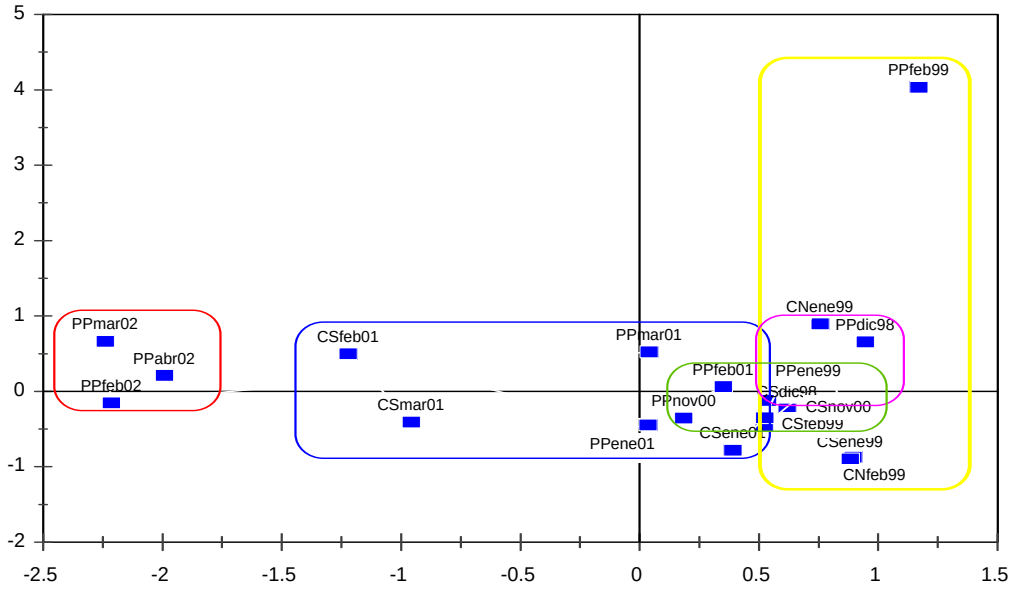

Figura 21. Análisis de correspondencias de los meses de la época fría. CN = Cerralvo norte, CS = Cerralvo sur, PP = Punta Perico.

En el cuarto tratamiento de correspondencias realizado en función de las especies, con los datos de abundancia por mes y localidad. Se obtuvieron las especies que caracterizan cada año en función de su abundancia. Así, en el lado izquierdo del primer eje de ordenación se encuentran las especies que caracterizan el año 2002: *Serranus psittacinus*, *Halichoeres dispilus*, *Acanthurus xanthopterus*, *Diodon holocanthus* y *Haemulon sexfasciatum*, junto con algunas del 2001: *Anisotremus interruptus*, *Halichoeres nicholsi* y *Scarus ghobban* y otra que se presenta tanto en 2001 como en 2002: *Halichoeres notospilus*. En el centro del primer eje de ordenación y en la parte superior del segundo eje se encuentra otra especie que caracteriza el año de 2001: *Paranthias colonus*, y *Abudefduf concolor* que se encuentra en los años 2001 y 2002. Hacia la derecha del primer eje de ordenación aparecen las especies de 1998: *Plagiotremus azaleus*, *Halichoeres chierchiae*, *Acanthurus nigricans*, *Sargocentron suborbitalis* y *Myripristis leiognathos* presentando una disperción sobre el segundo eje de ordenación. Finalmente, aparece un grupo más complejo al centro, constituido por las especies que se encuentran durante todo el periodo de estudio y que no servirían para caracterizar los años de estudio (Figura 22).

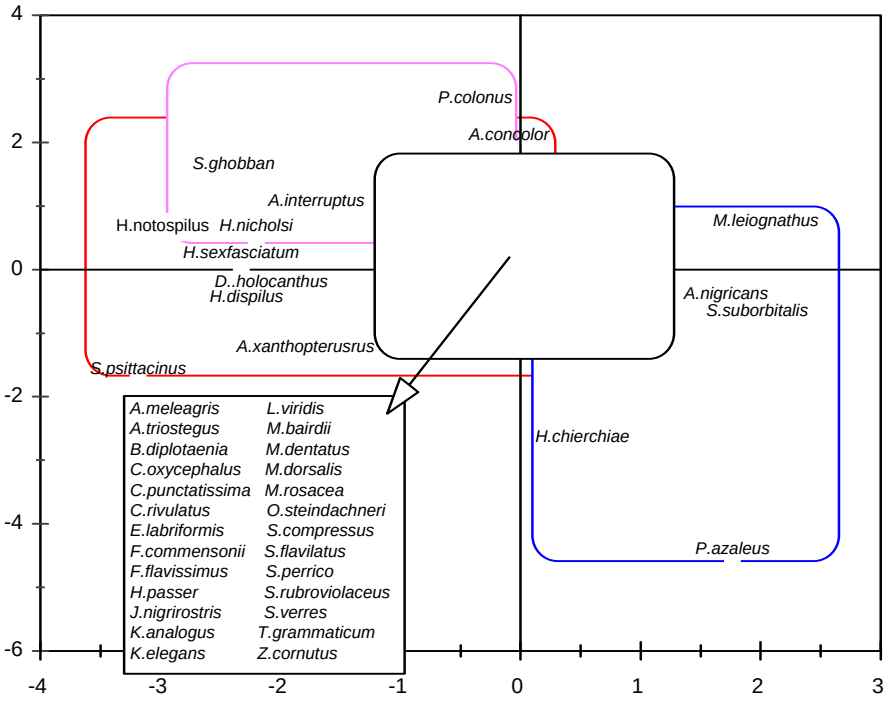

Figura 22. Análisis de correspondencias por especies de peces durante el periodo 1998-2002 (Recuadro rojo: especies abundantes en 2002; recuadro rosa: especies abundantes en 2001; recuadro azul: especies abundantes en 1998).

En el quinto tratamiento de correspondencia se incorporaron los datos de abundancia para la época cálida, por localidad y mes. Se aprecia un gradiente temporal por años (2002, 2001 y 1998), similar al descrito en el tratamiento anterior. Las especies *Serranus psittacinus*, *Halichoeres dispilus*, *Acanthurus xanthopterus Haemulon sexfasciatum* y *Diodon holocanthus* son las que caractizan el año 2002 y se encuentran en el lado izquierdo del primer eje de ordenación. Las especies *Halichoeres nicholsi*, *Scarus ghobban*, *Halichoeres notospilus* y *Paranthias colonus* caracterizan el año 2001. En el lado opuesto a las anteriores, las especies *Sargocentron suborbitalis*, *Kyphosus elegans* y *Myripristis leiognathos* caracterizan el año de 1998 y, al centro de la figura se presentan especies que se encuentran durante todo el periodo de estudio (Figura 23).

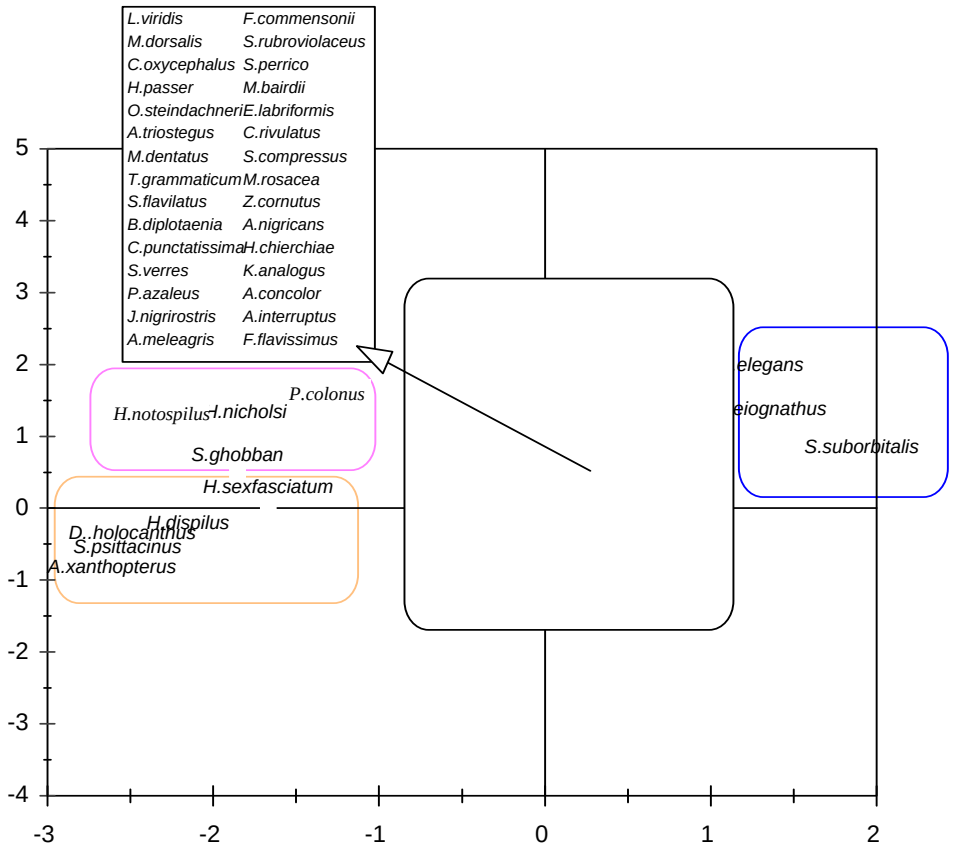

Figura 23. Análisis de correspondencias por especies de peces de los meses de la época cálida (Recuadro amarillo: especies abundantes en 2002; recuadro rosa: especies abundantes en 2001; recuadro rojo: especies abundantes en 2000; recuadro azul: especies abundantes en 1998).

En el sexto tratamiento de correspondencia, se emplearon los datos de abundancia para la época fría por localidad y mes. Las especies del año 2002 que aparecen con valores negativos en el primer eje de ordenación son: *Haemulon sexfasciatum,* y *Serranus psittacinus*. Hacia la derecha del mismo eje aparecen las especies de los años 2001 y 2000: *Cantigaster punctatissima, Scarus ghoban, Cirrhitus rivulatus, Halichoeres nicholsi*, *Diodon holocanthu,s Halichoeres dispilus, Halichoeres notospilus* y *Plagiotremus azaleus.* En el extremo opuesto con valores positivos en el primer eje de ordenación se encuentran las especies *Sargocentron suborbitalis Acanthurus triostegus*, *Lutjanus viridis* y *Myripristis leiognathos* y tienen una dispersión sustancial sobre el segundo eje de ordenación

y caracterizan el año 1999. Al centro de la figura se presentan especies que representan los años 2000, 2001, 1999 y 1998 (Figura 24).

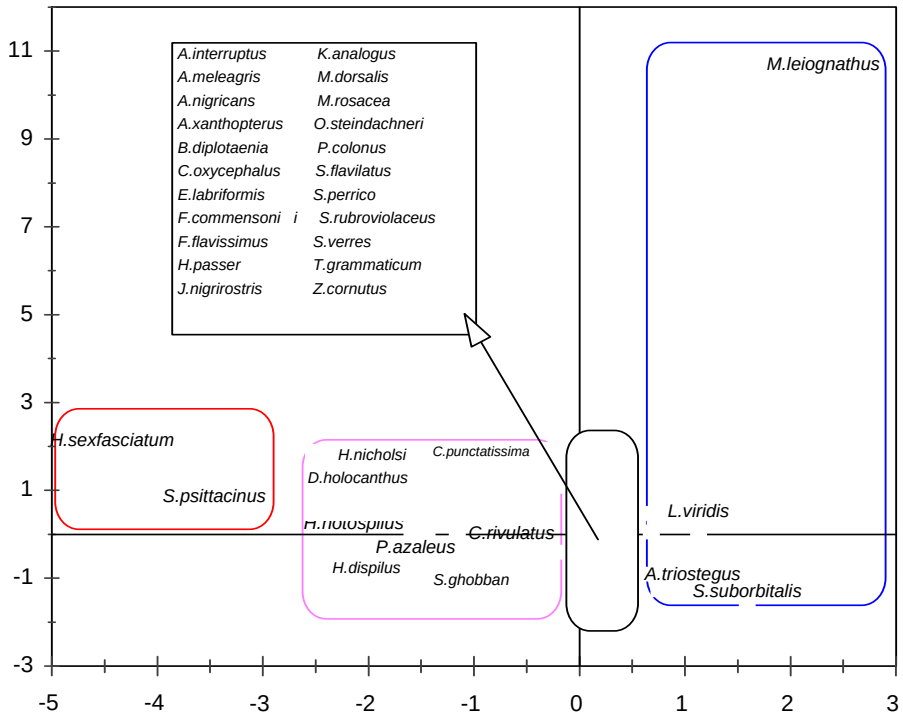

Figura 24. Análisis de correspondencias por especies de peces de los meses de la época fría (Recuadro rojo: especies abundantes en 2002; recuadro rosa: especies abundantes en 2001; recuadro azul: especies abundantes en 1998).

.

8. DISCUSIÓN

Existen diversos métodos aplicables en el estudio de peces de arrecife; se utilizan redes, explosivos, venenos (rotenona y quinaldina), marcado y censos. De entre los censos, los visuales submarinos son los más empleados, ya sea mediante la observación directa de los organismos o a través de la grabación de los peces en vídeo. English *et al*. (1997) propusieron el censo mediante observaciones directas de peces de arrecifes coralinos como el método estándar de monitoreo y evaluación. Este método consiste en realizar transectos de 50 m de largo por 5 m de ancho, nadando lentamente (con equipo SCUBA) a lo largo del mismo, anotando las abundancias de las especies observadas. Jiménez (1999) experimentó con distintas longitudes de transecto para determinar el más adecuado para la toma de datos de la abundancia y la riqueza de los peces de arrecife rocoso en la región suroeste del Golfo de California, concluyendo que el transecto de 50 m de largo por 5 m de ancho es el más adecuado. Elorduy y Jiménez (2000) contrastaron diversas técnicas de muestreo (transectos, vídeo y método estacionario de Bohnsack y Bannerot (1986)) para determinar cuál de ellas proporciona la mejor información sobre la abundancia de peces; determinaron que el censo visual propuesto por English *et al*. (1997) es el mejor método para definir las abundancias de las especies de peces y los parámetros ecológicos. Por ello, desde los primeros estudios de los proyectos de peces de arrecife realizados por el grupo de trabajo del Dr. Elorduy, y en esta investigación en particular, se decidió aplicar dicho método (Proyecto: Potencial de la Isla Cerralvo como área de reserva pesquera, Clave CGPI: 966509; Proyecto: Evaluación de la abundancia de peces de arrecife rocoso de la Isla Cerralvo, B.C.S., Clave CGPI: 980060; Proyecto: Reclutamiento de peces de arrecife mediante uso de estructuras artificiales en Ensenada de Muertos, B.C.S., México, Clave CGPI: 20010306; Tesis de Maestría de Jiménez (1999) y Trujillo (2003); así como los artículos de Elorduy-Garay y Jiménez-Gutiérrez (2000) y Arreola-Robles y Elorduy-Garay (2002)).

A partir de los 288 censos visuales de peces en los arrecifes rocosos de las localidades de estudio (Isla Cerralvo norte, Isla Cerralvo sur y Punta Perico), se determinó la presencia de 86 especies de peces conspicuos en los arrecifes rocosos a 3 m de profundidad. Esta cantidad representó el 30.6% de las especies de arrecife rocoso (281 especies) descritas por Thomson *et al*. (2000) para todo el Golfo de California, y el 49.4% de las encontradas por Galván-Magaña *et al*. (1996) en la Isla Cerralvo, mediante la aplicación de distintos métodos de captura y registro de peces (redes agalleras, palangres, arpones, ictiocidas, redes de mano y censo visual) además de una extensa revisión bibliográfica.

Tomando solamente los estudios realizados en la zona por otros autores mediante censos visuales, las 86 especies de peces observadas en este estudio suponen: 15 especies menos que las registradas por Sánchez *et al*. (1997) para el área comprendida entre las islas San Diego y Cerralvo, diez especies más que las observadas por Pérez-España *et al*. (1996) en la Isla Espíritu Santo y Cueva de León, seis especies más que las censadas por Arreola-Robles *et al*. (2002) en la Isla Espíritu Santo, 12 especies más que las catalogadas por Aburto-Oropeza *et al*. (2001) en Los Islotes, y tres especies menos que las reportadas por Jiménez (1999) en la Isla Cerralvo (puntas Norte y Sur) y Punta Perico en dos niveles de profundidad (5 m y 10 m). De acuerdo con lo mencionado anteriormente es evidente la elevada riqueza específica de peces conspicuos de arrecife rocoso de la región de estudio.

Los resultados obtenidos en esta investigación sobre la composición de especies de peces por localidad de estudio mostraron que Isla Cerralvo norte tiene una menor riqueza de especies seguida de Isla Cerralvo sur y es en Punta Perico donde se encuentra la mayor riqueza de especies, valores parcialmente semejantes a los registrados por Jiménez (1999). La mayor riqueza específica encontrada en Punta Perico en ambos estudios posiblemente se debe a que la superficie de los arrecifes rocosos de esta localidad es de mayor extensión (tanto longitudinalmente como perpendicularmente a la línea de costa) en comparación con las localidades insulares. Otra diferencia está dada por la fisiografía submarina; en Isla Cerralvo norte el fondo marino está formado principalmente por bloques de roca de pequeño a mediano tamaño y en Isla Cerralvo sur el fondo es generalmente de tipo “tepetate”; en ambas localidades hay menor número de refugios para peces y menor complejidad estructural de los arrecifes que lo observado en la localidad de Punta Perico; en esta última localidad el fondo marino está constituido por rocas de pequeño tamaño que se intercalan con zonas rocoso-arenosas, zonas formadas por tepetate y zonas con grandes bloques de roca. La menor riqueza específica encontrada en Isla Cerralvo norte a tres metros de profundidad, en comparación con lo registrado por Jiménez (1999) a 5 m y 10 m de profundidad, puede ser atribuida a la influencia del viento y el oleaje, los cuales se dejan sentir con mayor intensidad en los primeros metros de la columna de agua.

En el presente estudio 69 especies fueron comunes a las registradas por Jiménez (1999), lo que representa un 78.9% de similitud en la composición entre las comunidades de peces de 3 m con las de 5 m y 10 m de profundidad. En las tres localidades existieron 39 especies de peces comunes, lo que representa un 45.3% de similitud entre los arrecifes de las tres localidades a 3 m de profundidad; esto coincide con lo encontrado por Jiménez (1999), para las mismas localidades, pero entre 5 m y 10 m de profundidad. Aunado a lo anterior, otras 25 especies se registraron en dos de las localidades: 19 fueron comunes a Isla Cerralvo sur y Punta Perico, tres especies se vieron tanto en Isla Cerralvo norte como

en Isla Cerralvo sur, y tres especies fueron comunes a Isla Cerralvo norte y Punta Perico. Estas cifras evidenciaron la gran similitud de las comunidades de peces entre las tres localidades, lo cual concuerda con lo mencionado por Walker (1960) y Thomson *et al*. (2000) quienes establecen que los peces del área faunística de Cabo San Lucas (o área del bajo Golfo) presentan un parecido importante con la fauna insular.

El número de especies de peces que se observaron solamente en una localidad fue de 23: 9 en Isla Cerralvo sur y 14 en Punta Perico; las abundancias de estas especies fueron bajas, condiciones que las ubican como especies ocasionales en la región de estudio. Así, en Isla Cerralvo sur se registraron: *Elagatis bipinnulata, Gymnomuraena zebra, Halichoeres semicincta, Labrisomus xanti, Novaculichthys taeniourus, Stegastes acapulcoensis*, *Scarus* sp., *Synodus* sp. y *Hemiramphus* sp. Tanto *Elagatis bipinulata* como los peces del género *Hemiramphus* son especies pelágicas que viven en aguas costeras y oceánicas, *Halichoeres semicincta, Novaculichthys taeniourus* y *Synodus* sp. son especies asociadas a ambientes arenosos, que pueden ser observadas en el arrecife rocoso por la cercanía con fondos arenosos (Allen y Robertson, 1994). Las demás especies son miembros característicos de los arrecifes rocosos pero presentan frecuencia y abundancia muy bajas.

Las especies que sólo se observaron en Punta Perico fueron: *Aulostomus chinensis, Heteropriacanthus cruentatus, Trachinotus rhodopus, Chaetodon falcifer, Halichoeres melanotis, Microlepidotus inornatus, Mugil* sp., *Sphoeroides lobatus, Urotrygon rogersi, Aluterus scriptus, Echidna nebulosa, Haemulon maculicauda, Haemulon scudderi* y *Ostracion meleagris.* De ellas, *Aulostomus chinensis y Heteropriacanthus cruentatus* son especies que habitan las islas oceánicas (Allen y Robertson, 1994), por lo que su presencia podría deberse a su cercanía con la Isla Cerralvo, y a que Punta Perico presenta características oceánicas dada su cercanía con la entrada del golfo, lo que permite el establecimiento de especies procedentes de aguas tropicales del Océano Pacífico oriental (Galván-Magaña *et al*., 1996). *Trachinotus rhodopus* es una especie que forma grandes cardúmenes en zonas aledañas a la costa (De La Cruz-Agüero *et al*., 1997), *Chaetodon falcifer* se encuentra comúnmente a profundidades mayores, entre los 10 m y 12 m (Allen y Robertson, 1994), *Halichoeres melanotis, Microlepidotus inornatus, Mugil* sp., *Sphoeroides lobatus* y *Urotrygon rogersi* habitan principalmente los fondos blandos (Allen y Robertson, 1994), por lo que estas especies se consideran como visitantes ocasionales, y las especies cuyo hábitat es el arrecife rocoso y que presentaron abundancias y frecuencias bajas fueron: *Aluterus scriptus, Echidna nebulosa, Haemulon maculicauda, Haemulon scudderi* y *Ostracion meleagris* (Allen y Robertson, 1994).

En la localidad de Isla Cerralvo norte no se registraron especies exclusivas, a diferencia de lo encontrado por Jiménez (1999) entre los 5 m y 10 m de profundidad, quien describe la presencia de *Canthidermis maculatus*, *Caranx lugubris* y *Caranx melampygus*, que habitan ambientes con características oceánicas y *Heteroconger canabus* habitante típico de lugares arenosos; todas estas especies pueden ser consideradas como visitantes ocasionales, no propias de un arrecife rocoso.

La abundancia de peces por localidad de estudio presentó un comportamiento diferente al de la riqueza específica, ya que Isla Cerralvo sur fue la localidad donde se registró el mayor número de organismos; ello se debe a la presencia de grandes cardúmenes de *Prionurus punctatus* y de *Acanthurus triostegus*, peces ramoneadores no selectivos que tienden a permanecer asociados a un arrecife en particular y su incidencia se encuentra ligada a superficies rocosas horizontales (Linn-Montgomery *et al*., 1980, en Jiménez 1999). La mayoría del área muestreada en esta localidad tiene una pendiente muy suave, lo que permite mayor superficie rocosa de poca profundidad, adecuada para el establecimiento de mantos algales de los que se alimentan las especies arriba mencionadas. Otra especie con hábitos herbívoros que también presentó abundancias importantes en esta localidad fue *Stegastes rectifraenum* (Thomson *et al*. 2000), especie territorialista que prefiere fondos compuestos por rocas de tamaño mediano a pequeño, donde la cantidad de alimento sea abundante, por lo que presenta territorios menos extensos, lo que permite el establecimiento de más organismos. *Thalassoma lucasanum* que es una especie que presenta agregaciones cercanas al sustrato rocoso que se alimenta de algas, crustáceos y coral (Thomson *et al*. 2000) y *Lutjanus argentiventris* especie de hábitos carnívoros (De La Cruz-Agüero *et al*., 1997), ambas fueron abundantes en la localidad, su presencia se debe a que en los mantos de algas se desarrollan comunidades de invertebrados y peces de los cuales se alimentan.

Los valores de diversidad entre las localidades de estudio no difieren significativamente (0.9-1.1 bits/individuo). Todos ellos son mucho menores a los obtenidos por Jiménez (1999) a 5 m y 10 m de profundidad para las mismas localidades de estudio (2.6-2.8 bits/individuo); también son más bajos que los obtenidos por Arreola-Robles y Elorduy-Garay (2002) a 6 m y 12 m de profundidad para las localidades de La Gallina, El Gallo, La Ballena, Los Islotes, Las Ánimas y el “Pecio Salvatierra”(1.6-2.2bits/individuo), que los registrados por Aburto-Oropeza y Balart (2001) a 6 m y 12 m de profundidad en Los Islotes (1.6- 2.1bits/individuo) y que los obtenidos por Pérez-España *et al*. (1996) a 5 m de profundidad en tres localidades de la Isla Espíritu Santo y en Cueva de León (1.6-2.4 bits/individuo). Este hecho es de esperarse si se toma en cuenta la heterogeneidad ambiental que existe en las zonas más someras, producto de las influencias del viento, el oleaje y el grado de insolación (temperatura), lo que ocasiona un ambiente con mayores perturbaciones que permiten el establecimiento de una menor

dominancia, como lo ha definido Odum (1972). Así, Jiménez (1999) encontró, entre 5 m y 10 m de profundidad, de 8 a 11 especies que daban cuenta del 90% de la importancia relativa, mientras que a 3 m de profundidad se registraron de 12 a 14 especies con una importancia relativa acumulada similar.

De las especies mencionadas en el párrafo anterior, *Thalassoma lucasanum* y *Chromis atrilobata* son las dominantes en las tres localidades de estudio, seguidas por *Abudefduf troschelii*, *Prionurus punctatus*, *Stegastes rectifraenum* y *Lutjanus viridis*, con abundancias menores y presentes en las tres localidades, intercambiando su lugar de importancia según la localidad, el período y el año, lo que muestra que la estructura de la asociación de peces es similar en las tres localidades. *Thalassoma lucasanum* y *Chromis atrilobata* presentan un comportamiento gregario y se alimentan durante el día, aunque *Thalassoma lucasanum* se alimenta a pocos centímetros del fondo e ingiere organismos principalmente bentónicos, mientras que *Chromis atrilobata* se encuentra a media agua sobre las rocas a lo largo del día, alimentándose de organismos planctónicos. *Abudefduf troschelii* es de carácter gregario en las épocas no reproductivas y su alimentación es diurna, consumiendo principalmente plancton, aunque también se alimenta de algas e invertebrados bentónicos. *Lutjanus viridis* es un depredador nocturno, carnívoro y se alimenta principalmente de pequeños peces y cangrejos, se encuentra en cardúmenes cerca del fondo por el arrecife y prefiere profundidades entre 4.6 m y 12 m (Thomson *et al*., 2000).

La riqueza de especies de peces fue mayor en el período 2000-2001. En Punta Perico se presentaron diez especies más que en el período de 1998-1999 y cinco más que en 2001-2002, mientras que en Isla Cerralvo sur se presentaron 15 especies más que en el período 1998-1999. Tal comportamiento se asoció con las anomalías de temperatura calculadas para el período de estudio. En 2000-2001 las anomalías positivas de temperatura superficial del mar fueron relativamente bajas (1.7° C) en comparación con las registradas en 1998-1999 (anomalía de 6.7° C) y 2001-2002 (anomalía de 4.7° C), las anomalías negativas no presentaron tanta variación (de –5.3° C a -6.7° C). La diferencia observada en el número de especies se debe a la incorporación de los peces *Hyporhamphus unifasciatus, Abudefduf concolor, Diodon hystrix, Hemiramphus* sp. y *Nicholsina denticulada*, cuando las condiciones ambientales de las localidades de estudio se vieron fuertemente influenciadas por los efectos de La Niña 2000, que proporcionó condiciones favorables para que estas especies permanecieran en la región de estudio. No obstante que los valores de temperatura superficial del mar registrados durante el presente estudio no tuvieron diferencias significativas, posiblemente por el bajo número de datos, Lavin *et al*. (2003) al analizar las anomalías de temperatura superficial del Golfo de California, evidenciaron la presencia del fenómeno El Niño en 1997-1998; por su parte, García-

Márquez (2004) establece la presencia del fenómeno La Niña en 2000 (Figura 25). Todo esto corrobora que los cambios del ambiente se ven relejados en cambios de la riqueza y abundancia de las poblaciones de peces, al grado de alternar la posición de las especies dominantes entre los años analizados, como ya se mencionó previamente.

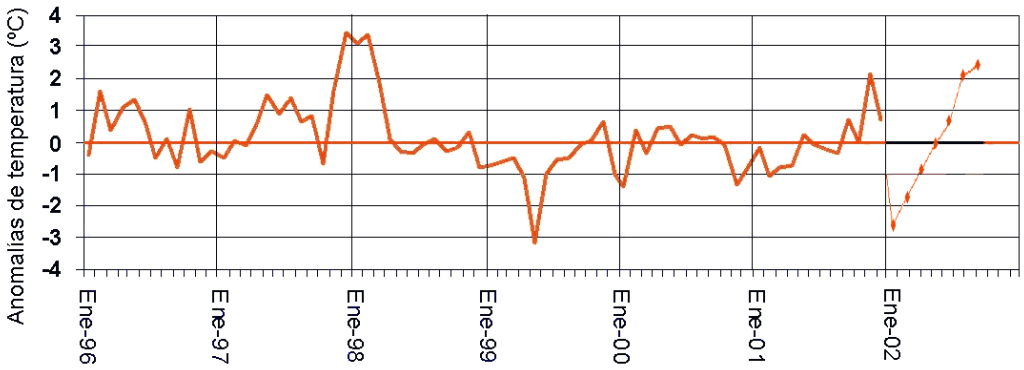

Figura 25.- Anomalías de la temperatura superficial del mar en el Golfo de California. Modificado de García Márquez (2004).

Al igual que la riqueza específica, la abundancia interanual de las especies de peces fue mayor en el período de 2000-20001 en las tres localidades de estudio (más del doble que lo registrado en los otros períodos). Aceves (2003) observó que los efectos del fenómeno El Niño de 1982-1983, se presentaron hasta un año después, manifestándose en un cambio de la distribución de las especies y de un fuerte incremento de la diversidad y la abundancia de larvas de peces y otros grupos planctónicos en el Golfo de California. Con base en lo anterior se puede considerar que el aumento de la abundancia de peces adultos en el período de 2000-2001 se atribuye a un aumento de larvas de peces ocurrido un año después de El Niño 1997-1998 (1999).

En las localidades de Isla Cerralvo sur y Punta Perico, aunque se observó el aumento tanto de la riqueza como de la abundancia en el período 2000-2001, la relación entre estas variables se mantuvo semejante a lo largo de los tres períodos, ya que los valores de la diversidad y equidad interanual no presentaron diferencias significativas. Esto se reflejó en la permanencia de *Thalassoma lucasanum*, *Chromis atrilobata*, *Abudefduf troschelii*, *Prionurus punctatus* y *Stegastes rectifraenum* como las especies más abundantes y frecuentes en los tres períodos analizados y sólo se apreciaron diferencias en las especies que siguen en orden, bien sea de abundancia, bien de frecuencia o ambas.

La riqueza específica intra-anual en Isla Cerralvo mostró un aumento relacionado con el incremento de la temperatura de la temporada cálida en los períodos de estudio. En la localidad de Punta Perico no se observó ninguna tendencia estacional en cuanto a la abundancia para el período 2000-2001. En la localidad de Isla Cerralvo norte se apreció un aumento de abundancia en la época fría del año, mientras que en la localidad de Isla Cerralvo sur el aumento de la abundancia ocurrió en la época cálida, al igual que en la localidad de Punta Perico. Dentro de cada año, los valores de diversidad no difieren significativamente. Sin embargo, en la localidad de Isla Cerralvo norte la diversidad disminuyó en enero y se recuperó en febrero; en la localidad de Isla Cerralvo sur, en el primer período se observa un aumento en la época fría y, en el segundo período, en la época cálida. En la localidad de Punta Perico la diversidad, en general, aumentó en la época cálida durante los dos primeros períodos de estudio y en el tercero de ellos no se apreció relación temporal alguna. Es interesante notar que no existió una marcada estacionalidad en cuanto a los descriptores ecológicos de la comunidad de peces entre los 0 m y 3 m de profundidad. En comparación, Pérez-España *et al*. (1996) determinaron que la riqueza y la abundancia aumentaron en la época cálida, en el área del bajo Golfo. Por su parte, Jiménez (1999) concluyó que la riqueza específica, así como la abundancia, aumentaron en la época fría del año. Los efectos de la estacionalidad en la comunidad pueden estar enmascarados por la fuerte influencia del ambiente heterogéneo que es característico de aguas poco profundas y por la variación interanual debida a la influencia del calentamiento del mar por efecto de El Niño de 1997-1998. Éste se manifiestó un año después, en el ámbito de este trabajo, presentando un cambio tanto en la composición específica como un aumento sustancial de la abundancia. Por su lado, La Niña de 2000 también modificó la composición específica de la comunidad de peces de arrecife.

En trabajos anteriores relacionados con peces de arrecife rocoso en la región del Golfo de California, en los que se han utilizado métodos multifactoriales, la variación de la abundancia de las especies de peces se encuentra relacionada con diferencias en la fisiografía de las localidades, ya que el relieve, la heterogeneidad espacial, la densidad estructural y las características del sustrato contribuyen a variar los grados de complejidad estructural (Galzin, 1987). Así se demostró en el trabajo realizado por Jiménez (1999), mediante el tratamiento de correspondencia, quien encontró una elevada heterogeneidad reflejo de la variabilidad inherente al método de muestreo y a la alta diversidad de los fondos, tanto en su composición como en su complejidad estructural, formándose dos grupos bien constituidos con un mayor parecido entre las localidades de Punta Perico e Isla Cerralvo norte, mientras que la localidad de Isla Cerralvo sur aparecía como distinta a las otras dos. Otro factor que influye en este tipo de estudios es la dinámica de las condiciones ambientales alrededor de los arrecifes (García-Charton, 1995). Así, Arreola-Robles y Elorduy-Garay (2002), empleando el tratamiento de

grupos, tomando como referencia al vecino más cercano y usando distancias euclidianas, también encontraron que las condiciones ambientales del arrecife son las causas principales para obtener una separación entre aquellos que se encuentran protegidos, con una escasa influencia de las corrientes, los vientos y el oleaje, y los ambientes expuestos a fuertes corrientes y vientos intensos que provocan fuerte oleaje, quedando además ambientes especiales que muestran una marcada separación con respecto a los otros dos.

A diferencia de lo descrito en el párrafo anterior, en el presente estudio se evidenció la división a nivel temporal; se distinguió una separación por años (2002, 2001, 2000, y 1999-1998) con algunas estaciones compartidas. Este patrón de variación se puede atribuir a que durante el año de 1998 la región de estudio se vio influenciada por el calentamiento del mar por efecto de El Niño 1997-1998 (McPhaden, 1999), cuando se presentaron las mayores anomalías positivas de temperatura, de 6.7 °C. Mientras que en el año 2000 se registraron las menores, de 1.7 °C. Una condición térmica intermedia se observó en los años 2001 y 2002. De la misma forma, las anomalías negativas de temperatura superficial del mar fueron mínimas en 1998 (-1.3 °C) y máximas en 2000 (-3.3 °C), por el efecto de La Niña que se presentó en ese año.

El desafío fundamental de la ecología es entender la respuesta de los organismos a los cambios climáticos. Al presentarse estas alteraciones en el medio físico, la habilidad para predecir las respuestas de los organismos depende del entendimiento de la dinámica y la estructura de la comunidad. Existen dos tipos de alteraciones asociadas al calentamiento del mar en las comunidades. El primero es el cambio en el ámbito de distribución de las especies, lo que altera la composición local de las asociaciones de los organismos. El segundo fenómeno, observado en el Pacífico del este, es el decremento de la abundancia en el nivel trófico de los consumidores primarios produciendo evidentes cambios en la cadena alimenticia (Holbrook *et al*., 1997). En el presente estudio se observó que algunas especies de la comunidad de peces de arrecife se ven afectadas por variaciones anuales, lo cual se evidenció con la presencia de especies o el incremento de su abundancia en un año determinado. Ello se traduce en modificaciones, tanto de la riqueza específica como de la abundancia de peces arrecifales, lo cual hace suponer la existencia de cambios en la distribución local, sin descartar la posibilidad de que estén acompañados por cambios en la trama trófica. Un indicador de estos últimos es el cambio observado en las proporciones con relación a las abundancias de las especies, que son notorias en cuanto al primer eje de ordenación de los análisis de correspondencias realizados. Así, las especies que se encuentran del lado derecho presentan una abundancia ascendente en relación con los años de 1998, 1999, 2000, 2001 y 2002, y sus mayores abundancias ocurren en el 2001 y 2002. Lo

contrario ocurre en el lado izquierdo, donde la proporción de la abundancia decrece en relación con los años, presentando las mayores abundancias en 1998 y 1999.

Como complemento y razón de lo hasta aquí expuesto, al revisar las composiciones específicas se encuentra que el año 2002 se caracterizó por el aumento considerable de la abundancia de las especies *Serranuus psittacinus*, *Halichoeres dispilus, Acanthurus xanthopterus*, *Diodon holocanthus* y *Haemulon sexfasciatum*. Mientras que en el año 2001 las especies que sobresalieron fueron *Anisotremus interruptus, Halichoeres nicholsi, Scarus ghobban* y *Paranthias colonus*. En el año 2000 fue A*budefduf concolor* la que aumentó considerablemente su abundancia, como ya se había referido. Por otra parte, las especies que se distinguieron en 1998 fueron: *Plagiotremus azaleus, Halichoeres chierchiae, Acanthurus nigricans, Sargocentron suborbitalis* y *Myripristis leiognathos.*

El análisis de la información por épocas y riqueza de especies siguió distinguiendo los mismos períodos de tiempo, denotando la separación clara del año 1998 en la época cálida con especies como *Sargocentron suborbitalis, Kyphosus elegans* y *Myripristis leiognathos*; las del año 2001: *Halichoeres nicholsi*, *Halichoeres notospilus*, *Haemulon sexfasciatum* y *Scarus ghobban*; la del 2000 *Paranthias colonus*; y en el año 2002 *Halichoeres dispilus, Diodon Holocanthus, Serranus psittacinus* y *Acanthurus xanthopterus*. En la temporada fría se distinguió el año 2002 por las especies *Haemulon sexfasciatum* y *Serranus psittacinus*; los años 2001 y 2000 por *Canthigaster punctatissima, Mulloidichthys dentatus, Scarus ghoban, Cirrhitus rivulatus Halichoeres nicholsi, Diodon holocanthus Halichoeres dispilus, Halichoeres notospilus* y *Plagiotremus azaleus*; y las especies representativas de 1999 fueron *Sargocentron suborbitalis, Acanthurus triostegus, Lutjanus viridis* y *Myripristis leiognathos*. Con base en el análisis de esta información podría inferirse un ciclo que en el presente trabajo comienza con una comunidad característica de un evento cálido (1998-1999), seguida por una comunidad característica de un año frío (2000), una de un año intermedio (2001) y una de un año en que se observa un paulatino calentamiento (2002) que de continuar podría retornar a la condición original, dado que los eventos de El Niño se consideran cíclicos con una ocurrencia irregular, pero en promedio ocurren cada cinco años con un rango de dos a siete años (Mysak, 1986).

Las variaciones que se han mencionado sobre la abundancia de las especies de peces de los ambientes rocosos de la región de estudio están claramente influenciadas por las condiciones ambientales que imperaron cada año de los estudiados. Así, se ha descrito que las poblaciones presentan oscilaciones periódicas y regulares, ordinariamente sin apartarse demasiado de cierto valor medio, relacionadas con cambios lentos de las características hidrográficas. Ante dichas características

las especies de gran extensión geográfica desarrollan poblaciones localmente adaptadas que poseen grados óptimos y límites de tolerancia referidos a las condiciones del lugar. Por ello, las variaciones de las comunidades ícticas de aguas someras estudiadas en las localidades de Isla Cerralvo norte, Isla Cerralvo sur y Punta Perico, del Bajo Golfo, no presentan cambios significativos en su estructura tanto por localidad como interanualmente ya que a estas oscilaciones se superponen fluctuaciones de mayor período como las ocasionadas por los eventos de El Niño y La Niña las cuales influyen sobre una parte de la comunidad modificando tanto la riqueza específica como la abundancia de determinadas especies.

9. CONCLUSIONES

Aunque el área que abarca el presente estudio es pequeña comparada con todo el Golfo de California, presenta una elevada riqueza específica, ya que las 86 especies encontradas suponen un 30.6% de todas las de arrecife del Golfo de California.

Al igual que en estudios previos, las especies dominantes entre 0 m y 3 m de profundidad fueron, en las tres zonas y a lo largo de los años de 1998 a 2002: *Thalasoma lucassanum, Chromis atrilobata, Abudefduf troschelii, Prionurus punctatus* y *Stegastes rectifraenum.*

La variación en los valores de diversidad y/o equidad entre las localidades, debida a las diferencias fisiográficas de las mismas, está enmascarada por la fuerte influencia del ambiente heterogéneo que es característico de aguas poco profundas.

Los análisis multivariados mostraron la gran variabilidad existente. Sin embargo, los años son distinguibles, sin importar la localidad ni el mes de muestreo. Es decir, las variaciones interanuales son más fuertes que las intra-anuales y que las espaciales.

El análisis multivariado por especies representativas (modo R) mostró que los distintos años estuvieron caracterizados por la presencia y/o abundancia de ciertos grupos especies para cada uno de ellos. Es decir, las condiciones ambientales prevalecientes cada año tienden a modificar la composición de especies de la comunidad de peces de arrecife, bien sea por presencia o por cambios de abundancia.

10. RECOMENDACIONES

Como en todo proceso científico surgen nuevas interrogantes ¿Si se continuara monitoreando la abundancia de las especies en esta zona se podrían observar ciclos? ¿Qué pasa con los organismos que forman parte de la gran abundancia registrada en periodo de 2000-2001? o ¿Por qué algunas especies de peces se encuentran en un año determinado? Para dar respuesta a estas preguntas se necesitaría:

- Continuar con este tipo de investigaciones a largo plazo para determinar patrones de distribución y abundancia de los peces que habitan los arrecifes rocosos en la región de estudio.

- Realizar estudios que aborden los aspectos biológicos de las especies de peces que habitan los arrecifes rocosos, para determinar sus preferencias en cuanto a las condiciones medioambientales así como las épocas y áreas de reproducción.

- Efectuar investigaciones a corto y mediano plazo para determinar la permanencia en las distintas etapas de vida de las especies de peces en la región de estudio.

- Se requiere la aplicación de otras metodologías de muestreo (capturas) que permitan obtener información sobre otras especies con hábitos diferentes (especies crípticas y nocturnas).

11. LITERATURA CITADA

Abitia-Cárdenas, L.A., Rodríguez-Romero, J. Galván-Magaña. F. de la Cruz-Agüero J. y H. Chávez-Ramos. 1994. Lista sistemática de la ictiofauna de Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Ciencias Marinas, 20(2):159-181.

Aburto-Oropeza, M. y E. F. Balart. 2001. Comunity structure of reef fish in several habitats of a rocky reef in the Gulf of California. SZN Marine Ecology, 22(4): 283-305.

Aceves M.G. 2003. Grupos de larvas de peces recurrentes en la costa occidental de Baja California sur y región central del Golfo de California. Tesis de Doctorado, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S., México, 133pp.

Allen, G.R. y D. R. Robertson. 1994. Fishes of the tropical Eastern Pacific. University of Hawaii Press. USA. 332 pp.

Alvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. En Ketchum, B.H. (Ed.) Estuaries and enclosed seas. Elsevier. Publishing Co. New York. 26: 427-449.

Arreola , J.L. 1998. Diversidad de peces de arrecife en la región de La Paz, B.C.S., México. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S., México 76 pp.

Arreola-Robles, J. L. y J. F. Elorduy-Garay. 2002. Reef diversity in the region of La Paz, Baja California Sur, México. Bulletin of Marine Science, 70(1): 1-18.

Balart, E. F., J. L. Castro-Aguirre, D. Aurioles-Gamboa, F. García-Rodríguez y C. Villavicencio-Garayzar. 1995. Adiciones a la ictiofauna de Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Hidrobiología. 5(1-2):79-85.

Bohnsack, J.A. y S.C. Bannerot. 1986. A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes, NOAA Technical Report, NMFS, 41: 15 pp.

Bourillon-Moreno, L., A. Cantú, F. Ecardi, E. Lira, J. Ramírez, E. Velarde y A. Zavala. 1991. Islas del Golfo de California. UNAM, México. 292pp.

Briggs, J. C. 1974. Marine zoogeography. McGraw-Hill Book Co., New York, 475p.

Castro- Aguirre J. L., 1983. Aspectos zoogeográficos de los elasmobranquios mexicanos. An. Esc. Cienc. Biol., México 27:77-94.

Castro- Aguirre J. L., Balart, E. F. y J. Arvizu- Martínez. 1995. Contribución al conocimiento del origen y distribución de la ictiofauna del Golfo de California, México. Hidrobiológica. 5(1-2): 57-78.

Chávez, H. 1986. Bibliografía sobre los peces del Golfo de California. Investigaciones Marinas. CICIMAR, núm. esp. 1:267pp.

De La Cruz-Agüero, J., M. Arellano-Martínez, V. M. Gómez y G. De La Cruz-Agüero. 1997. Catálogo de peces marinos de Baja California Sur. Instituto Politécnico Nacional – Centro Interdisciplinario de

Ciencias Marinas, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, La Paz, B.C.S., México. 341 pp.

Elorduy, G. J. F. y G. S. V. Jiménez. 2000. Metodología para el estudio de los peces de arrecife. En Aburto, O. O y Sánchez, O. C. A. 2000. Recursos Arrecifales del Golfo de California. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 72-82.

Emilsson I. y M. A. Alatorre. 1997. Evidencias de un remolino ciclónico de mesoescala en la parte sur del Golfo de California. Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía No. 3, Capítulo 7, Unión Geofísica Mexicana. 173-182.

English, S., C. Wilkinson y V. Baker. 1997. Survey Manual For Tropical Marine Resourses. Australian Institute of Marine Science, Townsville. 390 pp.

Fisher, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. FAO Vols II y III, Roma, FAO. Vol. II: 647-1200 y Vol. III: 1201-1813.

Galván-Magaña F., Abitia-Cárdenas L. A., Rodríguez-Romero J., Pérez-España H. y H. Chávez-Ramos. 1996. Lista sistemática de los peces de Isla Cerralvo, Baja California Sur, México. Ciencias Marinas, 22(3): 295-311.

Galzin, R. 1987. Structure of fish communities of french polinesian coral reefs. I Spatial scales. Marine Ecology Progress Series, 41:129-136

García-Charton, J.A. 1995. Relaciones con el habitat y factores ambientales que determinan la estructura espacial del poblamiento ictiológico de los fondos rocosos infralitorales del mediterraneo occidental. Memorias de grado de Licenciatura. Universidad de Murcia. España. 143pp.

García Márquez, E.M. Cartografía y climatología de la tyemperatura superficial del mar en el Golfo de California (1996-2001). 2004. (http:/www.seaspace.com/images/news/11tscanppts/ Garcia_Erik_Marquez_golfoprenfinfin.ppt)

Goodson, G. 1988. Fishes of the Pacific coast. Stanford University Press. 267 pp.

Gotshall, D.W. 1998. Sea of Cortez marine animals. Sea Challenger. 110 pp.

Gotshall, D.W. 2001. Pacific coast inshore fishes. Sea Challenger. 117 pp.

Holbrook, S.J., Schmit, R.J. and Stephens J.S. 1997. Changes in assemblage of temperate reef fishes associated with a climate shift. Ecological Applications, by The Ecological Society of America. 7(4). 1299-1310

Jiménez, S. V. 1999. Abundancia y estructura comunitaria de peces de arrecife rocoso en la zona de Isla Cerralvo, B. C. S., México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S., México, 91 pp.

Jordan, D. S. y B. W. Evermann. 1896-1900. The fishes of North and Middle America: a descriptive catalogue of the species of fish-like vertebrales found in the waters of North America, north of the Isthmus of Panama. Part 1-IV. Bull. U. S. Nat. Mus. XLVII: 1313 pp.

Jordan, D. S. y C.H. Gilbert. 1881. List of fishes collected by Lieut. Henry E. Nichols, U. S. N. In the Gulf of California, with descriptions of four new species. Proc. U. S. Nat. Mus., 4:273-279.

Krebs, C. J. 2000. Ecología: Estudio de la distribución y abundancia. 2ª Ed. Oxford University Press. México. 753pp.

Lavín, M. F., E. Beier y A. Badan. 1997. Estructura Hidrográfica y Circulación del Golfo de California: Escalas estacional e interanual. Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía No. 3, Capítulo 7, Unión Geofísica Mexicana. 141-171.

Lavín, M. F., E. Palacios-Hernández y C. Cabrera. 2003. Sea surface temperature anomalies in the Gulf of California. Geofísica Internacional, Vol. 42, Núm. 3, 363-375.

Ludwing, J. A. y J. F. Reynolds. 1988. Statistical ecology: A primer on methods and computing. John Wiley and Sons. 337pp.

Margalef, R. 1980. Ecología. Ed. Omega, S.A., Barcelona, España, 951pp.

Marinone, S. G. y M. F. Lavín, 1997. Mareas y Corrientes Residuales en el Golfo de California. Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía No. 3, Capítulo 6, Unión Geofísica Mexicana. 113-139.

McPhaden, M. J. 1999. Genesis and evolution of the 1997-98 El Niño. Scence, Vol. 283. 950-954.

Mysac, L. A. 1986. El Niño interannual variability and fisheries im the northeast Pacific Ocean. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43, 1986: 464-497.

Nava S. E. 1994 Sedimentología de la cuenca San Juan de los Planes Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B. C. S., México, 166pp.

Nelson, J. S. 1994. Fishes of the world. Jhon Wiley and sons,Inc. New York. 600pp.

Odum E.P. 1972. Ecología. Ed Interamericana. México D.F. 3er. Ed. 639pp.

Ortuño, M. G., Mendoza-Vargas L., Piña E. R., y N. E. García-Nuñez. 2000. Distribución geográfica de peces marinos de ornato en el Golfo de California, empleando la regionalización establecida por el Instituto Nacional de la Pesca. VII Congreso Nacional de Ictiología. México, D.F., 250-252.

Pérez-España, H., F. Galván-Magaña y L. A. Abitia-Cárdenas. 1996. Variaciones temporales y espaciales de la estructura de la comunidad de peces de arrecifes rocosos del Suroeste del Golfo de California, México. Ciencias Marinas. 22(3): 273-294.

Sánchez Ortíz, C., Arreola Robles J.L., Aburto Oropeza O. y M. Cortés Hernández 1997. Peces de arrecife de la región de La Paz, B.C.S., en La Bahía de La paz. Investigación y Conservación. Urbán R.J. y M. Ramirez R. (Eds.) U.A.B.C.S. PRONATURA.

Thomson, D. y M. Guilligan. 1983. The rocky-shore Fishes, 98-129. En: Case, T.J. y M.L. Cody (Eds.). Island Biogeography in the Sea of Cortez. University of California Press, 234pp.

Thomson, D.A., L.T. Findley y A.N. Kerrstich. 2000. Reef fishes of the Sea of Cortez. University of Texas Press, 353 pp.

Trujillo O. 2003. Reclutamiento de peces de arrecife en Isla Cerralvo y Punta Perico, B. C. S., México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B. C. S., México, 84pp.

Walker, B.W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. Systematic Zoology, 9(3): 123-133.

ANEXO 1

Tabla A.- Abundancia total y relativa por años en Cerralvo norte.

Especie	1998	%	1999	%
Chromis atrilobata	1970	31.83	570	29.94
Thalassoma lucasanum	1818	29.37	369	19.38
Abudefduf troschelii	585	9.45	367	19.28
Stegastes rectifraenum	374	6.04	29	1.52
Prionurus punctatus	53	0.86	300	15.76
Lutjanus viridis	277	4.48	44	2.31
Chromis alta	183	2.96	0	0.00
Ophioblennius steindachneri	130	2.10	46	2.42
Mulloidichthys dentatus	116	1.87	6	0.32
Holacanthus passer	81	1.31	33	1.73
Cirrhitichthys oxycephalus	79	1.28	25	1.31
Sargocentron suborbitalis	62	1.00	15	0.79
Thalassoma grammaticum	64	1.03	11	0.58
Plagiotremus azaleus	73	1.18	0	0.00
Microspathodon dorsalis	47	0.76	3	0.16
Sufflamen verres	33	0.53	11	0.58
Acanthurus nigricans	36	0.58	0	0.00
Acanthurus triostegus	15	0.24	16	0.84
Jhonrandallia nigrirostris	10	0.16	13	0.68
Kyphosus elegans	23	0.37	0	0.00
Kyphosus analogus	14	0.23	8	0.42
Halichoeres chierchiae	22	0.36	0	0.00
Paranthias colonus	0	0.00	20	1.05
Stegastes flavilatus	19	0.31	0	0.00
Bodianus diplotaenia	6	0.10	8	0.42
Fistularia commensonii	12	0.19	0	0.00
Epinephelus labriformis	11	0.18	0	0.00
Microspathodon bairdii	11	0.18	0	0.00
Hypsoblennius brevipinnis	11	0.18	0	0.00
Cirrhitus rivulatus	8	0.13	2	0.11
Arothron meleagris	5	0.08	4	0.21
Scarus perrico	7	0.11	2	0.11
Scarus compressus	5	0.08	0	0.00
Canthigaster punctatissima	5	0.08	0	0.00
Halichoeres dispilus	5	0.08	0	0.00
Stethojulis bandanensis	5	0.08	0	0.00
Chaetodon humeralis	2	0.03	0	0.00
Scarus rubroviolaceus	2	0.03	0	0.00
Hoplopagrus guntheri	2	0.03	0	0.00
Lutjanus novemfasciatus	2	0.03	0	0.00
Mycteroperca rosacea	2	0.03	0	0.00
Diodon holocanthus	0	0.00	2	0.11
Zanclus cornutus	1	0.02	0	0.00
Serranus psittacinus	1	0.02	0	0.00
Gymnothorax castaneus	1	0.02	0	0.00
Haemulon sexfasciatum	1	0.02	0	0.00

Tabla B.- Abundancia total y relativa por años en Cerralvo sur.

Especie	1998	%	1999	%	2000	%	2001	%
Thalassoma lucasanum	1329	27.70	533	30.65	2838	25.13	6638	45.32
Chromis atrilobata	1250	26.05	312	17.94	3652	32.33	3034	20.71
Prionurus punctatus	467	9.73	92	5.29	964	8.53	763	5.21
Stegastes rectifraenum	466	9.71	117	6.73	820	7.26	428	2.92
Abudefduf troschelii	83	1.73	200	11.50	405	3.59	394	2.69
Lutjanus viridis	90	1.88	0	0.00	606	5.37	181	1.24
Microspathodon dorsalis	149	3.11	116	6.67	378	3.35	82	0.56
Cirrhitichthys oxycephalus	79	1.65	30	1.73	261	2.31	253	1.73
Holacanthus passer	117	2.44	32	1.84	154	1.36	208	1.42
Lutjanus argentiventris	4	0.08	0	0.00	0	0.00	490	3.35
Acanthurus triostegus	169	3.52	41	2.36	80	0.71	203	1.39
Ophioblennius steindachneri	76	1.58	49	2.82	300	2.66	22	0.15
Mulloidichthys dentatus	20	0.42	0	0.00	31	0.27	282	1.93
Scarus ghobban	0	0.00	3	0.17	59	0.52	228	1.56
Paranthias colonus	0	0.00	0	0.00	74	0.66	206	1.41
Halichoeres dispilus	5	0.10	0	0.00	6	0.05	249	1.70
Stegastes flavilatus	18	0.38	3	0.17	148	1.31	78	0.53
Thalassoma grammaticum	79	1.65	23	1.32	56	0.50	70	0.48
Canthigaster punctatissima	21	0.44	0	0.00	11	0.10	181	1.24
Sufflamen verres	44	0.92	8	0.46	51	0.45	79	0.54
Bodianus diplotaenia	24	0.50	22	1.27	44	0.39	63	0.43
Sargocentron suborbitalis	60	1.25	92	5.29	0	0.00	0	0.00
Scarus rubroviolaceus	23	0.48	0	0.00	4	0.04	69	0.47
Hyporhamphus unifasciatus	0	0.00	0	0.00	90	0.80	0	0.00
Myripristis leiognathos	50	1.04	0	0.00	15	0.13	8	0.05
Fistularia commensonii	15	0.31	0	0.00	34	0.30	23	0.16
Microspathodon bairdii	35	0.73	27	1.55	5	0.04	4	0.03
Elagatis bipinnulata	0	0.00	0	0.00	65	0.58	0	0.00
Kyphosus elegans	10	0.21	2	0.12	32	0.28	6	0.04
Halichoeres notospilus	0	0.00	9	0.52	0	0.00	40	0.27
Scarus compressus	0	0.00	0	0.00	14	0.12	31	0.21
Scarus perrico	24	0.50	3	0.17	8	0.07	10	0.07
Plagiotremus azaleus	37	0.77	0	0.00	0	0.00	5	0.03
Epinephelus labriformis	5	0.10	7	0.40	13	0.12	17	0.12
Cirrhitus rivulatus	4	0.08	5	0.29	14	0.12	18	0.12
Arothron meleagris	5	0.10	2	0.12	15	0.13	18	0.12
***Hemiramphus* sp.**	0	0.00	0	0.00	0	0.00	40	0.27
Zanclus cornutus	1	0.02	2	0.12	2	0.02	21	0.14
Abudefduf concolor	0	0.00	0	0.00	21	0.19	4	0.03
Serranus psittacinus	0	0.00	0	0.00	0	0.00	24	0.16
***Caranx* sp.**	0	0.00	0	0.00	4	0.04	20	0.14
Kyphosus analogus	2	0.04	3	0.17	0	0.00	17	0.12
Acanthurus nigricans	9	0.19	0	0.00	0	0.00	12	0.08
Nicholsina denticulata	0	0.00	0	0.00	0	0.00	20	0.14
Halichoeres nicholsi	0	0.00	0	0.00	3	0.03	15	0.10
Acanthurus xanthopterus	0	0.00	0	0.00	1	0.01	16	0.11
Jhonrandallia nigrirostris	1	0.02	5	0.29	4	0.04	5	0.03
Mycteroperca rosacea	4	0.08	0	0.00	0	0.00	10	0.07
Cephalopolis panamensis	0	0.00	0	0.00	3	0.03	8	0.05

Tabla B.- Continuación.

Especie	1998	%	1999	%	2000	%	2001	%
Anisotremus interruptus	0	0.00	0	0.00	0	0.00	10	0.07
***Scarus* sp.**	0	0.00	0	0.00	0	0.00	9	0.06
Diodon holocanthus	0	0.00	0	0.00	0	0.00	9	0.06
Haemulon sexfasciatum	0	0.00	0	0.00	2	0.02	6	0.04
Halichoeres chierchiae	7	0.15	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Pseudobalistes naufragium	0	0.00	0	0.00	0	0.00	6	0.04
Lutjanus novemfasciatus	6	0.13	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Labrisomus xanti	5	0.10	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Diodon hystrix	0	0.00	0	0.00	1	0.01	4	0.03
Stegastes acapulcoensis	0	0.00	0	0.00	0	0.00	4	0.03
Halichoeres semicincta	0	0.00	0	0.00	0	0.00	4	0.03
Hypsoblennius brevipinnis	3	0.06	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Gymnothorax castaneus	0	0.00	1	0.06	2	0.02	0	0.00
Forcipiger flavissimus	0	0.00	0	0.00	2	0.02	0	0.00
Synodus lacertinus	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.01
Muraena lentiginosa	0	0.00	0	0.00	1	0.01	0	0.00
Balistes polylepis	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.01
Arothron hispidus	0	0.00	0	0.00	1	0.01	0	0.00
Hoplopagrus guntheri	1	0.02	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Pomacanthus zonipectus	1	0.02	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Novaculichthys taeniourus	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.01
Gymnomuraena zebra	0	0.00	0	0.00	1	0.01	0	0.00

Tabla C.- Abundancia total y relativa por años en Punta Perico.

Especie	1998	%	1999	%	2000	%	2001	%	2002	%
Thalassoma lucasanum	2314	31.87	601	53.71	1814	29.03	4314	35.50	1693	38.96
Chromis atrilobata	1757	24.20	40	3.57	992	15.88	2817	23.18	163	3.75
Abudefduf troschelii	614	8.46	77	6.88	708	11.33	925	7.61	630	14.50
Prionurus punctatus	502	6.91	45	4.02	169	2.70	1085	8.93	246	5.66
Stegastes rectifraenum	353	4.86	57	5.09	559	8.95	435	3.58	307	7.07
Cirrhitichthys oxycephalus	392	5.40	85	7.60	145	2.32	153	1.26	60	1.38
Lutjanus viridis	139	1.91	9	0.80	475	7.60	125	1.03	2	0.05
Microspathodon dorsalis	152	2.09	40	3.57	207	3.31	268	2.21	26	0.60
Holacanthus passer	174	2.40	28	2.50	135	2.16	205	1.69	119	2.74
Microlepidotus inornatus	0	0.00	0	0.00	0	0.00	600	4.94	15	0.35
Ophioblennius steindachneri	93	1.28	28	2.50	120	1.92	138	1.14	12	0.28
Halichoeres dispilus	12	0.17	0	0.00	16	0.26	95	0.78	261	6.01
Hyporhamphus unifasciatus	0	0.00	0	0.00	300	4.80	0	0.00	0	0.00
Acanthurus triostegus	6	0.08	7	0.63	220	3.52	39	0.32	10	0.23
Thalassoma grammaticum	90	1.24	29	2.59	22	0.35	65	0.53	13	0.30
Scarus ghobban	0	0.00	0	0.00	30	0.48	110	0.91	69	1.59
Stegastes flavilatus	49	0.67	9	0.80	47	0.75	71	0.58	26	0.60
Mulloidichthys dentatus	22	0.30	0	0.00	49	0.78	25	0.21	79	1.82
Canthigaster punctatissima	64	0.88	2	0.18	6	0.10	5	0.04	94	2.16
Bodianus diplotaenia	21	0.29	6	0.54	31	0.50	80	0.66	20	0.46
Paranthias colonus	0	0.00	0	0.00	7	0.11	132	1.09	7	0.16
Jhonrandallia nigrirostris	22	0.30	2	0.18	63	1.01	50	0.41	7	0.16
Plagiotremus azaleus	122	1.68	0	0.00	0	0.00	4	0.03	2	0.05
Arothron meleagris	26	0.36	1	0.09	18	0.29	43	0.35	14	0.32
Diodon holocanthus	2	0.03	1	0.09	3	0.05	38	0.31	47	1.08
Haemulon scudderi	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	90	2.07
Sufflamen verres	25	0.34	7	0.63	15	0.24	26	0.21	8	0.18
Myripristis leiognathos	50	0.69	28	2.50	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Scarus rubroviolaceus	28	0.39	2	0.18	7	0.11	29	0.24	10	0.23
***Mugil* sp.**	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	70	1.61
Fistularia commensonii	12	0.17	0	0.00	14	0.22	33	0.27	9	0.21
Halichoeres notospilus	0	0.00	0	0.00	0	0.00	37	0.30	31	0.71
Scarus compressus	2	0.03	0	0.00	20	0.32	40	0.33	3	0.07
Chromis alta	57	0.79	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Mycteroperca rosacea	14	0.19	2	0.18	8	0.13	18	0.15	7	0.16
Serranus psittacinus	0	0.00	0	0.00	4	0.06	3	0.02	41	0.94
Scarus perrico	11	0.15	3	0.27	3	0.05	13	0.11	16	0.37
***Caranx* sp.**	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	43	0.99
Zanclus cornutus	10	0.14	0	0.00	11	0.18	22	0.18	0	0.00
Epinephelus labriformis	8	0.11	7	0.63	1	0.02	11	0.09	11	0.25
Microspathodon bairdii	16	0.22	0	0.00	0	0.00	13	0.11	8	0.18
Sargocentron suborbitalis	33	0.45	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Cirrhitus rivulatus	3	0.04	0	0.00	5	0.08	9	0.07	13	0.30
Halichoeres chierchiae	12	0.17	0	0.00	0	0.00	6	0.05	7	0.16
Halichoeres nicholsi	0	0.00	0	0.00	11	0.18	9	0.07	3	0.07
Haemulon maculicauda	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	23	0.53
Hoplopagrus guntheri	18	0.25	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Haemulon sexfasciatum	0	0.00	0	0.00	0	0.00	6	0.05	10	0.23

Tabla C.- Continuación

Especie	1998	%	1999	%	2000	%	2001	%	2002	%
Abudefduf concolor	0	0.00	0	0.00	2	0.03	11	0.09	0	0.00
Anisotremus interruptus	0	0.00	0	0.00	0	0.00	8	0.07	4	0.09
Nicholsina denticulata	0	0.00	0	0.00	0	0.00	12	0.10	0	0.00
Acanthurus xanthopterus	2	0.03	0	0.00	0	0.00	0	0.00	10	0.23
Forcipiger flavissimus	4	0.06	0	0.00	1	0.02	4	0.03	0	0.00
Balistes polylepis	6	0.08	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Diodon hystrix	0	0.00	0	0.00	3	0.05	3	0.02	0	0.00
Ostracion meleagris	1	0.01	1	0.09	0	0.00	3	0.02	1	0.02
Acanthurus nigricans	5	0.07	0	0.00	0	0.00	1	0.01	0	0.00
Stethojulis bandanensis	6	0.08	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Kyphosus elegans	2	0.03	2	0.18	0	0.00	1	0.01	0	0.00
Chaetodon humeralis	0	0.00	0	0.00	4	0.06	0	0.00	0	0.00
Lutjanus argentiventris	4	0.06	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Cephalopolis panamensis	0	0.00	0	0.00	1	0.02	2	0.02	0	0.00
Pseudobalistes naufragium	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.02	1	0.02
Kyphosus analogus	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3	0.02	0	0.00
Aluterus scriptus	0	0.00	0	0.00	2	0.03	1	0.01	0	0.00
Muraena lentiginosa	3	0.04	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Aulostomus chinensis	1	0.01	0	0.00	0	0.00	1	0.01	0	0.00
Halichoeres melanotis	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.02
Echidna nebulosa	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.01	0	0.00
Urotrygon rogersi	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.02
Trachinotus rhodopus	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.02
Chaetodon falcifer	1	0.01	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Pomacanthus zonipectus	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.01	0	0.00
Heteropriacanthus cruentatus	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.01	0	0.00
Sphoeroides lobatus	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.02