



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS
DEPARTAMENTO DE PESQUERÍAS Y BIOLOGÍA MARINA**



DIVERSIDAD DE PECES DE ARRECIFE EN LA REGIÓN DE LA PAZ, B.C.S., MÉXICO.

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS**

PRESENTA:

B.M. JOSÉ LUIS ARREOLA ROBLES

DIRECTOR: Dr. JUAN FELIX ELORDUY GARAY

CONTENIDO

Glosario	I
Resumen	II
Lista de tablas	III
Lista de figuras	IV
1 Introducción	1
I Marco de referencia.....	1
II Antecedentes	3
III Justificación	6
2 Objetivo	9
I Objetivos particulares	9
3 Área de estudio	10
4 Metodología	15
5 Resultados	24
I Diferencias entre arrecifes.....	24
A Composición de especies.....	24
B Pruebas estadísticas.....	26
C Variaciones entre arrecifes	26
i Número de especies	26
ii Abundancia	27
iii Índices ecológicos	29
iv Estructura de la comunidad de peces (especies dominantes)	32
v Afinidad de ambientes	41
a) Arrecifes protegidos	41
b) Arrecifes expuestos	41
c) Arrecifes especiales	41
II Diferencias entre épocas del año	42
A Cambios en el número de especies	42
B Abundancia	43
C Índices ecológicos	44
D Estructura de la comunidad	47
III Variación por nivel de profundidad	48
A Cambios en el número de especies	48
B Abundancia	49
C Índices ecológicos	50
D Especies dominantes en los diferentes niveles de profundidad	51
6. Discusión	53
7. Conclusiones	71
8. Recomendaciones	72
9. Bibliografía	74

GLOSARIO

ARRECIFE: Ecológicamente un arrecife es cualquier estructura sumergida que provee de un **sustrato** duro para el crecimiento de vida marina.

DIVERSIDAD: Es la medida derivada de la combinación del número de especies con la abundancia relativa en un área determinada.

ENDÉMICO: Restringido a una región en particular.

EQUITATIVIDAD: Abundancia uniformizada de un conjunto de especies. La equitatividad es grande cuando las especies tienen la misma abundancia.

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD: Es el orden de importancia particular en el que se encuentra alguna unidad ecológica en un área determinada.

I.V.B.: Índice propuesto por Sanders (1960), el cual determina los valores de importancia de las especies de una comunidad definida, de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia y a su abundancia.

PECES DE ARRECIFE: Según Thomson et al. (1979), los peces de arrecife son aquellos que su vida está intimamente relacionada a superficies rígidas, con el propósito de alimentarse, protegerse y reproducirse.

PECIO: Fragmento de la nave que ha naufragado o porción de lo que ella contiene.

RIQUEZA ESPECÍFICA: Número de especies presentes en un área determinada.

TRANSECTO: Línea recta de una determinada longitud y anchura que sirve de referencia para delimitar un área, se utiliza en trabajos ecológicos.

LISTA DE TABLAS

Tabla I.	Lista de especies de peces de arrecife registrados durante los recorridos de los transectos visuales de 10 minutos (el orden de la lista según Allen y Robertson, 1994), (PE=Pecio Salvatierra; GA=La Gallina ; GO=El Gallo ; BA=La Ballena ; IS=Los Islotes ; AN=Las Animas). I = presencia en el arrecife.	24
Tabla II	Resultados de la prueba de Tukey para las diferencias entre el número de especies entre los arrecifes ($\alpha = 0.05$). Los valores subrayados son aquellos que presentaron un valor significativo.	26
Tabla III	Resultados de la prueba Tukey para las abundancias entre los arrecifes ($\alpha = 0.05$). Los valores subrayados son aquellos que presentaron un valor significativo.	28
Tabla IV	Valores de la prueba de ANDEVA aplicados para detectar la variación entre arrecifes del total de resultados, así como para los dos niveles de profundidad ($\alpha = 0.05$).	29
Tabla V	Resultado de la prueba de Tukey para determinar los pares de islas que presentan diferencias significativas con respecto a los índices ecológicos ($\alpha = 0.05$). Los valores subrayados son aquellos que presentaron un valor significativo.	29
Tabla VI	Resultado de las diferentes pruebas del índice de valor biológico para cada uno de los arrecifes de la región de La Paz. (CAL = Calificación del IVB; IVB = Valor de IVB; ABT= Valor de abundancia; C.A. = Calificación de la abundancia).	34
Tabla VII	Valores de las pruebas de ANDEVA realizadas sobre los diferentes índices ecológicos para determinar el efecto de las épocas del año en el total de los datos y para cada uno de los niveles de profundidad 6 y 12 m.	45
Tabla VIII	Valores de la prueba de ANDEVA aplicados para detectar la variación entre arrecifes del total de resultados, así como para los dos niveles de profundidad. Los números subrayados son aquellos con una diferencia significativa.	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Localización geográfica de los arrecifes que se visitaron para determinar la diversidad de peces de arrecife en la región de La Paz.	11
Figura 2.	Número de especies acumuladas durante los transectos de 20 minutos donde se observa la tendencia asintótica.	18
Figura 3.	Variación del número de especies por arrecife durante los transectos visuales en la región de La Paz durante 1995.	27
Figura 4.	Variación de la abundancia de peces de arrecife durante los transectos visuales en la región de La Paz durante 1995.	28
Figura 5.	Variación del índice de diversidad de Shannon (H') en los diferentes arrecifes de la región de La Paz durante 1995.	30
Figura 6.	Variación del índice de equitatividad en los diferentes arrecifes de la región de La Paz durante 1995.	31
Figura 7.	Resultado de la prueba de IVB donde se detectaron las 20 especies dominantes en los seis arrecifes de la región de La Paz durante el año de 1995.	32
Figura 8.	Variación de las especies de acuerdo a su importancia conforme a las calificaciones del IVB, para los ambientes protegidos en las islas de La Gallina, El Gallo y La Ballena.	38
Figura 9.	Variación de las especies de acuerdo a su importancia, conforme a las calificaciones del IVB, para los ambientes expuestos de Los Islotes y Las Animas.	39
Figura 10.	Variación de las especies de acuerdo a su importancia, conforme a las calificaciones del IVB, para el arrecife artificial del Pecio Salvatierra.	40
Figura II.	Agrupamiento de los tres ambientes usando el valor de distancia euclidiana número dos; para el análisis se utilizaron todos los casos y sólo se representa la localización de algunos de ellos con las iniciales de los arrecifes: PE = Pecio Salvatierra, GA = La Gallina, GO = El Gallo, BA = La Ballena, IS = Los Islotes, AN = Las Ánimas.	42

Continuación.. .

Figura 12.	Variación del número total de especies durante las diferentes épocas del año en los arrecifes de la región de La Paz durante 1995.	43
Figura 13.	Variación de la abundancia de peces de arrecife en las diferentes épocas del año en los arrecifes de la región de La Paz durante 1995.	44
Figura 14.	Relación de la temperatura con la abundancia a lo largo del año de muestreo en los transectos realizados en la región de La Paz.	45
Figura 15.	Efecto de las épocas del año sobre los índices .	46
Figura 16.	Variación de las especies de acuerdo a su importancia conforme a las calificaciones del IVB para las diferentes épocas del año.	48
Figura 17.	Variación en el número de especies para los dos niveles de profundidad utilizados en los arrecifes de la región de La Paz durante 1995.	49
Figura 18.	Variación en la abundancia de peces de arrecife para los dos niveles de profundidad utilizando en los transectos hechos en los arrecifes de la región de La Paz durante 1995.	50
Figura 19.	Variación en el IVB de las veinte especies más importantes en los dos niveles de profundidad en los arrecifes de la región de La Paz.	52

1. INTRODUCCIÓN

I. MARCO DE REFERENCIA

El conjunto ictico de arrecife del Golfo de California cuenta con aproximadamente 271 especies (Thomson et al., 1979). Este gran **acervo** permite que dicho cuerpo de agua sea citado en la literatura como uno de los lugares más particulares e interesantes para el estudio de la diversidad y biogeografía dentro del Océano Pacífico oriental. Ello se debe a que existe gran similitud con la ictiofauna correspondiente de Perú, norte y centro de Chile, así como la de las islas Marías, Revillagigedo, Cocos y del archipiélago de las Galápagos (**Castro-Aguirre** et al., 1995). Además, la elevada diversidad de peces en general, que alcanza un registro de más de 800 especies, lo hace comparable con lugares como Hawaii, Bahamas y Florida (Walker, 1960; Thomson et al., 1979).

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 geología de la región; a diferencia del Mar Caribe o las islas del Indo-Pacífico donde se encuentran los arrecifes coralinos. El ambiente rocoso es común en las más de 100 islas e islotes que se encuentran dentro de este gran cuerpo de agua (Thomson et al., 1979; Thomson y Gilligan, 1983).

Las estructuras de las comunidades de peces de arrecife son consideradas como de las más complejas y variables en el mundo. Esto se debe a la variedad de oportunidades que ofrecen los ambientes arrecifales (profundidad, **sustrato** para protección, fuentes de alimento, variaciones de temperatura, entre otros), para el desarrollo de los peces (Anderson et al., 1981; Williams, 1982; Williams, 1986; Anderson et al., 1989; **DeMartini** et al., 1989; **Reese**, 1991).

El Golfo de California no es la excepción a esta condición, muchos de los trabajos realizados sobre la ictiofauna de los arrecifes rocosos en la zona han demostrado la variación en la diversidad de especies y su abundancia a lo largo de las costas y de las islas que conforman este “mar mediterráneo”. Una de las razones por la que probablemente se presente esta variación es la gran extensión ~~de costa~~ en la que se encuentran diferentes gradientes de temperatura en las distintas épocas del año debido a la diferencia de latitud (Walker, 1960). Además, se presentan diversas condiciones **fisiográficas** en los arrecifes que permiten el poblamiento de fauna particular para cada uno de ellos. Otra fuente de variación es la situación biogeográfica del Golfo, en el que confluye fauna tanto de las aguas templadas de la corriente de California como fauna panámica de origen tropical; además se puede encontrar un elevado número de organismos que provienen del Indo-Pacífico (Walker, 1960; Thomson et al., 1979; Thomson y Gilligan, 1983; Castro - Aguirre et al., 1995).

Por las características antes mencionadas y las diferencias entre la ictiofauna se han propuesto tres grandes zonas para el Golfo: alto, medio y bajo. En la primera

zona se encuentran pocas especies de peces de arrecife, están sujetas a temperaturas templadas y fluctuaciones en su diversidad a lo largo del año. Los peces que se encuentran en la zona del golfo medio son de características más tropicales, típicos de la fauna panámica, los gradientes de temperatura son más estables ya que no existen los cambios estacionales que se presentan en la parte Norte. La zona baja del Golfo se caracteriza por una elevada riqueza en especies de peces de arrecife, entre las que se encuentran algunas provenientes del Indo-Pacífico que se mezclan con la fauna local de tipo panámico, la temperatura mantiene un nivel tropical casi todo el año (Walker, 1960; Thomson et al., 1979).

II. ANTECEDENTES

Los estudios de las comunidades de peces de arrecife en el mundo se pueden representar por trabajos como los de Ehrlich (1975), Thresher (1980), Lowe-McConnell (1987) y Sale (1991). Éstos toman en cuenta aspectos generales del origen, distribución mundial, taxonomía, ecología, relaciones interespecíficas e intraespecíficas, así como de alimentación, reproducción y patrones de conducta.

Los estudios de diversidad de peces de arrecife se han realizado principalmente en ambientes de tipo coralino, como Australia, el Mar Rojo y el Mar Caribe. En estos trabajos se presenta la organización y estructura de la comunidad de peces por medio del estudio de la diversidad, abundancia y distribución en el arrecife, utilizando índices ecológicos. De estos trabajos destacan los de Clarke (1977), Gladfelter y Gladfelter (1978), Gladfelter et al. (1980), Anderson et al. (1981), Williams (1982). Phillips y

Perez-Cruet (1984), Russ (1984), Williams (1986), Anderson et al. (1989), DeMartini et al. (1989), Reese (1991) y Gladfelter et al. (1992). Trabajos sobre la relación de la estructura del arrecife con la comunidad de peces son los de Choat y Aylíng (1987), Roberts y Ormond (1987) y García - Charton (1995).

Entre los estudios hechos en el Golfo de California sobre la ictiofauna de arrecife destacan los trabajos descriptivos de la diversidad de las especies que se encuentran asociadas a las zonas costeras, tomando en cuenta la distribución y biogeografía de los peces de arrecife (Steinbeck y Ricketts, 1941; Walker, 1960; Brusca y Thomson, 1975; Molles, 1978; Thomson et al., 1979; Gotshall, 1982; Thomson y Gilligan, 1983; Allen y Robertson, 1994); **trabajos** más detallados sobre la fauna de Cabo Pulmo ~~los presenta~~ Villareal (1988); Abitia-Cárdenas *et al.* (1994) elaboraron un listado de la ictiofauna en la Bahía de La Paz; Castro-Aguirre et al. (1995) hicieron un análisis del origen biogeográfico de la ictiofauna característica del Golfo de California. Una contribución al conocimiento de los peces que habitan en la Bahía de La Paz fue presentado por Balart et al. (1995). Un trabajo sobre las variaciones en la comunidad de peces de arrecife rocoso lo presentan Pérez-España et al. (1996). Por ultimo un listado más sobre los peces de arrecife que incluye lugares como el Bajo y la isla de Las Animas es presentado por Sánchez et al. (1997). Trabajos **correspondientes** a los estudios de conducta alimenticia y asociaciones interespecíficas y biología de los peces de arrecife en el Golfo han sido desarrollados por varios autores, como Hobson (1968) que describe la conducta depredatoria de algunos peces de las costas en el Golfo de California. Strand (1977) presenta su tesis

doctoral basada en estructura comunitaria de los peces de arrecife en el Golfo de California; el mismo Strand (1988) presenta las asociaciones interespecíficas de los peces de arrecife rocoso del Golfo de California.

Bermúdez y García (1985), presentan un trabajo sobre los hábitos alimenticios de los peces de arrecife en la Bahía de La Paz; basados en este trabajo, Bermúdez et al. (1993) hacen un análisis sobre los hábitos alimenticios y las adaptaciones evolutivas de los peces de arrecife en la Bahía de La Paz.

Trabajos realizados para las especies de la familia Pomacanthidae en particular son presentados por autores como Reynolds y Reynolds (1977) donde describen los hábitos ~~alimenticios~~ del ángel de cortez *Pomacanthus zonipectus* y el ángel rey *Holacanthus passer*; Pérez-España (1994) realiza un trabajo exhaustivo sobre la dieta de las especies de peces ángel en una zona cercana a La Paz; otro trabajo sobre la dieta del ángel rey *Holacanthus passer*, fue hecho por Aburto-Oropeza (1997), en donde destaca por primera vez para este pez el carácter de coprofágico; otro trabajo enfocado en el ángel rey fue desarrollado por Arreola-Robles (1997), presentando las variaciones de distribución y abundancia en la isla de Los Islotes. Un estudio de reproducción del ángel rey *Holacanthus passer* y del ángel del cortez *Pomacanthus zonipectus* es presentado por Arellano-Martínez (1997).

En los últimos años se han desarrollado estudios sobre el crecimiento de la actividad humana, turística y comercial en las **zonas** de arrecifes y el efecto que se

causa por estas operaciones sobre la fauna de los arrecifes; además, se abarcan aspectos de control y manejo de estos arrecifes. De este tipo de trabajos figuran los de Ferry y Kohler (1987) y Polunin y Roberts (1993) en el Mar Caribe; Hawkins y Roberts (1993) en el Mar Rojo. Además, existen antecedentes de la explotación que se realiza sobre las especies de ornato en diferentes partes del mundo (Moe, 1978; Derr, 1992).

III. JUSTIFICACIÓN

Los diferentes tipos de fauna de las tres zonas en las que se ha dividido el Golfo de California se encuentran bien caracterizados. Sin embargo, no se han efectuado trabajos con una escala menor, en los que se describan detalles de comunidades **ícticas** en puntos geográficos particulares, como la Bahía de La Paz. Además, la mayoría de los estudios sobre ictiofauna de arrecife rocoso se han basado en especies de tipo **críptico**, dejando fuera a las especies conspicuas y características de los arrecifes. En particular, en la Bahía de La Paz la información de tipo ecológico es escasa, ya que los datos existentes se basan en información descriptiva de las especies de peces colectadas u observadas en diferentes trabajos; un compendio de estos registros lo presentan Abitia-Cárdenas et al. (1994) y Sánchez et al. (1997).

Actualmente la fauna de peces de arrecife, sobre todo en las islas cercanas a la Bahía de La Paz, presenta interés económico en dos campos; el primero es la captura de peces denominados de ornato, que en la Bahía de La Paz ha sido desarrollada desde la década de los setentas, desprovista de los conocimientos y el control necesario para llevar a cabo una explotación que no cause daño considerable al

ambiente, sobre todo en los arrecifes que son particularmente frágiles a cualquier tipo de explotación. En la actualidad se han suspendido los permisos de pesca de ornato tanto en la Bahía de La Paz, como en el **país**; sin embargo, existen fuertes presiones para que se vuelvan a proporcionar **dichos** permisos. En el segundo campo, se ubica el ecoturismo, ya que la Bahía de La Paz es considerada un sitio muy cotizado para desarrollar actividades de campismo, buceo, vela, remo en **kayak**, entre otras. Esto se ha podido lograr gracias a los atractivos naturales que existen en torno a las islas. Una de las actividades de mayor importancia es **el** buceo en los arrecifes; esta actividad deja importantes cantidades de divisas en varias ramas vinculadas a los servicios **de** turismo (Anónimo, 1993).

El estudio de la diversidad y abundancia de las comunidades de peces de arrecife, en relación con los factores físicos y biológicos del ambiente donde se desarrollan, son importantes para el conocimiento de la dinámica y manejo apropiado de este tipo de peces (Sale, 1991). Por ello, se propone la elaboración de trabajos de estas características en las islas de la región de La Paz, con la finalidad de satisfacer las necesidades de conocimiento para los diversos intereses que se han generado sobre el tema y, posiblemente, recomendar el aprovechamiento adecuado de los recursos que se encuentran en los arrecifes de la zona, destacando en especial los peces de ornato.

La elaboración del presente trabajo permite cubrir la información de carácter **ecológico** que hasta el momento no se ha desarrollado en los peces de arrecifes

rocosos en la Bahía de La Paz y, además, será un comparativo entre los trabajos de listados taxonómicos realizados con anterioridad, anexando información de las variaciones espacio temporales de la comunidad de peces.

2. OBJETIVO

- Estimar la diversidad y abundancia de la ictiofauna de arrecife rocoso de las diferentes islas de la región de La Paz, con el fin de encontrar posibles variaciones en su composición a lo largo de un año.

I. OBJETIVOS PARTICULARES

- Realizar un listado de las especies **ícticas** de arrecife que se encuentran en las islas estudiadas.
- Determinar los **índices** ecológicos de riqueza de Margalef, diversidad y abundancia de Simpson y Shannon-Weaver, así como el de equitatividad de la comunidad de peces de **arrecife** en las islas de la región de La Paz.
- Definir las especies de importancia para cada arrecife mediante el **índice** de valor biológico (IVB), con lo que se pretende caracterizar la comunidad de peces de arrecife en cada isla.
- Definir, mediante análisis estadísticos, la variación y los posibles factores que afecten estos cambios en los **índices** de diversidad y abundancia de las especies de peces de arrecife en cada isla.

3. ÁREA DE ESTUDIO

La Bahía de La Paz es un cuerpo de agua semiprotegido, considerado el más grande del Golfo de California, con una superficie aproximada de 2,000 Km². Se localiza entre los 24° 10' 00" y 24° 47' 00" N, y los 110° 18' 00" y 110° 47' 00" W. En esta bahía y sus alrededores se encuentran varias islas, localizadas en su parte oriental. Existen dos islas grandes, la Isla Espíritu Santo e Isla San José; en sus cercanías existen otras de menor tamaño (en total ocho), de las cuales se escogieron cinco para el estudio (La Gallina, El Gallo, La Ballena, Los Islotes y Las Ánimas). Además, existen otras tres islas pequeñas en la costa Sur de la bahía (Fig. 1).

Todas las islas de la Bahía de La Paz presentan en sus costas arrecifes de tipo rocoso, que normalmente son enormes bloques de piedra. Cada isla presenta diferentes condiciones oceanográficas, como son: corrientes, exposición al oleaje, inclinación de sus costas y aporte de nutrientes. Esta variedad de condiciones se debe a las diferencias de la situación geográfica en la que se encuentran. En cada una de las islas se desarrolla la fauna característica de estos ambientes, como son esponjas, equinodermos, moluscos, crustáceos y peces. Éstos encuentran el **sustrato** apropiado que les ofrece alimentación, superficies adecuadas para actividades de tipo reproductivo y **refugio**. A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de los arrecifes visitados.

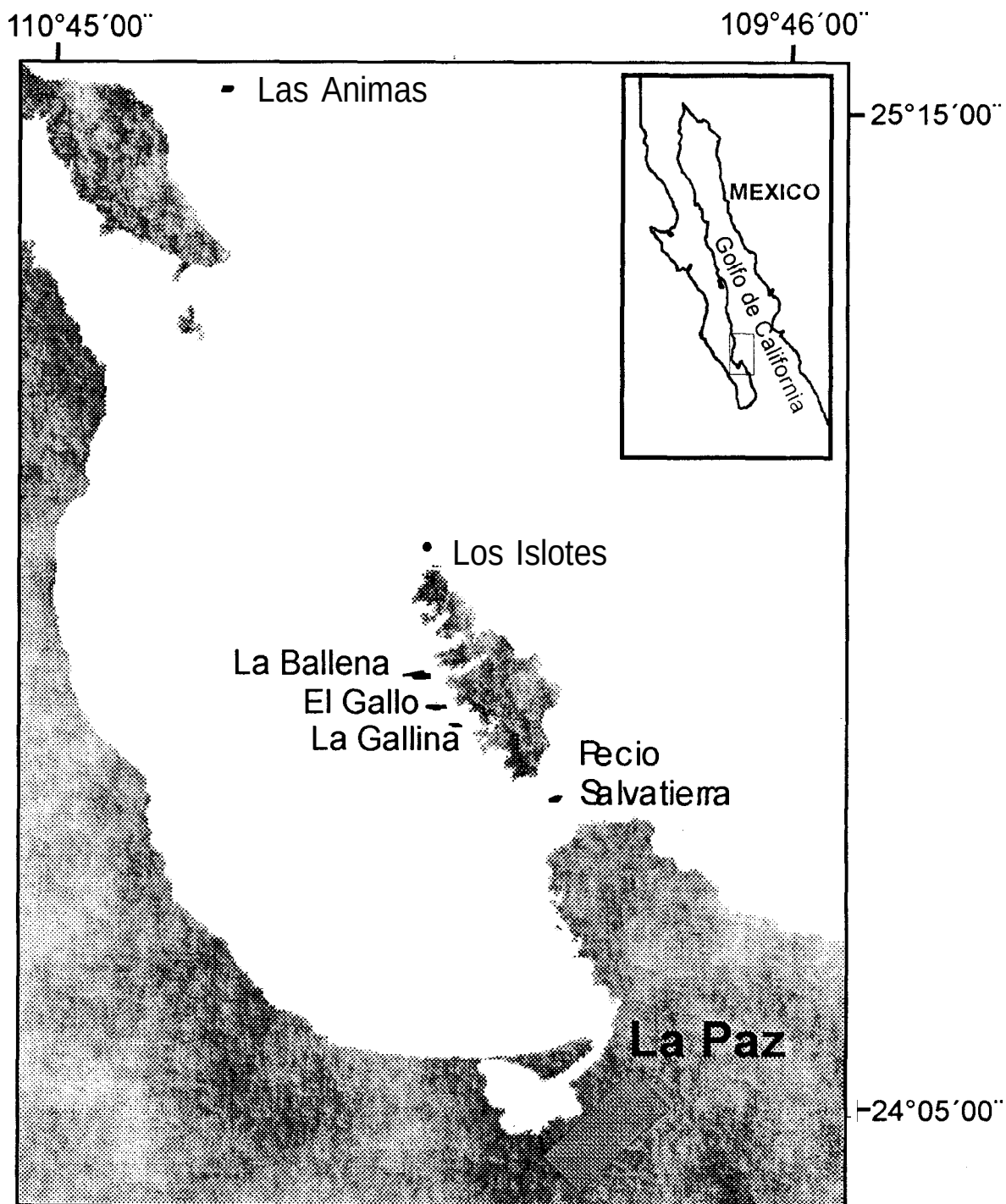


Figura 1.- Localización geográfica de los arrecifes que se visitaron para determinar la diversidad de peces de arrecife en la región de La Paz.

i. **PECIO SALVATIERRA:** Es un barco hundido (fue uno de los barcos del tipo transbordador que prestaba servicio entre La Paz y Mazatlán), con una antigüedad de 21 años; actualmente forma un arrecife artificial que consiste en las placas metálicas de las diferentes cubiertas con las que contaba el barco, así como de grandes bóvedas formadas por los compartimentos que no fueron comprimidos por el impacto del barco con el fondo. Se encuentra cubierto por gran cantidad de algas y coral negro *Anthipates galapagensis*. La profundidad a la que se encuentra es de **20** metros, pero la estructura principal se encuentra a 15 m. El barco se encuentra en el canal de San Lorenzo; en este sitio siempre existen corrientes bastante fuertes cuya dirección e intensidad dependen del ciclo de mareas.

ii. **ISLA GALLINA:** Es una pequeña isla con un perímetro de **558.7 m**, donde se forma un arrecife rocoso conformado por rocas de cantos rodados de 20 a 50 cm de diámetro. En esta isla las corrientes son mínimas, además se encuentra protegida de los vientos dominantes por la isla más grande de la zona que es la Espíritu Santo. El arrecife se extiende hasta unos 30 metros de la línea de costa de la isla y tiene una profundidad máxima de 12 m, el borde del arrecife está rodeado por una vasta zona arenosa.

iii. **ISLA GALLO:** Es 'muy parecida a la anterior, en estructura del arrecife, condiciones de corrientes y exposición al viento. Sin embargo, el tamaño es mayor, su perímetro es de **1,300.8 m**; además, la profundidad máxima del arrecife no excede los siete metros y su extensión no es mayor de los 20 m a partir de la línea de costa.

iv. **ISLA BALLENA:** es la tercera isla del conjunto de islas con condiciones de protección por la isla Espíritu Santo. Es la más grande de las islas al oeste de la Isla Espíritu Santo, su perímetro es de 3,314.9 m. El arrecife es ligeramente diferente, presentando, además de las rocas antes mencionadas, unas de mayor tamaño que llegan a medir hasta tres metros de diámetro. Sobre éstas se desarrollan pequeñas algas que son consumidas por una gran cantidad de peces.

v. **LOS ISLOTES:** son un par de rocas que tienen un perímetro de 439.1 m la primera y la segunda de 750.7 m; se encuentran en la parte más norteña de la isla Espíritu Santo. Presentan dos caras, una que da hacia un canal y la otra expuesta a mar abierto. Las corrientes en los extremos de la isla son bastante intensas y continuas. El arrecife varía en su conformación desde un ~~muro vertical~~ que desciende hasta los 12 m, o pendientes suaves formadas por canto rodado y grandes bloques de roca de unos cinco metros. Esta variedad de ambientes ofrece una serie de grietas, huecos y cavernas que son utilizados como refugio de muchas especies de peces. Además del arrecife rocoso también se presentan esporádicamente corales blandos que aumentan los refugios para peces. El arrecife de Los Islotes es considerado como grande ya que se extiende unos 70 m a partir de la línea de costa. La profundidad máxima del arrecife llega a los 40 m, sin embargo, la isla está rodeada por una zona arenosa que alcanza profundidades mayores.

vi. **LAS ÁNIMAS:** esta isla se encuentra al Noreste de la Isla San José. Es una gran roca cuadrada de aproximadamente 200 m por lado, que emerge del mar, por lo que

presenta muros verticales desde la superficie hasta unos 60 metros de profundidad. En el muro se encuentran condiciones de refugio muy semejantes a las de Los Islotes. También se encuentra una mayor densidad de corales blandos. La extensión del arrecife es de 50 m, pero la profundidad es de 60 m hasta llegar a fondo arenoso, lo que provoca una pendiente muy inclinada.

4. METODOLOGÍA

No **existe** una metodología establecida para el estudio de las comunidades de peces de arrecife en el mundo; sin embargo, la técnica más utilizada es la de transectos y recuentos visuales de peces. Existen varios trabajos sobre comparación de metodología para el estudio de peces de arrecife, destacando los de Bohnsack y Bannerot (1986), Fowler (1987), Smith (1988) y Parker *et al.* (1994).

La identificación de las especies durante los recorridos bajo el agua fue visual. La certeza del método se logró ya que se tuvo un entrenamiento previo por parte del observador, que consistió en realizar las siguientes actividades. Primero se tomaron las guías fotográficas de peces para la zona (Thomson *et al.*, 1979; Ghotshall, 1982; Allen y Robertson, 1994), posteriormente se procedió a memorizar las especies de acuerdo a su forma y coloración, aprovechando que los peces de arrecife tienen como principal característica la presencia de colores y patrones particulares, lo cual, los diferencia **unos** de otros; este proceso de aprendizaje tuvo una duración de dos meses.

El segundo paso consistió en realizar ensayos en los arrecifes, en donde se efectuaban recorridos registrando las especies, en un principio sólo fueron los nombres y conforme se tomó experiencia se anexaron registros de abundancia: este paso fue el más largo y tomó un año.

El tercer paso del entrenamiento fue la corroboración de las identificaciones. Esta se **llevó** a cabo de varias formas, una de ellas fue recolectar los organismos con vida por medio de redes o sustancias anestésicas. Los organismos recolectados, eran de esta forma comparados con las fotografías de los libros. Una segunda alternativa fue el tomar fotografías o vídeo de los organismos, para después en el laboratorio comparar los organismos con los libros ictiofaunísticos de la zona.

El entrenamiento, provee al observador de una precisión en la identificación cercana al **100%**, en especies conspicuas del arrecife. Sin embargo, se **presentaron** algunas dudas durante los muestreos, sobre todo en familias problemáticas como son los miembros de las familias Hemulidae, Labridae y Scaridae. Este problema, se **resolvió** de dos formas: recolectando organismos o por medio de las **imágenes** de vídeos o fotografías, resultando en identificaciones positivas todos los registros.

Se realizaron visitas estacionales a los sitios de muestreo, durante los meses de febrero, mayo, agosto y noviembre de 1995. Los puntos de muestreo que se escogieron son las islas que se encuentran cerca de la ciudad de La Paz, La Gallina, El Gallo, La Ballena, Los Islotes, Las Ánimas y el arrecife artificial del Pecio Salvatierra (Fig. 1). Estos puntos se seleccionaron por ser los de mayor interés para las actividades de pesca y turismo mencionadas en la justificación, además de estar consideradas dentro del programa de monitoreo estacional de las islas de la Bahía de La Paz, por parte del proyecto "Fauna Arrecifal".

El trabajo de campo, consistió en realizar transectos visuales paralelos a la costa; estos comprendieron recorridos de 10 minutos, donde un observador con equipo de buceo autónomo, se mantuvo realizando un nado constante en una sola dirección y cuyas observaciones se limitaron a la visión horizontal que tuvo sin tomar en cuenta organismos por arriba o abajo del nivel en el que se encontraba. Durante el tiempo que duraron los transectos, las especies y el número de organismos de cada una de las especies que se observó en el recorrido se registraron en una tabla de acrílico.

Los transectos, se efectuaron en cada localidad en dos niveles de profundidad, a 6 y 12 metros (con excepción del Pecio Salvatierra y El Gallo, en el que sólo se registraron datos en un solo nivel, a 12 m y 6 m respectivamente). El uso de dos niveles permitió detectar variaciones en el plano vertical. La selección de estas profundidades se debió a que, en el primer caso, el nivel somero permitió realizar el recorrido sin que se presentaran obstáculos (rocas o rompientes) que sobresalieran del agua y alteraran los resultados, mientras que el segundo fue el límite máximo de profundidad para la mayoría de los arrecifes visitados.

En cada uno de los puntos de muestreo se obtuvieron tres réplicas, es decir, se hicieron tres transectos por nivel de profundidad. El número de réplicas, se escogió con base en el tiempo que se requiere para realizar el muestreo y del que se dispuso durante los cruceros del proyecto.

El tiempo con el que se decidió acotar los transectos, fue determinado mediante un experimento de **tamaño** de muestra, que consistió en hacer recorridos como el **que** se describe arriba, pero con un tiempo de 20 minutos y en el que registraban las especies acumuladas por tiempo y su abundancia, se marcaba cada minuto del tiempo transcurrido. Esto se realizó, en el mismo lugar en seis ocasiones. Al final los datos fueron analizados, haciendo una gráfica de número de especies contra tiempo, **buscando** la asintota en la que se obtenga el máximo de especies por tiempo (Fig. 2).

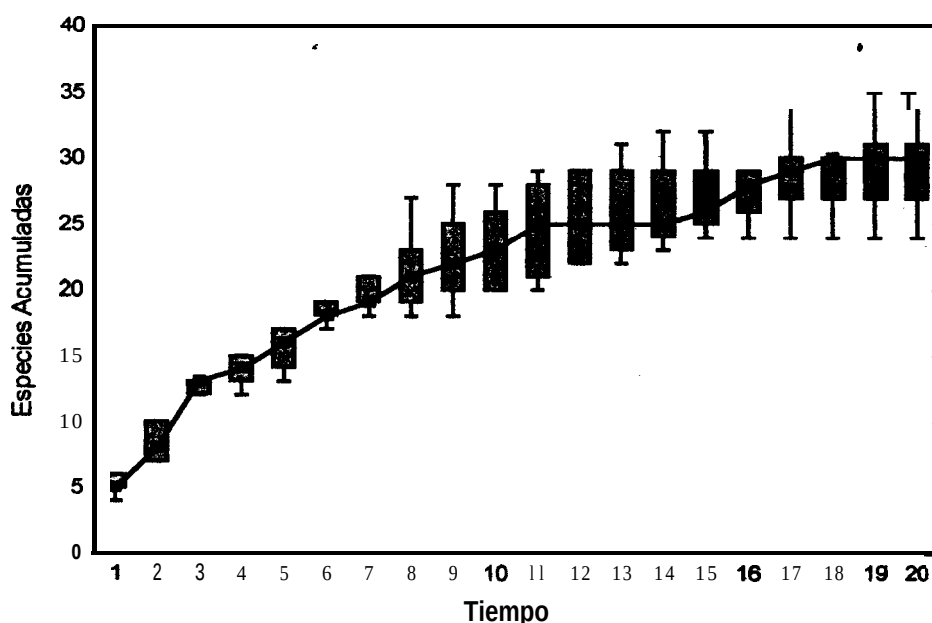


Figura 2.- Número de especies acumuladas durante los transectos de 20 minutos donde se observa la tendencia **asintótica**.

Un experimento más, fue la variación en distancia de los recorridos de 10 minutos. Se registró cada minuto, la distancia **recorrida** y se hicieron diez transectos de prueba, los cuales fueron realizados en los diferentes arrecifes y bajo diferentes coridiciones de corrientes y sustrato. Para detectar diferencias **se aplicó el** análisis de

variancia, tomando como **réplicas** la distancia recorrida por minuto, como resultado de este experimento, no se obtuvieron diferencias significativas entre los recorridos ($p>0.05$). El promedio de distancia recorrida en los diez transectos de prueba **fue** de 62.8 m.

También fueron registradas algunas variables fisicoquímicas del medio como son: la temperatura, que se **midio** mediante el termómetro de la computadora de buceo marca **SUUNTO** modelo Flavor con un grado Fahrenheit de precisión, la visibilidad fue estimada por parte del observador por medio de un transecto con medidas. **Estos** son considerados los principales factores que alteran el muestreo (Fowler, 1987).

Asimismo, se hicieron anotaciones cualitativas como son: características morfológicas del arrecife, dirección de corrientes, influencia del oleaje y viento.

En el laboratorio, los datos de abundancia de peces obtenidos en el campo, fueron transformados mediante estandarización logarítmica, con los siguientes intervalos (Harmelin, 1987):

1 2-5 **6-10** 11-30 **31-50** 51-100 101-200 **201-500** >500

Además, se tomó la media aritmética de cada intervalo, como el número de abundancia registrada. Este manejo de datos, se hizo para poder trabajar apropiadamente con las especies que presentaron abundancias muy pequeñas o muy

grandes, comparadas con las de una densidad moderada; esto sirve para que los **índices** no proporcionen información alterada, ya sea por especies raras o por las dominantes. Decidimos hacer esto en el laboratorio y no en el campo debido a que los registros de observación directa, aunque producen un sesgo para estimar abundancia de manera precisa, proporcionan información de conducta y estructura social de las diferentes especies, información que puede ser útil para explicar la presencia o ausencia de alguna especie en particular (Harmelin, 1987; García-Charton, 1995).

Los **índices** ecológicos utilizados para la comparación de las comunidades de peces de arrecife en las islas fueron consultados de Ludwing y **Reynolds (1988)**, **teniendo** las siguientes expresiones.

El **índice** de diversidad de Shannon-Weaver tiene la expresión matemática:

$$H' = \sum p_i \log p_i$$

Donde H' = **índice** de Shannon-Weaver, p_i = es la probabilidad de aparición de individuos de la especie "**i**" en la muestra.

La riqueza de especies se calculó mediante el índice de Margalef, que se define como:

$$Da = \frac{S - 1}{\log N}$$

Donde D_a = **índice** de **Margalef**; S = número total de especies en una colecta, y N = número total de individuos de la colecta.

Se consideró el **índice** de equitatividad, por el cual se obtiene información que permite discutir la abundancia de las especies, de acuerdo con la ecuación:

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde J' = **índice** de equitatividad; H' = **índice** de Shannon-Weaver; $\ln S$ = **máximo** valor de H' .

Los datos obtenidos con los **índices** anteriormente mencionados, fueron tratados mediante el paquete estadístico "Statistica" versión 5.0.

El análisis consistió en tomar cada una de las series de datos obtenidos de los **índices** y comprobar su normalidad, para determinar si se procedía de manera paramétrica o no paramétrica; aquí se decidió realizar un análisis de variancia de una **vía** (ANDEVA), ya que todas las series fueron normales. Con este **ANDEVA** se cotejó el efecto de las diferencias entre las islas, las profundidades y épocas del año.

Cuando se encontraron diferencias significativas en la prueba de **ANDEVA** se usó la prueba de Tukey de comparación múltiple de medias, para determinar cuál o

cuáles pares de medias difieren significativamente para cada **índice** ecológico utilizado.

También se aplicó el **Índice** del Valor Biológico (IVB) de Sanders con las modificaciones hechas por **Loya-Salinas** y Escofet (1990). Este nos proporciona las especies que tuvieron un mayor valor dentro del sistema, con base en calificaciones dadas por la abundancia **numérica** y la frecuencia. El **índice** ha sido ampliamente utilizado en trabajos **ictiofaunísticos** con gran éxito (Cota-Fernández y Santiago-Bravo, 1994). De igual forma puede proporcionar información sobre las diferencias existentes entre localidades, profundidades y épocas del **año**.

La forma en la que se obtiene el valor del **Índice** de Valor **Biológico** es la siguiente: Se hacen listados de las especies registradas por transecto, éstos se ordenan de acuerdo a la abundancia de mayor a menor. El segundo paso es proporcionar una calificación a cada especie dando **el** valor del número total de especies de acuerdo al número de especies registradas, a la especie más abundante. Una vez calificada cada serie, se hace una alineación final de acuerdo a la abundancia total de cada especie, obteniendo el valor de abundancia (ABT). Se suman las calificaciones de cada serie para cada especie y se obtiene el valor de IVB de cada especie. Por último se ordenan las especies con respecto a la calificación final de las especies y se toma el 95% de la abundancia acumulada como las especies mas importantes.

Un análisis más, que se aplicó a los valores de los **índices** ecológicos para determinar la similitud en la estructura comunitaria de los arrecifes, fue el análisis de grupos, tomando como referencia al vecino más cercano y usando distancias euclidianas (Bakus, 1990). Esto, permitió determinar las semejanzas existentes entre los diferentes **arrecifes** y agruparlos en ambientes con **características** similares, para hacer este análisis se utilizó el paquete "**Statistica**" versión 5.0.

5. Resultados

I. - Diferencias Entre Arrecifes

A. Composición de Especies

Se determinaron las especies de peces que se encontraron en los arrecifes de la región de La Paz durante 1995. Registrándose 80 especies de peces, agrupadas en 31 familias. Estos registros, incluyen a las especies que fueron observadas durante los muestreos de las diferentes épocas del año en los dos niveles de profundidad (Tabla I).

Tabla I.- Lista de especies de peces de arrecife registrados durante los recorridos de los transectos visuales de 10 minutos (el orden de la lista según Allen y Robertson, 1994), (PE=Pecio Salvatierra; GA=La Gallina; GO=El Gallo; BA=La Ballena; IS=Los Islotes; AN= Las Animas). I = presencia en el arrecife.

FAMILIAS	ESPECIES	PE	GA	GO	BA	IS	AN
TORPEDINIDAE	<i>Diplobatis ommata</i>					I	I
DASYATIDAE	<i>Dasyatis brevis</i>	I			I	I	
MURAENIDAE	<i>Gymnomuraena zebra</i>					I	
	<i>Gymnothorax castaneus</i>				I	I	I
	<i>Gymnothorax dovii</i>		I				
	<i>Muraena lentiginosa</i>					I	
HOLOCENTRIDAE	<i>Myripristis leiognathus</i>	I	I	I		I	I
	<i>Sargocentron suborbitalis</i>		I	I	I		
FISTULARIDAE	<i>Fistularia commersonii</i>	I	I	I	I	I	
SCORPAENIDAE	<i>Scorpaena mystes</i>	I				I	
	<i>Scorpaenodes xyris</i>						I
SERRANIDAE	<i>Epinephelus labriformis</i>	I	I	I	I	I	I
	<i>E. panamensis</i>	I	I	I	I	I	I
	<i>Alphestes immaculatus</i>	I	I	I	I		
	<i>Paranthias colonus</i>	I	I	I	I	I	I
	<i>Serranus psittacinus</i>		I	I	I	I	
	<i>Mycteroperca rosacea</i>	I	I	I	I	I	I
	<i>M. prionura</i>	I				I	
	<i>Liopropoma fasciatum</i>					I	
GRAMMISTIDAE	<i>Rypticus bicolor</i>					I	I
	<i>R. nigripinnis</i>						I
APOGONIDAE	<i>Apogon retrosella</i>		I				
CARANGIDAE	<i>Caranx sexfasciatus</i>		I				
	<i>C. caballus</i>		I				
LUTJANIDAE	<i>Lutjanus viridis</i>					I	
	<i>L. guttatus</i>	I					
	<i>L. argentiventris</i>	I	I	I	I	I	I
	<i>L. novemfasciatus</i>				I		I
	<i>Hoplopagrus guentheri</i>			I	I	I	I

Tabla I.- Continuación.		PE	GA	GO	BA	IS	AN
FAMILIAS	ESPECIES						
HAEMULIDAE	<i>Haemulon sexfasciatum</i>						
	<i>H. maculicauda</i>						
	<i>Anisotremus interruptus</i>						
	<i>A. taeniatus</i>						
SPARIDAE	<i>Calamus brachysomus</i>						
SCIAENIDAE	<i>Pareques viola</i>						
MULLIDAE	<i>Mulloidichthys dentatus</i>						
KYPHOSIDAE	<i>Kyphosus elegans</i>						
CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon humeralis</i>						
	<i>Forcipiger flavissimus</i>						
	<i>Johnrandallia nigrirostris</i>						
POMACANTHIDAE	<i>Holocanthus passer</i>						
	<i>Pomacanthus zonipectus</i>						
POMACENTRIDAE	<i>Stegastes rectifraenum</i>						
	<i>s. flavilatus</i>						
	<i>Abudefduf troschelii</i>						
	<i>Chromis atribbata</i>						
	<i>c. limbaughi</i>						
	<i>Microspathodon dorsalis</i>						
	<i>M. bairdii</i>						
CIRRHITIDAE	<i>Cirrhitus rivulatus</i>						
	<i>Cirrhitichthys oxycephalus</i>						
	<i>Oxycirrhites typus</i>						
LABRIDAE	<i>Halichoeres chierchiae</i>						
	<i>H. nicholsi</i>						
	<i>H. dispilus</i>						
	<i>Thalassoma lucasanum</i>						
	<i>T. grammaticum</i>						
	<i>T. sp</i>						
	<i>Bodianus diplotaenia</i>						
SCARIDAE	<i>Nicholsina denticulata</i>						
	<i>Scarus rubroviolaceus</i>						
	<i>s. compressus</i>						
	<i>S. ghcbban</i>						
	<i>S. perico</i>						
OPISTHOGNATHIDAE	<i>Opistognathus rosenblatti</i>						
TRIPTERYGIIIDAE	<i>Crocodilichthys gracilis</i>						
BLENNIIDAE	<i>Ophioblennius steindachnen</i>						
	<i>Plagiotremus azaleus</i>						
GOBIIDAE	<i>Coryphopterus urospilus</i>						
	<i>Elacatinus punctulatus</i>						
	<i>Lythrypnus dalli</i>						
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus xanthopterus</i>						
	<i>Prionurus punctatus</i>						
ZANCLIDAE	<i>Zanclus cornutus</i>						
BALISTIDAE	<i>Balistes polylepis</i>						
	<i>Pseudobalistes naufragium</i>						
	<i>Sufflamen verres</i>						
TETRAODONTIDAE	<i>Arothron meleagris</i>						
	<i>Canthigaster punctatissima</i>						
DIODONTIDAE	<i>Diodon holocanthus</i>						
	<i>D. hystrix</i>						
TOTAL DE ESPECIES POR ISLA		42	47	47	52	62	48

B. Pruebas Estadísticas

Los registros de los censos visuales fueron utilizados para generar los índices ecológicos: Riqueza de Margalef; Diversidad de Shannon y Equitatividad. De acuerdo con la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov se determinó que todos los índices presentaron una distribución normal ($p > 0.05$).

C. Variaciones Entre Arrecifes

i. Número de Especies

El número total de especies fue diferente para cada isla, siendo Los Islotes el lugar con mayor cantidad de especies (62), seguida por La Ballena con 52, Las Ánimas con 48 especies, La Gallina y El Gallo con 47, El Pecio Salvatierra con 42 (Tabla I). Se realizaron pruebas de ANDEVA aplicadas al número promedio de especies entre islas, dando como resultado una diferencia significativa entre las islas ($p < 0.05$) (Fig.3). La prueba de Tukey mostró los pares de islas con diferencias significativas ($p < 0.05$). La Gallina fue diferente de tres arrecifes, El Pecio Salvatierra, El Gallo y Los Islotes. Este último arrecife fue diferente con La Ballena y Las Ánimas (Tabla II). En la figura 3 se observa cómo El Pecio Salvatierra, El Gallo y Los Islotes forman el grupo de islas con mayor número de especies promedio, mientras que La Gallina, La Ballena y Las Ánimas presentan la menor cantidad de especies en sus arrecifes.

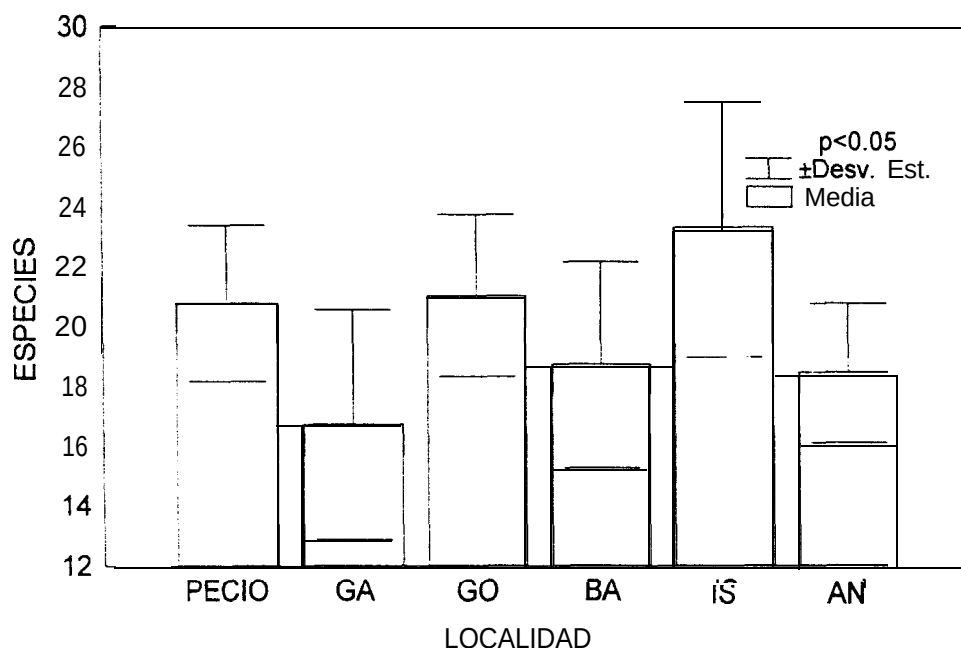


Figura 3. -Variación del número de especies por arrecife durante los transectos visuales en la región de La Paz durante 1995.

Tabla II.- Resultados de la prueba de Tukey para las diferencias entre el número de especies entre los arrecifes ($\alpha = 0.05$). Los valores subrayados son aquellos que presentaron un valor significativo.

	P E C I O	GA	GO	BA	IS	AN
PECIO		<u>.012758</u>	.999976	.531769	.301465	.378890
GA			<u>.006611</u>	.323973	<u>.000117</u>	.504234
GO				.399592	.420769	.266443
BA					<u>.000244</u>	.999711
IS						<u>.000150</u>

ii. Abundancia

La abundancia de peces en cada arrecife presentó diferencias significativas ($p < 0.05$), siendo el lugar de mayor abundancia Las Ánimas con **13,852** peces registrados durante los transectos, seguida por Los Islotes con 12,454 peces, La

Ballena con 8,559 peces, La Gallina con 6,682, por último El Gallo y El Pecio con 4,465 y 4,192 peces respectivamente (Fig. 4).

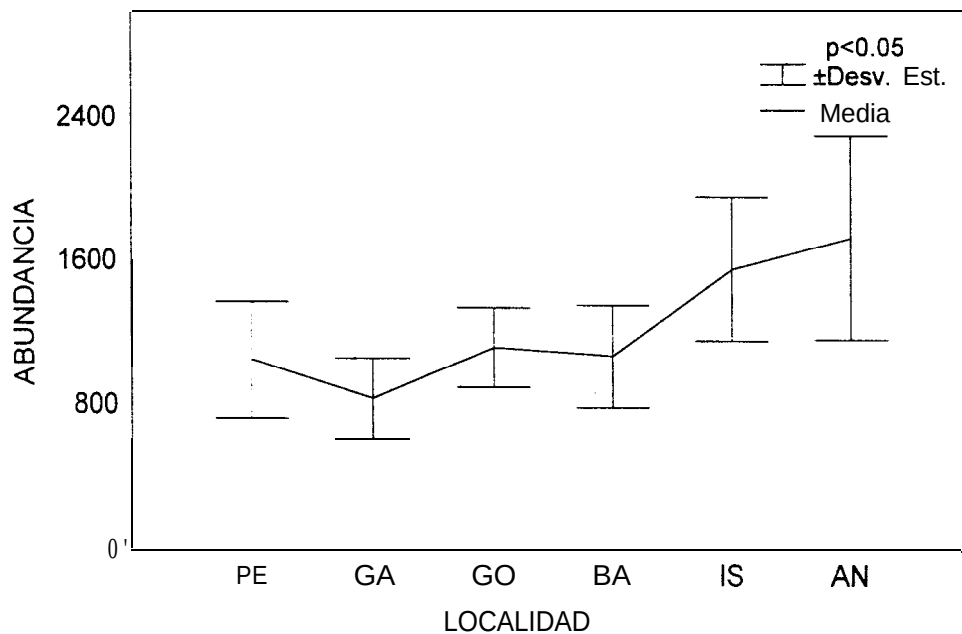


Figura 4. Variación de la abundancia de peces de arrecife durante los transectos visuales en la región de La Paz durante 1995.

La prueba de Tukey identificó a La Gallina con Los Islotes y Las Ánimas, como los pares que causan las diferencias, mientras el resto no presentó diferencias (Tabla III).

Tabla III.- Resultados de la prueba Tukey para las abundancias entre los diferentes arrecifes ($\alpha = 0.05$). Los valores subrayados son aquellos que presentaron un valor significativo.

	PECIO	GA	GO	BA	IS	AN
PECIO}		.935916	.999841	.999999	.253594	.053701
GA			.819982	.805979	<u>.005958</u>	<u>.000536</u>
GO				.999952	.404788	.103788
BA					.123244	<u>.013840</u>
IS						.934369

iii. Índices Ecológicos

La prueba de **ANDEVA** sobre los datos generales muestra una diferencia significativa en los tres diferentes índices ecológicos ($p < 0.05$). Sin embargo, al aplicar la prueba entre islas, pero tomando en cuenta los niveles de profundidad, se registró que el índice de equitatividad en la profundidad de seis metros no resultó significativo ($p > 0.05$) (Tabla IV). La prueba de Tukey muestra los pares de islas que son diferentes para cada caso (Tabla V). Se aprecia que no todos los pares presentan diferencias significativas, sino que sólo algunos son los que ocasionan las diferencias en las pruebas **ANDEVA**. En particular, El Pecio Salvatierra, Los Islotes y Las Ánimas son los que marcan las mayores diferencias entre los pares de arrecifes.

Tabla IV.- Valores de la prueba de **ANDEVA** aplicados para detectar la variación entre arrecifes del total de resultados, así como para los dos niveles de profundidad ($\alpha = 0.05$).

	Total				6 metros				12 metros			
	g.l.	Valor	F	Valor p	g.l.	Valor	F	Valor p	g.l.	Valor	F	Valor p
Diversidad H'	5	6.04	0.00		4	3.07	0.02		4	6.59	0.00	
Riqueza	5	7.83	0.00		4	7.19	0.00		4	6.82	0.00	
Equitatividad	5	1.28	0.00		4	0.91	0.51		4	9.72	0.00	

Tabla V.- Resultado de la prueba de Tukey para determinar los pares de islas que presentan diferencias significativas con respecto a los índices ecológicos ($\alpha = 0.05$). Los valores subrayados son aquellos que presentaron un valor significativo.

TOTAL	DIVERSIDAD (H')					RIQUEZA					EQUITATIVIDAD				
	GA	GO	BA	IS	AN	GA	GO	BA	IS	AN	GA	GO	BA	IS	AN
PECIO	<u>.000</u>	.335	<u>.007</u>	<u>.001</u>	<u>.000</u>	<u>.027</u>	.999	.373	.969	<u>.016</u>	<u>.010</u>	<u>.018</u>	<u>.003</u>	<u>.000</u>	<u>.000</u>
GA		.401	.954	.999	.922		.063	.715	<u>.000</u>	.999		.999	.999	<u>.007</u>	.075
GO			.832	.476	.080			.567	.883	<u>.040</u>			1	.109	.389
BA				.980	.442				<u>.013</u>	.586				<u>.023</u>	.176
IS					.867					.000					.966

Tabla V.- Continuación..

6 METROS												
	DIVERSIDAD (H')				RIQUEZA							
	GO	BA	IS	AN	GO	BA	IS	AN	GO	BA	IS	AN
GA	<u>.031</u>	.998	.524	.989	<u>.000</u>	.855	<u>.004</u>	.919				
GO		.061	.605	.098		<u>.014</u>	.973	<u>.009</u>				
BA			.695	.999			.070	.999				
IS				.809				<u>.047</u>				

12 METROS												
	DIVERSIDAD (H')				RIQUEZA				EQUITATIVIDAD			
	GA	BA	IS	AN	GA	BA	IS	AN	GA	BA	IS	AN
PECIO	.081	.495	<u>.002</u>	<u>.000</u>	.570	.998	.151	.085	.063	.113	<u>.000</u>	<u>.000</u>
GA		.853	.686	.325		.737	<u>.003</u>	.806		.999	<u>.002</u>	.084
BA			.156	<u>.039</u>			.084	.153			<u>.000</u>	<u>.045</u>
IS				.974				.000				.652

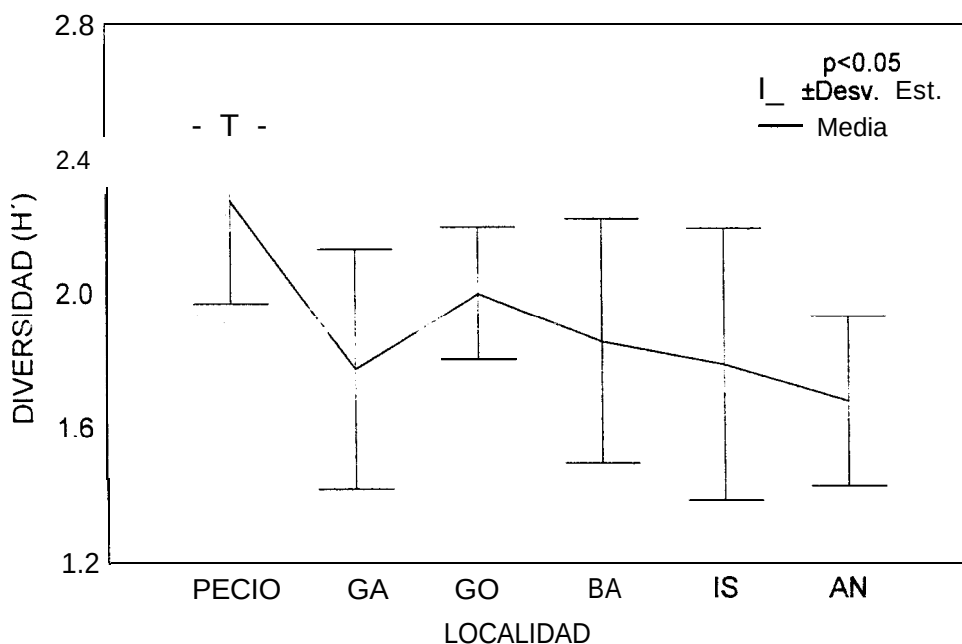


Figura 5. - Variación del índice de diversidad de Shannon (H') en los diferentes arrecifes de la región de La Paz durante 1995.

Se pueden observar agrupamientos para las islas de La Gallina (GA), El Gallo (GO) y La Ballena (BA), por otro lado Los Islotes (IS) y Las Ánimas (AN) muestran su afinidad, quedando aislado el Pecio Salvatierra. La Gallina, El Gallo y La Ballena, fueron denominadas como “ambientes protegidos” por encontrarse

en el lado oeste de la Isla Espíritu Santo, área que no es afectada por la acción severa de los vientos y corrientes dominantes. Además son muy similares en características **fisiográficas**, estando formados por rocas pequeñas y pendientes suaves; sólo La Ballena presenta rocas de tamaño grande (5 m), y la presencia de cuevas en su arrecife.

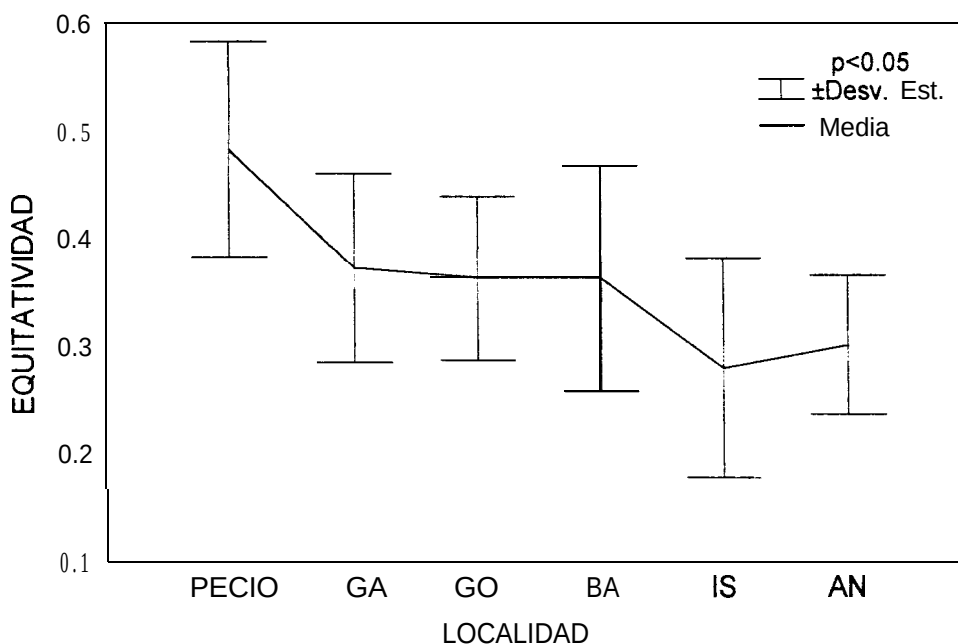


Figura 6. — Variación del índice de equitatividad en los diferentes arrecifes de la región de La Paz durante 1995.

Las otras islas que fueron similares entre sí, para los valores del Índice de Equitatividad, fueron Los Islotes y Las Ánimas; éstos son llamados “ambientes expuestos”, por encontrarse en mar abierto sin ninguna protección. Por último, el Pecio Salvatierra no presenta ninguna similitud con los otros ambientes (Figs. 5 y 6).

iv. Estructura de la Comunidad de Peces (especies dominantes)

Al aplicar el Índice de Valor Biológico (IVB), se identificaron 20 especies como las de mayor dominancia, tanto por la frecuencia de aparición en todos los arrecifes como por sus altos valores de abundancia. Estas especies se representan con una calificación de 20 para la mayor y de 1 la menor (Fig. 7).

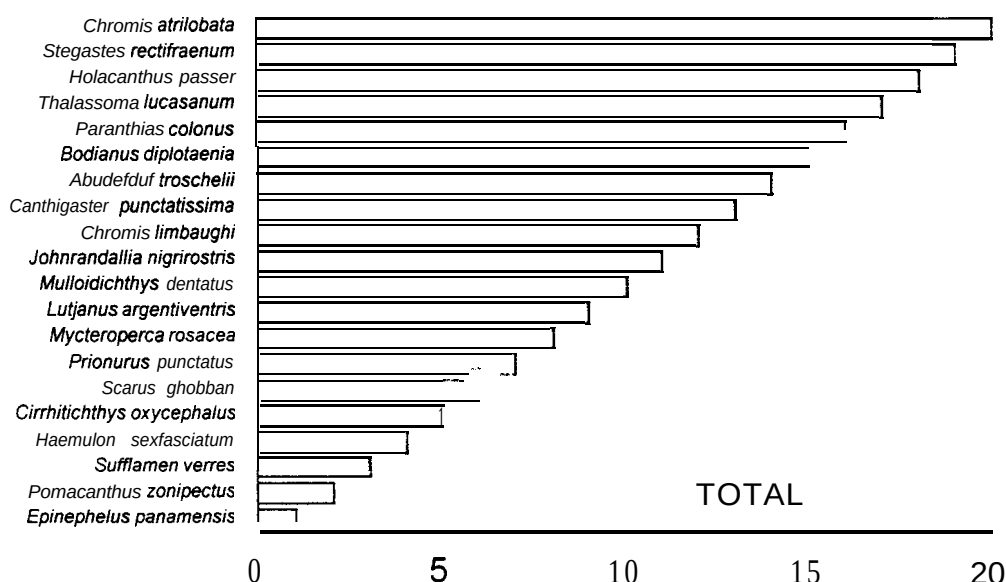


Figura 7. — Resultado de la prueba de IVB donde se detectaron las 20 especies dominantes en los seis arrecifes de la región de La Paz durante el año de 1995.

Estas 20 especies, que son localmente las dominantes, no se mantuvieron constantes en cuanto a su valor de importancia con respecto a cada localidad, época del año y profundidad; debido a los cambios en la posición de importancia de cada una de las especies, apareciendo nuevas adiciones de especies para las dominantes en cada caso y época del año. Este cambio reflejó que existe una **diferente** estructura

comunitaria dependiendo de los factores arriba mencionados. Para cada una de las islas, se determinaron las especies de mayor importancia por medio de los valores del IVB (Tabla VI).

Para hacer más clara esta diferencia, se elaboraron gráficas comparativas con las 20 especies dominantes registradas para el total de los arrecifes y ubicando el valor de IVB para cada una de estas especies en los diferentes arrecifes (Figs. 8, 9 y 10). Con la caracterización de las especies dominantes de cada arrecife, se pudieron diferenciar tres tipos de comunidades: las islas protegidas (Gallina, Gallo y Ballena), que se caracterizaron por la dominancia de especies de tamaño pequeño, entre los 5 y 15 cm; ejemplos de estas especies son la damisela de dos colores (*Chromis limbaughi*), la damisela del cortés (*Stegastes rectifraenum*), el mulegino (*Abudefduf troschelii*) y el botete pinto (*Canthigasfer punctatissima*) (Fig. 8).

Además, se registraron dentro de las 20 especies dominantes las siguientes siete especies: la soltera (*Halichoeres nicholsi*), el cirujano (*Acanthurus xanthopterus*), la mariposa tres bandas (*Chaetodon humeralis*), el pez trompeta (*Fistularia commersonii*), el loro rojo (*Scarus rubroviolaceus*), la damisela gigante (*Microspathodon dorsalis*) y, muy importante para La Ballena, el burro de puntos (*Haemulon maculicauda*), éstas últimas fueron registros nuevos de especies dominantes para este ambiente.

Tabla VI. – Resultado de las diferentes pruebas del índice de valor biológico para cada uno de los arrecifes de la región de La Paz. (CAL = Calificación del IVB; IVB = Valor de IVB; ABT= Valor de abundancia; C.A. = Calificación de la abundancia).

PECIO	CAL	IVB	ABT	C.A.	GALLINA	CAL	IVB	ABT	C.A.
<i>Chromis limbaughi</i>	1	68	555	2	<i>Abudefduf troschelii</i>	1	151	2713	1
<i>Haemulon sexfasciatum</i>	2	66	615	1	<i>Stegastes rectifraenum</i>	2	129	592	4
<i>Paranthias colonus</i>	3	63	541	3	<i>Canthigaster punctatissima</i>	3	116	317	5
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	4	60	514	4	<i>Bodianus diplotaenia</i>	4	111	212	8
<i>Holacanthus passer</i>	5	57	291	7	<i>Holacanthus passer</i>	5	104	162	9
<i>Lutjanus argentiventris</i>	6	53	426	5	<i>Thalassoma lucasanum</i>	8	89	252	7
<i>Bodianus diplotaenia</i>	7	52	171	8	<i>Chromis atrilobata</i>	7	89	750	2
<i>Johrlandallia nigrirostris</i>	8	47	146	9	<i>Chromis limbaughi</i>	8	83	693	3
<i>Chromis atrilobata</i>	9	47	292	8	<i>Paranthias colonus</i>	9	80	300	6
<i>Pomacanthus zonipectus</i>	10	38	101	10	<i>Scarus ghobban</i>	10	60	92	10
<i>Canthqaster punctatissima</i>	11	37	81	13	<i>Mycteroperca rosacea</i>	11	56	40	13
<i>Stegastes rectifraenum</i>	12	36	84	11	<i>Halichoeres nicholsi</i>	12	55	64	12
<i>Thalassoma lucasanum</i>	13	30	84	12	<i>Mulloidichthys dentatus</i>	13	48	88	11
<i>Scarus ghobban</i>	14	25	42	14	<i>Chaetodon humeralis</i>	14	40	25	19
<i>Mycteroperca rosacea</i>	15	24	39	15	<i>Fistularia commersonii</i>	15	39	23	22
<i>Lutjanus guttatus</i>	16	9	23	17	<i>Haemulon sexfasciatum</i>	18	38	34	15
<i>Halichoeres dispilus</i>	17	7	16	20	<i>Johrlandallia nigrirostris</i>	17	37	27	17
<i>Epinephelus panamensis</i>	18	7	13	21	<i>Prionurus punctatus</i>	18	34	36	14
<i>Mycteroperca prionura</i>	19	8	7	28	<i>Epinephelus panamensis</i>	19	30	25	21
<i>Fistularia commersonii</i>	20	5	11	23	<i>Pomacanthus zonipectus</i>	20	28	22	24
<i>Diodon holocanthus</i>	21	5	17	19	<i>Halichoeres dispilus</i>	21	26	23	23
<i>Abudefduf troschelii</i>	22	4	22	18	<i>Scarus rubroviolaceus</i>	22	26	32	16
<i>Prionurus punctatus</i>	23	4	10	24	<i>Diodon holocanthus</i>	23	25	12	27
<i>Forcipiger flavilatus</i>	24	3	5	30	<i>Balistes polylepis</i>	24	23	14	26
<i>Scarus compressus</i>	25	2	12	22	<i>Serranus psittacinus</i>	25	23	16	25
<i>Scarus perico</i>	26	2	3	31	<i>Nicholsina denticulata</i>	28	23	25	20
<i>Chaetodon humeralis</i>	27	2	7	26	<i>Sargocentron suborbitalis</i>	27	20	8	29
<i>Cirrhitichthys oxycephalus</i>	28	2	8	25	<i>Lutjanus argentiventris</i>	28	20	26	18
<i>Epinephelus labriformis</i>	29	0	138		<i>Epinephelus labriformis</i>	29	17	11	28
<i>Scorpaena mystes</i>	30	0	136		<i>Alphester immaculatus</i>	30	12	6	31
<i>Anisotremus taeniatus</i>	31	0	1	37	<i>Caranx sexfasciatus</i>	31	8	3	35
<i>Pareques viola</i>	32	0	1	39	<i>Sufflamen verres</i>	32	7	8	30
<i>Elacatinus puncticulata</i>	33	0	1	42	<i>Lythrypnus dalli</i>	33	5	4	33
<i>Dasyatis brevis</i>	34	0	1	41	<i>Halichoeres chierchiee</i>	34	4	2	40
<i>Nicholsina denticulata</i>	35	0	1	40	<i>Diodon hystrix</i>	35	3	2	38
<i>Myripristis leiognathos</i>	36	0	30	16	<i>Muraena dovii</i>	36	3	1	43
<i>Diodon hystrix</i>	37	0	6	29	<i>Elacatinus puncticulata</i>	37	3	1	47
<i>Alphester immaculatus</i>	38	0	7	27	<i>Caranx caballus</i>	38	2	3	36
<i>Pseudobalistes naufragium</i>	39	0	2	32	<i>Kyphosus elegans</i>	39	1	3	34
<i>Oxycirrhites typus</i>	40	0	1	35	<i>Scarus compressus</i>	40	0	1	45
<i>Sufflamen verres</i>	41	0	1	34	<i>Coryphopterus urospilus</i>	41	0	1	44
<i>Anisotremus interruptus</i>	42	0	2	33	<i>Myripristis leiognathos</i>	42	0	6	32
					<i>Calamus brachysomus</i>	43	0	1	46
					<i>Plegiotremus azaleus</i>	44	0	1	41
					<i>Anisotremus interruptus</i>	45	0	2	37
					<i>Apogon retrosella</i>	46	0	2	39
					<i>Cirrhitus rivulatus</i>	47	0	1	42

Tabla VI. -- Continuación.

GALLO	AL	VB	ABT	C. A	BALLENA	AL	VB	A	B	T	C	A
<i>Abudefduf troschelii</i>	1	74	1162	1	<i>Abudefduf troschelii</i>	1	139	2119	1			
<i>Chromis atrilobata</i>	2	69	1134	2	<i>Stegastes rectifraenum</i>	2	124	5	2	8	5	
<i>Stegastes rectifraenum</i>	3	60	2 0 8 4		<i>Chromis atrilobata</i>	3	120	1519	2			
<i>Chromis limbaughi</i>	4	59	5 0 4 3		<i>Haemulon maculicauda</i>	4	105	1337	3			
<i>Scarus ghobban</i>	5	56	187	6	<i>Thalassoma lucasanum</i>	5	103	3 6 6 7				
<i>Canthigaster punctatissima</i>	6	54	176	7	<i>Chromis limbaughi</i>	6	103	718	4			
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	7	53	199	5	<i>Bodianus diplotaenia</i>	7	102	237	9			
<i>Bodianus diplotaenia</i>	6	49	136	9	<i>Canthigaster punctatissima</i>	8	100	303	6			
<i>Paranthias colonus</i>	9	46	128	10	<i>Holacanthus passer</i>	9	93	152	10			
<i>Holacanthus passer</i>	10	46	121	11	<i>Scarus ghobban</i>	10	73	117	12			
<i>Lutjanus argentiventris</i>	11	40	147	8	<i>Paranthias colonus</i>	11	70	419	6			
<i>Thalassoma lucasanum</i>	12	33	97	12	<i>Mycteroperca rosacea</i>	12	55	80	14			
<i>Pomacanthus zonipectus</i>	13	23	32	13	<i>Epinephelus panamensis</i>	13	55	58	15			
<i>Mycteroperca rosacea</i>	14	17	25	14	<i>Lutjanus argentiventris</i>	14	50	43	16			
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	15	13	18	17	<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	15	41	36	17			
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	16	13	19	16	<i>Pomacanthus zonipectus</i>	16	32	32	19			
<i>Halichoeres nicholsi</i>	17	11	25	15	<i>Prionurus punctatus</i>	17	32	129	11			
<i>Scarus rubroviolaceus</i>	18	9	14	20	<i>Microspathodon dorsalis</i>	18	27	2 2 2 2				
<i>Fistularia commersonii</i>	19	9	13	22	<i>Mulloidichthys dentatus</i>	19	22	85	13			
<i>Microspathodon dorsalis</i>	20	8	15	18	<i>Kyphosus elegans</i>	20	21	3 2 2 0				
<i>Chaetodon humeralis</i>	21	8	14	21	<i>Halichoeres nicholsi</i>	21	20	26	21			
<i>Hoplopagrus guentheri</i>	22	7	11	23	<i>Anisotremus interruptus</i>	22	18	14	27			
<i>Sufflamen verres</i>	23	5	7	26	<i>Halichoeres dispilus</i>	23	14	16	25			
<i>Nicholsina denticulata</i>	24	5	5 2 9		<i>Chaetodon humeralis</i>	24	14	16	24			
<i>Epinephelus panamensis</i>	25	5	8	25	<i>Scarus rubroviolaceus</i>	25	11	16	26			
<i>Balistes polylepis</i>	26	5	15	19	<i>Ophioblennius steindachne</i>	26	11	33	18			
<i>Anisotremus interruptus</i>	27	1	5	27	<i>Balistes polylepis</i>	27	10	13	29			
<i>Kyphosus elegans</i>	28	0	1	41	<i>Fistularia commersonii</i>	28	10	2 0 2 3				
<i>Thalassoma grammacum</i>	29	0	1	37	<i>Scarus perico</i>	29	9	14	26			
<i>Scarus perico</i>	30	0	1	39	<i>Sargocentron suborbitalis</i>	30	6	6	31			
<i>Epinephelus labriformis</i>	31	0	1	42	<i>Gymnothorax castaneus</i>	31	6	4	38			
<i>Stegastes flavilatus</i>	32	0	1	47	<i>Hoplopagrus guentheri</i>	32	6	4	37			
<i>Crocodilichthys gracilis</i>	33	0	1 4 6		<i>Thalassoma grammacum</i>	33	5	6	33			
<i>Myripristis leiognathos</i>	34	0	1	43	<i>Halichoeres chierchiae</i>	34	4	3	41			
<i>Serranus psittacinus</i>	35	0	1 3 5		<i>Dasyatis brevis</i>	35	4	6	32			
<i>Diodon holocanthus</i>	36	0	4	31	<i>Haemulon sexfasciatum</i>	36	3	9	30			
<i>Plagiotremus azaleus</i>	37	0	3 3 2		<i>Stegastes flavilatus</i>	37	3	5	35			
<i>Halichoeres chierchiae</i>	38	0	9	24	<i>Alphester immaculatus</i>	38	2	3 4 2				
<i>Halichoeres dispilus</i>	39	0	5	26	<i>Acanthurus xanthopterus</i>	39	1	5	34			
<i>Prionurus punctatus</i>	40	0	2 3 4		<i>Diodon hystrix</i>	40	0	1 4 8				
<i>Scarus compresus</i>	41	0	2	33	<i>Calamus brachysomus</i>	41	0	2	46			
<i>Elacatinus punctulata</i>	42	0	1	45	<i>Lythrypnus dalli</i>	42	0	1	47			
<i>Coryphopterus urosphilus</i>	43	0	1 3 6		<i>Epinephelus labriformis</i>	43	0	1 5 2				
<i>Alphester immaculatus</i>	44	0	1 4 4		<i>Elacatinus punctulata</i>	44	0	1 5 0				
<i>Anisotremus taeniatus</i>	45	0	1 4 0		<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	45	0	1 49				
<i>Diodon hystrix</i>	46	0	1 3 8		<i>Plagiotremus azaleus</i>	46	0	3 4 0				
<i>Sargocentron suborbitalis</i>	47	0	4 3 0		<i>Diodon holocanthus</i>	47	0	3	39			
					<i>Scarus compresus</i>	48	0	4 3 6				
					<i>Sufflamen verres</i>	49	0	2 4 5				
					<i>Serranus psittacinus</i>	50	0	2 4 3				
					<i>Coryphopterus urosphilus</i>	51	0	1	51			
					<i>Microspathodon bairdii</i>	52	0	2	44			

Tabla VI. – Continuación.

ISLOTES	CAL	IVB	ABT	C.A.	ANIMAS	CAL	IVB	ABT	C.A.
<i>Chromis atrilobata</i>	1	150	5290	1	<i>Chromis atrilobata</i>	1	148	5600	1
<i>Thelassoma lucasanum</i>	2	135	1493	2	<i>Paranthias colonus</i>	2	142	3043	2
<i>Holacanthus passer</i>	3	116	548	6	<i>Thalassoma lucasanum</i>	3	137	2468	3
<i>Stegastes rectifraenum</i>	4	109	612	5	<i>Holacanthus passer</i>	4	125	533	4
<i>Prionurus punctatus</i>	5	100	369	7	<i>Cirrhilichthys oxycephalus</i>	5	119	488	5
<i>Paranthias colonus</i>	6	94	884	3	<i>Bodianus diplotaenia</i>	6	101	244	7
<i>Cirrhilichthys oxycephalus</i>	7	80	167	11	<i>Stegastes rectifraenum</i>	7	97	297	6
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	8	78	125	13	<i>Sufflamen verres</i>	8	al	112	11
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	9	67	759	4	<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	9	79	190	8
<i>Lutjanus argentiventris</i>	10	60	133	12	<i>Prionurus punctatus</i>	10	76	157	9
<i>Bodianus diplotaenia</i>	11	60	114	14	<i>Canthigaster punctatissima</i>	11	73	100	12
<i>Lutjanus viridis</i>	12	51	210	10	<i>Mycteroperca rosacea</i>	12	67	119	10
<i>Abudefduf troschelii</i>	13	49	338	8	<i>Ophioblennius steindachnei</i>	13	46	73	13
<i>Microspathodon dorsalis</i>	14	49	95	16	<i>Lutjanus argentiventris</i>	14	33	47	15
<i>Ophioblennius steindachnei</i>	15	48	28	28	<i>Stegastes flavilatus</i>	15	27	24	20
<i>Sufflamen verres</i>	16	37	70	22	<i>Plagiotremus azaleus</i>	16	26	21	22
<i>Mycteroperca rosacea</i>	17	35	78	20	<i>Epinephelus labriformis</i>	17	23	31	18
<i>Myripristis leiognathos</i>	18	35	92	17	<i>Kyphosus elegans</i>	18	23	35	17
<i>Kyphosus elegans</i>	19	30	80	18	<i>Diodon holocanthus</i>	19	22	22	21
<i>Halichoeres dispilus</i>	20	29	249	9	<i>Mulloidichthys dentatus</i>	20	22	51	14
<i>Plagiotremus azaleus</i>	21	27	50	23	<i>Epinephelus panamensis</i>	21	22	25	19
<i>Canthigaster punctatissima</i>	22	27	50	24	<i>Microspathodon dorsalis</i>	22	20	17	23
<i>Haemulon sexfasciatum</i>	23	15	49	25	<i>Myripristis leiognathos</i>	23	14	40	16
<i>Scarus ghobban</i>	24	14	35	26	<i>Cirrhitis rivulatus</i>	24	13	15	24
<i>Chromis limbaughi</i>	25	14	96	15	<i>Halichoeres dispilus</i>	25	11	10	27
<i>Crocodilichthys gracilis</i>	26	11	28	27	<i>Diodon hystrix</i>	26	11	6	32
<i>Hoplopagrus guentheri</i>	27	11	78	21	<i>Balistes polylepis</i>	27	11	14	25
<i>Balistes polylepis</i>	26	10	22	30	<i>Scarus ghobban</i>	28	8	12	26
<i>Chaetodon humeralis</i>	29	10	25	29	<i>Crocodilichthys gracilis</i>	29	5	6	30
<i>Stegastes flavilatus</i>	30	6	16	36	<i>Thalassoma grammaticum</i>	30	4	3	35
<i>Epinephelus labriformis</i>	31	6	18	31	<i>Elacantinus punctulata</i>	31	4	3	38
<i>Scarus compressus</i>	32	5	18	32	<i>Rypticus bicolor</i>	32	4	1	47
<i>Serranus psittacinus</i>	33	3	16	35	<i>Scarus compressus</i>	33	4	6	29
<i>Diodon holocanthus</i>	34	3	15	37	<i>Oxycirrhites typus</i>	34	3	3	36
<i>Halichoeres chierchiae</i>	35	2	14	38	<i>Gymnothorax castaneus</i>	35	3	6	31
<i>Epinephelus panamensis</i>	36	1	12	39	<i>Haemulon sexfasciatum</i>	36	3	7	28
<i>Cirrhitis rivulatus</i>	37	0	3	49	<i>Halichoeres nicholsi</i>	37	3	4	34
<i>Scarus perrico</i>	38	0	4	46	<i>Thalassoma sp.</i>	38	3	4	33
<i>Fistularia commersonii</i>	39	0	5	44	<i>Acanthurus xanthopterus</i>	39	0	1	44
<i>Anisotremus interruptus</i>	40	0	6	43	<i>Diplobatis ommata</i>	40	0	1	45
<i>Pomacanthus zonipectus</i>	41	0	17	34	<i>Scarus perrico</i>	41	0	1	48
<i>Nicholsina denticulata</i>	42	0	80	19	<i>Scarus rubroviolaceus</i>	42	0	1	42
<i>Scarus rubroviolaceus</i>	43	0	1	57	<i>Hoplopagrus guentheri</i>	43	0	2	39
<i>Halichoeres nicholsi</i>	44	0	18	33	<i>Lutjanus novemfascietus</i>	44	0	3	37
<i>Arothron meleagris</i>	45	0	7	40	<i>Serranus psittacinus</i>	45	0	2	40
<i>Lythrypnus dalli</i>	46	0	6	41	<i>Zanclus canescens</i>	46	0	2	41
<i>Thalassoma grammaticum</i>	47	0	6	42	<i>Scorpaenodes xyris</i>	47	0	1	43
<i>Scorpaena mystes</i>	48	0		445	<i>Rypticus nigripinnis</i>	48	0	1	46
<i>Pseudobalistes naufragium</i>	49	0	4	47					
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	50	0	3	48					

Tabla VI.- Continuación ...

ISLOTES	C	A	L	MB	ABT	C.A
<i>Opistognathus rosenblatti</i>	51			0	3	50
<i>Eleacantinus puncticulata</i>	62			0	1	51
<i>Calamus brachysomus</i>	63			0		162
<i>Coryphopterus urospilus</i>	54			0	1	53
<i>Rypticus bicolor</i>	55			0		164
<i>Diplobatis ommata</i>	56			0	1	55
<i>Mycteroperca prionura</i>	57			0	1	6 6
<i>Gymnothorax castaneus</i>	66			0	1	58
<i>Liopropoma fasciata</i>	69			0	1	59
<i>Muraena lentiginosa</i>	60			0		160
<i>Gymnomuraena zetfa</i>	61			0	1	61
<i>Dasyatis brevis</i>	6	2	0		1	6 2

En las islas expuestas, que incluyen a Los Islotes y Las **Ánimas**, se encontró que las especies de mayor dominancia son las de tamaño mediano, entre los 15 y los 30 cm; ejemplos de estas especies son el ángel rey (*Holacanthus passer*), el cirujano (*Prionurus punctatus*), la vieja (*Bodianus diplotaenia*) y la cadernal (*Paranthias colonus*) (Fig. 9). Como especies dominantes nuevas dentro de los ambientes expuestos, tenemos a la damisela gigante (*Microspathodon dorsalis*), la damisela dos colores (*Sfegasfes flavilatus*), la chopa (*Kyphosus elegans*), el trambollito (*Ophioblennius steindachneri*), el diente de sable (*Plagiotremus azaleus*), el soldado (*Myripristis leiognathos*), la cabrilla piedraera (*Epinephelus labriformis*), la señorita camaleón (*Halichoeres dispilus*) y el botete de espinas (*Diodon holocanfhus*). Sobresalieron también por su dominancia las especies planctófagas (*Chromis atrilobata* y *Paranfhias colonus*). Otra especie muy importante en estos ambientes es la señorita (*Thalassoma lucasanum*).

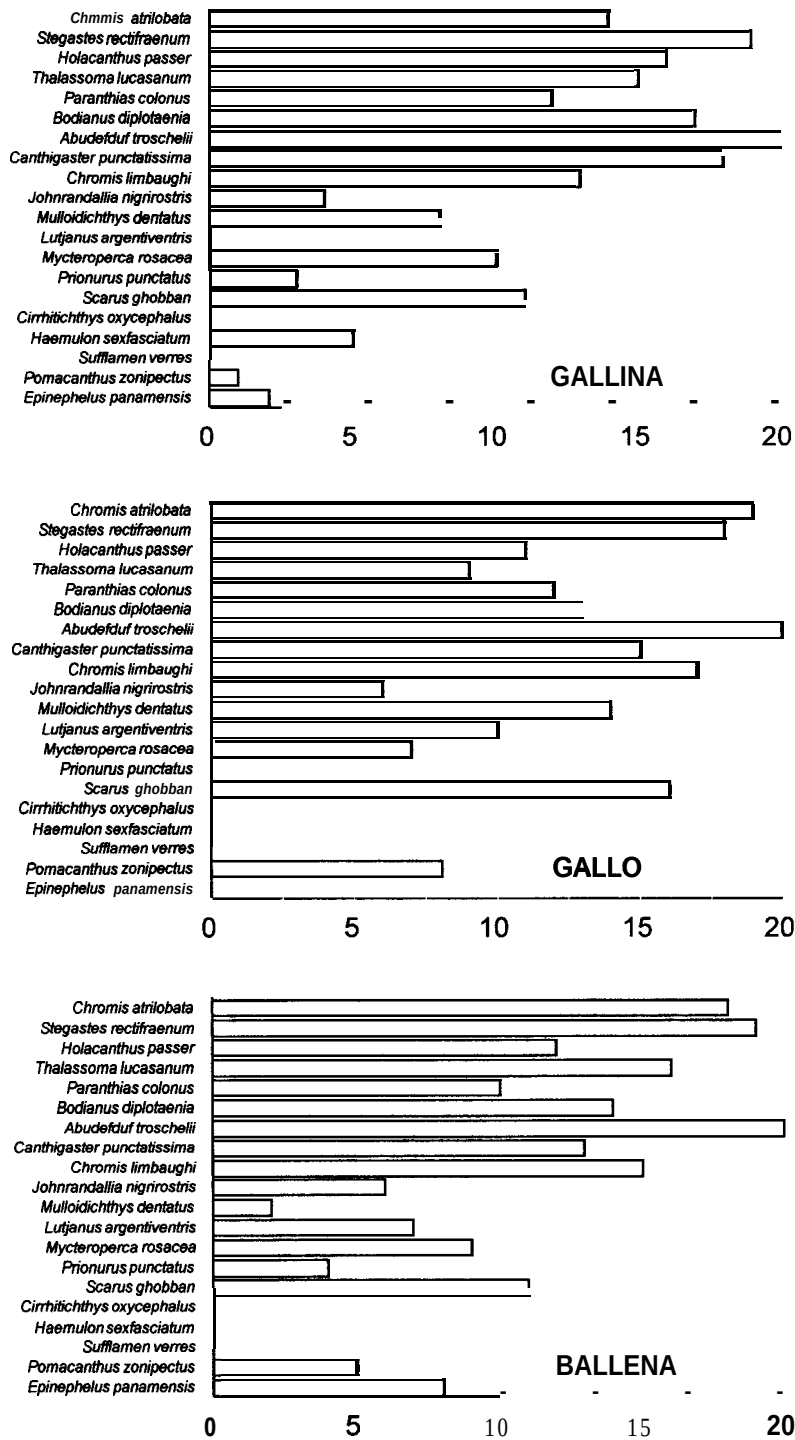


Figura 8. - Variación de las especies de acuerdo a su importancia conforme a las calificaciones del IVB, para los ambientes protegidos en las islas de La Gallina, El Gallo y La Ballena.

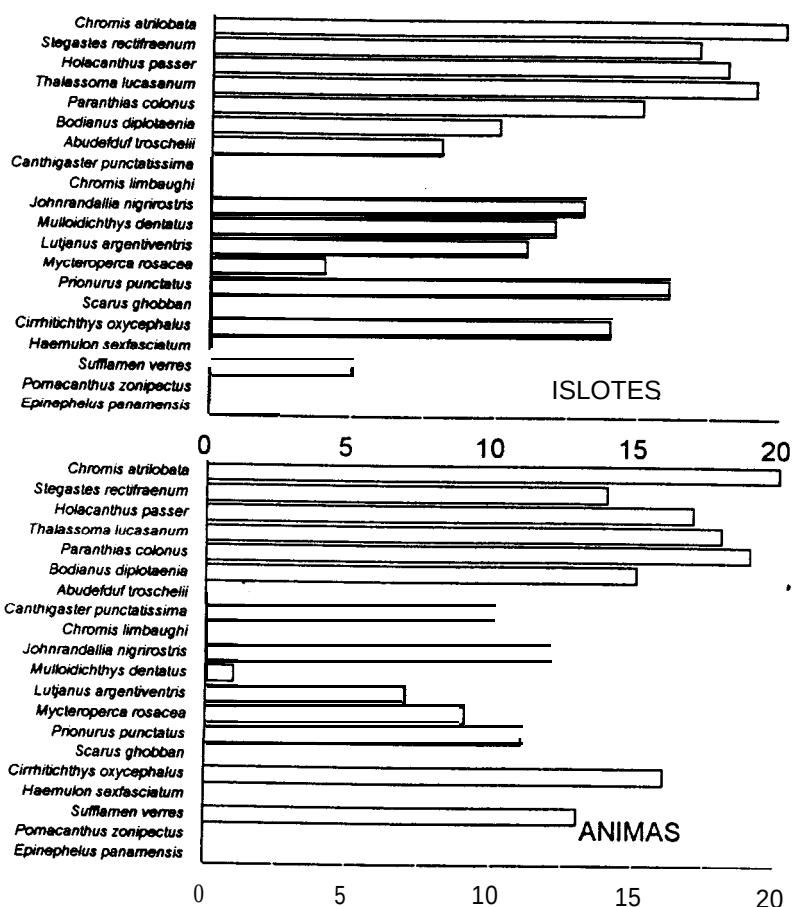


Figura 9. — Variación de las especies de acuerdo a su importancia, conforme a las calificaciones del IVB, para los ambientes expuestos de Los Islotes y Las Animas.

Para el caso del arrecife artificial “Pecio Salvatierra” se encontró que las especies que dominaron este ambiente son las de tamaño más grande, entre los 30 y los 80 cm. Los organismos que se encontraron en esta zona son: el burrito rayado (*Haemulon sexfasciatum*) y el pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) (Fig. 10). Además, cuatro especies que fueron registros nuevos y que también alcanzan tallas grandes fueron el lunarejo (*Lutjanus guttatus*), y la cabrilla (*Mycteroperca prionura*).

Asimismo, se registró al pez trompeta (*Fistularia commersonii*) y a la señorita camaleón (*Halichoeres dispilus*).

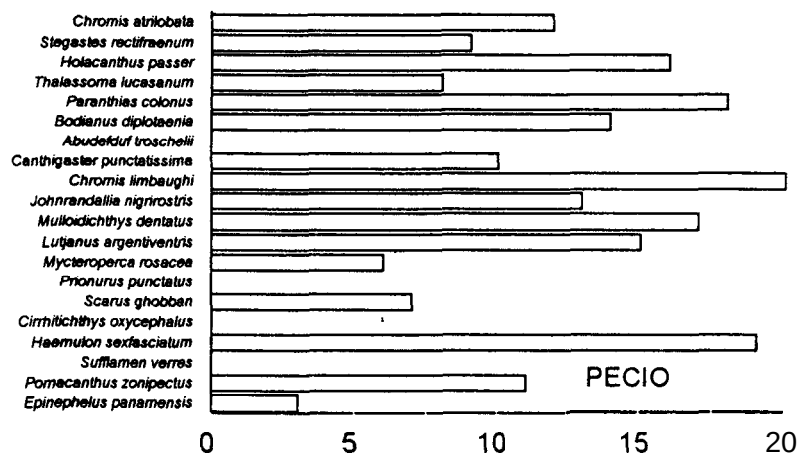


Figura 10. – Variación de las especies de acuerdo a su importancia, conforme a las calificaciones del IVB, para el arrecife artificial del Pecio Salvatierra.

Además de esta caracterización por tallas de las especies de peces dominantes que se presentan en los arrecifes de las diferentes islas, se realizó una revisión de las especies por debajo del 95% de abundancia. De éstas, se pudieron rescatar especies que existen sólo en un arrecife, pero por su escasa frecuencia y baja abundancia, no fueron dominantes. Si bien estas especies son raras, son las que caracterizan un determinado tipo de ambiente. Tenemos como ejemplo de lo anterior al bocón (*Opistognathus rosenblatti*) que sólo fue visto en Los Islotes, así como el halcón narigón (*Oxycirrhites typus*) en el Pecio Salvatierra y Las Ánimas, el burro panámico (*Anisotremus taeniatus*) que lo encontramos únicamente en el Pecio Salvatierra (Tabla V).

v.- Afinidad de Ambientes

Al realizar el análisis de grupos, se encontró una tendencia de agrupamiento similar a lo encontrado al utilizar el IVB, donde se utilizaron las tallas de los peces que caracterizaron a los diferentes ambientes mencionados (**Fig. 11**). El análisis mostró el nivel de distancia 2.8 como el que agrupa a todos los arrecifes en un mismo nivel y se utilizaron todos los casos (réplicas) para hacer el análisis, mostrándose en la gráfica mediante una llave la ubicación de los casos para cada arrecife. Los tres ambientes se describen de la siguiente forma:

- a) **Arrecifes protegidos.-** Comprende las **islas** El Gallo y La Ballena, que son las que se encuentran al poniente de la isla Espíritu Santo, y se caracterizan por tener una escasa **influencia** de corrientes, vientos y oleaje.
- b) **Arrecifes expuestos.-** Comprende las islas de Los Islotes y Las Animas, los cuales sufren los embates de corrientes fuertes y vientos intensos que provocan fuerte oleaje.
- c) **Arrecife especial.-** Este agrupamiento incluyó al arrecife artificial del Pecio Salvatierra y La Gallina; mismos que mostraron una marcada separación de los valores de los **índices** utilizados con respecto al resto de las islas.

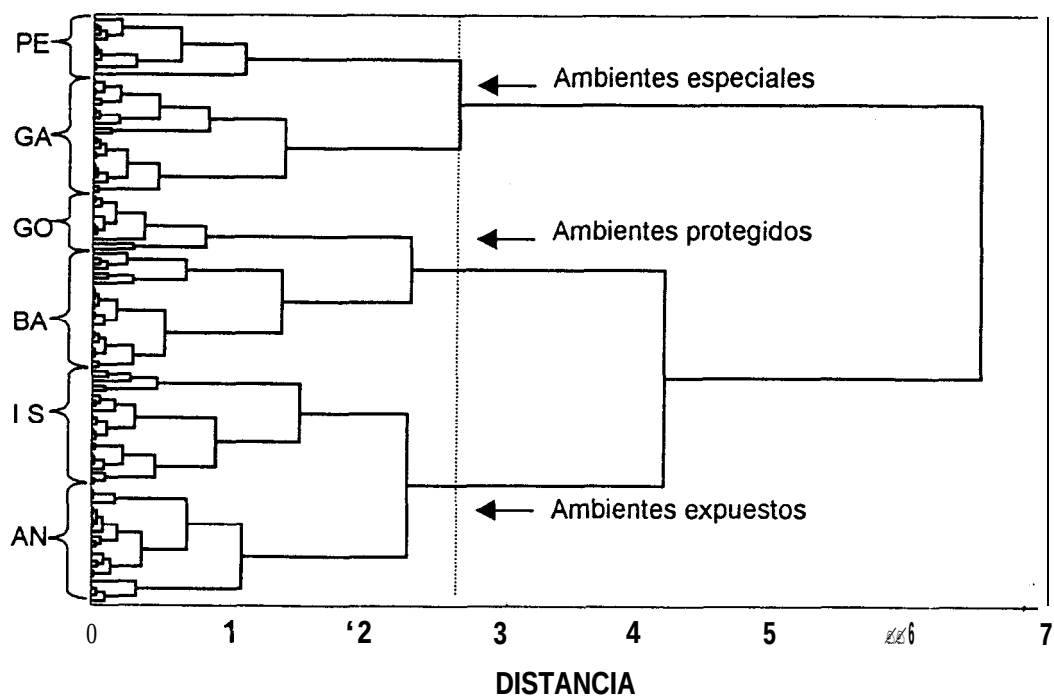


Figura II. - Agrupamiento de los tres ambientes usando el valor de distancia euclidiana 2.8:
PE = Pecio Salvatierra, GA = La Gallina, GO = El Gallo, BA = La Ballena, IS = Los Islotes, AN = Las Ánimas.

II. Diferencias entre Épocas del Año

A. Cambios en el Número de Especies

Se observaron variaciones en el número de especies presentes con la época del año, tanto en el número de especies total, como para cada isla en particular, siendo la primavera la que registró un número mayor: Sin embargo, aunque existe una cantidad diferente en el número de las especies, al realizar la prueba **ANDEVA** se comprobó que estas diferencias no fueron significativas ($p > 0.05$) (**Fig. 12**).

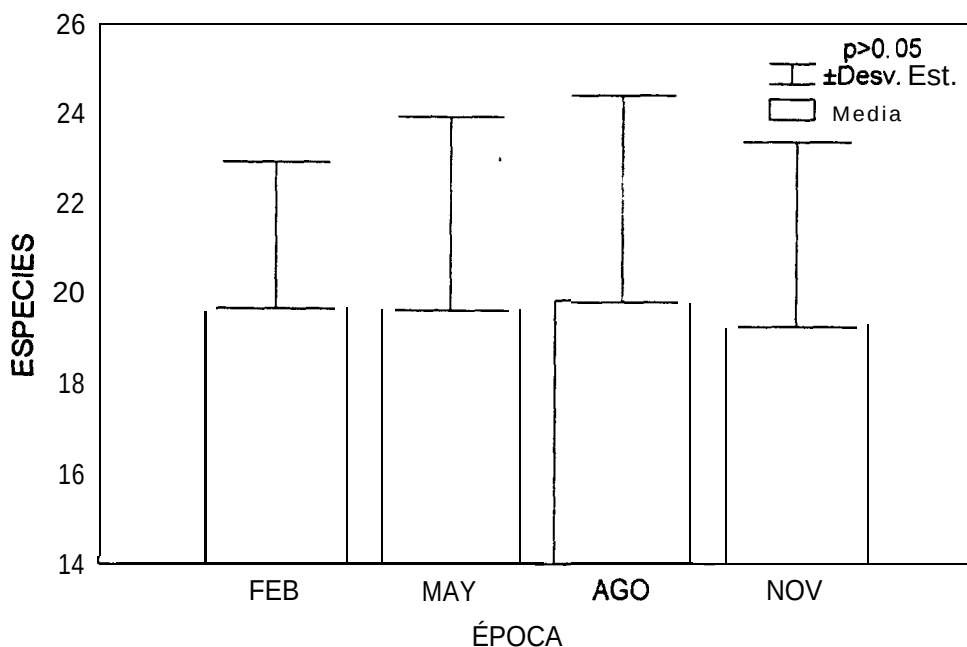


Figura 12. -Variación del número total de especies durante las diferentes épocas del año en los arrecifes de la región de La Paz durante 1995.

B. Abundancia

La abundancia registrada a lo largo del año no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$). La época de mayor abundancia, fue durante noviembre con 13,600 peces, seguida por febrero y agosto con registros de 13,239 peces y 12,354 respectivamente; mayo registró la menor abundancia de peces con 11,011 (Fig. 13).

En cuanto a la relación de la temperatura con la abundancia, se aprecia que una vez que pasa la **época cálida** se registra la mayor abundancia, siendo noviembre el mes en el que se registra la mayor abundancia de peces, para después disminuir gradualmente hasta la primavera que es el mínimo valor registrado (Fig. 14).

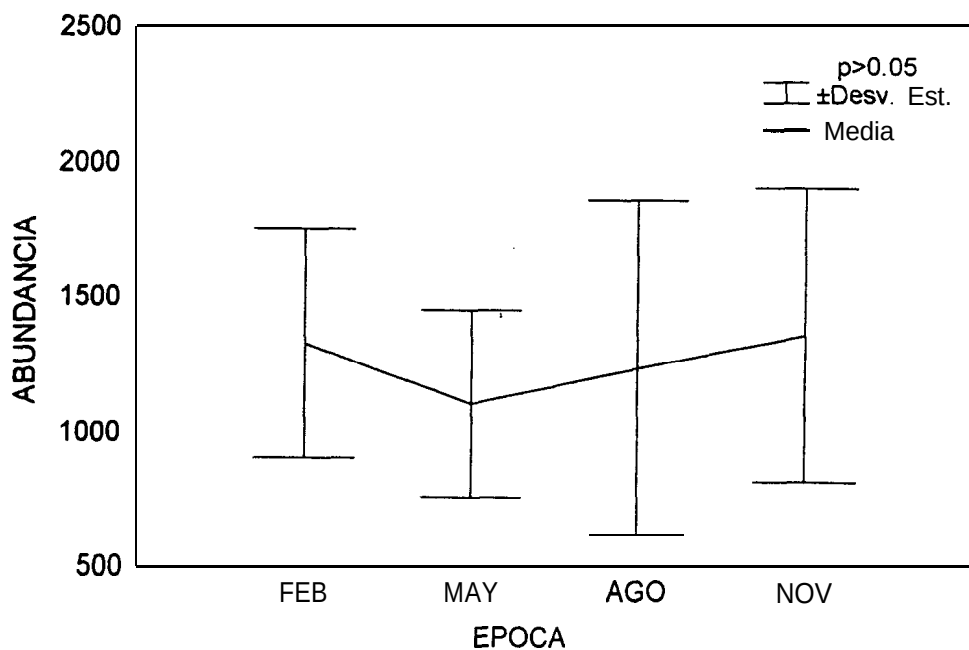


Figura 13.- Variación de la abundancia de peces de arrecife en las diferentes épocas del año en los arrecifes de la región de La Paz durante 1995.

C. Índices Ecológicos

Los índices ecológicos para cada época del año fueron analizados, primero sin tomar en cuenta los niveles de profundidad y después separando las muestras para los 6 m y los 12 m. En las tres pruebas, se constató que no existió una diferencia significativa entre los índices para cada época del año ($p > 0.05$) (tabla VII).

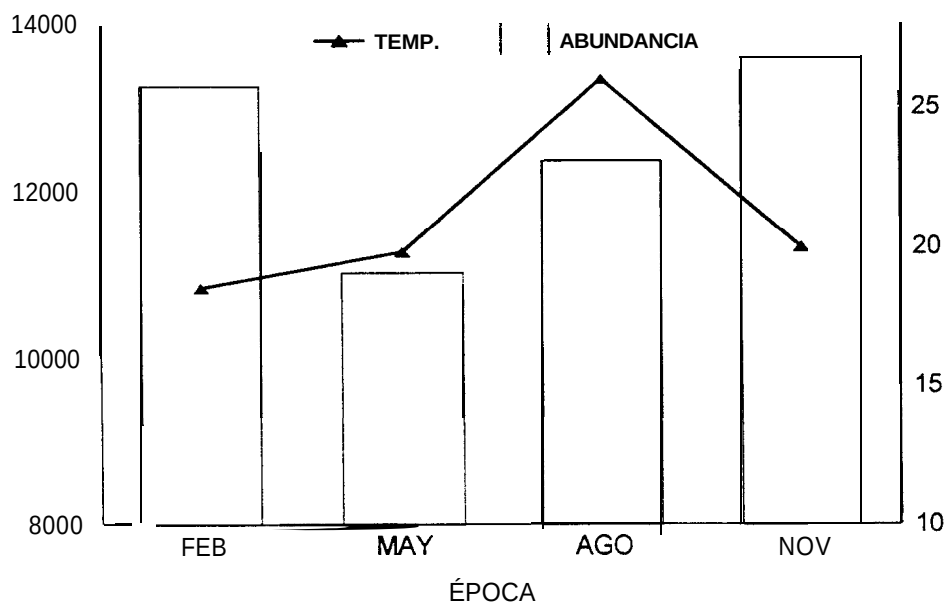


Figura 14.- Relación de la temperatura con la abundancia a lo largo del año de muestreo en los transectos realizados en la región de La Paz.

Tabla VII. — Valores de las pruebas de ANDEVA realizadas sobre los diferentes índices ecológicos para determinar el efecto de las épocas del año en el total de los datos y para cada uno de los niveles de profundidad 6y 12m.

Total			
	g.l..	Valor F	Valor p
Diversidad H'	3	0.54	0.65
Riqueza	3	0.47	0.69
Equitabilidad	3	0.63	0.59
6 metros			
Diversidad H'	3	0.19	0.89
Riqueza	3	0.19	0.90
Equitabilidad	3	0.41	0.74
12 metros			
Diversidad H'	3	0.40	0.75
Riqueza	3	0.48	0.69
Equitabilidad	3	0.54	0.65

Pese a lo que indican los resultados de las pruebas estadísticas, se puede observar una tendencia de los valores de los **índices** ecológicos, presentando un incremento de los registros durante las épocas cálidas de primavera y verano (Fig. 15).

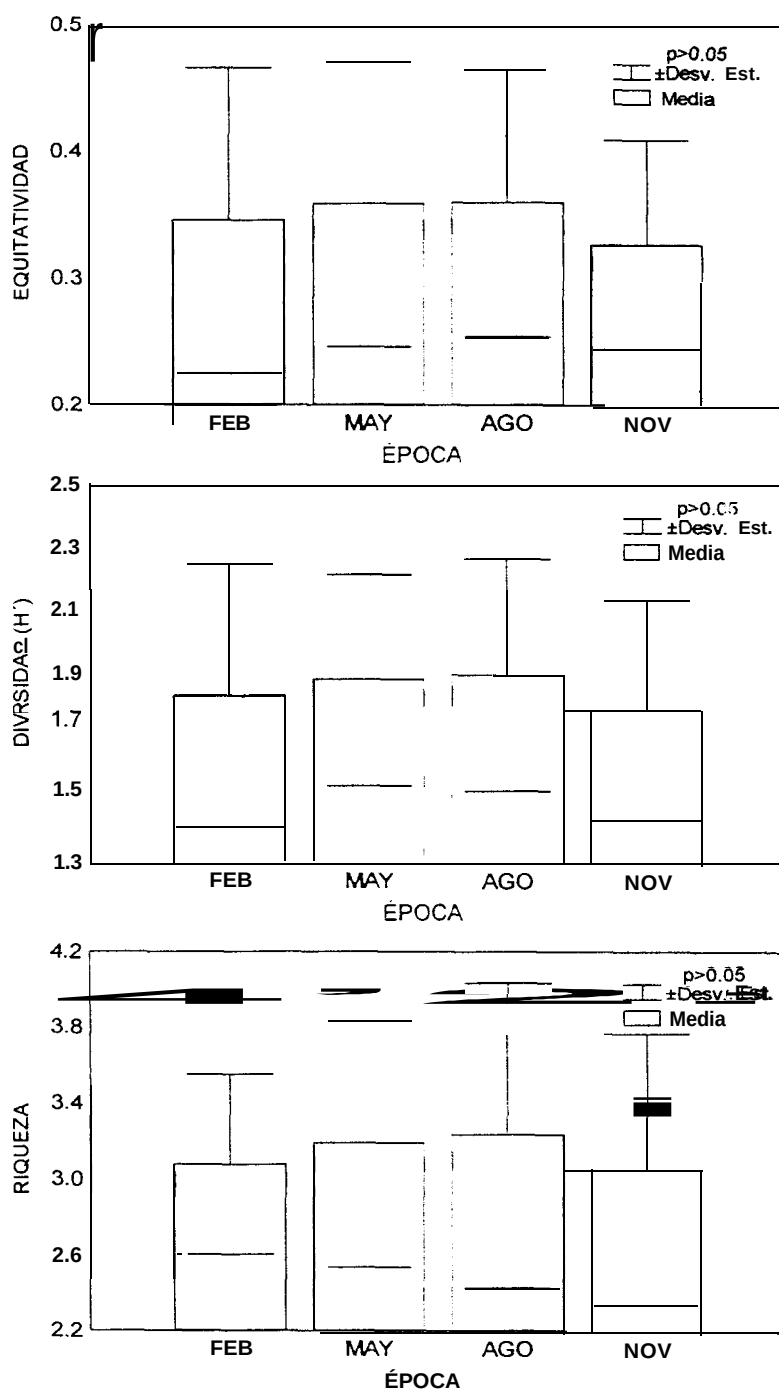


Figura 15. — Efecto de las épocas del año sobre los **índices** ecológicos.

D. Estructura de la Comunidad de Peces (Especies Dominantes)

De acuerdo al IVB se encontraron diferencias en la composición de las especies y su dominancia en las diferentes épocas del año. La mayoría de los cambios se presentaron en especies como el pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) y la cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosacea*), las cuales durante el verano tienen una conducta de agrupamiento, debido a que es durante la época cálida cuando llevan a cabo la reproducción (Thomson et al., 1979) (Fig. 16).

También durante el verano aumenta la abundancia de algunas especies, como la damisela del cortés (*Stegastes rectifraenum*), y el mero chino (*Cirrhitus rivulatus*), sobre todo de juveniles. Otras especies que cambian su nivel de importancia son la cabrilla rayada (*Epinephelus panamensis*), y la cabrilla piedrera (*E. labritormis*), a las que normalmente se observó alimentándose de sardinas pequeñas durante la primavera (Fig. 16).

Sólo nueve especies fueron registros adicionales para colocarse dentro de las 20 más importantes. Para invierno sólo se registro a la damisela gigante (*Microspathodon dorsalis*). En primavera se presentó el mayor número de especies nuevas (ocho), que fueron, la señorita camaleón (*Halichoeres dispilus*), el pargo rayado (*Lutjanus viridis*), la damisela gigante (*Microspathodon dorsalis*), el coconaco (*Hoplopagrus guntheri*), la mariposa tres bandas (*Chaetodon humeralis*), el trambollito (*Ophioblennius steindachneri*), el loro (*Nicholsina denticulata*) y el soldado (*Mynpristis*

leiognathos). En verano se encontró al trambollito (*Ophioblennius steindachneri*) y al soldado (*Myripristis leiognathos*). Por último en otoño se presentaron nuevamente el trambollito (*Ophioblennius steindachneri*) y la soltera (*Halichoeres nicholsi*).

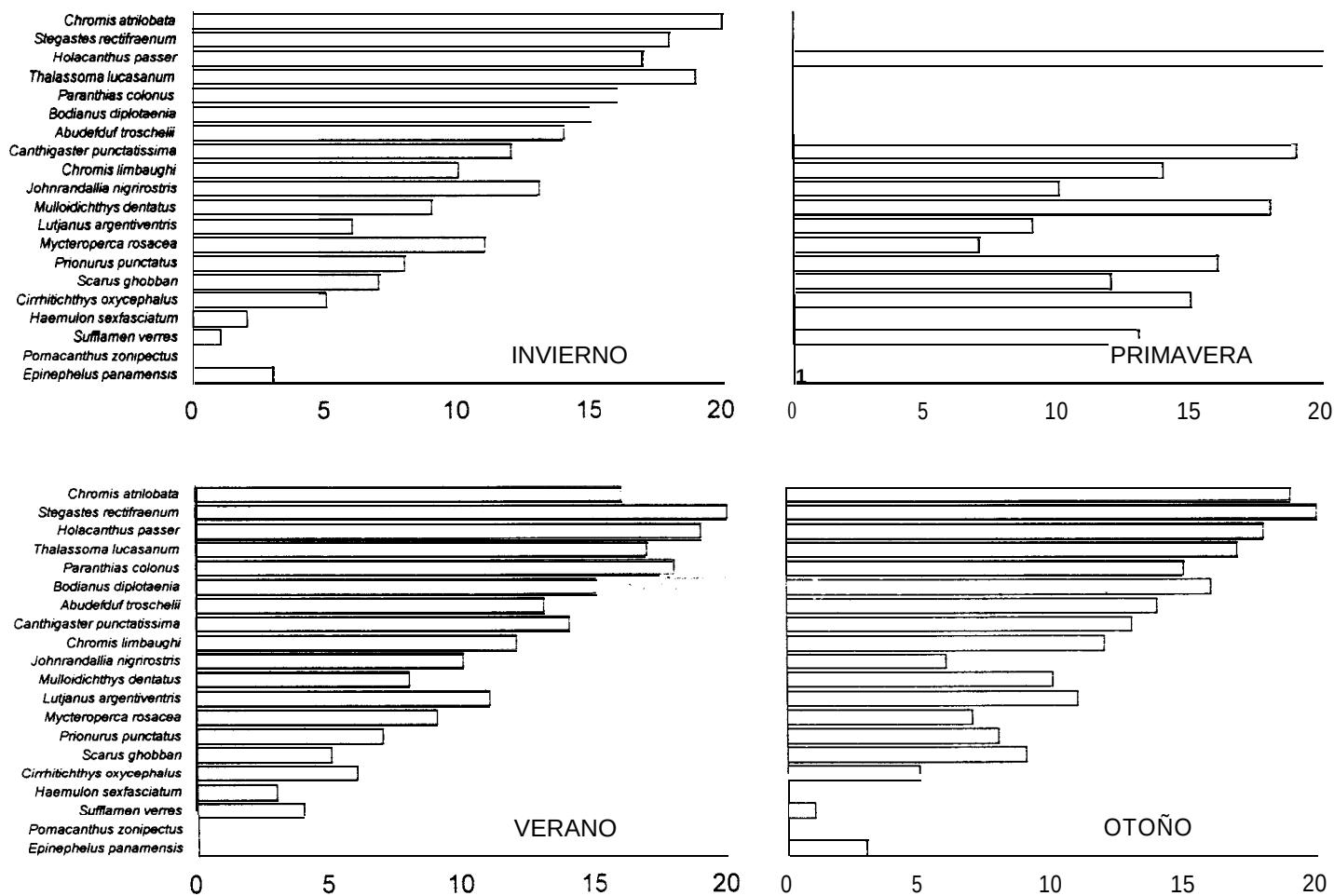


Figura 16.- Variación de las especies de acuerdo a su importancia conforme a las calificaciones del IVB para las diferentes épocas del año.

III. Variación por Nivel de Profundidad

A. Cambios en el Número de Especies

Al utilizar los dos niveles de profundidad durante los muestreos se lograron detectar diferencias entre ellos. Se encontró un mayor número de especies en el nivel

de 12 m, donde se registraron 79 especies, comparadas con las 60 del nivel de 6 m. La prueba estadística indicó que esta diferencia fue significativa ($p < 0.05$) (Fig. 17).

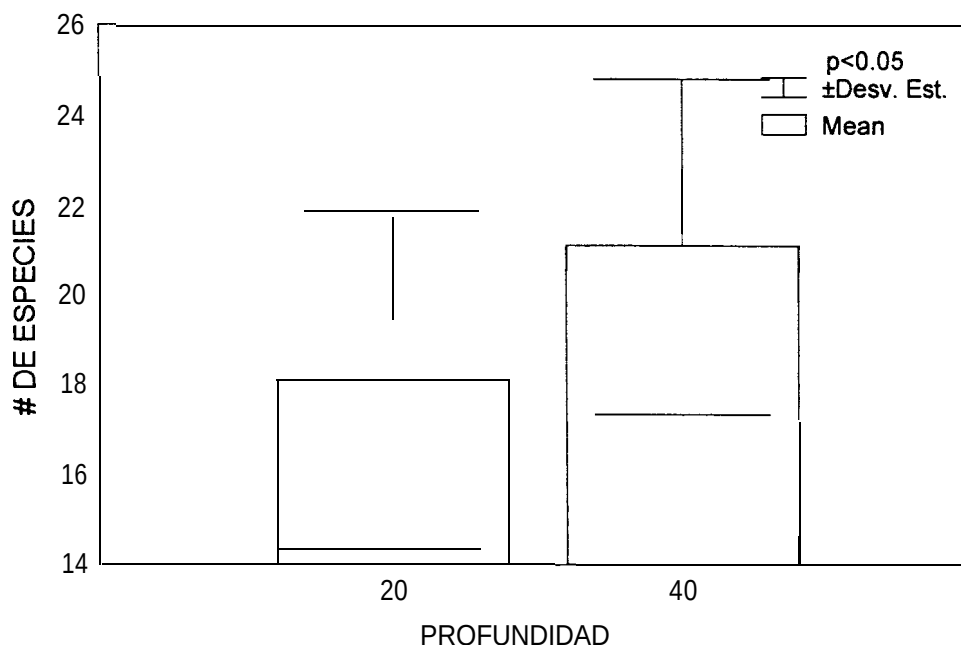


Figura 17. —Variación en el número de especies para los dos niveles de profundidad utilizados en los arrecifes de la región de La Paz durante 1995.

B. Abundancia

Al contrario del número de especies, la abundancia no presentó diferencias significativas con respecto a la profundidad en los transectos hechos en los diferentes arrecifes de la región de La Paz (Fig. 18).

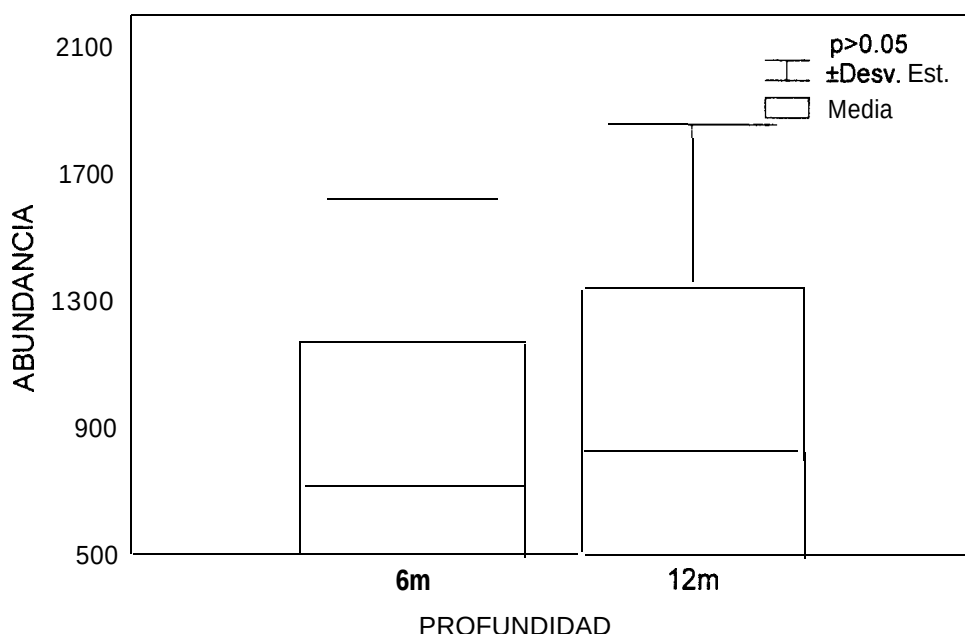


Figura 18. — Variación en la abundancia de peces de arrecife para los dos niveles de profundidad utilizados en los transectos hechos en los arrecifes de la región de La Paz durante 1995.

C. Índices Ecológicos

Los análisis hechos sobre la variación de los **índices** ecológicos con respecto a la profundidad, muestran que en la serie total de datos el **índice** de diversidad de Shannon (H') y el de riqueza de Margalef (R), presentaron una diferencia significativa ($p<0.05$), siendo el nivel de 12 m el de mayor valor en los registros; por otro lado el **índice** de equitatividad no mostró diferencias significativas ($p>0.05$) (Tabla VIII).

Cuando se analizó el efecto de la profundidad en cada una de las islas, se encontró el mismo patrón general, con excepción de Los Islotes en donde el **índice** de

riqueza fue el único significativamente diferente. El arrecife de Las Ánimas no registró un efecto significativo por profundidad ($p > 0.05$), en ninguno de los índices.

Tabla VIII.- Valores de la prueba de ANDEVA aplicados para detectar la variación entre arrecifes del total de resultados, así como para los dos niveles de profundidad. Los números subrayados son aquellos con una diferencia significativa.

	TOTAL			GALLNA			BALLENA		
	g.l.	Valor F	Valor p	g.l.	Valor F	Valor p	g.l.	Valor F	Valor p
Diversidad H'	1	16.2358	<u>0.0038</u>	1	5.6576	<u>0.0284</u>	1	11.2314	<u>0.0028</u>
Riqueza	1	8.7076	<u>0.0000</u>	1	7.0998	<u>0.0141</u>	1	13.1553	<u>0.0014</u>
Equitatividad	1	1.0561	0.3061	1	0.3777	0.5451	1	2.1024	0.1611

	ISLOTES			ANIMAS		
	g.l.	Valor F	Valor p	g.l.	Valor F	Valor p
Diversidad H'	1	0.1043	0.7497	1	0.0040	0.9501
Riqueza	1	6.8932	<u>0.0154</u>	1	1.5388	0.2278
Equitatividad	1	4.2958	0.0501	1	0.7583	0.3932

D. Especies Dominantes en los Diferentes Niveles de Profundidad

El índice de valor biológico mostró diferencias en las especies dominantes para cada nivel. Estos cambios se presentaron tanto en el análisis general como en el particular por arrecifes.

Las diferencias que se encontraron se debieron básicamente a la presencia de especies pequeñas- asociadas al nivel de 6 m. Ejemplos de estas especies son el halconcito del coral (*Cirrhichthys oxycephalus*), el trambollito (*Ophioblennius steindachneri*) y la damisela del cortés (*Stegastes rectifraenum*). Mientras que en el nivel de 12 m aparecieron como especies importantes aquéllas de tallas medianas (20

a 50 cm) y grandes (>50 cm), como el ángel rey (*Holacanthus passer*), la cabrilla piedra (*Epinephelus labriformis*), así como algunas especies características de la frontera roca-arena como el burro rayado (*Haemulon sexfasciatum*) y el chivato (*Mulloidichthys dentatus*) (Fig. 19).

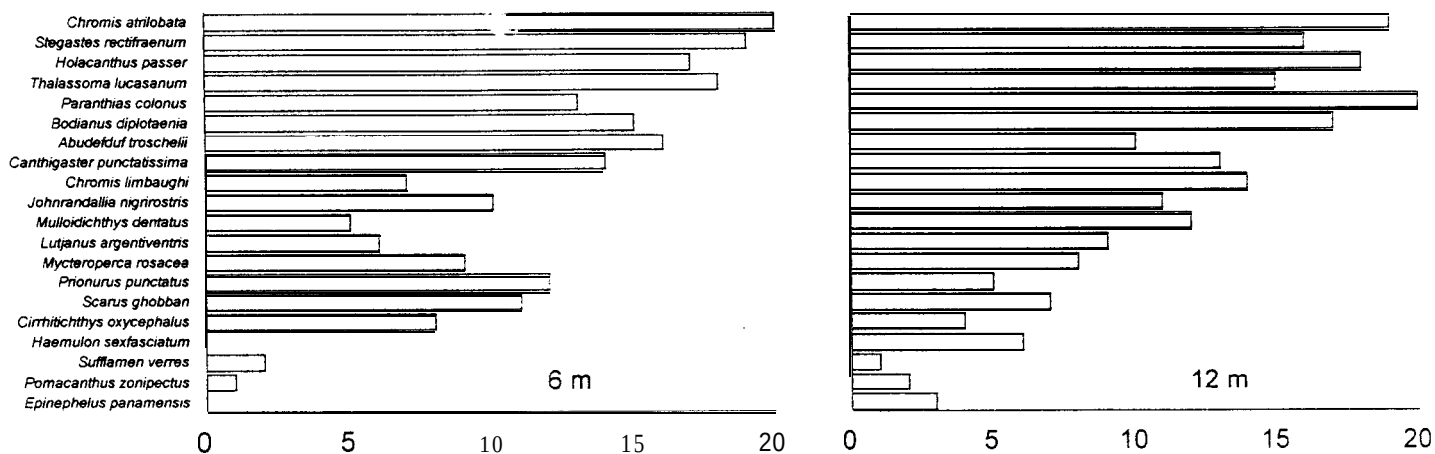


Figura 19. – Variación en el IVB de las veinte especies más importantes en los dos niveles de profundidad en los arrecifes de la región de La Paz.

El trambollito (*Ophioblennius steindachneri*) y la damisela gigante (*Microspathodon dorsalis*), fueron las dos especies que registraron mayores valores de IVB y pasaron a formar parte de los nuevos registros para integrarse a las 20 especies dominantes en el nivel de 6 m.

6. DISCUSIÓN

El total de 80 especies de peces encontradas en los arrecifes de la región de La Paz representa aproximadamente el 30% de todas las especies de peces de **sustrato** rocoso reportadas para el Golfo de California (Castro-Aguirre et *al.*, 1995). Dicha cantidad se puede considerar un elevado registro, ya que el tiempo de estudio fue corto y el área **geográfica** estudiada fue reducida.

En estudios realizados por Abitia-Cárdenas et al. (1994), Perez-España et *al.* (1996), Sánchez et *al.* (1997), así como por diferentes técnicas de captura utilizadas para conformar la colección de peces de arrecife durante los trabajos del proyecto Fauna **Arrecifal** de la **UABCS**, se sabe que la riqueza de peces en estos arrecifes es mayor, estimando que puede llegar aproximadamente al 50% de la fauna de peces de arrecife del Golfo de California. Sin embargo este trabajo comparado con los realizados anteriormente, tiene su **mérito** principalmente en los muestreos sistemáticos y la metodología utilizada, la **cual** aunque sacrifico especies **crípticas** sirvió perfectamente para hacer análisis comparativos entre los arrecifes, **profundidades** y épocas del **año**.

La diferencia en el porcentaje observado respecto del total estimado, se debe principalmente al grupo de peces sobre el cual se tuvo incidencia durante la **realización** de este trabajo. las técnicas de censos visuales, como las que se

utilizaron y son descritas en otros trabajos (**Brock**, 1954; Kimmel, **1985**), aunque son las más adecuadas para este tipo de estudio, presentan un sesgo sobre las especies **crípticas** y nocturnas (Jones y Thomson, 1982; Bohnsack y Bannerot, 1986; Sale, 1991; Parker et al., 1994); son precisamente esas especies las que no aparecen en el listado de este trabajo; sin embargo sí se encuentran en estudios donde se utilizan **técnicas** como redes nocturnas, **anestésicos**, ictiocidas y métodos indirectos (Walker, 1960; **Brock**, **1982**; Smith, 1988; **Abitia-Cárdenas** et al., 1994; y **Balart** et al., 1995).

Cuando se hacen comparaciones con la comunidad de peces de arrecife de distintas regiones, es normal encontrar diferencias debido a factores como la variabilidad de ambientes, movilidad de los peces, conducta, disponibilidad de alimento, espacio disponible, entre otros. Tal es el **caso** de los peces que se encuentran en los arrecifes de la región de La Paz. Una de las posibles causas para las diferencias que se presentan en el número de especies que se encontraron por localidad puede deberse al **tamaño** que presenta **cada** uno de los arrecifes (Williams, 1986).

La Gallina es un ejemplo de los arrecifes **pequeños**; esta isla presentó un patrón diferente en cantidad de especies y valores de los **índices** ecológicos, con respecto al resto de los arrecifes. Esto se debió a varios factores: el número de especies fue reducido, con una elevada abundancia de algunas de ellas, dando

como resultado un valor muy bajo de diversidad; otro **factor** fue el perímetro del arrecife, que fue el más **pequeño** de todos, que parece ser un factor muy importante en los arrecifes de la Bahía de La Paz a la hora de la distribución de alimento y refugio (Choat y Ayling, 1987; **Roberts** y Ormond, 1987). Ejemplo de esto es que la siguiente isla en perímetro, El Gallo tiene un mayor número de especies y mayor abundancia. Esto se repite con la siguiente isla que presenta mayor perímetro. Sin embargo, el patrón cambia con respecto a las islas de los ambientes expuestos.

Por otro lado, y a pesar que se trata del arrecife más pequeño, **los valores** expuestos por el **índice** de diversidad de Shannon (H'), muestran El Pecio , Salvatierra con el mayor valor; esto se debe a la combinación que existe entre la riqueza y la abundancia en los arrecifes. En el caso de El Pecio Salvatierra las especies que presenta tienen una abundancia semejante por especie lo cual permite que sea un lugar de elevada diversidad. Caso contrario es el de Los Islotes, en el que se encontró el mayor número de especies pero **muchas** de éstas con **una** abundancia baja.

La dinámica de las condiciones ambientales alrededor de los arrecifes, es un factor importante en las diferencias de la riqueza de especies de peces (**García-Charton**, 1995; **Harmelin-Viviens**, com. per'). En los arrecifes de la región de La Paz, se presentaron **de manera** general dos condiciones: **Áreas** protegidas, que se refiere a los arrecifes donde el oleaje y las corrientes no son muy fuertes ni

persistentes (Obeso et al., 1993; **Jiménez-Illescas** et al., 1997); **tales** lugares corresponden a las islas de La Gallina, El Gallo y La Ballena. Estos lugares se caracterizaron por la presencia de peces pequeños que buscan refugio en cuevas y grietas, no soportan condiciones de corrientes extremas.

El ambiente denominado como expuesto, que comprende a arrecifes que son constantemente azotados por fuerte oleaje y corrientes, provocados por encontrarse en lugares de canales de marea y hacia **los** vientos dominantes (Obeso et al., 1993; **Jiménez-Illescas** et al., 1997). Estos lugares son las islas como Los Islotes y Las Animas, en donde la fauna característica consta de especies de **tamaño** mediano y **especies** pelágicas visitantes, este último tipo de especies, son las que crean comunidades con mayor riqueza.

El Pecio Salvatierra, es un arrecife artificial que se encuentra en un canal de flujo de marea (Obeso et al., 1993; **Jiménez-Illescas** et al., 1997), y donde predomina la arena (Cruz-Orozco et al., 1996). **Este** lugar, es utilizado como refugio de muchos juveniles de peces que llegan por medio de las corrientes que pasan por el canal y por grandes depredadores que se alimentan de aquéllos. Estas diferentes condiciones de dinamismo oceanográfico, **influyen** en la riqueza de peces para cada uno de los **ambientes**.

¹ M. Harmelin-Vivien. Université de la Méditerranée-Centre d' Océanologie de Marseille. Station Marine d' Endoume, rue de la Batterie des Lions, 13007 Marseille, France.

Las diferencias significativas que se registraron a partir de las **ANDEVA** en los **índices** ecológicos, se debieron a la variedad de ambientes encontrados, en los que se mezclan una complejidad de condiciones tanto de fuerza de corrientes, estructura física y el **área** que cubren los arrecifes. Todos estos factores, ya han sido identificados anteriormente, como los causantes de las diferencias en los **índices** ecológicos en diferentes estudios (Smith, 1971; Anderson et al., 1981; Schlosser, 1982; Williams, 1982, 1986). En este caso, el factor de las corrientes es determinante en el alto número de especies de las islas oceánicas, debido a la susceptibilidad de las islas expuestas a recibir larvas. El sustrato, es el segundo factor de importancia, ya que las larvas dependen de las condiciones propicias de , éste para su establecimiento.

García-Charton (1995) mencionó que otro de los factores determinantes para la conformación de la estructura comunitaria es la fisiografía de los arrecifes. Ésta se encuentra definida por criterios diferentes, como pueden ser los porcentajes de cobertura de los elementos del arrecife (coral, rocas y arena), la rugosidad, que es la que ofrece las diferentes condiciones para la disponibilidad de alimento y se representa por medio de **índices**, por último ta capacidad de ofrecer refugio, y **que** se refiere a la cantidad de elementos que pueden ofrecer protección a los peces adultos y sus crías (Choat y Ayling, 1987; Roberts y Ormond, 1987; Anderson **ef al.**, 1989; Moyle y **Cech**, 1996).

En el presente estudio y tomando en cuenta todas estas definiciones, se detectaron tres ambientes **fisiográficos** que influyen en las diferencias encontradas en los valores de los **índices** ecológicos utilizados y que concuerdan con la dinámica oceanográfica antes descrita. El canto rodado y arrecifes someros, son las características principales en los arrecifes de las islas protegidas (La Gallina, El Gallo y La Ballena). El ambiente que se denominó “muro **vertical**” y que además se combina con los arrecifes profundos, los cuales corresponden a los arrecifes de las islas expuestas (Los Islotes y Las Animas). Por último, el ambiente de arrecife artificial y que consiste en un barco hundido que se encuentra rodeado **por** fondo arenoso que se conoce como El Pecio Salvatierra.

Al realizar las pruebas de Tukey, se determinaron cuantitativamente estos ambientes, detectando diferencias entre los arrecifes para los diferentes análisis (especies, riqueza, diversidad y equitatividad); principalmente en el Pecio Salvatierra, que presentó diferencias significativas con el resto de los arrecifes. Por otro lado, Los Islotes y Las Ánimas presentaron diferencias significativas con los arrecifes protegidos.

El análisis de grupos también ayudó a la determinación de la afinidad que presentaron los diferentes ambientes y que **correspondió** a las observaciones hechas en cuanto a la dinámica oceanográfica y a la fisiografía ya descrita. El análisis estadístico hace válidas las determinaciones de los ambientes protegidos que corresponden a las islas El Gallo y La Ballena (excepto La Gallina), que

comparten características **fisiográficas**, denominados como arrecifes protegidos con las características mencionadas para estos ambientes.

También, se demostró la afinidad ictiofaunística entre las islas de Los **Islotes** y Las Animas, que se caracterizan por estar expuestas y por lo tanto tienen una fuerte exposición al oleaje y corrientes; además son semejantes en la estructura física del arrecife, presentándose en ambas localidades muros verticales característicos de estos ambientes.

Por último, se lograron separar dos arrecifes, el del Pecio Salvatierra y La , Gallina; que aunque son diferentes en cuanto a condiciones oceanográficas y **fisiograficas**, los dos presentan características especiales que los separan del resto, como es la formación del arrecife por medio de placas metálicas para el caso del Pecio Salvatierra; además se encuentra rodeado por fondo arenoso lo que hace necesario el reclutamiento de peces de otros arrecifes; esto último es un factor determinante para su poblamiento, ya que por sí mismos los arrecifes artificiales de este tipo no tienen la capacidad de aumentar su población de peces (Russell et al., 1974; Burchmore et al., 1985).

Las diferencias encontradas con respecto a la abundancia, muestran nuevamente la importancia de los ambientes expuestos en la comunidad de peces de arrecife, ya que no sólo fueron de los lugares más ricos en número de especies, sino también, pueden sostener a una gran cantidad de organismos, sobre todo en

las especies planctónicas como la damisela cola de tijera *Chromis atrilobata*, el cadernal *Paranthias colonus* y la señorita arcoiris *Thalassoma lucasanum*. Esto está asociado con la presencia de las fuertes corrientes que circulan en estas islas (Obeso *et al.*, 1997), las cuales proveen de elevadas cantidades de plancton.

La baja diversidad que se registro en la isla de La Gallina, es un efecto combinado entre las pocas especies que presentan una abundancia elevada y el resto que presenta una abundancia de moderada a baja. Otro factor a considerar como causante de la baja riqueza de la isla, es el tamaño, ya que fue el arrecife con menor tamaño de todos los analizados, esto reduce la capacidad de proporcionar un refugio para los peces, además se asume un pobre suministro de alimento. Estas condiciones, hacen que junto con el Pecio Salvatierra, denominemos a estos ambientes como arrecifes especiales.

Los cambios de diversidad por efecto de la latitud, han sido reportados tanto para el Golfo de California como para otras regiones del mundo, como la Gran Barrera de arrecifes de Australia (Walker, 1960; Williams, 1982; Thomson y Gilligan, 1983;). El cambio de diversidad, consiste en la disminución de especies hacia las latitudes altas de la región donde se trabaje. En la Bahía de La Paz, se logró detectar mediante el uso de los **índices** ecológicos, en particular de Shannon (**H'**) y la equitatividad, una tendencia negativa del sur hacia el norte.

Autores como Walker (1960), Briggs (1974), Castro-Aguirre et al. (1995), atribuyen los gradientes latitudinales del Golfo de California a su privilegiada posición geográfica, la cual posee en sus más de 1,100 kilómetros de longitud, una variedad muy grande de ambientes, además de la presencia de fauna de diferentes **provincias biogeográficas**, como son la Panámica, Articoboreal, Indopacífica y algunos representantes endémicos. Estas características permiten que se presente un cambio gradual tanto en la riqueza, como en la diversidad de peces, presentándose una disminución de los valores de dichos Indicadores ecológicos, conforme uno avanza hacia latitudes mayores y las condiciones ambientales del Golfo de California se vuelven más rigurosas.

Los estudios biogeográficos del Golfo de California **describen** tres zonas (Thomson *et al.*, 1979), determinadas por la **presencia** de fauna de características semejantes en cuanto a los intervalos de temperatura y salinidad prevalecientes a lo largo del Golfo. La región de La Paz, se encuentra entre los límites del medio y el bajo Golfo, lo que ocasiona un efecto de mezcla entre la fauna de ambas zonas.

En los listados de especies, podemos observar que una de las islas que se encuentran **más** al norte, y que además esta más expuesta a las corrientes oceánicas (Los **Islotes**), presenta el mayor número de especies que además pertenecen a ambas **zonas** separadas por Thomson et al. (1979). Esto se debe, a que en la isla podemos encontrar tanto fauna de arrecife de la zona del bajo Golfo como del medio Golfo y peces oceánicos. Ejemplos de ello son las especies

características del bajo Golfo, como el cirujano, *Acanthurus xanthopterus*, el bocón, *Opistognathus rosenblatti* y el ídolo moro, *Zanclus cornutus*; mientras que del medio Golfo se encontraron especies como la cabrilla sardinera, *Mycteroperca rosacea*, el burrito rayado, *Haemulon sexfasciatus*. Combinadas estas especies de arrecife con las de mar abierto, como los jureles, *Caranx sexfasciatus* y *C. caballus*, así como algunos elasmobranquios, son la razón de la elevada riqueza de este arrecife, comparado con los que se encuentran hacia el sur.

En la Bahía de La Paz, más que el efecto latitudinal, el registro decreciente se debió a las características particulares de los ambientes detectados, donde los arrecifes protegidos se encuentran agrupados en la zona sur de la Bahía de La Paz y los arrecifes expuestos hacia la parte norte. Además, la escala geográfica que se utilizó (un grado latitudinal aproximadamente), fue muy pequeña para poder detectar efectos por latitud, mencionado para todo el Golfo de California por Walker (1960) y Castro-Aguirre *et al.* (1995). Además, la fauna en la que se enfocaron los estudios arriba mencionados fue de especies **crípticas**, a diferencia de este trabajo, que consistió de especies conspicuas.

La abundancia de las diferentes especies que se registraron en los arrecifes, **cambió** dependiendo del área donde se hizo el censo. Por tal motivo, los valores de IVB de cada especie fueron diferentes, haciendo que las 20 especies **más** importantes de todos los arrecifes, tuvieran cambios en el nivel otorgado por este análisis. Los cambios en la abundancia de una misma especie entre los arrecifes

están influidos en gran medida por aspectos de disponibilidad de alimento (Williams, 1986; Sale, 1991). Un ejemplo muy claro, del cambio en la importancia en el arrecife, es el caso de la damisela, *Chromis atrilobata*, y el **cadernal**, *Paranthias colonus*, ambos peces, son de hábitos alimenticios **planctófagos** (Thomson et al. 1979; Bermúdez y **García**, 1985) y presentan una importancia muy alta, en los ambientes que se caracterizan por tener corrientes muy fuertes, que llevan una gran cantidad de plancton en las mismas; este es el caso de Los Islotes y Las Animas, donde los valores de importancia de estos peces, fueron primero y segundo, respectivamente, mientras que en las islas protegidas, sin corrientes, sus **valores** de importancia descienden a niveles intermedios.

En el caso de los herbívoros (según Thomson *et al.* 1979 y Bermúdez y **García**, 1985), como la damisela del **cortés**, *Stegastes rectifraenum*, y el **botete**, *Canthigaster punctatissima*, es el caso contrario. **Éstos** ocupan los valores más altos en las islas protegidas, desplazando a la damisela, *C. atrilobata*, y la rabirrubia, *P. colonus*. Esto se debe, a que la disponibilidad de **sustrato** con mayor cantidad de algas, es mayor en las islas protegidas y se combina con la ausencia de un gran número de planctófagos, debido a la falta de **corrientes** que transportan el plancton en grandes cantidades, como las que necesitan estos tipos de peces.

En el arrecife del Pecio Salvatierra, las especies **planctófagas** son las dominantes, ya que en el canal San Lorenzo fluye agua que posee elevada concentración de nutrientes y de plancton; sin embargo, la damisela, *C. atrilobata*,

es sustituida por la damisela dos colores, *Chromis limbaughi*, debido a la profundidad en que se encuentra este arrecife.

Otra diferencia que se pudo apreciar, es la asociación de **determinadas** tallas, con las especies **importantes** para el IVB. Esto significa que existen grupos de tallas dominantes para cada arrecife (peces **pequeños 5–15** cm en las islas protegidas; peces medianos 1630 cm en las islas expuestas; y peces grandes 31-80 cm en el Pecio Salvatierra). La distribución por tallas de los peces, en un mismo arrecife, responde a factores relacionados con la **fisiografía** y la dinámica de **los** arrecifes (Williams, 1986; Sale 1991). En arrecifes con una elevada rugosidad, como es el caso de los protegidos, existen muchas cuevas y grietas, que permiten a los peces pequeños refugiarse de sus depredadores; además, existe una mayor **superficie** para el desarrollo de las algas, sustento de la alimentación de los herbívoros dominantes en estos ambientes. Por otro lado, las tallas medianas que se encontraron en los ambientes expuestos, se debe a que en estos lugares las corrientes son más fuertes (Obeso et *al.*, 1993), la rugosidad y estructura física no son tan complejas, estando conformada por grandes bloques de piedra o por muros verticales que no ofrecen suficiente refugio a las especies **pequeñas**. En el caso del Pecio Salvatierra, la gran abundancia de plancton que alimenta a peces de tallas **pequeñas**, y la presencia de **larvas** y juveniles de varias especies (Obs. Pers.), crean las condiciones **apropiadas para** que los **depredadores** de peces de arrecife que normalmente son de tallas grandes, también dominen el arrecife artificial.

La tercera diferencia detectada, corresponde a las especies más raras y que sólo se registran en pocas ocasiones, por lo que se sitúan al final de la lista de 'valores proporcionada por el IVB. Entre ellas, se pudo detectar a las que son exclusivas para determinados ambientes, como es el caso del halcón narigón, *Oxycirrhites typus*, el bocón, *Opistognathus rosenblatti*, y el burrito panámico, *Anisotremus interruptus*. El motivo de su presencia, es su especialización para desarrollarse en ambientes determinados, y esto **tiene que ver con aspectos** evolutivos de asociación **interespecífica**. Así, el halcón narigón, *Oxycirrhites typus*, se encuentra íntimamente ligado al coral negro, *Antipathes galapagensis* (Thomson *et al.* 1979); esto restringe a este pez a lugares de profundidades mayores de 30 m , y en ambientes de **sustrato** duro donde se fija el coral, como es el caso de Las Animas y el Pecio Salvatierra, que contienen una mayor cantidad de coral *negro*. **Un** caso particular de análisis, es el burrito panámico, que **sólo** fue localizado en el Pecio Salvatierra, esto parece marcar el límite norteño de la especie, sin embargo es difícil establecer un límite geográfico arbitrario para los organismos, en este caso existe un límite físico que restringe a esta especie, que son grandes extensiones de arena que se encuentran en el canal San Lorenzo y que impide, su incursión a lugares más al norte. Estos ejemplos, son una muestra de que también factores evolutivos de asociaciones específicas y de distribución geográfica influyen en la estructura de la comunidad de peces en los valores más bajos que arrojó el IVB para estas especies.

La variación entre épocas, fue nula, **según** los **índices** ecológicos que fueron utilizados. Esto demuestra, lo expuesto por Castro-Aguirre et al. (1995), quienes mencionaron que las comunidades **ícticas** de los ambientes rocosos del Golfo de California son un grupo relativamente **homogéneo**, ya que los recursos y la protección que ofrecen son constantes.

Sin embargo, existen cambios en la composición específica, registrados con el IVB. Estos cambios, más que representar una modificación de la estructura comunitaria, reflejan las diferentes épocas de alimentación y reproducción 'para algunas especies. Por ejemplo, una de las especies más importantes en las tablas del IVB, es la damisela cola de tijera, *Chromis atrilobata*, que presentó cambios en su importancia durante otoño e invierno, debido a que son las épocas en las que se encuentran realizando una mayor actividad de alimentación en la columna del agua, por lo que su registro de importancia es elevado; en primavera y verano se encuentran en época reproductiva y se les localiza en las grietas de los arrecifes cuidando de los nidos, por lo que su valor de importancia desciende.

Otro ejemplo relacionado con la alimentación, es el de la cabrilla sardinera *Mycteroperca rosacea*, la cual aumenta su presencia en los arrecifes durante la época de **primavera** y verano. Durante esta temporada, fue **atraída** a la costa por la sardina *Harengula thrissina*, presentándose en gran número de arrecifes; durante este tiempo, la cabrilla sube de las partes más profundas de los arrecifes y se **alimenta** de la sardina (Peláez-Mendoza, 1997).

Por otro lado, el pargo amarillo, *Lutjanus argentiventris*, también aumenta su abundancia y por lo tanto su valor de importancia en verano, debido principalmente a su conducta gregaria durante esta época, por lo que se encuentran grandes grupos en los arrecifes rocosos del Golfo de California. Este cambio se asocia con los cambios de temperatura en el agua (Thomson et al., 1979).

Aún con los cambios del valor de importancia en algunas especies, como los descritos anteriormente, éstos no son significativos para impactar en la riqueza y la diversidad entre épocas del año, por lo que no existe una diferenciación notoria en la fauna de peces de arrecife en la región de la Bahía de La Paz, durante el año estudiado.

Las diferencias encontradas en la abundancia, **con** respecto a las diferentes épocas del año, confirman los cambios en las especies dominantes encontrados al aplicar el IVB. En el análisis de la abundancia, se **encontró** que **otoño** e invierno fueron las épocas de mayor abundancia, provocado este aumento principalmente por las especies de tipo planctófago, como la **damisela cola de tijera**, *Chromis atrilobata*, y el **cadernal**, *Paranfias colonus*. Al parecer estos cambios, tienen una relación inversa con los cambios en la temperatura, ya que durante las temporadas **más** frías se **encontró** una mayor abundancia, **resultando** lo contrario durante las temporadas cálidas.

Se demostró que existe una diferencia en los diferentes niveles de profundidad, tanto en el número especies, como en el tipo de especies que se encontraron, siendo aparentemente mayor el número de especies en las zonas profundas. El principal factor que determina esta diferencia, es la **fisiografía** del arrecife, ya que **ésta** cambia conforme aumenta **la** profundidad. En el caso de los ambientes de canto rodado de las islas protegidas, esta característica se mantiene en los primeros metros, sin embargo a los 10 ó 12 metros, el fondo se vuelve arenoso, lo cual provoca la presencia de un **ecotono**, que produce la diferenciación batimétrica de la fauna.

Lo mismo ocurre en los ambientes de muro vertical, en los que a profundidades someras se encuentra el muro, y a mayor profundidad se desarrolla un **ecotono** entre este ambiente y canto rodado. Los cambios con respecto a la profundidad en la comunidad de peces de arrecife, han sido bien **documentados** por varios autores, quienes los atribuyen principalmente a las diferentes conductas de los peces, sobre todo en los aspectos de **alimentación** y **reproducción** (Anderson et al., 1981; Holbrook et al., 1990; Carr, 1994).

Algunas especies de peces de arrecife, han desarrollado algún tipo de especialización adaptativa, como puede ser la alimentación; este es el caso del salmonete, *Mulloidichthys dentatus*, el cual busca su alimento en zonas arenosas por medio de sus barbillas, esto lo limita a sitios específicos del arrecife. **Esto es** muy claro en arrecifes donde existe una **delimitación** de ambientes, como las rocas

de tamaños definidos y las zonas arenosas (**Clarke**, 1977; Sale, 1991). En el caso de los arrecifes de la región de La Paz, no es tan clara dicha división de ambientes. Sin embargo, además de los ambientes **fisiográficos** descritos anteriormente, se encontró verticalmente una zona de rocas, seguida por el **ecotono** roca-arena y por último la zona de guijarro, cada una de las cuales agrupa a determinadas especies de peces.

Con la ayuda del **IVB**, se pudo inferir que en los ambientes someros de máxima **protección**, existe una elevada presencia de peces **ramoneadores**, por lo que estos dominaron. Como ejemplo, se puede mencionar a la damisela del cortés, *Stegastes rectifraenum*, al cirujano *Prionurus punctatus*, al perico, *Scarus ghobban*, y a la **señorita** arco iris, *Thalassoma lucasanum*. En contraste, en **el** nivel profundo de los arrecifes, las especies que dominan o que cambian su valor son aquellas que pertenecen propiamente a las aguas más frías, como la damisela dos colores, *Chromis limbaughi*, o aquellas que su vida se desarrolla en el **ecotono** arena-roca de los arrecifes en busca de alimento, como son el salmonete, *Mulloidichthys ctenipomus* y **el** burro almejero, *Haemulon sexfasciatum*.

Aunque estadísticamente no se encontraron diferencias en la abundancia con **respecto** a los **diferentes** niveles de profundidad. Esto se debió a que las zonas profundas son las **que** en promedio tienen una mayor abundancia, principalmente porque en estos niveles se encuentran **los** peces con conducta gregaria, como lo

son los pargos, burritos y **algunas** cabrillas, lo cual disminuye la variación con las zonas someras donde se encuentran las especies planctófagas.

7. CONCLUSIONES

- Se encontraron diferencias significativas en cuanto a los peces conspicuos de arrecife de cada isla, así **como** entre profundidades.
- Los arrecifes se pueden clasificar en tres categorías, expuestos, protegidos y el arrecife artificial. Siendo factores determinantes el dinamismo y fisiografía de cada arrecife para la composición de la ictiofauna de cada uno de ellos.
- Aunque las pruebas estadísticas **no** mostraron una variación significativa en cuanto a la época del año, el IVB logró **evidenciar** variaciones en la importancia de las especies en cada arrecife y en lo general.
- Existen diferencias en los dos niveles de profundidad utilizados, debido a factores como la conducta de las especies, disponibilidad de alimento y refugio.
- En el área estudiada existe una mezcla **de** especies de peces de diferentes zonas del medio y bajo Golfo.
- Se identificaron 20 especies de peces conspicuos de arrecife como los más importantes de la región de La Paz, **así** como los de **cada una** de las islas. Estas 20 especies conforman el 95% de la abundancia total registrada.
- La abundancia de los peces registrados presenta diferencias entre los arrecifes, siendo los de mayor perímetro los que presentaron algunos de los mayores **registros**, sin embargo los ambientes expuestos fueron los que registraron los más altos valores de abundancia.
- La abundancia sufrió cambios a lo largo del año, siendo las **épocas** de invierno y otoño las de mayor abundancia.

8. RECOMENDACIONES

Los arrecifes de la región de La Paz aquí estudiados, presentaron diferencias en la estructura comunitaria de los peces, esto fue evidente entre las zonas, las épocas del **año** y la profundidad. Los **cambios** que se apreciaron, mediante los diferentes **índices** utilizados, son un pequeño **reflejo** de lo que está sucediendo en la compleja organización de la **ictiofauna** de estos ambientes.

Es necesario, seguir estudiando con más detalle, en escala geográfica **menor** (a nivel de arrecifes particulares), para demostrar con precisión el efecto del ambiente **para** la definición de la comunidad de peces de arrecife. También, se necesita realizar trabajos en intervalos de tiempo más **pequeños**, que permitan detectar cambios de la composición específica de peces en los arrecifes de la localidad sobre todo en los estudios de juveniles.

La complejidad de la comunidad de arrecife obliga a pensar en estos ambientes como lugares que requieren de una mayor atención por parte de la ciencia, en particular en lo que se refiere a los peces de arrecife, ya que éstos son el objeto de una pesquería que hasta el momento ha sido detenida por el gobierno mexicano mediante la Suspensión de los permisos de captura para las especies de ornato.

Los estudios de peces de arrecife en México, aún son preliminares y todavía se cree que con estudios de ecología general, como este trabajo, se pueden resolver- los

problemas para determinar la cantidad de organismos que se pueden extraer del medio sin causar **daño**. Sin embargo, los estudios deben ser enfocados a determinar lugares específicos para **la** reproducción y dónde se desarrollan los juveniles, reclutamiento y mortalidad. Además, estas investigaciones deben ser proyectadas a largo plazo, ya que un ciclo anual no es suficiente para detectar cambios significativos ocasionados por eventos de mediano plaza

9. BIBLIOGRAFÍA

- Abitia-Cárdenas, LA., J. Rodríguez-Romero, F. Galván-Magaña, J. de la Cruz-Agüero 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. O. 1997. **Conducta alimentaria del ángel rey *Holacanthus passer* Valenciennes, 1846 (Perciformes: Pomacanthidae)**, en Los- Islotes, B.C.S. México. Tesis licenciatura Universidad Autónoma de Baja California Sur. 52 pp.
- Allen, G.R. y D.R. Robertson. 1994. **Fishes of the tropical Eastern Pacific**. University of Hawaii press. USA. 332 pp.
- Arrellano-Martínez M. 1997. **Biología reproductiva del ángel rey *tfolacanthus passer* Valenciennes, 1846, y del ángel cortés *Pomacanthus zonipectus* (Gill, 1863) (TELEOSTEI: POMACANTHIDAE)**, en la costa sur-occidental del Golfo de California, México. Tesis Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar-Instituto Politécnico Nacional. 84 pp.
- Arreola-Robles, J.L. 1997. **Distribución y abundancia del ángel rey *Holacanthus passer* Valenciennes, 1846 (PISCES: Pomacanthidae)**, en Los Islotes, B.C.S. México. Tesis licenciatura Universidad Autónoma de Baja California Sur. 52 p p .
- Anderson, G.R.V., A.P. Ehrlich, P.R. Ehrlich, J.D. Roughgarden, B.C. Russell y F.H. Talbot. 1981. The **community structure of coral reef fishes**. **The American Naturalist**, 117(4): 616-635.

- Anderson, T.W., E.E. **DeMartini** y D.A. Roberts. 1989. The relationship between habitat structure, body size and distribution of **fishes** in a temperate **artificial** reef. **Bulletin of Marine Science**, 44(2): 681-697.
- Anónimo, 1993. **Foro de las islas de la Bahía de La Paz**. Gobierno del Estado de B.C.S.
- Balart**, E.F., J.L. Castro-Aguirre, D. Auriol-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.
- Bakus, G.J. 1990. **Quantitative ecology** and marine biology. Oxford & IBH Publishing Co. PVT. LTD. India. 157 pp.
- Bermúdez**, B. y G. García. 1985. Hábitos alimenticios en los peces de las zonas **rocosas de la Bahía de La Paz, B.C.S.** Tesis profesional UNAM, México, D.F. 259 pp.
- Bermúdez, B., G. García, L.G. López-Lemus, R.J. Saldierna y C.A. Sánchez. 1993. feeding ecology of reef fishes: foraging behaviour and **functional** morphology. *En*: Schröder, J.H. J. Bauer y M. Scharl (Eds). **Trends in Ichthyology**, GSF-Blackwell Scientific Publications: 335-346.
- Bohnsack, J.A. y S.P. Bannerot. 1986. A stationary visual **census** technique for quantitatively assessing community structure of coral reef **fishes**. NOAA **Technical Report**, NMFS, 41: 15 pp.
- Briggs, J.C. 1974. **Marine zoogeography**. McGraw-Hill Book Co. New York, 475 pp.

- Brock, V.E. 1954. A preliminary report on a method of estimating reef fish population. **Journal of Wildlife Management**. 18(3): 297-308.
- Brock, R.E. 1982. A critique of the visual census method for assessing coral reef fish population. **Bulletin of Marine Sciences**. 32(1): 269-276.
- Brusca, R.C. y D.A. Thomson. 1975. **Pulmo Reef**: The only "coral reef" in the Gulf of California. **Ciencias Marinas**, 1(3): 37-53.
- Burchmore, J.J., D.A. Pollard, J.D. Bell, M.J. Middleton, B.C. Pease y J. Matthews. 1985. An ecological comparison of artificial and natural rocky reef fish communities in Botany Bay, New South Wales, Australia. **Bulletin of Marine Science**. 37(1): 70-85.
- Carr, M.C. 1994. Predicting recruitment of temperate reef fishes in response to changes in macrophytes density caused by disturbance. En: **Theory and application in fish feeding ecology**. D.J. Stouder, K.L. Fresh y R.J. Feller (eds). The Belle W. Baruch Library in Marine Science. No 18. University of South California Press. p. 255-269.
- Castro-Aguirre J.C., E.F. Balart y J.Arvizu-Martínez. 1995. Contribución al conocimiento del origen y distribución de la ictiofauna del Golfo de California, México. **Hidrobiologia**. 5 (1-2): 57-78.
- Choat J.M. y A.M. Ayling. 1987. The relationships between habitat structure and fish fauna on New Zeland reefs. **Journal of Experimental Marine Ecology**. Vol 10, 257 - 284.
- Clarke R.D. 1977. Habitat distribution and species diversity of Chaetodontid and Pomacentrid fishes near Bimini, Bahamas. **Marine Biology**, 40:277-289.

- Cota-Fernández, V. y R. Santiago-Bravo.** 1994 Estudios de la estructura de las comunidades de peces de la laguna de Tampamachoco, Veracruz. **Oceanología, 1(2): 149-173**
- Cruz-Orozco, R., C. Martínez-Noriega y A. Mendoza-Maravillas. 1996. Batimetría y sedimentos de la Bahía de La Paz, B.C.S., México. **Oceánides. 1 1(1): 22-27.**
- DeMartini, E.E., D.A. Roberts y T.W. Anderson.** 1989. Contrasting patterns of fish density and abundance at an artificial rock reef and a Cobble-Bottom Kelp Forest. **Bulletin of Marine Science, 44(2): 881-892.**
- Derr, M. 1992. Raiders of the reef. **Audubon, (2): 48-56.**
- Ehrlich, P.R.** 1975. The population biology of coral reef fishes. **Annual Review of Ecology and Systematics, 6: 211-247.**
- Ferry, R.E. y C.C. Kohler. 1987. Effects of trap fishing on fish populations inhabiting a fringing coral reef. **North American Journal of Fisheries Management, 7: 580-588.**
- Fowler, A.J. 1987. The development of sampling strategies for population studies of coral reef fishes. A case study. **Coral Reef, 6:49-58.**
- 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. 143 pp.

- Gladfelter, W.B. y E.H. Gladfeiter. 1978. Fish community structure as a function of habitat structure **on West Indian patch reefs**. **Revista de Biología Tropical**. **26** (Supl.1): 65-84.
- Gladfelter, W.B., J.C. Ogden y E.H. Gladfelter: 1980. Similarity and diversity among coral reef **fish** communities: A comparison between tropical Western Atlantic (**Virgin Islands**) and tropical central **Pacific** (Marshall Islands) **Patch** reefs. **Ecology**. **61**(5). 1156-1 168.
- Gladfelter, E.H., J.C. Bythell y **Z.M.** Hillis. 1992. **Change** in fish assemblage structure at **Buck Island**, St. Croix, U.S. Virgin Islands from 1980-1990: **An** indication of predictability in coral reef fish assemblage based **on** known habitat **change?**. **Unpublished Report U.S. Department of Interior, Natural Parks Service**, 14-29.
- Gotshall, D.W. **1982. Marine animals of Baja California**. Sea Challenger, 112 pp.
- Harmelin, J.G. 1987. **Structure** et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse **protégée** en Méditerranée (**Parc national de Port-Cros**, France). **Marine Ecology**. **8**(3): 263 - 284.
- Hawkins, J.P. y C.M. **Roberts**. 1993. Effects of recreational **scuba** diving **on** coral reefs: Trampling of reef-flat communities. **Journal of Applied Ecology**, **30**: 25-30.
- Hobson, E.S. 1968. Predatory behavior of **some** shore **fishes** in the Gulf of California. Sur. Sport Fish and Wildlife, **Research Report**, **73**. 92 pp.
- Holbrook, S.J., M.H. **Carr**, **R.J.**, Schmitt y J.A. Coyer. 1990. Effect of giant kelp **on** local abundance of reef **fishes**: The **importance** of ontogenetic resource requirements. **Bulletin of Marine Science**. **47**(1):104-1 14.

- Jiménez-Illescas, A.R., M. Obeso-Nieblas y D.A. Salas-de Leon. 1997. **Oceanografía física de la Bahía de La Paz**, B.C.S., México. En: Urbán, J. y M. Ramirez R. (Eds.). **La Bahía de La Paz, Investigación y Conservación**. U.A.B.C.S. – CICIMAR – SCRIPPS.
- Jones, R.S. y M.J. Thomson. 1978. Comparison of Florida reef **fish** assemblages using a rapid visual technique. **Bulletin of Marina Science**. 28(1): 159-172.
- Kimmel J.J. 1985. A new species-time method for visual assesment of **fishes** and its comparison **with** established methods. **Enviromental Biology of Fishes**. 12 (1): 23-32.
- Lowe-McConnell, R.H. 1987. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge University Press, 382 pp.
- Loya-Salinas, .D. y A. Escofet. 1990. Aportaciones al cálculo del índice de valor biológico (Sanders, 1960). **Ciencias Marinas**, 16(2): 97-115.
- Ludwing, J.A. y J.F. Reynolds. 1988. **Statistical ecology: A primer on methods and computing**. John Wiley and Sons. 337 pp.
- Moe, M.A. 1978. The **private** oceans. **Sea Frontiers**, (4): 240- 247.
- Molles M.C. 1978. Fish **species** diversity on model and natural reef **patches**: Experimental insular biogeography. **Ecological Monographs**, 48: 289-305.
- Moyle, P.B. y J.J. Cech.1996. **Fishes, an introduction to íchthyology**. 3ª Ed. Prentice Hall. 590 pp.

- Obeso, N.M., A.R. **Jiménez-Illiscas** y S. Troyo **Diéguez**. 1993. **Modelación** de la marea en la Bahía de La Paz. **Investigaciones Marinas CICIMAR**.(8):1. 13-22
- Parker R.O., A.J. **Chester** y R.S. Nelson. 1994. A video transect method for estimating reef **fish** abundance, composition, and habitat utilization at Gray's Reef national marine sanctuary, Georgia. **Fishery Bulletin**, 92:787-799.
- Peláez-Mendoza, A.K. 1997. **Hábitos alimenticios de la cabrilla sardinera *Mycteroperca rosacea* Streets, 1877 (PISCES: SERRANIDAE) en la Bahía de La Paz B.C.S. y zonas adyacentes**. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 62 pp.
- Pérez-España, H. 1994. **Hábitos alimenticios del ángel real *Holacanthus passer*, Valenciennes, 1846 y del angel de cortés *Pomacanthus zonipectus* Gill, 1863 (Osteichthyes: Pomacanthidae) en la costa Sur-Occidental del Golfo de California**, Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar-Instituto Politécnico Nacional, La Paz, B.C.S., México, 71 pp.
- Pérez-España, H., F. Galván-Magaña y L.A. Abitia-Cárdenas. 1996. Variaciones temporales y espaciales en la estructura de la comunidad de peces de arrecifes rocosos del Suroeste del Golfo de California, México. **Ciencias Marinas**. 22(3): 273-294.
- Phillips P.C. y M.J. Perez-Cruet. 1984. A comparative survey of reef **fishes** in Caribbean and Pacific Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, 32(1):95-102
- Polunin, N.V.C. y C.M. **Roberts**. 1993. Greater biomass and value of target coral reef **fishes** in two small Caribbean marine reserves. **Marine Ecology Progress Series**, 100: 167-176.

- Resse, E.S. 1991. How behavior **influences** community structure of **butterflyfishes** (Family Chaetodontidae) **on Pacific** coral reefs. **Ecology International Bulletin**, **19**: 29-41.
- Reynolds, W.W. y L.J. Reynolds: 1977. Observations **on food habits** of the angelfishes *Pomachantus zonipectus* and *Holocanthus passer* in the Gulf of California. **California Fish and Game**, **63(2)**: 124-125.
- Roberts, CM. y Ormond, R.F.G. 1987. Habitat complexity and coral reef **fish** diversity and abundance **on** Red Sea fringing reefs. **Marine Ecology Progress Series**, **41**: 1-8.
- Russ, G. 1984. Distribution and abundance of herbivorous grazing **fishes in** the central Great Barrier Reef. II. Patterns of zonation of mid-shelf and outershelf reefs. **Marine Ecology Progress Series**, **20**: 35-44.
- Russell, B.C., F.H. Talbot y S. Domm. 1974. Patterns of colonisation of artificial reefs by coral reef **fishes**. **Proceedings of the second International Coral Reef Symposium**. 207 -215
- Sale, P.F. 1991. **The ecology of fishes on coral reefs**. Academic Press, 754 pp.
- Sánchez, C.A., J.L. Arreola, M.O. Aburto y M. Cortés. 1997. Peces de arrecife de la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *En*: Urbán, J. y M. Ramírez R. (Eds.). **La Bahía de La Paz, investigación y conservación**. U.A.B.C.S. – CICIMAR – SCRIPPS. 177-188 pp.
- Schlosser, I.J. 1982. Fish community structure and function along **two** habitat gradients in a headwater stream. **Ecological monographs**. **52(4)**: 395-414.

- Smith, C.L. 1971. Coral reef **fishes**. **Oceans**. 6: 35-40.
- Smith M.P.L. 1988. Effects of observer swimming **speed on sample** counts of temperate rocky reef fish assemblages. **Marine Ecology Progress Series**, 43:223-231.
- Steinbeck, J. y E.F. Ricketts. 1941. **Sea of Cortez, a leisurely journal of travel and research**. Viking, Nueva York, 598 pp.
- Strand, S.W. 1977. **Community structure among reef fish in the Gulf of California: the use of reef space and interspecific foraging associations**. Ph. D. Thesis, University of California, Davis, 144 pp.
- Strand, S.W. 1988. Following behavior interspecific foraging associations among Gulf of California reef **fishes**. **Copeia**, 2: 351-357.
- Thomson, D. y M. Gilligan. 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, 234 pp.
- Thomson, D.A., L.T. Fíndley y A.N. Kerstitch . 1979. **Reef fishes of the Sea of Cortez**. University of Arizona Press, 302 pp.
- Thresher, R.E. 1980. **Reef fish**. The Palmetto Publishing Company. 171 pp.
- Villarreal, A. 1988. **Distribución y abundancia de los peces del arrecife de Cabo Pulmo-Los Frailes, B.C.S.** Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma de Baja California Sur, -Departamento de Biología Marina, La Paz, B.C.S. 227 pp.
- Walker, B. W. 1960. The distribution and **affinities** of the marine fish fauna of the Gulf of California. **Systematic Zoology**, 9(3): 123-133.

Williams, **D.McB.** 1982. **Patterns** in the distribution of **fish** communities across the central Great Barrier Reef. **Coral Reef**, 1: **35-43**.

Williams, **D.McB.** 1986. Temporal variation in the **structure** of the reef slope **fish** communities (Central Great Barrier **Reef**): **short-term** effects of *Acanthaster planci* infestation. **Marine Ecology Progress Series**, 28: 157-164.