



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS
DEPARTAMENTO DE PESQUERÍAS Y BIOLOGÍA MARINA



**RECLUTAMIENTO DE PECES DE ARRECIFE
EN ISLA CERRALVO Y PUNTA PERICO, B.C.S,
MÉXICO**

T E S I S

Que para obtener el grado de:

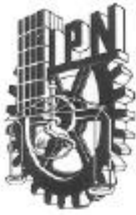
MAESTRO EN CIENCIAS

Con especialidad en

MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Presenta:

Biól. Mar. ÓSCAR TRUJILLO MILLÁN



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION
ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 11:00 horas del día 01 del mes de Julio del 2003 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

"RECLUTAMIENTO DE PECES DE ARRECIFE EN ISLA CERRALVO Y PUNTA PERICO, B.C.S., MÉXICO"

Presentada por el alumno:

TRUJILLO

MILLÁN

OSCAR

Apellido paterno

materno

nombre(s)

Con registro:

A	0	1	0	1	3	8
---	---	---	---	---	---	---


Aspirante al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

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

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL


DR. JUAN FÉLIX ELORDUY GARAY

PRESIDENTE


DR. JOSÉ DE LA CRUZ AGÜERO


SECRETARIO


DR. GERARDO ACEVES MEDINA

SEGUNDO VOCAL


MC. GUSTAVO DE LA CRUZ AGÜERO

TERCER VOCAL


MC. ENRIQUE ARTURO GONZÁLEZ NAVARRO

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO


DR. FRANCISCO ARREGUÍN SÁNCHEZ



Los estudios de Maestría y la realización de esta tesis
fueron posibles gracias a los apoyos otorgados por:

El Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

El Programa Institucional de Formación de Investigadores del IPN

Beca de Posgrado (tesis)

ÍNDICE

LISTA DE TABLAS	II
LISTA DE FIGURAS	IV
GLOSARIO	VI
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	5
JUSTIFICACIÓN	8
OBJETIVO GENERAL	11
OBJETIVOS PARTICULARES	11
ÁREA DE ESTUDIO	12
MATERIAL Y MÉTODOS	14
CENSOS VISUALES	14
ESTIMACIÓN DE LA TALLA DE LOS PECES	15
ESPECIES SELECCIONADAS.....	15
TALLA CONSIDERADA COMO RECLUTA	17
ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	17
TEMPERATURA.....	19
ANÁLISIS DEL PATRÓN DE RECLUTAMIENTO.....	19
RESULTADOS	20
TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR	20
CENSOS VISUALES	20
ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES	21
ABUNDANCIA POR ÉPOCA	33
ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	34
DESCRIPCIÓN POR ESPECIE	35
ESTRUCTURA DE TALLAS.....	41
PATRÓN DE RECLUTAMIENTO	44
BIOLOGÍA DE LAS ESPECIES.....	48
DISCUSIÓN	58
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	70
BIBLIOGRAFÍA	71

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Lista de las especies de peces seleccionadas para el estudio y familia a la que pertenecen.....	17
Tabla II. Longitud total considerada como recluta (Lr) para cada especie y Longitud máxima registrada en la literatura.....	18
Tabla III. Periodo de muestro y esfuerzo realizado en las zonas de estudio.....	21
Tabla IV. Abundancia total por especie en cada localidad y su equivalencia en porcentaje.....	22
Tabla V. Abundancia promedio por categoría (reclutas y juveniles-adultos) de las diferentes especies en Isla Cerralvo en 250 m ² de transecto. El asterisco indica aquellas especies que se incorporaron más tarde al estudio, así mismo se indican los transectos realizados y los meses de muestreo.....	23
Tabla VI. Abundancia promedio de reclutas en 250 m ² de transecto, en Punta Perico durante 30 meses de muestreo. El asterisco indica aquellas especies que se incorporaron más tarde al estudio, así mismo se indican los meses de muestreo.....	28
Tabla VII. Abundancia promedio de “juveniles y adultos” en 250 m ² de transecto en Punta Perico durante 30 meses de muestreo. El asterisco indica aquellas especies que fueron incorporadas más tarde al estudio; así mismo se indican los meses de muestreo.....	29
Tabla VIII. Número de individuos (n) observados por transecto en la época cálida(C) y fría (F), durante dos años de muestreo, para las diferentes categorías y su equivalencia en porcentaje (%) en Isla Cerralvo.....	33
Tabla IX. Número de individuos (n) observados por transecto en la época cálida(C) y fría (F), durante los tres años de muestreo, para las diferentes categorías y su equivalencia en porcentaje (%) en Punta Perico.....	34
Tabla X. Diferencias de la abundancia de <i>B. diplotaenia</i> durante los muestreos de la Isla Cerralvo.....	35
Tabla XI. Diferencias de la abundancia de <i>B. diplotaenia</i> durante los muestreos de Punta Perico.....	36
Tabla XII. Diferencias de la abundancia de <i>C. atrilobata</i> durante los muestreos de la Isla Cerralvo.....	36
Tabla XIII. Diferencias de la abundancia de <i>C. atrilobata</i> durante los muestreos de Punta Perico.....	37

Tabla XIV. Diferencias de la abundancia de <i>H. passer</i> durante los muestreos de la Isla Cerralvo.....	37
Tabla XV. Diferencias de la abundancia de <i>H. passer</i> durante los muestreos de Punta Perico.....	38
Tabla XVI. Diferencias de la abundancia de <i>P. punctatus</i> durante los muestreos de la Isla Cerralvo.....	38
Tabla XVII. Diferencias de la abundancia de <i>P. punctatus</i> durante los muestreos de Punta Perico.....	39
Tabla XVIII. Diferencias de la abundancia de <i>T. lucasanum</i> durante los muestreos de la Isla Cerralvo.....	39
Tabla XIX. Diferencias de la abundancia de <i>T. lucasanum</i> durante los muestreos de Punta Perico.....	40
Tabla XX. Coeficiente de correlación de las tres categorías consideradas para cada especie, en cada zona de muestreo, y la temperatura superficial del mar en cada zona.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Área de estudio, con las zonas específicas de muestreo.....	13
Figura 2.- Método de censo visual modificado de English <i>et al.</i> , (1997).....	14
Figura 3.- Modelos plásticos utilizados en el entrenamiento de buzos. (Tomado de Ginsburg, 2002).....	16
Figura 4.- Estructura de tubo de PVC hueco, con regla de medición para aproximar las medidas de los peces bajo el agua. (Tomado de Ginsburg, 2002).....	16
Figura 5.- Variación de la temperatura superficial del mar durante el periodo de estudio.....	20
Figura 6.- Abundancia total observada de las especies por localidad (barras oscuras: Punta Perico; barras claras: I. Cerralvo. Las tres primeras letras corresponden al nombre del género-especie.....	22
Figura 7.- Abundancia promedio mensual por especie (barras oscuras: reclutas; barras claras: adultos) y registro de la temperatura (línea), durante el periodo de muestreo en Isla Cerralvo.....	24
Figura 8.- Abundancia promedio mensual por especie (barras oscuras: reclutas; barras claras: adultos) y registro de la temperatura (línea), durante el periodo de muestreo en Punta Perico.....	30
Figura 9.- Estructura de tallas por época (cálida y fría) de las especies más abundantes en la zona de Punta Perico. Conos oscuros: reclutas; conos claros: juveniles- adultos.....	42
Figura 10.- Estructura de tallas por época (cálida y fría) de las especies más abundantes en la zona de Isla Cerralvo. Conos oscuros: reclutas; conos claros: juveniles- adultos.....	42
Figura 11.- Patrón de reclutamiento para <i>B. diplotaenia</i> en Punta Perico (gráfica superior) y en Isla Cerralvo (gráfica inferior).....	45
Figura 12.- Patrón de reclutamiento para <i>C. atrilobata</i> en Punta Perico (gráfica superior) y en Isla Cerralvo (gráfica inferior).....	45

Figura 13. Patrón de reclutamiento para *H. passer* en Punta Perico (gráfica superior) y en Isla Cerralvo (gráfica inferior).....**46**

Figura 14. Patrón de reclutamiento para *P. punctatus* en Punta Perico (gráfica superior) y en Isla Cerralvo (gráfica inferior).....**47**

GLOSARIO

Abundancia. Número de organismos en un lugar determinado.

Arrecife. Cualquier tipo de estructura sumergida que provee de un sustrato duro para el crecimiento de vida marina (Thomson *et al.*, 2000). En este sentido se reconocen tres tipos de arrecife: coralino, rocoso y artificial (sustratos creados por el humano de manera artificial con material plástico, metal, concreto etc.).

Asentamiento. proceso de movilización posterior a la metamorfosis de las larvas de peces, desde el hábitat pelágico al béntico (Vigliola y Harmelin-Vivien, 2001).

Competencia. Fenómeno que tiene lugar cuando un número de organismos de una o varias especies utilizan recursos comunes y estos son limitados (Krebs, 2000).

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

Conspicuo. Visible.

Críptico. Oculto.

Densidad. Número de organismos por unidad de espacio en que están presentes (Krebs, 2000).

Dinámica. En la ecología de poblaciones, el estudio de las razones de cambios en el tamaño de la población (Krebs, 2000).

Diversidad. Valor que representa la riqueza de especies y la distribución de la abundancia entre ellas. Entre mayor es su valor se supone mayor complejidad de la comunidad.

Dominancia. Condición en que una o más especies de una comunidad, por virtud de su número, cobertura o tamaño, ejerce influencia considerable sobre las demás especies o controla las condiciones de su existencia (Krebs, 2000).

Equitatividad. Índice que representa la distribución de la abundancia entre las especies. Entre mayor es su valor la abundancia entre las especies tiende a ser semejante.

Estructura Comunitaria. Estado particular que guarda la comunidad en un espacio y tiempo dados. Se define en términos de sus atributos, tales como: riqueza, dominancia, diversidad, etc.

Índice de Valor Biológico. Determina los valores de importancia de las especies de una comunidad definida.

Limpiador Facultativo. Un animal que se alimenta de los ectoparásitos de otro animal, en adición a su modo regular de alimentación (Thomson *et al.*, 2000).

Mutualismo. Interacción entre dos especies en que ambas resultan beneficiadas (Krebs, 2000).

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

Peces de Ornato. Peces, generalmente de colores llamativos, cuyo destino es la comercialización para los acuarios públicos o privados.

Pesca de Fomento. Figura legal en México, que tiene como propósito el estudio, la investigación científica, la experimentación, la exploración, la prospección, el desarrollo, la repoblación o conservación de los recursos constituidos por la flora y fauna acuáticas y su hábitat; la experimentación de equipos y métodos para esta actividad; la recolección de ejemplares vivos en aguas de jurisdicción federal, para el mantenimiento y reposición de colecciones científicas y culturales; así como los destinados al ornato, espectáculos públicos, acuarios y zoológicos (Diario Oficial de la Federación, 1999).

Población. Grupo de individuos de una especie que se reproducen entre sí en un espacio y tiempo dados (Krebs, 2000).

Protoginia. Tipo de hermafroditismo en el que las actividades masculina y femenina son sucesivas en el tiempo, y en el que en la gónada se desarrollan en primer lugar óvulos y posteriormente espermatozoides (Lender *et al.*, 1982).

Reclutamiento. Incremento de una población natural usualmente resultante de la entrada y supervivencia de los individuos (post-larvas) que se asientan en el biotopo de la población adulta en un tiempo dado (Pile *et al.*, 1996; Krebs, 2000). En estudios mediante censos visuales se considera a los individuos más pequeños de la especie (juveniles) que son parte de la población censada (Vigliola y Harmelin-Vivien, 2001).

Simbiosis. La vida conjunta de dos o más organismos de especies diferentes (Krebs, 2000).

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

RESUMEN

En el Golfo de California se han realizado varios estudios sobre la estructura de las comunidades de peces de arrecife. Sin embargo, se conoce poco sobre la estructura de tallas y el reclutamiento de las especies de peces de arrecife, factores importantes en el entendimiento de la dinámica poblacional y en el conocimiento de su condición actual. En el presente estudio se analizaron las variaciones espaciales y temporales de la estructura de tallas, abundancia y patrones de reclutamiento de 15 especies de peces de arrecife, en las localidades de Isla Cerralvo y Punta Perico. A partir de noviembre de 1999, hasta octubre de 2002, realizaron un total de 154 transectos en Isla Cerralvo y 186 en Punta Perico, en 20 y 30 meses de muestreo respectivamente, mediante censos visuales submarinos. Se contaron en total más de 76000 peces. Las especies más abundantes fueron: *Thalassoma lucasanum*, *Chromis atrilobata*, *Prionurus punctatus*, *Bodianus diplotaenia* y *Holacanthus passer*, sumando más del 90% de la abundancia total. Con base en el promedio mensual de la temperatura superficial del mar (TSM) se distinguieron dos épocas al año, una cálida (mayo-octubre) y otra fría (noviembre-abril). Se observaron algunas especies de peces de arrecife cuya abundancia está positivamente correlacionada con la TSM, tanto en los reclutas como en los individuos de mayor talla, aunque otras muestran la tendencia opuesta. En cuanto a la estructura de tallas, se observó que los peces de longitudes mayores que los reclutas presentan abundancias más constantes a lo largo del año, mientras que el éxito de reclutamiento es variable tanto entre las épocas como entre los años. Así mismo se observa que existió una disminución de los peces de más del 60% hacia el tercer año del estudio. El patrón de reclutamiento es similar en ambas localidades. La abundancia de los reclutas durante la época fría es de alrededor del 20% y durante la cálida del 80% del reclutamiento total. Ello significa que existen dos épocas reproductivas para la mayoría de los peces de arrecife.

ABSTRACT

Various studies have been performed in the Gulf of California dealing with the structure of reef fish communities. But very little is known on the length structure and recruitment of reef fishes, important factors in the understanding of the population dynamics and in the knowledge of its present condition. In the present study, the spatial and temporal variations of the length structure, abundance, and recruitment patterns of 15 species of reef fish were analyzed, at the localities of Isla Cerralvo and Punta Perico. From November 1999 to October 2002 a total of 154 transects at Isla Cerralvo, and 186 at Punta Perico were made in 20 and 30 months, respectively. In the whole, over 76000 fish were counted. The more abundant species were: *Thalassoma lucasanum*, *Chromis atrilobata*, *Prionurus punctatus*, *Bodianus diplotaenia* and *Holacanthus passer*, which comprised over 90% of total abundance. Based on the average monthly sea surface temperature (TSM) two seasons were established, one warm (May-October) and the other cold (November-April). Abundance of some species of reef fishes was positively related to the TSM, both for the recruits and the individuals of larger size, although other species showed the opposite tendency. With respect to the length structure, it was observed that fish of larger size than recruits show more constant abundance along the year, while the recruitment success is variable both between seasons and between years. Also, there was a decrease in fish abundance of over 60% in the third year of study. The pattern of recruitment is similar at both localities. The abundance of recruits is about 20% in the cold season, and 80% during the warm season, of total recruitment. This means that there are two spawning seasons for most reef fishes.

INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre ecología de peces de arrecife son relativamente recientes. Estos se han incrementado desde la disponibilidad del uso de equipo de buceo autónomo (SCUBA), lo que ha permitido obtener información considerable de varios aspectos biológicos de ellos, como los de comportamiento reproductivo y alimenticio, etc. (Sale, 1991). Sin embargo, todavía es poco lo que se conoce sobre aspectos de su dinámica poblacional, como el grado de crecimiento, supervivencia, fecundidad y reclutamiento. Estos estudios tienen gran significado, ya que pueden ser integrados en los programas de manejo de las pesquerías, aunque siguen existiendo limitantes en este tipo de estudios por la pequeña escala temporal en la que han sido realizados (Sale, 1982).

Cada población tiene un nivel de organización y una estructura propia donde se incluyen todos los individuos vivos, sean estos adultos, juveniles, reclutas e inclusive estadios larvarios. Se puede conocer la estructura mediante la determinación de la composición por edad, la densidad tomada en función del tiempo, volumen o espacio, etc. Los cambios en la densidad de la población en los peces son a menudo descritos en términos de su abundancia relativa, debido a la dificultad de medir con exactitud el tamaño de la población (Lagler *et al.*, 1990). No obstante, la densidad de la población está dada por la relación entre natalidad y mortalidad, por lo que comprender la naturaleza del control de retroalimentación entre el tamaño de la población y el éxito del reabastecimiento es fundamental para entender los mecanismos de cambio en la población (Dixon *et al.*, 1999).

El ciclo de vida de los peces de arrecife se caracteriza, generalmente, por un desove masivo, produciendo huevos que en su mayoría se dispersan hacia aguas abiertas, donde se completa el período larval planctónico. Posteriormente, el asentamiento de los peces de arrecife está caracterizado por la metamorfosis de la larva pelágica en un juvenil demersal que se recluta en el arrecife, así como por una alta mortandad de los individuos. Finalmente, se llega al período

adulto, donde son capaces de reproducirse, la senectud y la muerte (Wantiez y Thollot, 2000).

El reclutamiento es un importante componente de la dinámica de la población, su estructura y estabilidad, ya que la existencia de adultos está ligada a la supervivencia de los juveniles y, consecuentemente, la existencia de juveniles se sustenta en la supervivencia de los adultos. Para sobrevivir, los juveniles deben superar la competencia, la depredación, las limitantes de alimento y de espacio (Williams, 1991; Planes *et al.*, 1993; Pile *et al.*, 1996). El término reclutamiento, en ecología, se aplica a poblaciones abiertas cuyo flujo larval puede provenir de múltiples fuentes y se define como la supervivencia de los individuos (post-larvas) que se asientan en el biotopo de los adultos en un tiempo dado (Pile *et al.*, 1996). No obstante, el reclutamiento en peces de arrecife también ha sido definido en varios estudios como el proceso de incorporación a la población censada (Vigliola y Harmelin-Vivien, 2001), definición que se emplea en el presente estudio. Es conveniente definir el término "asentamiento" como el proceso de movilización desde el hábitat pelágico al béntónico, y el reclutamiento, en sí, como el proceso de ingreso a la población y dispersión dentro del hábitat arrecifal (Vigliola y Harmelin-Vivien, 2001). Aun cuando casi todos los peces se reproducen durante una cierta época principal, tanto en las aguas frías como en las cálidas, existe una considerable variación en la duración de la reproducción entre poblaciones de la misma especie que viven en diferentes latitudes. Así, mientras que las poblaciones más cercanas a los polos tienden a tener períodos de reproducción y reclutamiento más cortos, las poblaciones con distribución más cercana al ecuador tienden a tener una reproducción más continua y, por lo tanto, períodos continuos de reclutamiento (Lloret y Lleonart, 2002). La intensidad con que se reclutan los peces hacia los arrecifes es variable durante y entre las épocas del año (Planes *et al.*, 1993; Miller *et al.*, 2001).

El Golfo de California, con su complejo insular, bahías y lagunas costeras, presenta una riqueza ictiofaunística que se explica en función de las características oceanográficas, batimétricas y topográficas de sus litorales y, en

consecuencia, por la amplia variedad de hábitats que presenta para los organismos (De la Cruz-Agüero *et al.*, 1997). Alberga alrededor de 900 especies de peces, de las cuales alrededor de 281 especies son de arrecife (Thomson *et al.*, 2000). Dado que la boca del Golfo (Bajo Golfo) está fuertemente influida por las masas de agua que provienen del Pacífico Norte, Pacífico Tropical y del mismo Golfo, posee una dinámica oceanográfica variable a lo largo del año (Bourillón *et al.*, 1991). Por ello, en esta región están presentes especies de peces de afinidad tanto tropical como templada, observándose también dos épocas de mayor contraste en diversidad y abundancia de peces y reclutas, marcadas por una época cálida y una época fría (Jiménez, 1999; Paredes, 2000; Arreola-Robles y Elorduy-Garay, 2002).

Una de las metodologías de fácil acceso y amplia utilización en los estudios de ecología de las comunidades de peces de arrecife es el empleo del método no destructivo de censo visual (Callum y Ormond, 1987; Holbrook *et al.*, 1997; García-Charton y Pérez-Ruzafa, 2001). La naturaleza sedentaria de la mayoría de las especies, sus coloraciones conspicuas y la diferenciación fisionómica entre el período juvenil y el adulto, hacen posible el seguimiento y estimación de la abundancia relativa de una o más especies con un esfuerzo mínimo y menor gasto de tiempo en el campo. Además, este método no tiene las desventajas inherentes al disturbio causado por otros, como el marcado y recaptura, o destructivos, como el empleo de ictiocidas (Sale y Sharp, 1983). Mediante los censos visuales también se puede inferir la dinámica que estas poblaciones presentan a lo largo del tiempo, desde estadios tempranos posteriores al asentamiento, haciendo posible la evaluación del proceso del reclutamiento, su densidad y variabilidad a lo largo del tiempo (Doherty, 1991; English *et al.*, 1997).

Los estudios de peces de arrecife rocoso en el Golfo de California se han enfocado principalmente a su inventario, reproducción, comportamiento, alimentación, la descripción de la estructura de la comunidad y la estimación de la abundancia, entre otros. Pero todavía son pocos los trabajos enfocados al estudio del reclutamiento de las especies de peces de arrecife y su estructura de

tallas, faltando en ocasiones la continuidad en los muestreos para establecer patrones de temporalidad. Aspectos que se analizarán en el presente estudio.

ANTECEDENTES

Los primeros estudios sobre la ecología de peces de arrecife inician a partir de los años 70 (Sale, 1991). La mayor parte de estos estudios sobre peces de arrecife se han realizado en Australia, Filipinas, el Mediterráneo, el Mar Rojo y el Sudeste Asiático abarcando diferentes aspectos de su biología, como son: reproducción, comportamiento y crecimiento. Ejemplo de ello son los estudios realizados por Miles y Keenleyside (1972) quienes estudiaron el comportamiento reproductivo de *Abudefduf zonatus* (= *Chrysiptera biocellata*) en la Gran Barrera de Arrecifes de Australia, así como aspectos de su organización social y estructura del hábitat. Así mismo, Popper y Fishelson (1973), al igual que en el caso anterior, estudian los mismos aspectos en *Anthias squamipinnis*, además de su alimentación. Munro (1973) y Aiken (1975), presentan una amplia descripción de varios aspectos ecológicos y biológicos de varias especies de serránidos, así como de quetodóntidos y pomacántidos del Atlántico, abarcando aspectos de taxonomía, distribución, reproducción, crecimiento, reclutamiento, natalidad y mortalidad. Brothers (1979) analiza las ventajas y desventajas que tienen los métodos de estudio de edad y crecimiento que se han utilizado en especies templadas, sobre las tropicales. Un último ejemplo es el de Thresher (1984), quien se enfoca principalmente a la biología reproductiva de varias familias de peces de arrecife del Atlántico.

A través de la accesibilidad proporcionada por los equipos SCUBA, se ha incrementado el desarrollo de la investigación por medio de observación directa de peces de arrecife con el método de censo visual. A partir de él se han realizado estudios tanto en arrecifes naturales como artificiales. Como el de Callum y Ormond (1987), quienes encuentran una correlación entre el aumento de la riqueza y abundancia de peces de arrecife al aumentar la complejidad estructural del sustrato en el Mar Rojo. García-Charton y Pérez-Ruzafa (2001), al igual que en el caso anterior, analizan las variaciones espaciales de la estructura comunitaria de peces de arrecife rocoso del Mediterráneo y la complejidad del sustrato. Acosta y Robertson (2002) investigan los efectos que tienen diferentes grados de cobertura de coral sobre la diversidad de peces, sin

encontrar diferencias significativas, atribuyendo el cambio de la diversidad a las distribuciones espaciales de las especies. Holbrook *et al.* (1997), en el Sur de California, observan una disminución de las poblaciones de peces de arrecife atribuida a la baja productividad del macro-zooplancton ocasionada por la temperatura. Rilov y Benayahu (2000) realizan una comparación de la abundancia y estructura comunitaria de peces de arrecife entre complejos artificiales (muelles o escolleras) y tres arrecifes naturales de un área al Sur del Mar Rojo en Israel, encontrando una mayor abundancia y diversidad en las estructuras artificiales, excepto en la abundancia de reclutas.

Algunos otros trabajos se han enfocado al comportamiento y distribución de larvas pelágicas en la Polinesia Francesa (Leis y Carson-Ewart, 2000); a la mortalidad y crecimiento (Macpherson *et al.*, 2000; Wantiez y Thollot, 2000); a los cambios ontogenéticos en morfología y uso del hábitat (Vigliola y Harmelin-Vivien, 2001); así como al proceso de reclutamiento, analizando su variabilidad en términos de la abundancia, distribución espacial y temporal (Doherty, 1991; Planes *et al.*, 1993; Miller *et al.*, 2001).

En el Golfo de California también se han desarrollado varios estudios sobre peces de arrecife, iniciando con el Reynolds y Reynolds (1971) quienes estudian aspectos de comportamiento y ecología de dos especies de peces ángel (*Holocanthus passer* y *Pomacanthus zonipectus*), incluyendo algunos aspectos de densidad, hábitat, alimentación. Así mismo, se han publicado algunos libros y guías clásicas, como los de Allen y Robertson (1994), Thomson *et al.* (2000) y Gotshall (1998, 2001) entre otros.

En lo que respecta a estudios tendientes a caracterizar la estructura de las comunidades de peces de arrecife mediante el empleo de censos visuales, se tienen los realizados por: Villarreal (1988) quien hace un estudio exhaustivo de la ictiofauna conspicua del arrecife de coral de Cabo Pulmo; Pérez-España *et al.* (1996) estudian la variación espacial y temporal de estas comunidades en el Archipiélago Espíritu Santo y en Cueva de León; Aburto (1999), por su parte, estudia la relación entre la distribución y la diversidad de los peces de arrecife con respecto a la irregularidad del hábitat en el área conocida como Los Islotes;

Jiménez (1999) realiza un estudio sobre la abundancia y estructura comunitaria de peces de arrecife rocoso en la Isla Cerralvo y Punta Perico; Arreola-Robles y Elorduy-Garay (2002) realizan un estudio de la diversidad de peces de arrecife en los distintos islotes del Archipiélago Espíritu Santo. En todos estos trabajos se observa que durante la temporada cálida existe un aumento de la riqueza y diversidad, mientras que durante la época fría se observa la mayor abundancia de estas comunidades.

Por último, sólo hay un trabajo sobre el proceso de reclutamiento, realizado por Paredes (2000), quien describe el reclutamiento de cuatro especies de peces de arrecife (*Bodianus diplotaenia*, *Holacanthus passer*, *Stegastes rectifraenum* y *Sufflamen verres*) en la zona de Los Islotes, B.C.S.

JUSTIFICACIÓN

El Golfo de California presenta una gran diversidad de ambientes, distinguibles entre sí por el tipo de geoformas, sustratos, variables oceanográficas y biológicas (Vázquez, 2000). Entre esta gran variedad de hábitats, encontramos los arrecifes rocosos con una amplia gama de formas. Pueden estar constituidos de rocas de diferentes tamaños esparcidas sobre el fondo o sobrepuestas, escarpes pronunciados, cantos rodados, etc. Las comunidades de peces que ahí habitan pueden ser igual de complejas que aquellas encontradas en los arrecifes coralinos, cuyo número de especies se ve influenciado por la cantidad de hábitats disponibles, es decir, la cantidad de cuevas, grietas y oquedades que proveen un sustrato para invertebrados y peces (Michael, 2001). Las zonas costeras arrecifales son ecosistemas importantes por su biodiversidad así como por la importancia económica que tienen para la gente que habita en ellas. Los arrecifes proveen un modo de subsistencia a través de la pesca artesanal, además de otros beneficios asociados al turismo, la extracción de productos biomédicos y la captura de organismos con fines educativos (Vázquez, 2000). Sin embargo, el desarrollo sustentable de los recursos costeros requiere de su estudio y comprensión, para prevenir su deterioro y pérdida (English *et al.*, 1997; Vázquez, 2000).

Existen evidencias de variaciones naturales en la distribución y abundancia de los recursos marinos. Estas oscilaciones son resultado, principalmente, de la variabilidad estacional, interanual e interdecadal del clima oceánico y atmosférico. Uno de los principales objetivos de los estudios de la dinámica de peces de arrecife es obtener una aproximación de los *stocks* existentes. Para detectar cambios en el estado de las poblaciones es necesaria la realización de muestreos durante períodos largos (English *et al.*, 1997). En este caso, el reclutamiento en peces ha sido resaltado como un importante factor de control de la población. Estos estudios brindan la posibilidad de realizar estimaciones de la mortalidad, las épocas reproductivas y la distribución de las especies (Macpherson *et al.*, 2000).

El continuo crecimiento y desarrollo de las regiones costeras, hace imprescindible el estudio sostenido de dichas zonas. Dado que en las zonas de arrecife rocoso de la Bahía de la Paz y sus islas se realizan actividades de pesca de consumo y de especies de ornato es necesaria la realización de estudios continuos de las comunidades de peces de arrecife (Almenara, 2000; Ortuño-Manzanares *et al.*, 2000), bien para conocer el comportamiento natural de estas poblaciones, bien para determinar los posibles impactos que se ocasionan a las mismas. En las zonas de Punta Perico e Isla Cerralvo existe un incremento constante de la pesca artesanal y deportiva, así como el inicio de un desarrollo turístico en el área de Punta Perico y Ensenada de Muertos que se planea concluir en unos cinco años (2007) y en un futuro próximo, el desarrollo de cinco "marinas" (De Lachica, com. pers.¹).

Aunque la captura de peces de ornato en nuestro país se encuentra suspendida desde 1993, durante los años 1999 y 2000 se otorgaron dos permisos de "Pesca de Fomento" por parte de SEMARNAP, uno destinado a la zona de Loreto, B.C.S., y otro en la Bahía de La Paz, B.C.S., donde Isla Cerralvo y la zona de Punta Perico fueron sitios de captura. Uno de los problemas de este tipo de permisos radica en que el otorgamiento de las cuotas de captura se establece sin bases fundamentadas, ya que para la mayoría de las especies no existen estudios que indiquen las épocas reproductivas, de reclutamiento y su abundancia, elementos básicos para el entendimiento de la dinámica de las poblaciones y la adecuada explotación o protección de los recursos (Paredes, 2000). Adicionalmente, una de las características potencialmente peligrosas de esta pesca es la captura de ejemplares juveniles de las diferentes especies de peces.

La metodología de censos visuales se asume como el mejor método no destructivo para el estudio del asentamiento de las poblaciones de peces de arrecife (Brock, 1982). Las especies seleccionadas para este estudio son conspicuas desde su reclutamiento hasta la fase adulta, características que

¹ Francisco De Lachica Bonilla, Depto. Plancton y Ecología Marina, IPN-CICIMAR, La Paz, B.C.S., septiembre de 2002.

deben tener para poder emplear este tipo de metodología; pueden ser contados inmediatamente después del asentamiento, ya que generalmente el movimiento de las especies es "restringido", se presenta una jerarquía grupal (Doherty, 1991; English *et al.*, 1997) y se encuentran entre las 40 especies con demanda comercial o potencial de uso de "peces de ornato" (Almenara, 2000; Ortuño-Manzanares *et al.*, 2000). Por último, el presente estudio es parte de una serie de investigaciones que se vienen realizando en las zonas seleccionadas desde 1998 ⁽²⁾ en los que se ha estado conformando una base de conocimientos sobre la caracterización de la estructura comunitaria de peces de arrecife y su variación espacial y temporal. A pesar de lo anterior, sólo se tiene un trabajo relacionado con el reclutamiento en el Golfo de California y ninguno en el área de estudio seleccionada.

² Proyectos apoyados por el I.P.N.:

- Evaluación de la abundancia de peces de arrecife rocoso de la Isla Cerralvo, B.C.S. (clave: CGPI 980060).
- Reclutamiento de peces de arrecife mediante el uso de estructuras artificiales en Ensenada de Muertos, B.C.S., México. (clave: CGPI 20010306).
- Evaluación de la intensidad del reclutamiento de peces de arrecife en dos épocas del año en el sur del Golfo de California. (clave: CGPI 20020328).

OBJETIVO GENERAL

Determinar las épocas de reclutamiento de 15 especies de peces de arrecife rocoso, en la zona de Punta Perico y la porción sur de Isla Cerralvo, B.C.S., mediante el análisis de su abundancia y estructura de tallas, obtenidas por medio de censos visuales.

Objetivos Particulares

Cuantificar la abundancia relativa de las 15 especies en cada una de las zonas investigadas.

Obtener la estructura de tallas de cada una de las especies y describir sus variaciones espaciales y temporales.

Establecer el reclutamiento en cada una de las zonas y proponer un patrón general.

ÁREA DE ESTUDIO

De acuerdo con la descripción geológica de la República Mexicana, el margen oriental de la Península de Baja California, está ubicado en la Provincia Geológica del Golfo de California y localmente, el área de estudio se encuentra en la subprovincia geológica Región del Cabo (Minch y Leslie, 1991). Los arrecifes rocosos son comunes a lo largo de la costa de la península y alrededor de casi todas las islas (Bourillón *et al.*, 1991), formando pequeños promontorios (cabezas o manchas) o barras alternadas con canales de arena (macizos y canales) creciendo sobre cantos y terrazas rocosas. Los organismos fijos son principalmente los corales pétreos, las esponjas, las gorgonáceas, las ascidias y las algas coralinas, y los móviles una rica fauna de peces e invertebrados (Thomson *et al.*, 2000).

La Isla Cerralvo (IC) se localiza al sur de la Bahía de La Paz, separada 11 km de la península por el Canal de Cerralvo. Se ubica entre los paralelos 24° 08' y 24° 23' de latitud norte y los meridianos 109° 48' y 109° 55' de longitud oeste. De origen volcánico, tiene forma alargada que asemeja una cuña, con un eje mayor de 24 km y una anchura media de nueve kilómetros, cubriendo una superficie de 160 km² (Bourillón *et al.*, 1991). Presenta una elevación máxima de 768 m sobre el nivel del mar en su porción norte y de 825 m en la parte sur (Bourillón *et al.*, 1991; Galván-Magaña *et al.*, 1996). De las islas del Golfo ocupa el cuarto lugar en tamaño, sus costas son generalmente acantiladas, con pocas playas arenosas, de grava y canto rodado en las bocas de arroyos temporales, pero rocosa en su mayor parte (Bourillón *et al.*, 1991; Jiménez, 1999). La parte submareal de la isla es un arrecife rocoso bien constituido, compuesto por tres tipos de sustrato principales: uno rocoso (formado por rocas metamórficas y cantos rodados) con una comunidad coralina del género *Pocillopora*; uno rocoso-arenoso y, finalmente, uno de manchas de arena. El área de muestreo se localiza en la porción sur de la isla, entre los 24° 8' 13" y 24° 8' 48" de latitud norte y entre los 109° 48' 01" y 109° 51' 58" de longitud oeste (Fig. 1).

Punta Perico (PP) presenta una línea de costa aproximada de siete kilómetros, abarcando desde la zona conocida como Cueva del León hasta el

comienzo de la Ensenada de Muertos, entre los $23^{\circ} 59' 27''$ y $24^{\circ} 1' 55''$ de latitud norte, y los $109^{\circ} 49' 26''$ y $109^{\circ} 48' 31''$ de longitud oeste (Fig.1). Presenta una zona intermareal bien definida por una serie de pozas de marea compuestas por rocas metamórficas y areniscas. La costa presenta abundancia de escarpes y plataformas estrechas al pie de tierras altas; presenta una línea de playa pequeña constituida por arena y coral. La parte submareal presenta en general las mismas características de arrecife rocoso bien constituido que los de Isla Cerralvo, presentando además formaciones rocosas planas de tepetate (Jiménez, 1999).

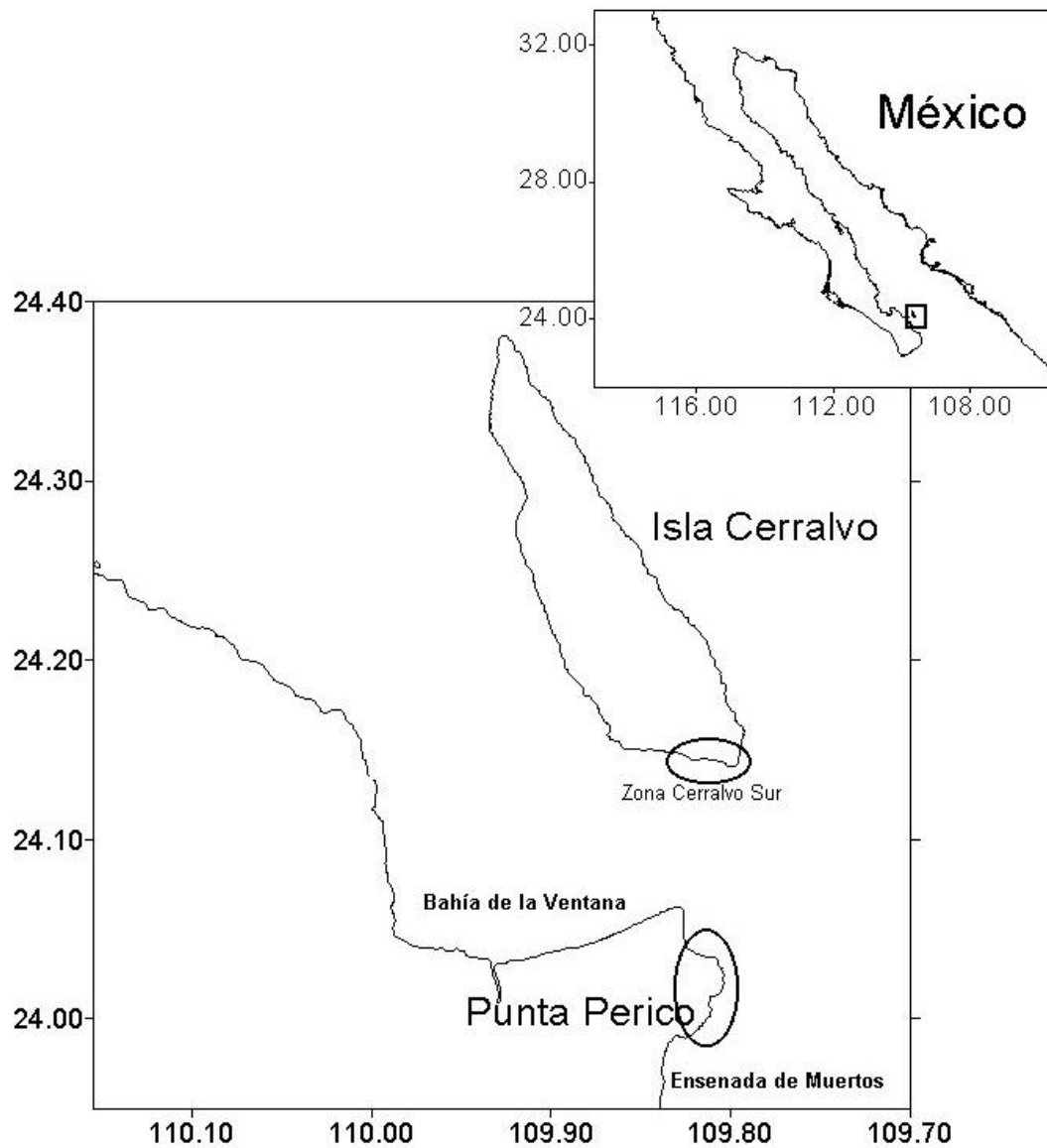


Figura 1.- Área de estudio, con las zonas específicas de muestreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Censos Visuales

Los censos realizados en el presente estudio consistieron de transectos de 50 m de longitud por 5 m de ancho (Fig. 2), ya que con estas medidas hay suficiente precisión en la estimación de la abundancia de los peces y de sus longitudes (Elorduy y Jiménez 2000). Sólo el largo del transecto fue medido con una cinta métrica, mientras que el ancho del mismo fue estimado visualmente.

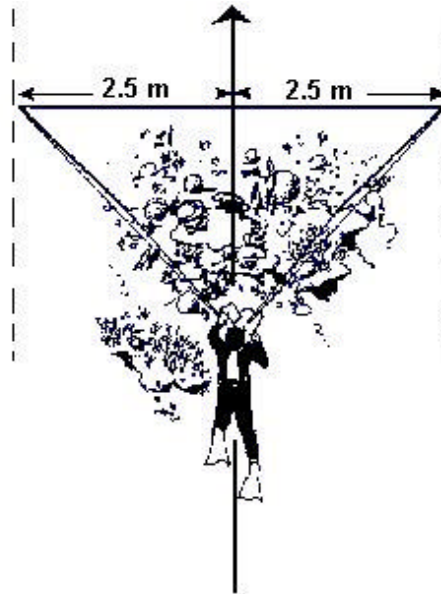


Figura 1.- Método de censo visual modificado de English *et al.* (1997).

Los censos se realizaron con periodicidad mensual con equipo SCUBA, en horario diurno, entre las 10 h y 14 h, con el fin de tener una buena iluminación. El lugar y la posición en la cual se realizaron los transectos fueron seleccionados al azar en sitios donde se presentara un fondo rocoso, a una profundidad aproximada de 7 m. El acceso a las zonas de estudio se realizó en una embarcación con motor fuera de borda de 22 pies de eslora.

Los transectos se realizaron desde un punto fijo a partir del cual se efectuó el recorrido con un aleteo constante anotando en hojas de material plástico las especies a censar, su talla estimada (longitud total) y el número de organismos de la respectiva medida determinada. Durante la realización del

censo el observador debe prestar atención al ancho del transecto, tener un aleteo constante y observar de frente, excepto cuando anota los datos. Se deben asumir algunas limitaciones en este tipo de metodología, como la subestimación de las abundancias y longitudes. Pero, cuando el buzo se encuentra bien entrenado en censos visuales y en la estimación de la longitud de peces, las diferencias en longitud y número estimado son mínimas (Lincoln, 1988; Wantiez y Thollot, 2000).

Estimación de la talla de los Peces

Antes de la realización de los censos, el buzo debe tener una precisión del 95% en la medición de la longitud de los peces. Para lo cual se realizó un entrenamiento mediante el uso de modelos de peces de diferentes longitudes colocados en el mar a lo largo de un transecto. Los modelos se elaboraron con papel “foamy”, donde la forma y colores de los modelos representan las especies seleccionadas. Como este tipo de papel plástico es resistente al agua y con flotabilidad, nos permite sujetar al fondo dichos modelos por medio de un hilo, quedando suspendidos en la columna de agua para poder realizar las estimaciones de las longitudes de los modelos (Fig. 3). Colocados los modelos, el buzo registraba su longitud, estando al menos a 2 m de distancia, usando un dispositivo en “T” de PVC de 1.25 mm de diámetro, marcado en su extremo anterior con una regla para aproximar la medida de los peces bajo el agua (Fig. 4). Posteriormente se compararon las diferencias entre las longitudes reales y observadas por el buzo, continuando hasta obtener la mayor precisión y minimizar el error. Las tallas se estimaron en intervalos de 1 cm (Ginsburg, 2002, Macpherson *et al.*, 2000).

Especies Seleccionadas

Posterior al entrenamiento se iniciaron los censos mensuales de las especies seleccionadas (Tabla I). Como se ha mencionado, las especies seleccionadas se consideraron principalmente por el inicio de la captura de peces de arrecife en las áreas descritas, con fines de ornato, derivado del otorgamiento por parte de la SEMARNAP, de un Permiso de Pesca de Fomento.

En segunda instancia por la fácil observación de estas especies en el campo e identificación de las mismas en sus diferentes períodos, juvenil-adulto, aun cuando no todas presenten variaciones en su coloración. Finalmente porque algunas de las especies, en su periodo adulto, son sujetas de extracción para consumo humano o se tiene poco conocimiento de su biología.

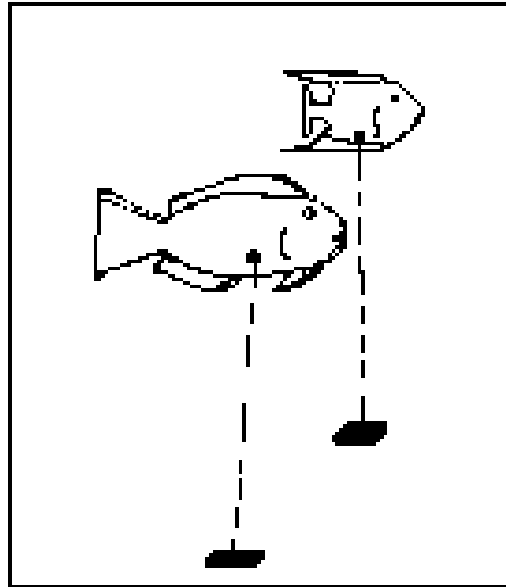


Figura 2.- Modelos plásticos utilizados en el entrenamiento de buzos. (Tomado de Ginsburg, 2002).

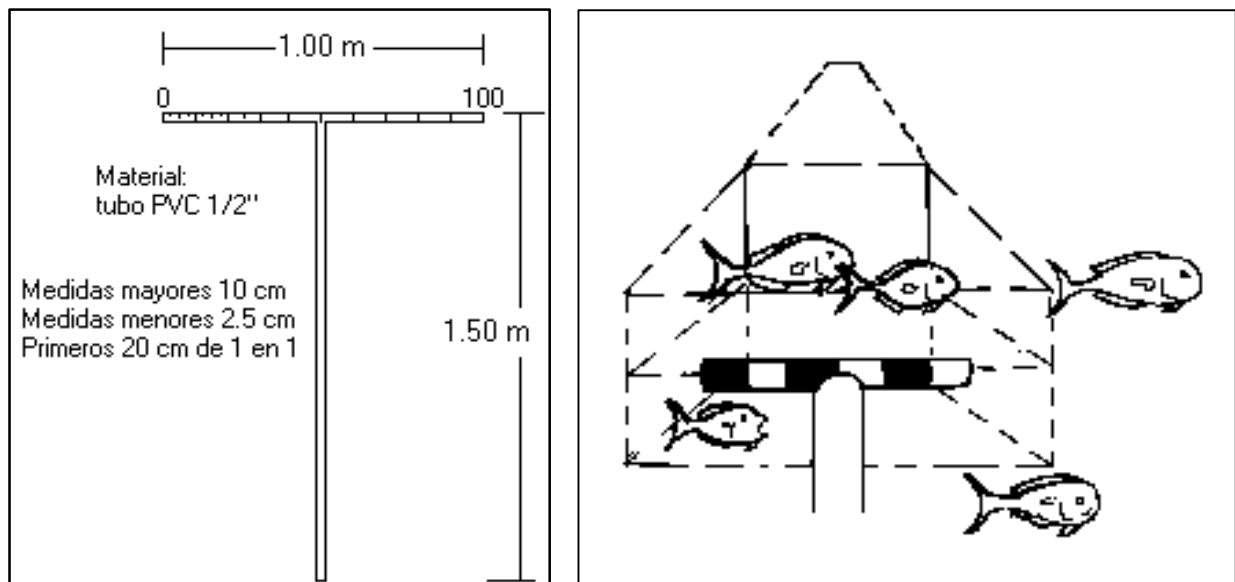


Figura 3.- Estructura de tubo de PVC hueco, con regla de medición para aproximar las medidas de los peces bajo el agua. (Tomado de Ginsburg, 2002).

Tabla I. Lista de las especies de peces seleccionadas para el estudio y familia a la que pertenecen.

FAMILIA	ESPECIE
ACANTHURIDAE	<i>Prionurus punctatus</i> Gill, 1862
CHAETODONTIDAE	<i>Forcipiger flavissimus</i> Jordan y McGregor, 1898 <i>Johnrandallia nigrirostris</i> (Gill, 1862)
CIRRHITIDAE	<i>Cirrhitus rivulatus</i> Valenciennes, 1846
LABRIDAE	<i>Bodianus diplotaenia</i> (Gill, 1862) <i>Thalassoma grammaticum</i> Gilbert, 1890 <i>Thalassoma lucasanum</i> Gilbert, 1890
MURAENIDAE	<i>Muraena lentiginosa</i> Jenyns, 1842
POMACANTHIDAE	<i>Holacanthus passer</i> Valenciennes, 1846
POMACENTRIDAE	<i>Chromis atrilobata</i> Gill, 1862 <i>Microspathodon dorsalis</i> (Gill, 1862)
SERRANIDAE	<i>Epinephelus labriformis</i> (Jenyns, 1840) <i>Mycteroperca rosacea</i> (Streets, 1877)
TETRAODONTIDAE	<i>Arothron meleagris</i> (Bloch y Schneider, 1801)
ZANCLIDAE	<i>Zanclus cornutus</i> (Linnaeus, 1758)

Talla Considerada como Recluta

Con los datos de longitud de cada especie se procedió a separar lo que se consideró la talla como recluta, basándonos en alguno o todos los puntos que a continuación se describen: (1) referencias de otros trabajos, a fin de estandarizar los datos obtenidos; (2) la talla mínima observada en el campo; (3) en función de la talla máxima registrada en la literatura; y (4) en las variaciones de los patrones de coloración debidos a la edad y género del pez. De acuerdo a lo anterior, en la Tabla II se presenta la talla hasta la que se consideró cada especie como recluta.

Análisis estadísticos

A los datos estandarizados de la abundancia y talla de cada especie se les aplicaron pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y de homocedasticidad (Levine). Dado que los datos no mostraron una distribución normal se empleó un análisis estadístico no paramétrico (Kruskall-Wallis) de "prueba de mediana" con el fin de detectar posibles diferencias en la abundancia

de cada talla entre los meses de cada año, entre las épocas y entre los años de muestreo para cada especie. Los datos fueron considerados como muestras múltiples independientes. La prueba de la mediana es una versión “cruda” del análisis factorial de Kruskal-Wallis. Específicamente, el programa STATISTICA simplemente cuenta el número de casos en cada muestra que caen por abajo y por arriba de la mediana común, y calcula el valor de Chi-cuadrada resultante con la tabla de contingencia 2 x k. Bajo la hipótesis nula de que todas las muestras provienen de poblaciones con medianas idénticas, esperando que aproximadamente el 50 % de todos los casos en cada muestra se encuentren por arriba o por debajo de la mediana común o realizando un promedio de los dos datos centrales. Se consideró el uso de la mediana en lugar de la media, por la desviación estándar de los datos y porque se pueden presentar con un enfoque precautorio, ya que se considera este parámetro como algo más real y apegado a lo observado en el campo. Lo anterior se realizó con el software "Statistica" V 5.5 (StatSoft, 2000).

Tabla II. Longitud total considerada como recluta (Lr) para cada especie y Longitud máxima registrada en la literatura.

Especie	Lr (cm)	L. Máxima (cm)
<i>Arothron meleagris</i>	10	50 ³
<i>Bodianus diplotaenia</i>	10	80 ⁴
<i>Cirrhitus rivulatus</i>	10	76 ⁴
<i>Chromis atrilobata</i>	3	13 (Le) ⁴
<i>Epinephelus labriformis</i>	10	60 ³
<i>Forcipiger flavissimus</i>	5	22 ^{1,2}
<i>Holacanthus passer</i>	5	36.6 ⁴
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	5	20 ^{1,2}
<i>Microspathodon dorsalis</i>	5	31 ⁴
<i>Muraena lentiginosa</i>	10	61 ⁴
<i>Mycteroperca rosacea</i>	10	100 ¹
<i>Prionurus punctatus</i>	10	60 ^{1,2}
<i>Thalassoma grammaticum</i>	5	32 ³
<i>Thalassoma lucasanum</i>	3	15 ^{1,3}
<i>Zanclus cornutus</i>	5	23 ⁴

Referencias: 1. Allen y robertson, 1994. 2. Fisher *et al.*, 1995a. 3. Fisher *et al.*, 1995b. 4. Froese y Pauly. 2000.
(Le). Longitud estándar.

Temperatura

Se tomó el registro de la temperatura superficial del mar (TSM), con un termómetro de mercurio, mensualmente, con el objeto de observar la variabilidad de la misma durante el período de muestreo y si existe una relación con la variación de la abundancia y la presencia de reclutas de peces.

Análisis del Patrón de Reclutamiento

Para determinar los patrones de reclutamiento de las especies seleccionadas, se utilizó la composición y abundancia de tallas obtenida de los ejemplares durante los meses de seguimiento, lo que permitió identificar las variaciones producidas a lo largo del año en las tallas observadas mediante el empleo del programa FISAT (FAO ICLARM Stock Assessment Tools: herramientas para la evaluación de stocks de peces de FAO-ICLARM) (Gayanilo *et al.*, 1995). Inicialmente es necesario obtener los parámetros de longitud infinita (L_{∞}) y la tasa intrínseca de crecimiento (K). Para aproximar dichos parámetros se utilizó el método de Powell-Wetherall, y la subrutina de mejor ajuste Shepherd respectivamente, que son herramientas del mismo programa. Con base en las estimaciones de los dos métodos anteriores, se procedió a evaluar la combinación de parámetros de crecimiento que producían el mejor ajuste a los valores modales, esto es, el mejor coeficiente R_n (Barros *et al.*, 1996). Finalmente, se estimó el patrón de reclutamiento de cada especie a partir del análisis de frecuencias acumuladas efectuado por FISAT, e introduciendo los valores de L_{∞} , K y t_0 . La rutina de FISAT "Recruitment pattern" reconstruye los pulsos de reclutamiento basada en los siguientes supuestos: (i) todos los peces en la muestra crecen de acuerdo con parámetros de crecimiento comunes; (ii) uno de cada 12 meses tiene reclutamiento cero (Gayanilo *et al.*, 1995).

RESULTADOS

Temperatura Superficial del Mar

El registro mensual de la TSM mostró la misma tendencia a lo largo de cada uno de los dos años y medio de muestreo. Durante el mes de enero se presentan las temperaturas mínimas, entre 18 °C y 19 °C, en marzo inicia el ascenso que alcanza una máxima, del orden de 30 °C, en los meses de agosto y septiembre, para descender a partir de octubre. El promedio del total de los datos fue de 24.7 °C. Al graficar (Fig. 5) el promedio y el registro mensual de la TSM se observan dos períodos, seis meses con temperaturas inferiores al promedio (noviembre a abril) y otros seis meses con temperaturas mayores al mismo (mayo a octubre).

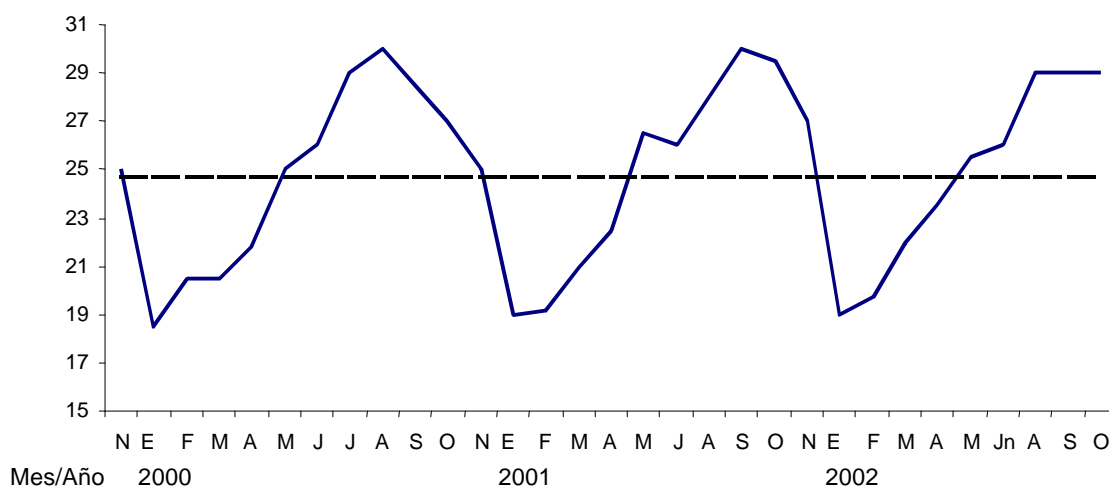


Figura 5.- Variación de la temperatura superficial del mar durante el período de estudio. TSM —promedio TSM - -

Censos Visuales

La evaluación de 12 especies se inició en octubre de 1999 en Isla Cerralvo, y se incluyeron las tres restantes (*Chromis atrilobata*, *Thalassoma lucasanum* y *Holacanthus passer*) a partir de marzo de 2000, hasta noviembre de 2001. En Punta Perico el seguimiento de 12 especies se inició en enero de 2000, excepto por las tres especies mencionadas en el caso anterior, ya que *T. lucasanum* fue censada a partir del mes de febrero y *C. atrilobata* y *H. passer* desde marzo, culminando el estudio de las 15 especies en noviembre de 2002.

Las condiciones de visibilidad siempre fueron iguales o mayores a 5 m de distancia, y sólo un par de meses no se realizaron los muestreos por las condiciones ambientales adversas o causas de fuerza mayor. Se realizaron 360 transectos, de los cuales 166 se realizaron en la Isla Cerralvo, en 22 meses de muestreo, y 194 transectos en Punta Perico a lo largo de 31 meses de estudio. Sin embargo, los meses de muestreo de octubre de 1999 y noviembre de 2001 de Isla Cerralvo y noviembre de 2002 de Punta Perico no fueron considerados en el estudio ya que sólo representaban un mes de muestreo para la época correspondiente. Finalmente se tuvo un esfuerzo de 340 transectos (154 en IC y 186 en PP) a lo largo de 20 y 30 meses de muestreo respectivamente (Tabla III).

Tabla III.- Periodo de muestreo y esfuerzo realizado en las zonas de estudio

Isla Cerralvo			
Año 1	Época	Meses de Muestreo	No. Transectos
1999-2000	Fría	Nov., Dic., Ene., Mar., Abr.	44
2000	Cálida	May., Jun., Jul., Ago., Sep., Oct.	48
Año 2			
2000-2001	Fría	Nov., Ene., Feb., Mar., Abr.	38
2001	Cálida	Jun., Ago., Sep., Oct.	24
Punta Perico			
Año 1	Época	Meses de Muestreo	No. Transectos
2000	Fría	Ene., Feb., Mar., Abr.	32
2000	Cálida	May., Jun., Jul., Ago., Sep., Oct.	44
Año 2			
2000-2001	Fría	Nov., Ene., Feb., Mar., Abr.	38
2001	Cálida	May., Jun., Ago., Sep., Oct.	28
Año 3			
2001-2002	Fría	Nov., Ene., Feb., Mar., Abr.	20
2002	Cálida	May., Jun., Ago., Sep., Oct.	24

Abundancia de las Especies

Se contaron 76051 organismos en total. Las dos especies más abundantes, tanto en Isla Cerralvo como en Punta Perico, fueron *T. lucasanum* (42.13 %) y *C. atrilobata* (39.4 %), sumando alrededor del 80 % del total de organismos; *P. punctatus* fue la tercera especie más abundante, con un 7.18 %; en cuarto lugar *B. diplotaenia* con 4.27 % y, finalmente, *H. passer* aportando el 2.60 %. Las 10 especies restantes representaron menos del 5 % de la abundancia total (Tabla IV y Fig. 6). Por lo anterior, sólo las cinco especies más abundantes fueron consideradas en los diferentes análisis estadísticos y en el

análisis del patrón de reclutamiento y, las especies *F. flavissimus* y *M. Lentiginosa* no se consideraron por el bajo número de organismos observados.

Tabla IV.- Abundancia total por especie en cada localidad y su equivalencia en porcentaje.

Especie/Localidad	I. Cerralvo	%	P. Perico	%	TOTAL	%
<i>Thalassoma lucasanum</i>	13734	45.09	18310	40.16	32044	42.13
<i>Chromis atrilobata</i>	12893	42.33	17069	37.44	29962	39.40
<i>Prionurus punctatus</i>	1266	4.16	4198	9.21	5464	7.18
<i>Bodianus diplotaenia</i>	1113	3.65	2131	4.67	3244	4.27
<i>Holacanthus passer</i>	502	1.65	1472	3.23	1974	2.60
<i>Thalassoma grammaticum</i>	316	1.04	410	0.90	726	0.95
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	76	0.25	571	1.25	647	0.85
<i>Mycteroperca rosacea</i>	206	0.68	313	0.69	519	0.68
<i>Microspathodon dorsalis</i>	77	0.25	344	0.75	421	0.55
<i>Arothron meleagris</i>	62	0.20	270	0.59	332	0.44
<i>Epinephelus labriformis</i>	124	0.41	162	0.36	286	0.38
<i>Zanclus cornutus</i>	50	0.16	206	0.45	256	0.34
<i>Cirrhites rivulatus</i>	29	0.10	61	0.13	90	0.12
<i>Forcipiger flavissimus</i>	7	0.02	65	0.14	72	0.09
<i>Muraena lentiginosa</i>	3	0.01	11	0.02	14	0.02
TOTAL	30458	100.00	45593	100.00	76051	100.00
Número de Censos	154		186		340	
Meses de Muestreo	20		30			

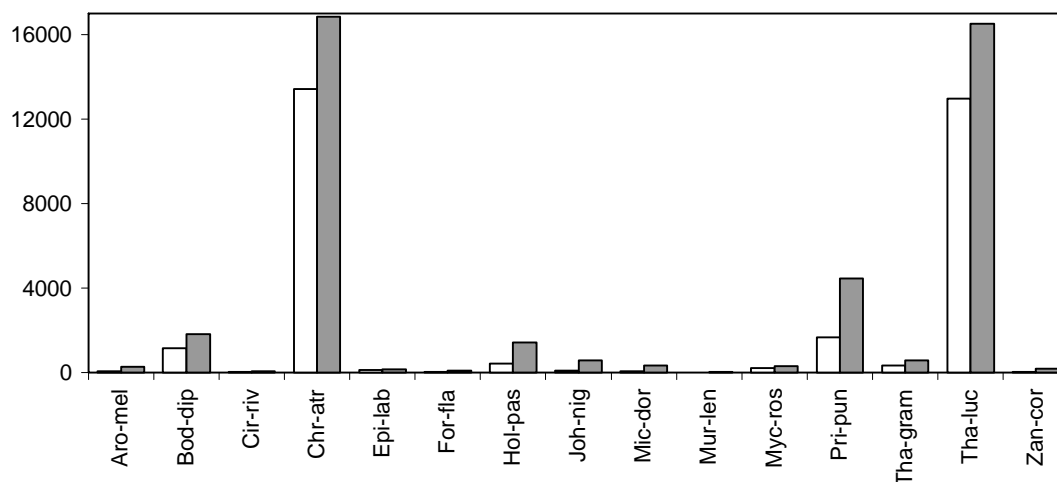


Figura 6.- Abundancia total observada de las especies por localidad (barras oscuras: P. Perico; barras claras: I. Cerralvo). Las tres primeras letras corresponden al nombre del género-especie.

Se procedió a distinguir sólo dos grupos, los reclutas y los organismos de mayor talla (juveniles-adultos) como se mostró en el apartado de materiales y métodos; así se obtuvieron las abundancias de estas dos categorías para cada especie y localidad. La comparación de la abundancia relativa mensual de reclutas durante los dos años de muestreo en la localidad de IC, para períodos de tiempo equivalentes (noviembre a octubre), muestra un mayor número de aquéllos durante el primer año (Tabla V, Fig. 7). El cambio varía desde una vez el número de individuos (factor de uno) para *C. rivulatus* y *J. nigrirostris*, hasta más de 500 veces en el caso de *C. atrilobata*. Mientras que *P. punctatus* y *A. meleagris* presentan un aumento de 1.3 y 1.6 veces el número individuos durante el segundo año. No se observaron reclutas de *Z. Cornutus*.

Tabla V. Abundancia promedio por categoría (reclutas y juveniles-adultos) de las diferentes especies en Isla Cerralvo en 250 m² de transecto. El asterisco indica aquellas especies que se incorporaron más tarde al estudio; así mismo se indican los transectos realizados y los meses de muestreo.

ESPECIE /Categoría	Reclutas		Juveniles-Adultos	
	Año 1 (nov-99 a oct-00)	Año 2 (nov-00 a oct-01)	Año 1 (nov-99 a oct-00)	Año 2 (nov-00 a oct-01)
<i>Arothron meleagris</i>	0.04	0.05	0.37	0.34
<i>Bodianus diplotaenia</i>	9.10	0.85	1.54	1.31
<i>Cirrhitis rivulatus</i>	0.01	0.00	0.18	0.18
<i>Chromis atrilobata</i> *	55.31	0.11	72.56	75.84
<i>Epinephelus labriformis</i>	0.15	0.00	0.83	0.55
<i>Holacanthus passer</i> *	0.64	0.13	3.67	3.52
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	0.01	0.00	0.71	0.16
<i>Microspathodon dorsalis</i>	0.09	0.00	0.49	0.39
<i>Mycteroperca rosacea</i>	0.05	0.02	1.45	1.08
<i>Prionurus punctatus</i>	0.41	0.66	6.65	9.27
<i>Thalassoma grammaticum</i>	0.11	0.00	2.87	0.68
<i>Thalassoma lucasanum</i> *	32.02	14.48	92.55	78.45
<i>Zanclus cornutus</i>	0.00	0.00	0.40	0.21
Número de Transectos	92 *(64)	62	184.27	171.97
Meses de Muestreo	11 *(8)	9	11 / 8 *	9

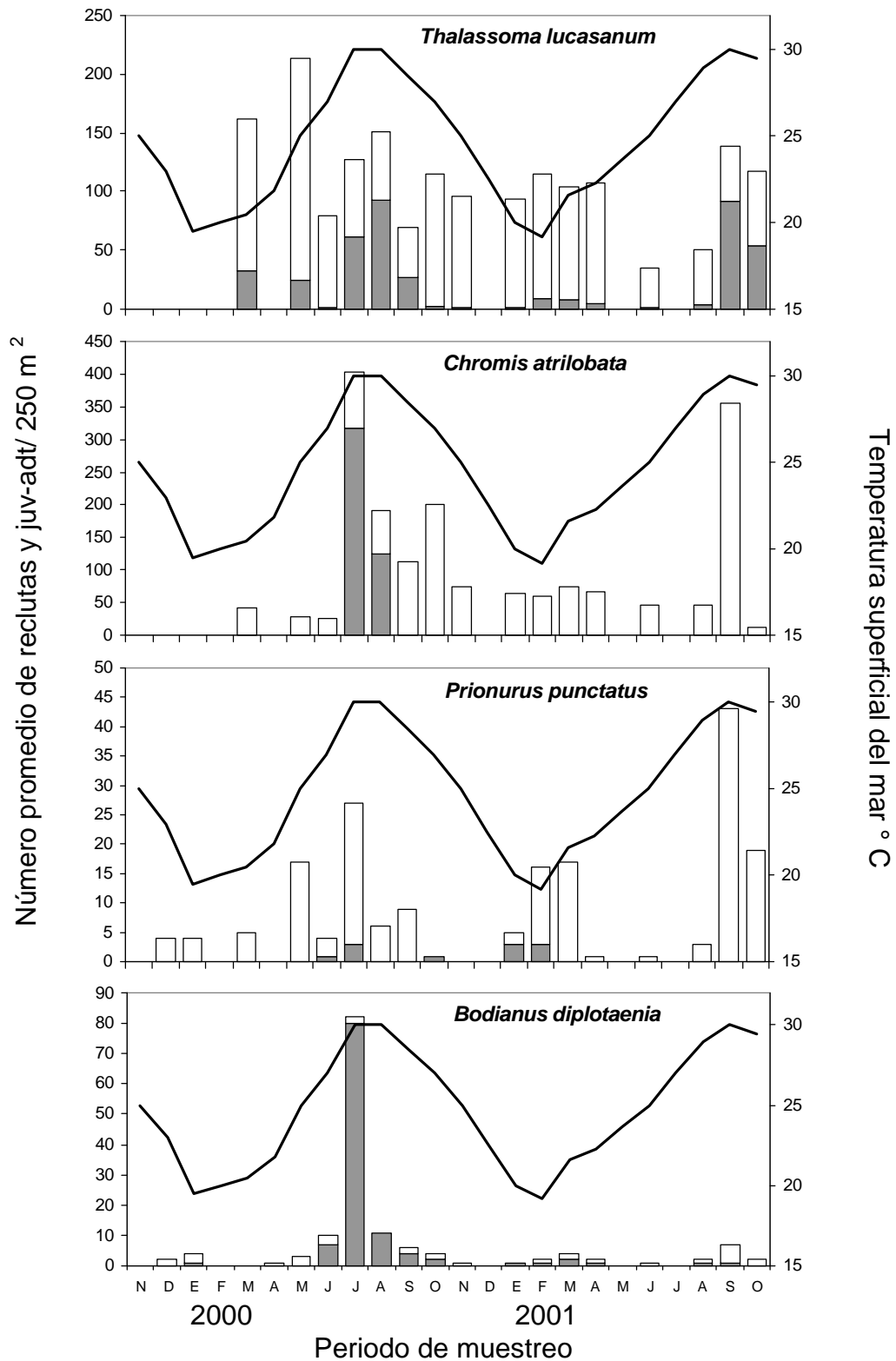


Figura 7.- Abundancia promedio mensual por especie (barras oscuras: reclutas; barras claras: adultos) y registro de la temperatura (línea), durante el periodo de muestreo en Isla Cerralvo.

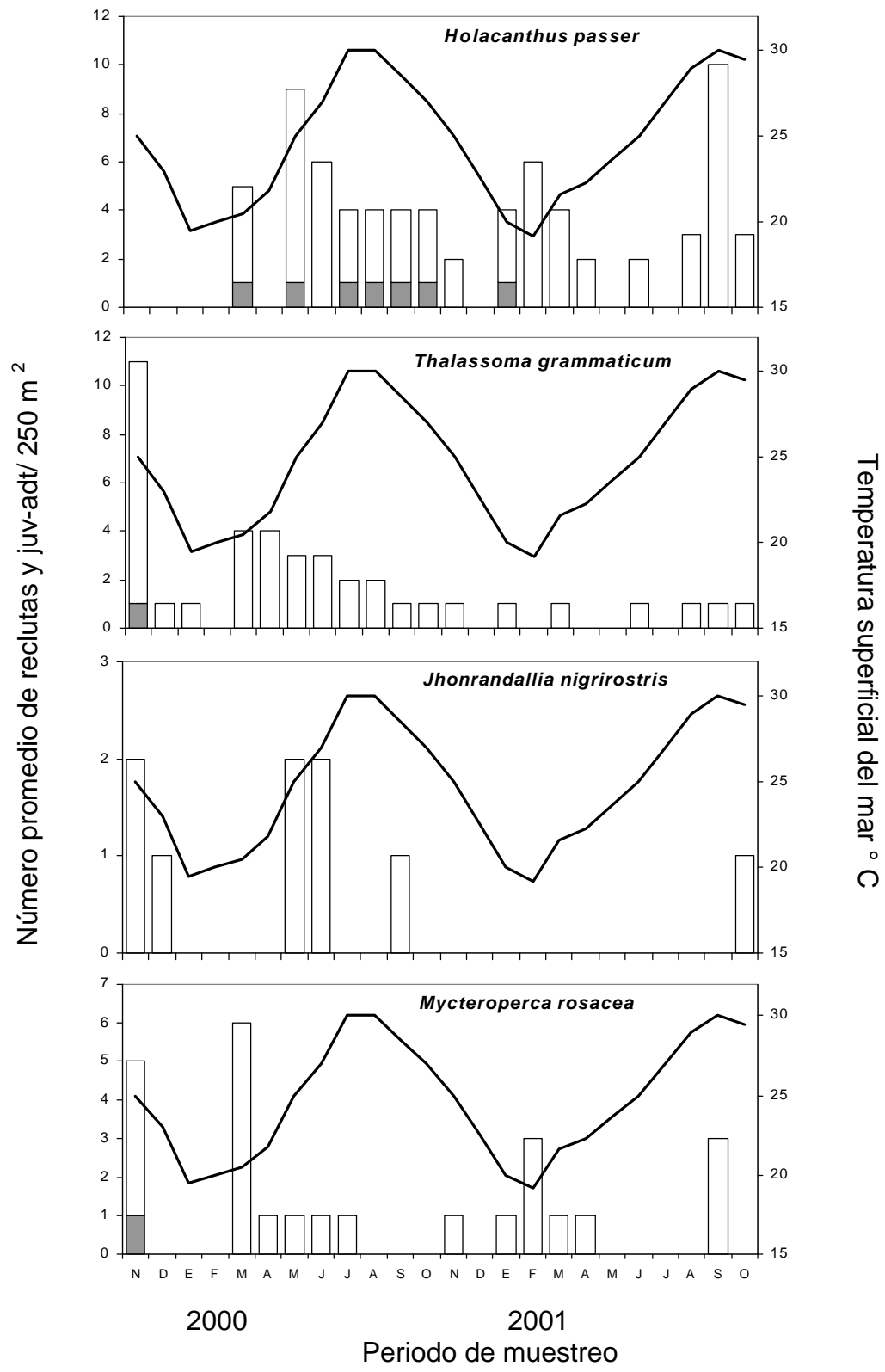


Figura 7.- Continuación.

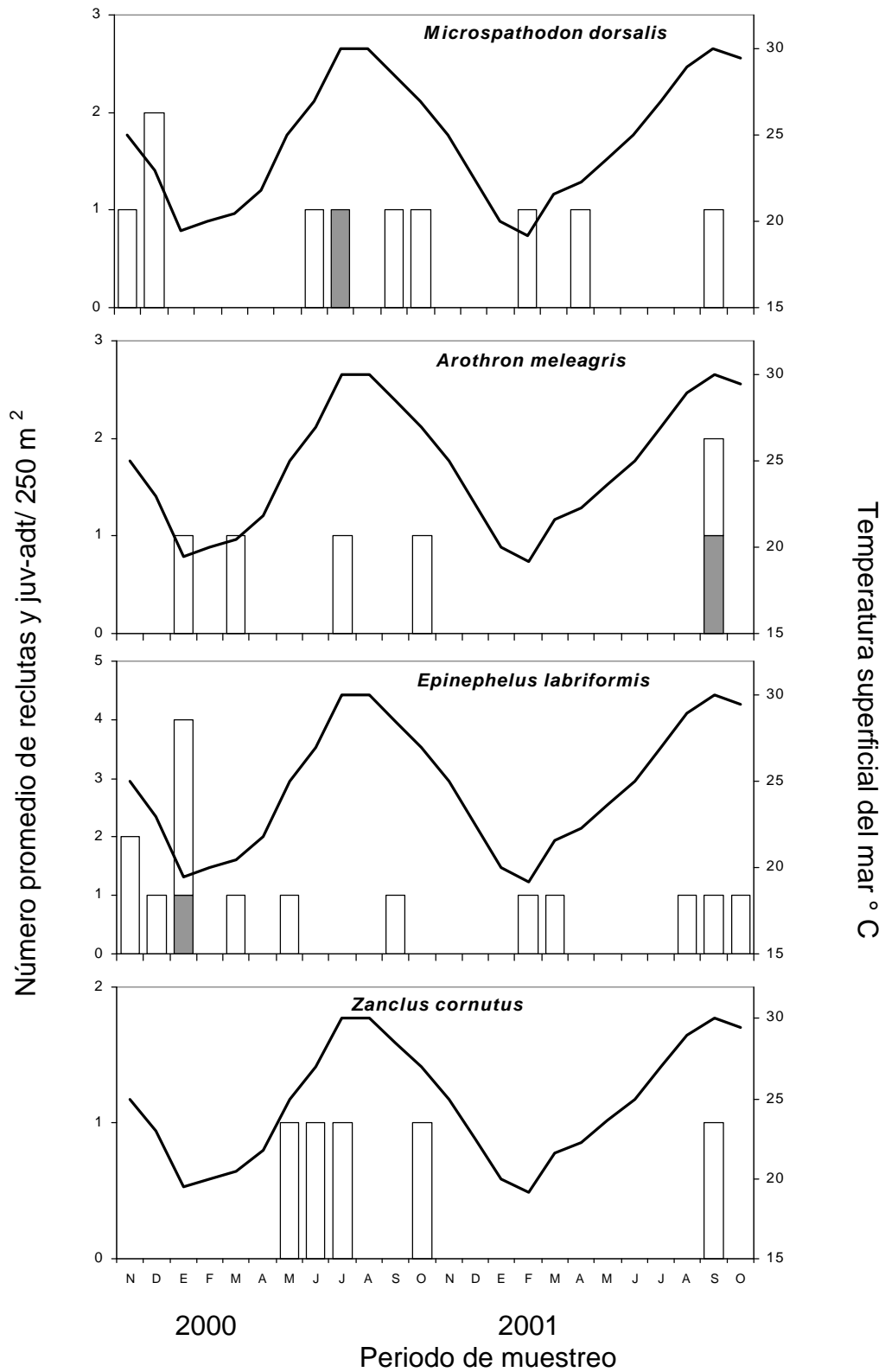


Figura 7.- Continuación.

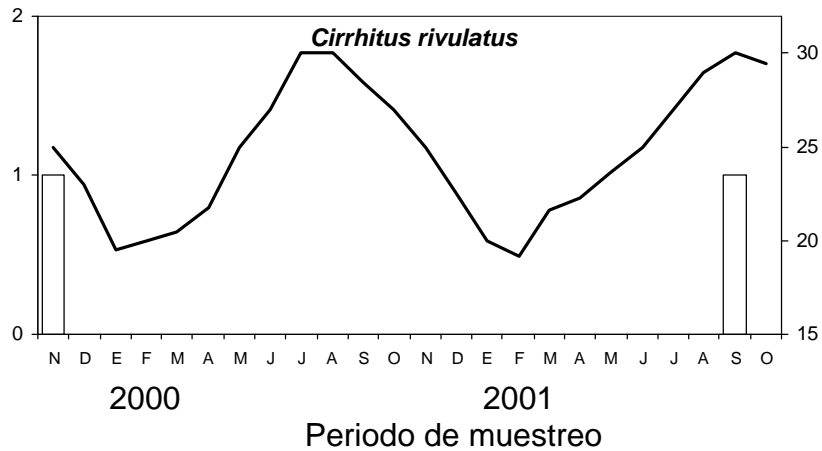


Figura 7.- Continuación.

En la categoría de “juveniles-adultos” se observa una menor variación del primer año con respecto al segundo. De tal manera que diez especies presentan una disminución: desde una vez el número de individuos para *H. passer*, hasta 4.4 veces en el caso de *J. Nigrirostris*. La especie *C. rivulatus* se mantuvo sin cambio, mientras que *C. atrilobata* y *P. punctatus* presentaron aumentos de una vez y de 1.4 veces el número de individuos, respectivamente (Tabla V, Fig. 7).

En la zona de Punta Perico, donde se tienen tres años de muestreo, se observa una disminución general de reclutas durante el segundo año de muestreo con respecto al primero. Este descenso varió desde 1.7 veces el número individuos para *T. lucasanum* hasta más de 207 veces en *C. atrilobata*. Posteriormente, durante el tercer año, se sigue presentando una disminución de las especies *T. lucasanum* (1.5 veces), *T. grammaticum* (2), *B. diplotaenia* (2.3), *E. labriiformis* (3), *M. rosacea* (3) y *P. punctatus* (11.5). las especies *C. rivulatus*, *H. passer*, *J. nigrirostris*, y *M. dorsalis* se mantienen sin cambio, continuando con una abundancia baja, como la del año anterior, y sólo las especies *A. meleagris* y *C. atrilobata* presentan ya un incremento en el número de individuos de 5 y 5.4 veces, respectivamente. Sin embargo, estos incrementos no igualan la abundancia observada durante el primer año. No hubo reclutas de la especie *Z. cornutus*, al igual que en el caso de I. Cerralvo (Tabla VI, Fig. 8).

Tabla VI. Abundancia promedio de reclutas en 250 m² de transecto, en Punta Perico durante 30 meses de muestreo. El asterisco indica aquellas especies que fueron incorporadas más tarde al estudio; así mismo se indican los meses de muestreo.

Punta Perico ESPECIE / Talla	Reclutas		
	Nov-99 a Oct-00	Nov-00 a Oct-01	Nov-01 a Oct-02
<i>Arothron meleagris</i>	0.23	0.00	0.05
<i>Bodianus diplotaenia</i>	14.69	3.56	1.55
<i>Cirrhitus rivulatus</i>	0.15	0.00	0.00
<i>Chromis atrilobata</i> *	87.32	0.42	2.27
<i>Epinephelus labriformis</i>	0.11	0.06	0.02
<i>Holacanthus passer</i> *	0.89	0.24	0.23
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	0.05	0.00	0.00
<i>Microspathodon dorsalis</i>	0.36	0.00	0.00
<i>Mycteroperca rosacea</i>	0.08	0.03	0.00
<i>Prionurus punctatus</i>	1.46	0.23	0.02
<i>Thalassoma grammaticum</i>	0.14	0.02	0.00
<i>Thalassoma lucasanum</i> *	33.32	19.68	13.18
<i>Zanclus cornutus</i>	0.00	0.00	0.00
TOTAL	138.81	24.24	17.32
Meses de Muestreo	10 / 8*	10	10

En la categoría “juveniles-adultos” también se presentó una disminución en la mayoría de las especies durante el segundo año de muestreo, que varió desde 1.1 veces el número de individuos (*P. punctatus*) hasta 3.5 veces (*C. rivulatus*); *B. diplotaenia* presentó una abundancia igual y las tres especies restantes *H. passer*, *M. rosacea* y *C. atrilobata* presentaron incrementos de 1.1, 1.4 y 2.2 veces, respectivamente. El tercer año casi todas las especies presentaron una disminución con respecto al año anterior, con una variación desde 1.3 veces en número de individuos (*B. diplotaenia* y *M. dorsalis*) hasta 4.2 veces en *J. Nigrirostris*. Las excepciones fueron *C. rivulatus* y *E. labriformis* que presentaron incrementos de 1.8 y 1.2 veces, respectivamente (Tabla VII, Fig. 8).

Finalmente, en ambas localidades, durante el periodo de noviembre de 1999 a octubre de 2000, es evidente que el pico de reclutamiento de la época cálida es el más intenso en las cinco especies más abundantes, así como en *M.*

dorsalis. Los pulsos de *C. atrilobata*, *H. passer*, *M. dorsalis* y *P. punctatus* declinan rápidamente, mientras que los de *B. diplotaenia* y *T. lucasanum* ocurren durante todos los meses de la época cálida y, generalmente, en el mes de julio se presenta la mayor abundancia de reclutas. Los reclutas de *E. labriformis*, *M. rosacea* y *T. grammaticum* sólo se observaron durante la época fría (noviembre) en ambas localidades. Sin embargo, durante el segundo año (noviembre de 2000 a octubre del 2001) los pulsos de reclutamiento declinaron en todos los casos.

Tabla VII. Abundancia promedio de “juveniles y adultos” en 250 m² de transecto, en Punta Perico durante 30 meses de muestreo. El asterisco indica aquellas especies que fueron incorporadas más tarde al estudio; así mismo se indican los meses de muestreo.

Punta Perico	Juveniles-Adultos		
	ESPECIE / Talla	Nov-99 a Oct-00	Nov-00 a Oct-01
<i>Arothron meleagris</i>	1.74	1.24	0.48
<i>Bodianus diplotaenia</i>	3.20	3.27	2.48
<i>Cirrhitis rivulatus</i>	0.38	0.11	0.20
<i>Chromis atrilobata</i> *	52.09	115.82	33.86
<i>Epinephelus labriformis</i>	0.86	0.64	0.77
<i>Holacanthus passer</i> *	9.00	10.00	5.27
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	4.82	2.12	0.50
<i>Microspathodon dorsalis</i>	2.19	1.29	1.02
<i>Mycteroperca rosacea</i>	1.52	2.11	0.84
<i>Prionurus punctatus</i>	26.33	22.91	7.61
<i>Thalassoma grammaticum</i>	3.20	1.65	0.43
<i>Thalassoma lucasanum</i> *	121.98	93.67	35.27
<i>Zanclus cornutus</i>	1.56	0.77	0.55
TOTAL	228.88	255.59	89.30
Meses de Muestreo	10 / 8*	10	10

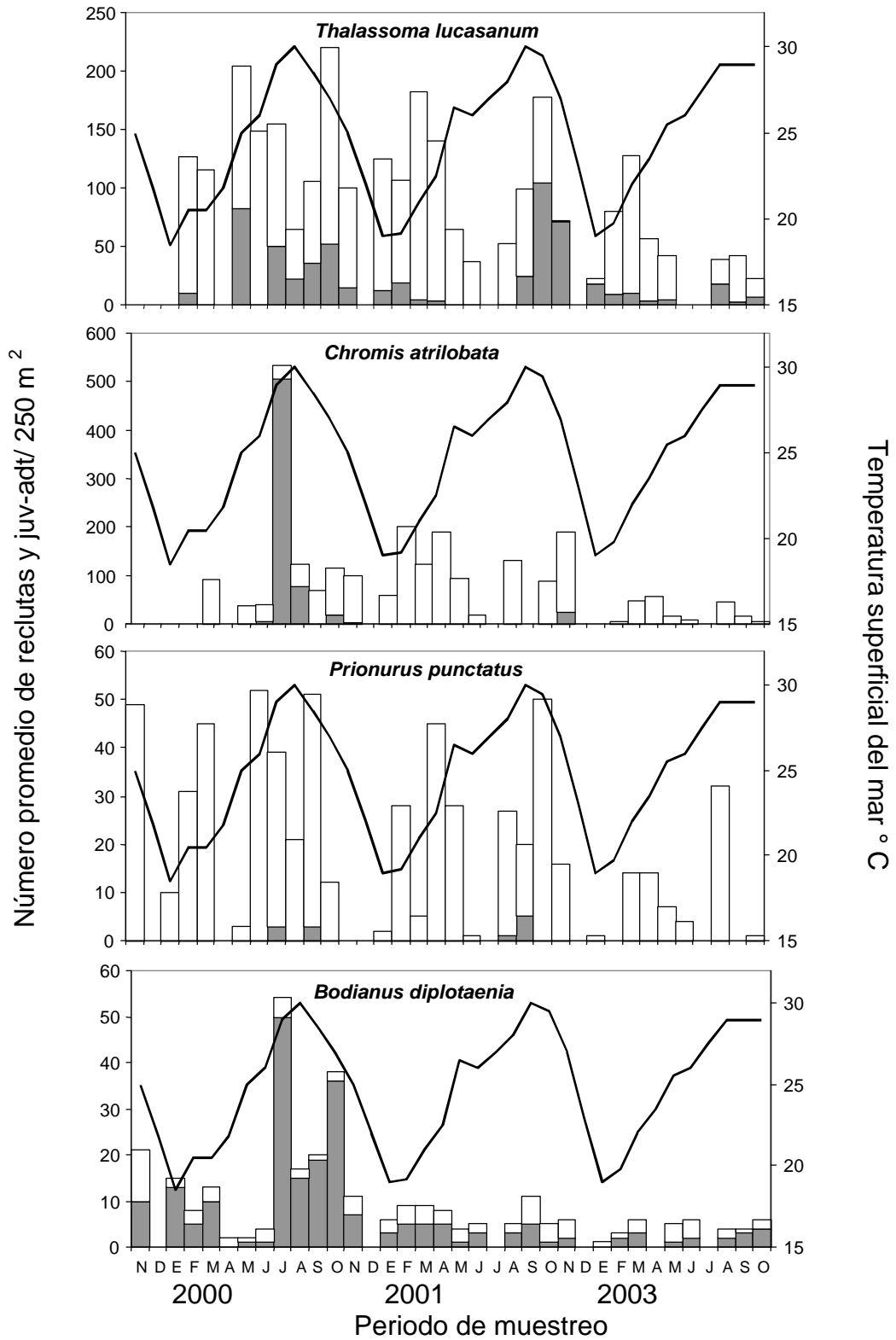


Figura 8.- Abundancia promedio mensual por especie (barras oscuras: reclutas; barras claras: adultos) y registro de la temperatura (línea), durante el periodo de muestreo en Punta Perico.

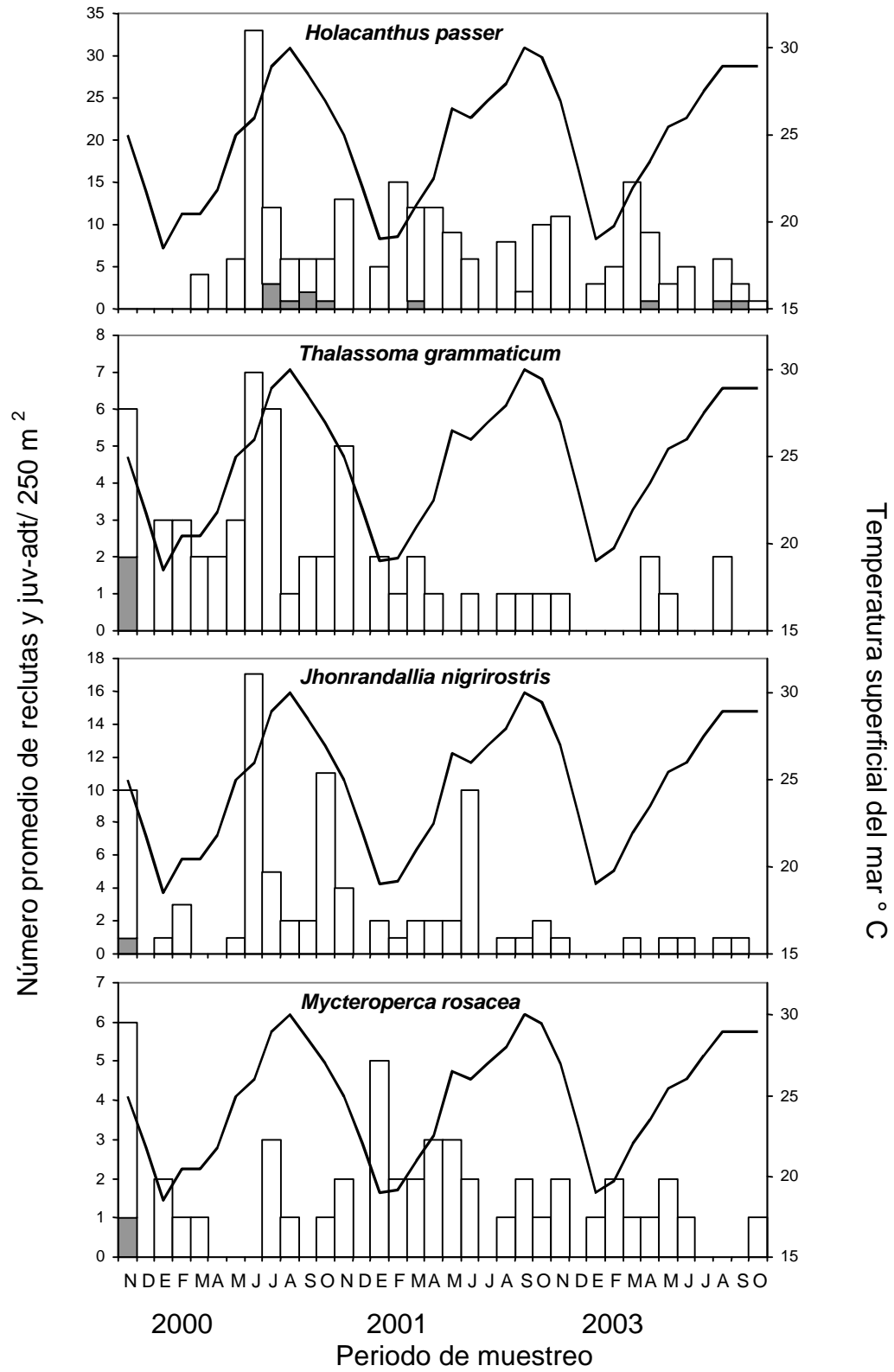


Figura 8.- Continuación.

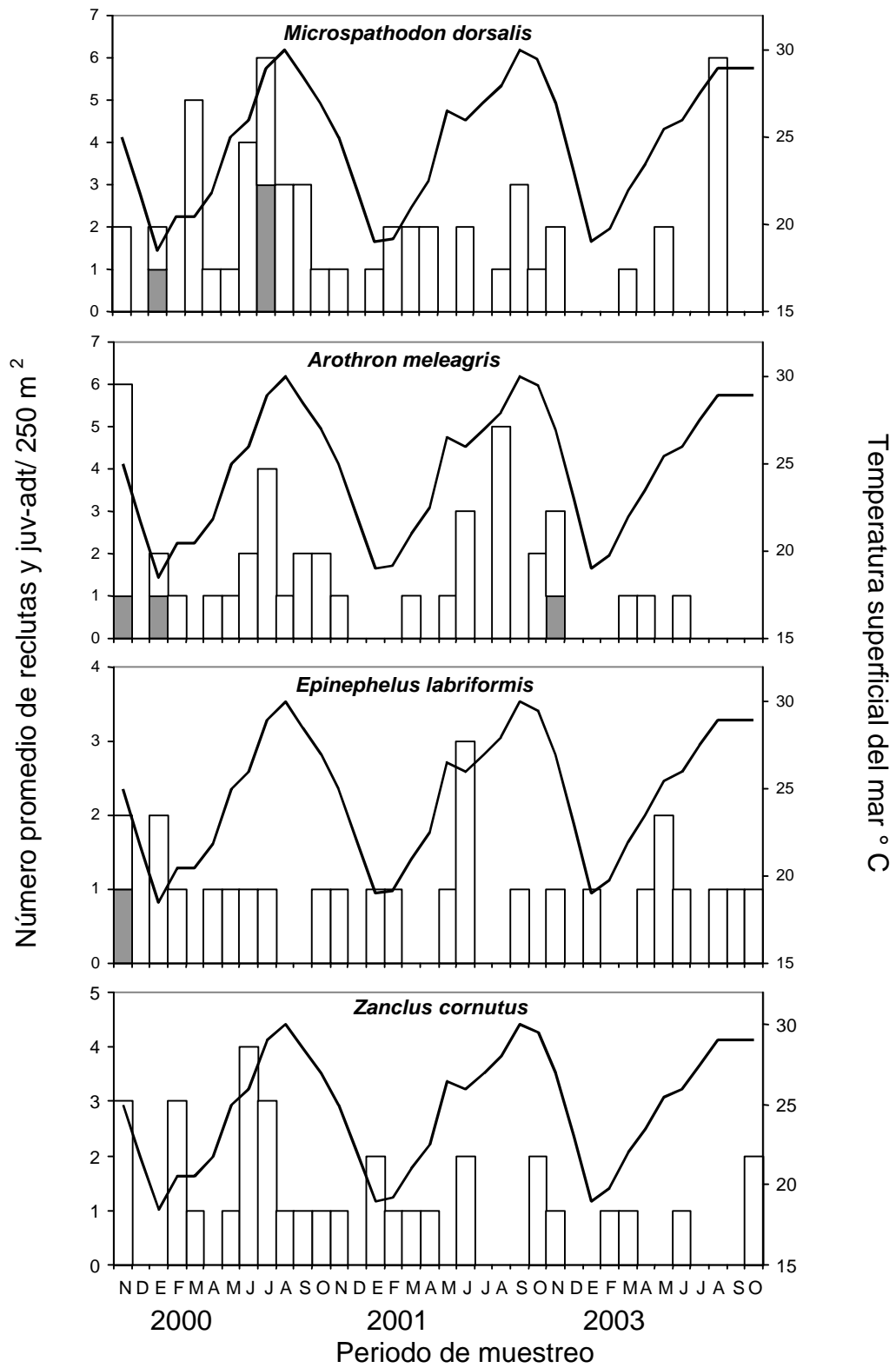


Figura 8.- Continuación.

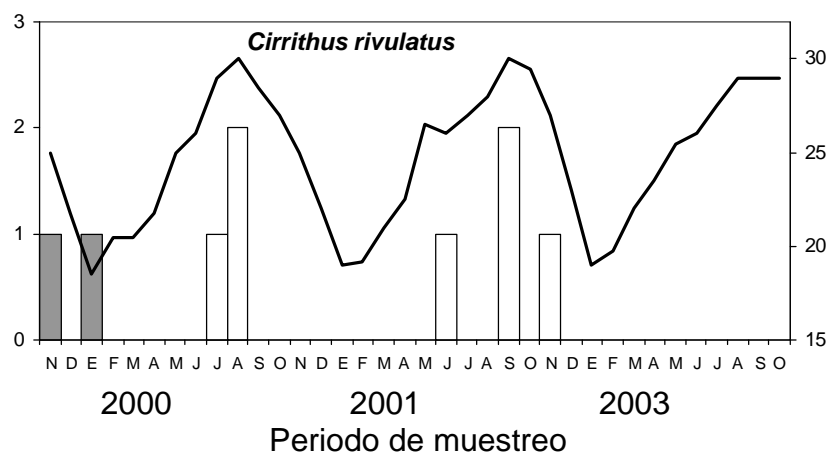


Figura 8.- Continuación.

Abundancia por Época

En la Isla Cerralvo se observa que, durante el primer año de muestreo, las categorías de reclutas y juveniles-adultos presentaron la mayor abundancia durante la época cálida (326 individuos/transecto). A pesar de que la categoría juveniles-adultos presentó una mayor abundancia en la época fría durante el segundo año de muestreo (175 individuos/transecto), la abundancia relativa total siguió siendo ligeramente mayor durante la época cálida (192 individuos/transecto), ya que el número de reclutas fue mayor (Tabla VIII).

Tabla VIII. Número de individuos (n) observados por transecto en la época cálida (C) y fría (F), durante dos años de muestreo, para las diferentes categorías y su equivalencia en porcentaje (%) en Isla Cerralvo.

Época	F1	C1	F2	C2
Categoría	n	N	n	n
Reclutas	28	130	7	37
Juveniles-adultos	138	196	175	155
Total	166	326	182	192
Categoría	%	%	%	%
Reclutas	17	40	4	19
Juveniles-adultos	83	60	96	81
Total	100	100	100	100

En el caso de Punta Perico se observa un comportamiento similar al de Isla Cerralvo. Durante el primer año, en la época cálida, ambas categorías presentan el mayor número de individuos por transecto. Nuevamente en el

segundo año de muestreo, al igual que en Isla Cerralvo, los reclutas siguieron presentando una mayor abundancia en la época cálida, mientras que la abundancia de los juveniles-adultos fue mayor durante la fría pero ahora superando el número de organismos observados para ambas categorías durante la cálida, y por lo tanto en el total se aprecia que la abundancia fue mayor durante la época fría. Finalmente, es en el tercer año en que ambas categorías son superiores durante la época fría (Tabla IX).

Tabla IX. Número de individuos (n) observados por transecto en la época cálida (C) y fría (F), durante los tres años de muestreo, para las diferentes categorías y su equivalencia en porcentaje (%) en Punta Perico.

Época	F1	C1	F2	C2	F3	C3
Categoría	n	n	n	n	n	n
Reclutas	16	177	18	34	30	9
Juveniles-adultos	183	200	284	195	122	51
Total	199	377	302	229	152	60
Categoría	%	%	%	%	%	%
Reclutas	8.00	46.95	5.96	14.85	19.74	15
Juveniles-adultos	92.00	53.05	94.04	85.15	80.26	85
Total	100	100	100	100	100	100

Cabe resaltar que se sigue observando una disminución en el número de organismos censados por transecto del primer año con respecto al segundo en un 8%, mientras que para el tercero, la disminución de más del 60% de los organismos observados durante el primer y segundo año. Mientras que, en Isla Cerralvo hay una disminución hacia el segundo año en un 24%.

Análisis Estadísticos

Sólo se realizaron pruebas estadísticas en las cinco especies más abundantes, continuándose con el empleo de las dos categorías asignadas anteriormente, así como una tercera dada por la suma de ambas, el total. Lo anterior con el fin de detectar posibles diferencias en la abundancia de dichas categorías entre los meses de cada año, entre las épocas y entre los años de muestreo. Los resultados obtenidos se describen a continuación.

Descripción por Especie

Bodianus diplotaenia (Gill, 1862)

En la localidad de Isla Cerralvo se observó que existen diferencias significativas de la abundancia promedio entre la época cálida y fría, así como entre los meses del primer año en las tres categorías, reclutas, juveniles-adultos y el total ($p < 0.05$). Durante el segundo año sólo la categoría de juveniles-adultos presentó diferencias en la abundancia mensual, mas no entre las épocas. Al comparar si existía una similitud entre las épocas frías o cálidas, se observa que hay diferencias en las tres categorías para la época fría del primer año, más no entre las épocas cálidas de ambos años de muestreo ($p < 0.05$) (Tabla X).

En la localidad de Punta Perico se observó que existen diferencias entre los meses del primer año para los reclutas ($p < 0.05$); no existen diferencias durante el segundo año; y durante el tercer año de muestreo se tienen diferencias significativas para los juveniles-adultos y el total. Tampoco existen diferencias significativas entre las épocas cálidas y las frías de los tres años de muestreo. Pero sí hay diferencias entre épocas frías en todas las categorías y sólo para los reclutas y totales durante las épocas cálidas ($p < 0.05$). Finalmente, al comparar los 3 años, se observa que también existen diferencias en todas las categorías (Tabla XI).

Tabla X. Diferencias de la abundancia de *B. diplotaenia* durante los muestreos de la Isla Cerralvo.

Comparación/Categoría	Reclutas	Juveniles-adultos	Total
Meses: Año 1	0.000**	0.000**	0.000**
	Año 2	0.369	0.025**
Época Cálida vs Fría: Año 1	0.001**	0.000**	0.000**
	Año 2	0.895	0.355
Épocas Frías: 1 vs 2	0.002**	0.004**	0.000**
Épocas Cálidas: 1 vs 2	0.925	0.935	0.626
Años: 1 vs 2	0.094	0.097	0.004**

** indica diferencias significativas ($p < 0.05$).

Tabla XI. Diferencias de la abundancia de *B. diplotaenia* durante los muestreos de Punta Perico.

Comparación/Categoría		Reclutas	Juveniles-adultos	Total
Meses:	Año 1	0.002**	0.115	0.066
	Año 2	0.179	0.362	0.173
	Año 3	0.084	0.046**	0.008**
Época Cálida vs Fría:	Año1	0.249	0.133	0.358
	Año 2	0.233	0.818	0.126
	Año 3	0.664	0.477	0.458
Épocas Frías:	1 vs 2 vs 3	0.000**	0.026**	0.002**
Épocas Cálidas:	1 vs 2 vs 3	0.001**	0.258	0.01**
Años:	1 vs 2 vs 3	0.000**	0.019**	0.000**

** indica diferencias significativas ($p < 0.05$).

Chromis atrilobata Gill, 1862

En esta especie, en Isla Cerralvo se observan diferencias ($p < 0.05$) entre los meses para los reclutas del primer año; entre época cálida y fría del segundo año y épocas cálidas para los juveniles-adultos y el total y, al comparar los años, sólo en la abundancia de reclutas hay diferencia (Tabla XII).

En Punta Perico se observan diferencias en todas las categorías entre los meses del primer y tercer año, así como entre épocas cálida y fría del primero para reclutas y el total, y en todas las categorías para el tercer año. Al comparar las épocas frías y cálidas se observaron diferencias para los tres grupos, excepto para los juveniles-adultos entre épocas cálidas. Entre los años, se observan diferencias para adultos y el total (Tabla XIII).

Tabla XII. Diferencias de la abundancia de *C. atrilobata* durante los muestreos de Isla Cerralvo.

Comparación/Categoría		Reclutas	Juveniles-adultos	Total
Meses:	Año 1	0.000**	0.097	0.097
	Año 2	0.594	0.242	0.242
Época Cálida vs Fría:	Año1	0.059	0.385	0.0385
	Año 2	0.217	0.035**	0.035**
Época Fría:	1 vs 2	1.000	0.380	0.380
Época Cálida:	1 vs 2	0.185	0.045**	0.045**
Años:	1 vs 2	0.049**	0.372	0.372

** indica diferencias significativas ($p < 0.05$).

Tabla XIII. Diferencias de la abundancia de *C. atrilobata* durante los muestreos de Punta Perico.

Comparación/Categoría		Reclutas	Juveniles-adultos	Total
Meses:	Año 1	0.000**	0.044**	0.002**
	Año 2	0.445	0.277	0.214
	Año 3	0.000**	0.038**	0.038**
Época cálida vs Fría:	Año1	0.006**	0.170	0.030**
	Año 2	0.889	0.193	0.126
	Año 3	0.005**	0.029**	0.029**
Época Fría:	1 vs 2 vs 3	0.004**	0.002**	0.001**
Época Cálida:	1 vs 2 vs 3	0.002**	0.113	0.046**
Años:	1 vs 2 vs 3	0.069	0.005**	0.008**

** indica diferencias significativas ($p < 0.05$).

Holacanthus passer Valenciennes, 1846

Sólo los juveniles-adultos mostraron diferencias entre los meses del primer año en Isla Cerralvo ($p < 0.05$). No se observaron diferencias entre épocas cálidas y frías. Sólo se observaron diferencias entre los años en los reclutas (Tabla XIV).

En Punta Perico existieron diferencias entre los meses para todos los grupos durante el primer y tercer año ($p < 0.05$), pero no el segundo. Hubo diferencias entre épocas en todos los grupos del primer año y sólo para juveniles–adultos y el total del tercer año. Hubo diferencias entre épocas cálidas y frías en todas las categorías, excepto los reclutas en las épocas frías. Hubo diferencias significativas para los juveniles–adultos y el total entre años (Tabla XV).

Tabla XIV. Diferencias de la abundancia de *H. passer* durante los muestreos de Isla Cerralvo.

Comparación/Categoría		Reclutas	Juveniles-adultos	Total
Meses:	Año 1	0.504	0.042**	0.113
	Año 2	0.651	0.764	0.645
Época Cálida vs Fría:	Año1	0.369	0.344	0.166
	Año 2	0.870	0.451	0.395
Época Fría:	1 vs 2	0.256	0.588	0.847
Época Cálida:	1 vs 2	0.059	0.867	0.231
Años:	1 vs 2	0.011**	1.000	0.550

** indica diferencias significativas ($p < 0.05$).

Tabla XV. Diferencias de la abundancia de *H. passer* durante los muestreos de Punta Perico.

Comparación/Categoría		Reclutas	Juveniles-adultos	Total
Meses:	Año 1	0.015**	0.009**	0.008**
	Año 2	0.053	0.581	0.581
	Año 3	0.029**	0.000**	0.000**
Época cálida vs Fría:	Año1	0.002**	0.000**	0.000**
	Año 2	0.081	0.961	0.961
	Año 3	0.075	0.013**	0.013**
Época Fría:	1 vs 2 vs 3	0.293	0.000**	0.001**
Época Cálida:	1 vs 2 vs 3	0.000**	0.000**	0.000**
Años:	1 vs 2 vs 3	0.093	0.000**	0.001**

** indica diferencias significativas ($p < 0.05$).

Prionurus punctatus Gill, 1862

Esta especie no presentó variaciones significativas de la abundancia en ninguna de las categorías a lo largo del período de muestreo en la localidad de Isla Cerralvo (Tabla XVI).

Tabla XVI. Diferencias de la abundancia de *P. punctatus* durante los muestreos de Isla Cerralvo.

Comparación/Categoría		Reclutas	Juveniles-adultos	Total
Meses:	Año 1	0.465	0.254	0.254
	Año 2	0.758	0.260	0.132
Época Cálida vs Fría:	Año1	0.920	0.798	0.629
	Año 2	0.158	0.734	0.578
Época Fría:	1 vs 2	0.577	0.520	0.367
Época Cálida:	1 vs 2	0.211	1.000	0.850
Años:	1 vs 2	0.619	0.624	0.579

** indica diferencias significativas ($p < 0.05$).

En el caso de Punta Perico existieron diferencias significativas de la abundancia ($p < 0.05$) entre épocas cálidas para la categoría de juveniles-adultos y el total. Entre años hubo diferencias significativas para todas las categorías (Tabla XVII).

Tabla XVII. Diferencias de la abundancia de *P. punctatus* durante los muestreos de Punta Perico.

Comparación/Categoría		Reclutas	Juveniles-adultos	Total
Meses:	Año 1	0.412	0.125	0.107
	Año 2	0.789	0.637	0.442
	Año 3	0.332	0.148	0.148
Época cálida vs Fría:	Año1	0.857	0.950	0.968
	Año 2	0.744	0.135	0.227
	Año 3	0.268	0.162	0.162
Época Fría:	1 vs 2 vs 3	0.428	0.838	0.654
Época Cálida:	1 vs 2 vs 3	0.079	0.005**	0.005**
Años:	1 vs 2 vs 3	0.046**	0.030**	0.013**

** indica diferencias significativas ($p < 0.05$).

Thalassoma lucasanum Gilbert, 1890

Sólo se observaron diferencias significativas en la abundancia de reclutas de Isla Cerralvo entre meses de ambos años y entre la época cálida y la fría del segundo año en juveniles-adultos (Tabla XVIII).

Tabla XVIII. Diferencias de la abundancia de *T. lucasanum* durante los muestreos de Isla Cerralvo.

Comparación/Categoría		Reclutas	Juveniles-adultos	Total
Meses:	Año 1	0.000**	0.067	0.282
	Año 2	0.008**	0.700	0.661
Época Cálida vs Fría:	Año 1	0.082	0.303	0.606
	Año 2	0.598	0.015**	0.114
Época Fría:	1 vs 2	0.119	0.588	1.000
Época Cálida:	1 vs 2	0.617	0.242	0.182
Años:	1 vs 2	0.745	0.850	1.000

** indica diferencias significativas ($p < 0.05$).

En Punta Perico no se presentaron diferencias significativas entre los meses del segundo año en el total. Entre la época cálida y la fría no hubo diferencias en juveniles-adultos y el total del primer año y reclutas el segundo año. Finalmente, tampoco hubo diferencias en los reclutas entre años. En todos los demás casos existieron diferencias significativas (Tabla XIX).

Tabla XIX. Diferencias de la abundancia de *T. lucasanum* durante los muestreos de Punta Perico.

Comparación/Categoría		Reclutas	Juveniles-adultos	Total
Meses:	Año 1	0.000**	0.005**	0.013**
	Año 2	0.048**	0.011**	0.264
	Año 3	0.003**	0.000**	0.000**
Época Cálida vs Fría:	Año1	0.002**	1.000	0.334
	Año 2	0.087	0.002**	0.011**
	Año 3	0.000**	0.000**	0.000**
Época Fría:	1 vs 2 vs 3	0.001**	0.029**	0.011**
Época Cálida:	1 vs 2 vs 3	0.000**	0.000**	0.000**
Años:	1 vs 2 vs 3	0.895	0.000**	0.000**

** indica diferencias significativas ($p < 0.05$).

Se observó que la abundancia de algunas de las especies presentaba una relación positiva con la variación de la temperatura, sobre todo en la presencia de los reclutas. Por lo que se procedió a realizar una correlación entre la temperatura de cada zona y la abundancia de los reclutas, juveniles-adultos y el total de las cinco especies más abundantes (Tabla XX).

Tabla XX. Coeficientes de correlación de las tres categorías consideradas para cada especie, en cada zona de muestreo, y la temperatura superficial del mar en cada zona.

Esp./Categ.	Año	IC			PP		
		Reclutas	Juv-adt	Total	Reclutas	Juv-adt	Total
<i>B. diplotaenia</i>	1	0.53	0.01	0.53	0.51	0.00	0.51
	2	0.39	0.58	0.35	0.34	0.17	0.23
	3	-	-	-	0.34	0.52	0.40
<i>C. atrilobata</i>	1	0.58	0.45	0.71	0.45	0.01	0.46
	2	0.40	0.36	0.36	0.03	0.50	0.50
	3	-	-	-	0.19	0.23	0.23
<i>H. passer</i>	1	0.32	0.06	0.13	0.71	0.15	0.22
	2	0.42	0.23	0.23	0.32	0.43	0.49
	3	-	-	-	0.40	0.23	0.21
<i>P. punctatus</i>	1	0.52	0.43	0.46	0.09	0.26	0.27
	2	0.69	0.44	0.40	0.29	0.30	0.31
	3	-	-	-	0.00	0.31	0.31
<i>T. lucasanum</i>	1	0.28	0.70	0.10	0.12	0.52	0.20
	2	0.64	0.78	0.04	0.39	0.62	0.28
	3	-	-	-	0.08	0.35	0.31

Estructura de tallas

Se obtuvo el promedio de los datos de abundancia por grupo de talla, definiendo intervalos de 3 cm para *C. atrilobata* y *T. lucasanum*, y de 5 cm para las tres especies restantes. La especie *B. diplotaenia* presenta una elevada variación en la abundancia de reclutas a lo largo del periodo de muestreo. La época cálida del primer año tuvo el reclutamiento más intenso, disminuyendo drásticamente hacia el tercer año. Las abundancias en los intervalos mayores que 10 cm son más constantes. No se observaron peces mayores que 30 cm. El mismo comportamiento se da en las dos zonas de estudio (Figuras 9a, 10a).

El mayor reclutamiento de *C. atrilobata*, al igual que en la especie anterior, se presentó durante la época cálida del primer año. El intervalo de talla de 10 cm a 12 cm fue el mejor representado en ambas zonas (Figuras 9b, 10b).

H. passer presenta una estructura de tallas más diversa. Se puede observar la presencia de individuos de tallas desde 5 cm hasta 35 cm de longitud total. El número de individuos por transecto es menor en la zona de IC, aunque constante durante el período de estudio, y mayor en PP. Además, se observa una disminución del número de individuos en todas las tallas hacia el final del estudio. El reclutamiento fue similar entre las épocas del primer año en IC mientras que en PP este fue mayor durante la cálida (Figuras 9c, 10c).

La presencia de reclutas de *P. punctatus* fue similar entre épocas del primer año en la zona de PP (Figura 9d). Sin embargo, en IC, hubo una misma cantidad de reclutas durante la época cálida del primer año y la fría del segundo (Figura 10d). La talla máxima observada estuvo en el intervalo de 35-40 cm en ambas zonas. También se observó un descenso paulatino de la abundancia en todos los intervalos de talla hacia el tercer año (Figuras 9d, 10d).

Por último, en *T. lucasanum* se presentaron organismos hasta el intervalo de 10-12 cm, observándose un descenso de la abundancia hacia el final del estudio. La presencia de los reclutas fue mayor en la época cálida en ambas localidades; excepto durante el tercer año en la zona de PP, donde se invierte este comportamiento (Figuras 9e, 10e).

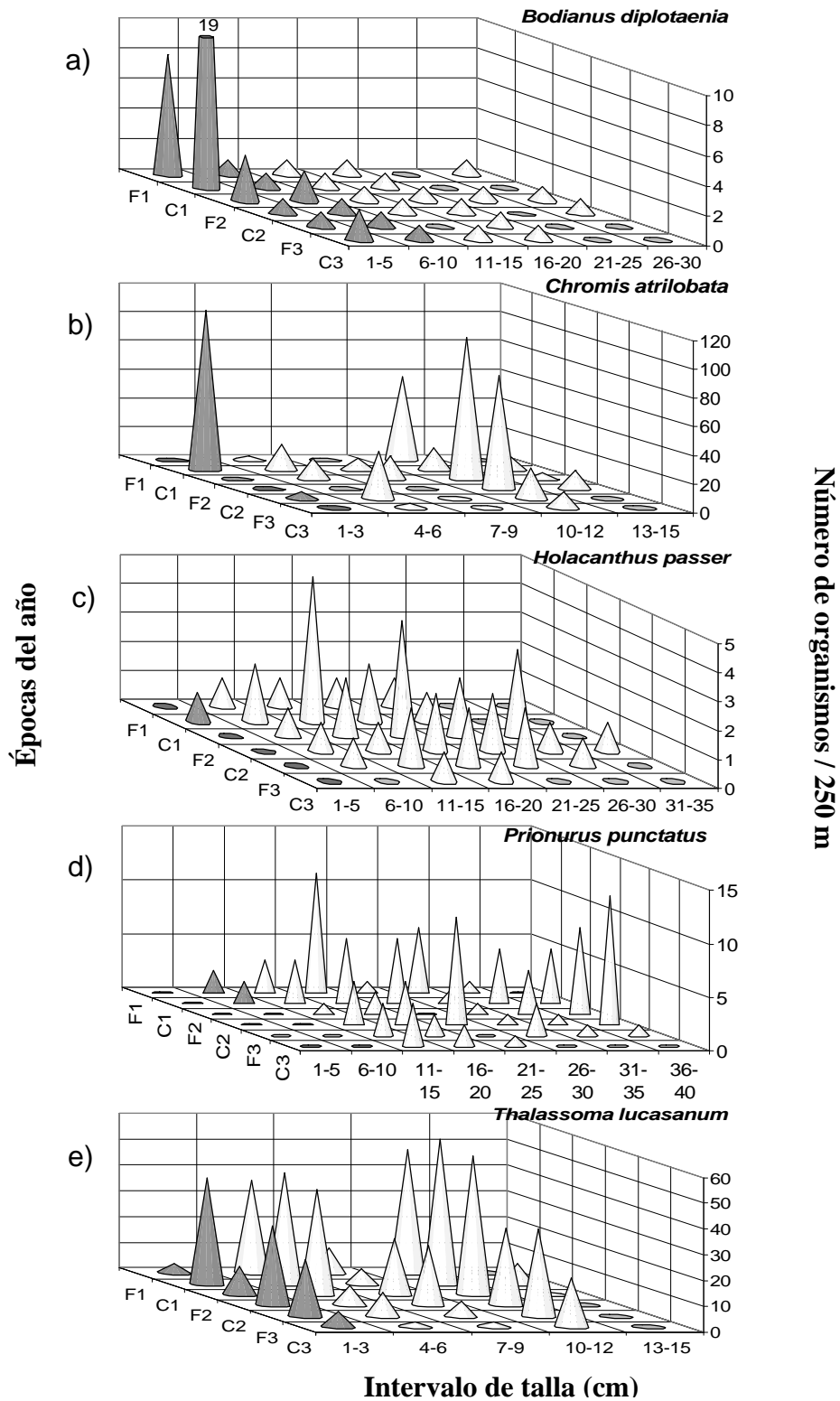


Figura 9.- Estructura de tallas por época (cálida y fría) de las especies más abundantes en la zona de Punta Perico. Conos oscuros: reclutas; conos claros: juveniles-adultos.

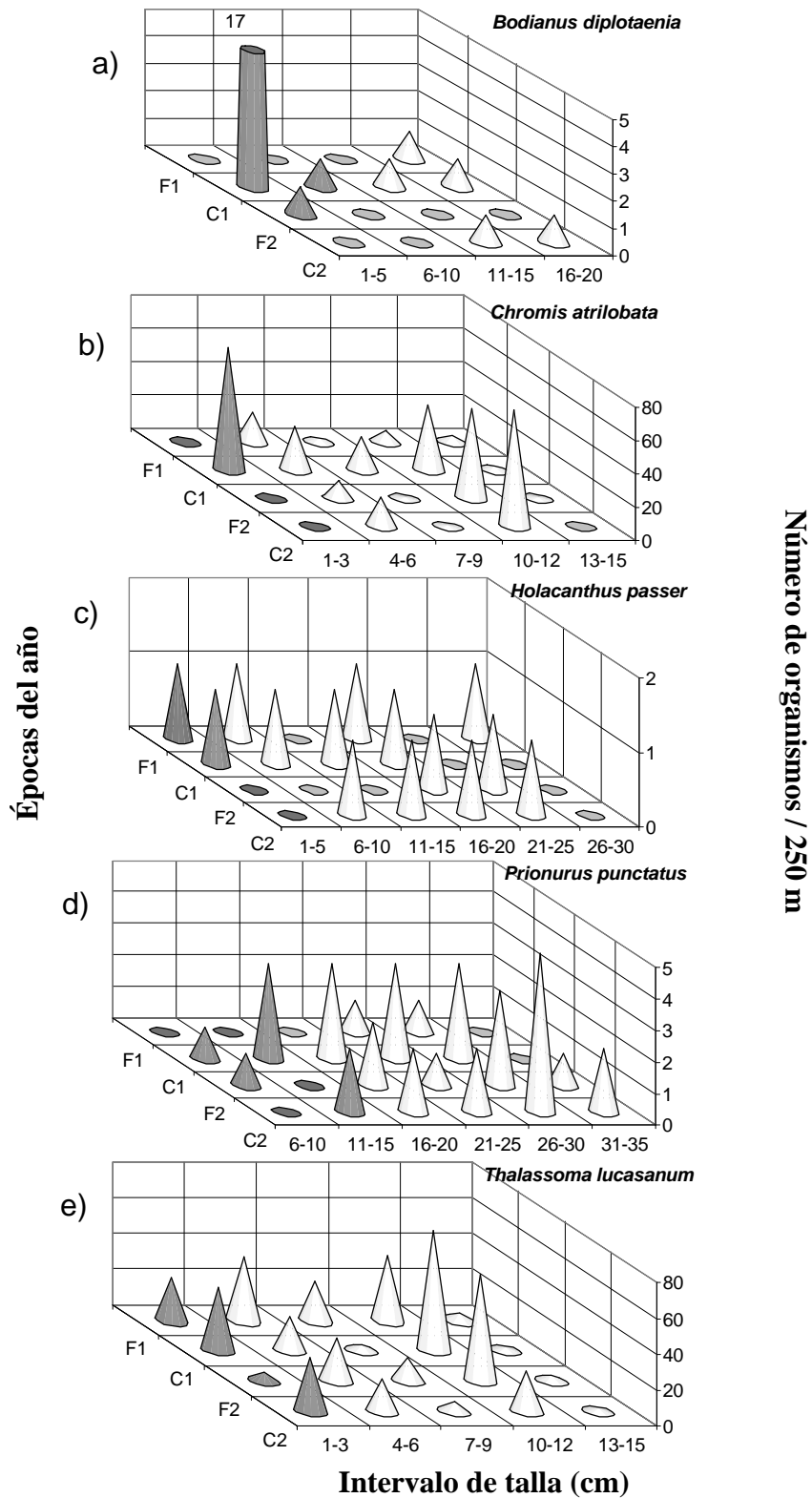


Figura 10.- Estructura de tallas por época (cálida y fría) de las especies más abundantes en la zona de Isla Cerralvo. Conos oscuros: reclutas; conos claros: juveniles-adultos.

Patrón de Reclutamiento

Para determinar los patrones de reclutamiento de las especies seleccionadas, se utilizó la composición de tallas obtenida, ajustada por intervalos de un centímetro, de forma que se pudieran identificar las variaciones producidas a lo largo del año en las tallas observadas. Una vez procesadas por el programa FISAT, se procedió a evaluar la combinación de parámetros de crecimiento (L_{∞}) y (K) que produjeron el mejor ajuste a los valores modales, esto es, el mejor coeficiente R_n . Finalmente, con base en el número de datos obtenidos en campo, sólo se pudo estimar el patrón de reclutamiento de cuatro especies: *B. diplotaenia*, *C. atrilobata*, *H. passer* y *P. punctatus*. En el caso de *T. lucasanum*, en donde se tiene la mayor cantidad de datos de talla, el patrón de reclutamiento no pudo ser determinado por este método dada la continua presencia de reclutas que se tiene registrada a lo largo del año, así como la talla máxima que presenta esta especie (15 cm Lt), lo que ocasiona una mezcla de cohortes y poca diferenciación entre las tallas.

En cuanto al patrón de reclutamiento de *B. diplotaenia*, la información biológica recolectada puso en evidencia que las mayores abundancias comprendieron la época cálida, de junio a octubre en Punta Perico y de junio a agosto en Isla Cerralvo, con un aporte del 80% del total de reclutas al año y de un 20% durante la época fría en ambas localidades (Fig. 11). Los parámetros de crecimiento L_{∞} calculados fueron: 44.65 cm en PP y 41.9 cm en IC; y las K de 0.275 y 0.17 en PP e IC, respectivamente.

En la localidad de Punta Perico, para la especie *Chromis atrilobata*, el parámetro de crecimiento L_{∞} obtenido fue de 13.33 cm en PP y de 20.28 cm en IC. Sin embargo, en ambas localidades se obtiene un crecimiento muy similar para la especie (0.55 y 0.56). En cuanto al patrón de reclutamiento, se observa que los mayores picos se presentan en la época cálida en ambas localidades, con un aporte de entre 72 y 64 % del total de reclutas al año y de un 27 y 35 % durante la época fría en Punta Perico e Isla Cerralvo respectivamente (Fig. 12).

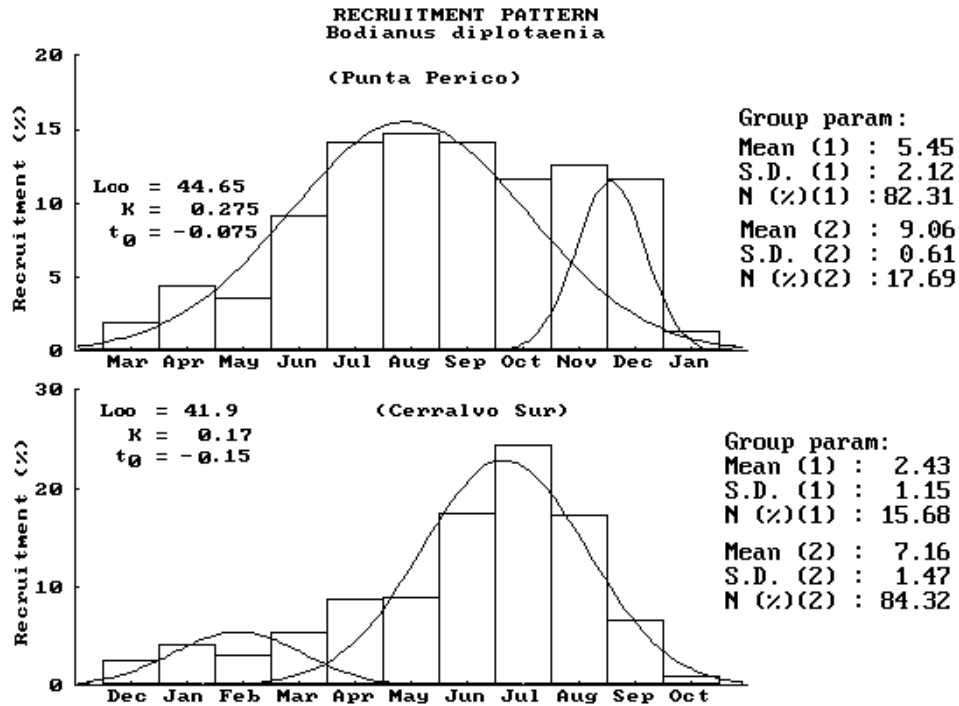


Figura 11.- Patrón de reclutamiento de *B. diplotaenia* en Punta Perico (gráfica superior) y en Isla Cerralvo (gráfica inferior).

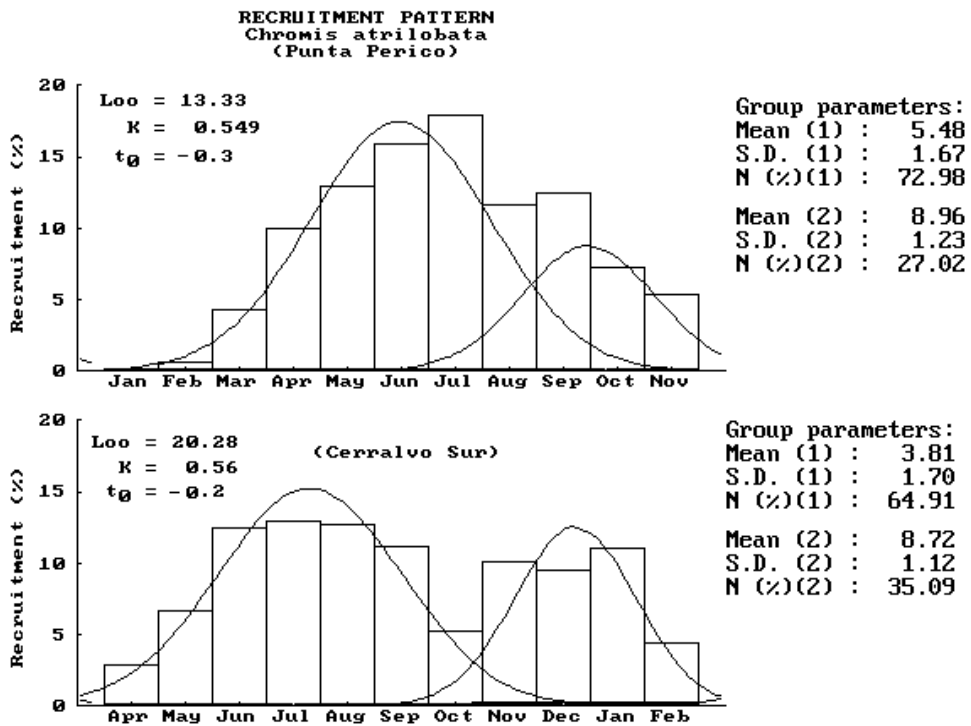


Figura 12.- Patrón de reclutamiento de *C. atrilobata* en Punta Perico (gráfica superior) y en Isla Cerralvo (gráfica inferior).

En *H. passer* se obtuvo un parámetro de crecimiento L_{∞} de 36 cm en PP y 37.6 cm en IC. En ambas localidades se obtiene un crecimiento muy similar para la especie (0.243 y 0.236 en PP e IC respectivamente).

El patrón de reclutamiento para esta especie es mayor durante la época cálida en ambas localidades, con un aporte del orden de 85 % del total de reclutas presentes al año y aproximadamente del 15 % durante la época fría (Fig. 13).

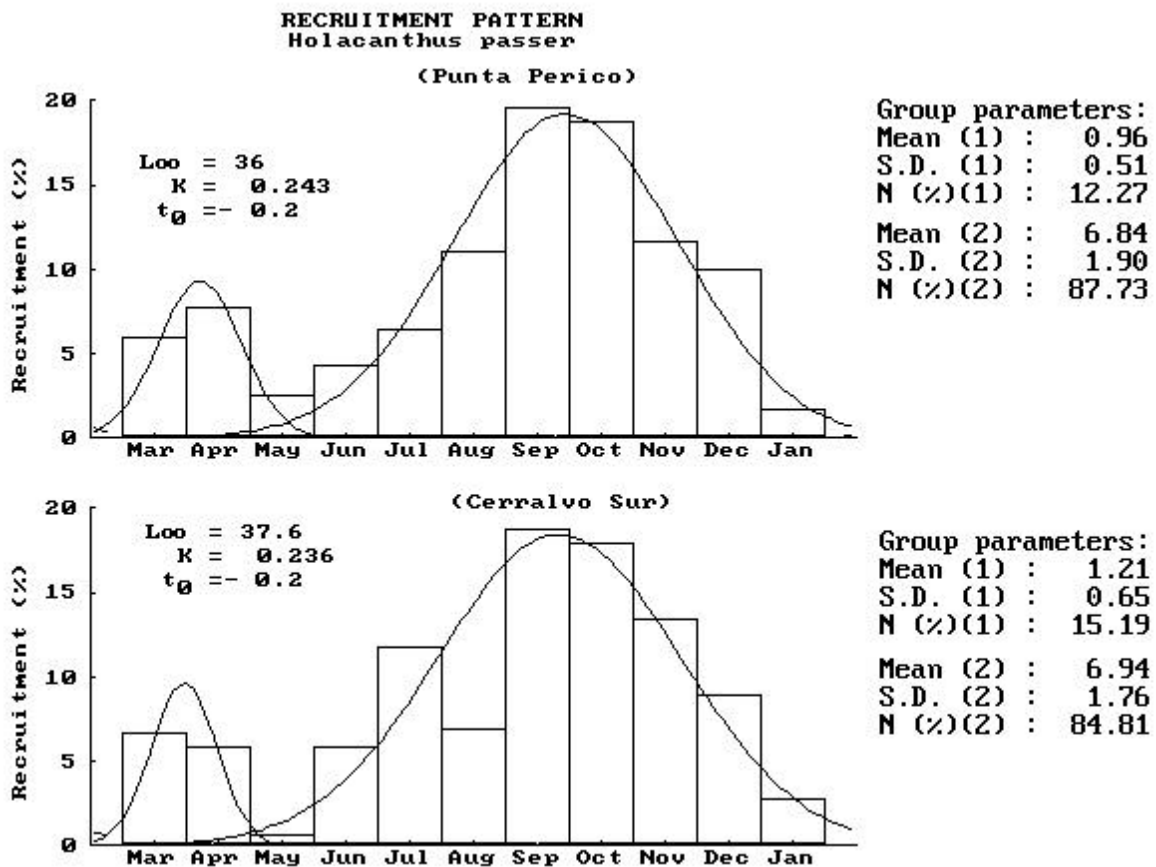


Figura 13.- Patrón de reclutamiento de *H. passer* en Punta Perico (gráfica superior) y en Isla Cerralvo (gráfica inferior).

En *P. punctatus* el parámetro de crecimiento L_{∞} fue de 33.765 cm en PP y IC presentando una tasa de crecimiento similar de 0.318 y 0.32 en PP e IC respectivamente.

El patrón de reclutamiento para esta especie es mayor durante la época cálida en ambas localidades, con un aporte entre 74 % y 81 % del total de reclutas presentes al año y aproximadamente del 20 al 25 % durante la época fría (Fig. 14).

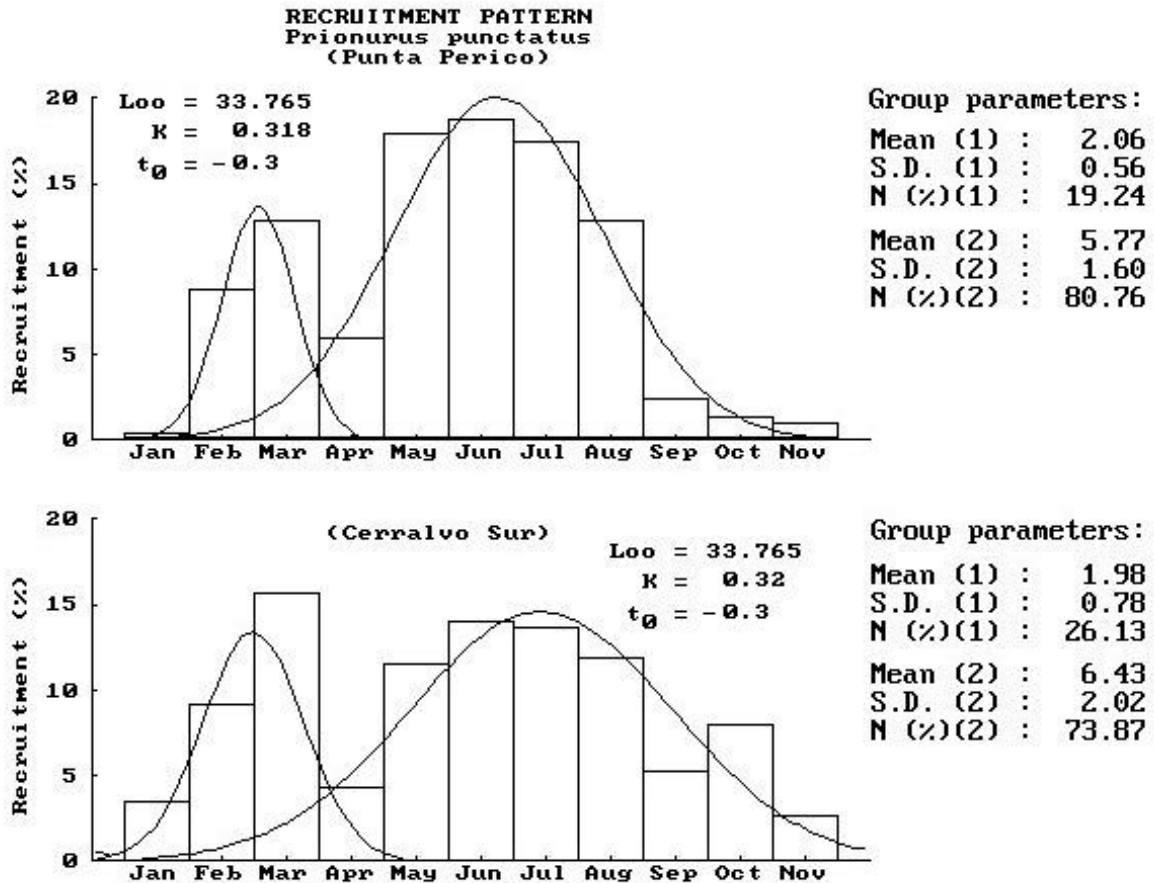
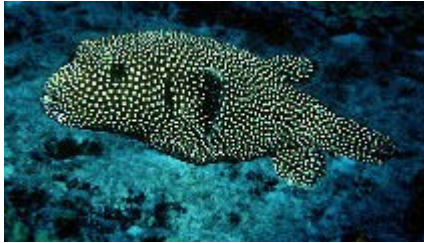


Figura 14.- Patrón de reclutamiento de *P. punctatus* en Punta Perico (gráfica superior) y en Isla Cerralvo (gráfica inferior).

Biología de las especies

A continuación se muestran, en orden alfabético de las especies, algunos aspectos de su biología, basados en referencias bibliográficas y en observaciones propias en algunos casos.

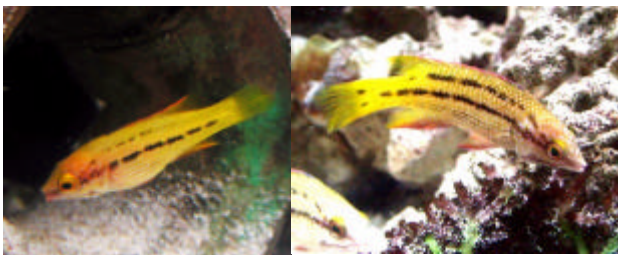


Familia Tetraodontidae

Arothron meleagris (Bloch & Schneider, 1801)

Botete Pinto - Guinea Fowl Puffer

Presenta una distribución tropical y subtropical en áreas del Atlántico, Índico y Pacífico. Especie asociada a los arrecifes de coral y rocoso, con una distribución vertical entre 2 m y 30 m de profundidad. Se alimenta principalmente de coral, esponjas, moluscos, briozoarios, tunicados, algas y detrito. Longitud total máxima 50 cm. En esta especie no se pudo determinar la época de reclutamiento dado su bajo número. Presenta un valor de apreciación alto en los acuarios, alcanzando precios entre 55 y 75 U.S. dlls. Otros nombres comunes: Botete negro, Botete dorado, Botete globo, Pez globo. Referencias: Allen y Robertson (1994), Anónimo (1994), Escobar-Fernández y Siri (1997), Froese y Pauly (2002).



Familia Labridae

Bodianus diplotaenia (Gill, 1862)

Vieja de Piedra- Mexican Hogfish

Especie asociada a ambientes arrecifales coralinos y rocosos. Se distribuye en áreas subtropicales del Océano Atlántico, Pacífico e Índico. Algunas veces se encuentra en zonas arenosas o en lugares donde abundan las algas. Especie solitaria o formando agregaciones de unos cuantos individuos. Presenta actividad diurna; durante la noche se aglomera en grietas o cuevas de las rocas. Algunos

individuos secretan un mucus que forma un capullo que los envuelve por la noche. Se alimenta de cangrejos, estrellas quebradizas (ofiuros), moluscos y erizos de mar, así como de peces pequeños. Algunos juveniles actúan como limpiadores de parásitos de otros peces. Los ejemplares pequeños tienen importancia acuarística comercial y los de mayor talla para su venta en fresco. Inicia su vida como hembra y posteriormente se transforma en un macho funcional (protoginia). Los machos defienden su territorio durante la época reproductiva. Los juveniles de esta especie son de color amarillo, con dos franjas oscuras discontinuas que corren paralelas desde el ojo hasta el pedúnculo caudal; estas franjas pueden no presentarse en organismos muy pequeños de alrededor de 1 cm. Las hembras presentan el vientre y la cabeza de color rojo pálido y la mitad posterior del cuerpo amarillo con dos franjas de color negro. Los machos desarrollan una protuberancia frontal adiposa y su color varía entre el gris y el rojo con la cabeza y las aletas rojas, además de una barra amarilla detrás de las aletas pectorales. Las puntas de todas las aletas, excepto las pectorales, son largas y filamentosas. Longitud total máxima de 80 cm con un peso máximo de 9000 g; común de 36 cm de longitud total. Los juveniles tienden a estar más agregados, posteriormente, hacia las tallas mayores, se encuentran principalmente solitarios. En el Bajo Golfo el reclutamiento de la especie es principalmente en verano y de menor intensidad en invierno. Presenta un interés medio en la pesca de ornato. Otros nombres comunes: Vieja de piedra. Referencias: Allen y Robertson (1994), Escobar-Fernández y Siri (1997), Beller (2000a), Thomson *et al.* (2000), Froese y Pauly (2002).



Familia Cirrhitidae

Cirrhites rivulatus Valenciennes, 1846

Mero Chino – Giant Hawkfish

Especie tropical asociada a arrecifes del Pacífico Oriental Central, se distribuye desde el Golfo de California, México, hasta Colombia y en las Islas Galápagos. Se encuentra desde 2 m hasta 23 m de profundidad. Es una especie carnívora de pequeños cangrejos y peces. Vive solitario en aguas poco profundas. Es una especie hermafrodita protogínica. Los machos mantienen su territorio con varias hembras. Tiene valor comercial para consumo humano, así como para la pesca deportiva. Longitud total máxima 76 cm, con un peso máximo de 5000 g. Los juveniles de esta especie se observaron en las áreas de estudio principalmente en los primeros 3 metros de profundidad durante el verano. Especie con potencial para la pesca de ornato. Otros nombres comunes: Halcón chino. Referencias: Escobar-Fernández y Siri (1997), Froese y Pauly (2002).



Familia Pomacentridae

Chromis atrilobata Gill, 1862

Castañeta Cola de Tijera - Scissortail Damsel fish

De ambientes tropicales, habita arrecifes rocosos o coralinos dentro y fuera de la costa. Forma grandes agregaciones en aguas abiertas cerca del arrecife y se alimenta del zooplancton. Se encuentra preferentemente a profundidades de 6 m a 20 m y, ocasionalmente, se puede encontrar a profundidades de 80 m. No es territorialista como otras especies de damiselas. Tiene una talla máxima de 13 cm (longitud estándar). Thresher (1984), menciona que algunas especies como esta, presentan un desove comunal, con desoves esporádicos y picos de actividad en verano. Esta especie presenta un mayor reclutamiento durante la época cálida y de menor intensidad en invierno en las áreas de estudio. Los juveniles del par de centímetros se encuentran en el arrecife rocoso, mientras que los ejemplares de mayor talla presentan mayor dispersión en la columna de agua. En México esta especie es capturada con fines de ornato. Otros nombres comunes: Castañeta

oval, damisela cola de tijera. Referencias: Thresher (1984), Escobar-Fernández y Siri (1997), Froese y Pauly (2002).



Familia Serranidae

Epinephelus labriformis (Jenyns, 1840)

Cabrilla Piedrera – Starry Grouper

Habita zonas tropicales y es un depredador demersal solitario, con un alto valor comercial como alimento (30 pesos/kg) y para el ornato (30 pesos/individuo menor de 20 cm). Los adultos son más abundantes en aguas poco profundas y también se encuentra a profundidades mayores, de al menos 30 m. Se encuentran en áreas rocosas de las zonas costeras. Se alimenta de peces pequeños durante el día y de crustáceos durante la noche. El desove ocurre durante el verano tardío. Longitud total máxima 60 cm. Referencias: Heemstra y Randall (1993), Escobar-Fernández y Siri (1997), Thomson *et al.* (2000), Espino-Barr *et al.* (2002), Froese y Pauly (2002).



Familia Chaetodontidae

Forcipiger flavissimus Jordan & McGregor, 1898

Mariposa Narigona- Longnose Butterflyfish

Especie de ambientes tropicales, asociada al arrecife. Solitario o en pequeños grupos de hasta 5 individuos. Se alimenta de una variedad de presas, que incluyen hidrozoarios, huevos de peces, pequeños crustáceos así como de los pedicelarios de los equinodermos y tentáculos de los poliquetos. Longitud máxima 22 cm. Especie capturada en México, con importancia comercial alta para la venta de ornato. Casi todos los organismos observados presentaron manchas blancas, al parecer evidencia de hongos, o abultamientos rojizos. En esta especie no pudo

ser determinada la época de reclutamiento debido a la baja densidad que presentó en la zona de estudio. Otros nombres comunes: Mariposa guadaña, Mariposa hocicona. Referencias: Escobar-Fernández y Siri (1997), Froese y Pauly (2002).



Familia Pomacanthidae

Holacanthus passer Valenciennes,
1846

Ángel Rey – King Angelfish

Especie asociada al arrecife con distribución tropical. Se encuentra en aguas poco profundas, de 4 m a 30 m de profundidad. Los juveniles presentan una coloración más vistosa y diferente a la de los adultos. Es una especie hermafrodita protogínica con un sistema social de harén. Se alimenta de invertebrados, algas y esponjas, así como del plancton. Los juveniles viven solitarios por sus hábitos territorialistas; sin embargo, los adultos forman grandes agrupaciones que se encuentran por lo general por debajo de las agregaciones de la damisela de punto blanco (*Chromis atrilobata*), alimentándose de las heces de esta especie (coprofagia). La reproducción ocurre en el verano tardío. Las hembras son más territorialistas y forman un vínculo con los machos. Algunas veces forman agregaciones junto con el ángel de Cortés (*Pomacanthus zonipectus*). Se ha observado que los juveniles presentan un comportamiento de “limpiadores” de parásitos de otros peces. En el Bajo Golfo la época de reclutamiento está dada por dos picos de abundancia, uno durante la época cálida, de mayor intensidad, y durante la época fría de menor intensidad. Especie con gran importancia comercial en la industria del acuarismo, alcanzando precios entre 30 y 100 U.S. dls. Longitud total máxima 35.6 cm. Otros nombres comunes: Ángel real. Referencias: Anónimo (1994), Escobar-Fernández y Siri (1997), Froese y Pauly (2002).

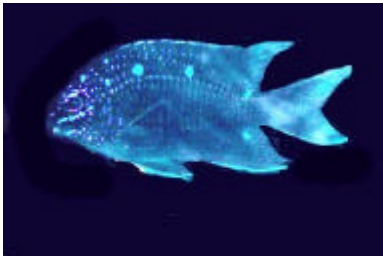


Familia Chaetodontidae

Johnrandallia nigrirostris (Gill, 1862)

Mariposa Barbero – Blacknosed Butterflyfish

Especie de ambientes tropicales asociada al arrecife. Puede formar grandes cardúmenes sobre los arrecifes coralinos o rocosos. Se alimenta de algas, gasterópodos y pequeños crustáceos. Se distribuye verticalmente en la columna del agua desde 6 m hasta 40 m de profundidad, pero usualmente se encuentra de 6 m a 12 m. Longitud total máxima 20 cm. Especie con importancia comercial acuarística, siendo los juveniles los que representan mayor valor comercial, entre 20 y 25 U.S. dls. Su intervalo de distribución se extiende desde Baja California a Panamá y las Islas Galápagos. En esta especie no se pudo determinar la época de reclutamiento. Referencias: Anónimo (1994), Escobar-Fernández y Siri (1997), Beller (2000b), Froese y Pauly (2002).



Familia Pomacentridae

Microspathodon dorsalis (Gill, 1862)

Damisela Gigante – Giant Damselfish

De ambiente tropical, es una especie asociada al arrecife, encontrándose por debajo de la zona de oleaje entre 1 m y 5 m de profundidad. Longitud patrón 31 cm. Se alimenta principalmente de algas. Defiende tanto su zona de alimentación como la de reproducción. La época de reproducción de varios de los pomacentridos ocurre en verano. En el presente trabajo no se pudo determinar una época de reclutamiento para esta especie. Sin embargo, los juveniles al parecer se encuentran preferentemente alrededor de los 3 m de profundidad. Se observó su presencia en julio, lo que concuerda con lo descrito en otros trabajos. El valor de apreciación de la especie dentro de la pesca de ornato es medio, alcanzando valores alrededor de los 20 U.S. dls. Otros nombres comunes:

Jaqueta gigante, Castañuela gigante. Referencias: Escobar-Fernández y Siri (1997), Froese y Pauly (2002).



Familia Muraenidae

Muraena lentiginosa Jenyns, 1842

Morena Pinta – Jewel Moray

Especie tropical asociada a arrecifes, que permanece bajo las rocas y cuevas durante el día. Se alimenta, principalmente por la noche, de crustáceos y peces. Se encuentra a profundidades desde 5 m hasta 25 m. La época de reclutamiento de la especie no fue determinada por la baja densidad de organismos en el área de estudio, al parecer ocurre entre los meses de febrero y marzo por la presencia de juveniles (6-17 cm Lt) en la rompiente de las olas. Longitud máxima 61 cm. Es una especie con potencial para la pesca de ornato. Referencias: Escobar-Fernández y Siri (1997), Froese y Pauly (2002).



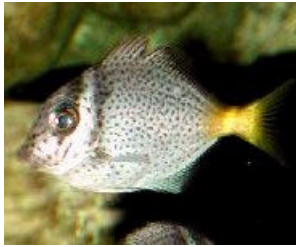
Familia Serranidae

Mycteroperca rosacea (Streets, 1877)

Cabrilla Sardinera – Leopard Grouper

Especie asociada al arrecife tropical. Habita preferentemente áreas rocosas de poca profundidad hasta los 50 m. Los adultos se alimentan de sardina (*Harengula thrissina*), y la anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*) cuando está disponible, así como de otras especies de peces. La mayoría de los individuos se alimenta durante el crepúsculo y poco antes de amanecer. Los juveniles se alimentan durante el día de variedad de peces bénticos y crustáceos. La talla máxima registrada es de 100 cm con un peso de 12.2 kg. Tiene importancia comercial para el consumo y se encuentra entre las especies marinas de peces capturadas con fines de ornato en aguas de México. Es una especie protogínica

con fertilización externa. No existe información sobre la época reproductiva de esta especie en particular, pero algunas especies del mismo género se reproducen entre diciembre y abril. La época de reclutamiento no fue determinada ya que no se observó la presencia de juveniles en el área. Según la IUCN es una especie vulnerable. Otros nombres comunes: Cabrilla rosa. Referencias: Thresher (1984), Heemstra y Randall (1993), Escobar-Fernández y Siri (1997), Froese y Pauly (2002).



Familia Acanthuridae

Prionurus punctatus Gill, 1862

Cirujano Cochinito – Yellowtail Surgeonfish

Especie de ambiente tropical asociada al arrecife. Se encuentra en la columna del agua en cardúmenes, generalmente entre 6 m y 12 m y raramente a mayor profundidad. Especie herbívora, se alimenta de algas que se encuentran sobre las rocas. Alcanza una longitud total máxima de 60 cm. En el área de estudio la época de reclutamiento es principalmente durante la época cálida. Los juveniles se encuentran principalmente por debajo de la rompiente de las olas. Con importancia comercial para el acuarismo, alcanzando un valor de 60 pesos por individuo. Referencias: Escobar-Fernández y Siri (1997), Espino-Barr *et al.* (2002), Froese y Pauly (2002).



Familia Labridae

Thalassoma grammaticum Gilbert, 1890

Señorita Isleña – Sunset Wrasse

Especie tropical asociada al arrecife, solitaria. Se encuentra entre 3 m y 42 m de profundidad. Habita arrecifes sujetos a surgencias. Presenta movimientos a grandes distancias para alimentarse de invertebrados. Tiene importancia para la

pesca de ornato. Longitud total máxima 32 cm. Los juveniles de esta especie se observan junto con los juveniles de *T. lucasanum*, por lo que la diferenciación entre ambas especies es difícil, ya que pueden cambiar la intensidad de su color semejando una u otra especie. La época de reclutamiento no fue determinada. Otros nombres comunes utilizados: Vieja crepúsculo. Referencias: Escobar-Fernández y Siri (1997), Froese y Pauly (2002).



Familia Labridae

Thalassoma lucasanum Gilbert, 1890

Señorita arcoiris de Cortéz –

Rainbow wrasse

Especie tropical de actividad diurna asociada al arrecife. Forma agregaciones pequeñas que nadan por encima del arrecife. Se alimenta de plancton, pequeños peces e invertebrados. Especie de importancia para la pesca de ornato, no para consumo humano. Se encuentra a profundidades a partir de unos cuantos centímetros hasta 64 m. Es un desovador pelágico protogínico que se agrega en grupos de 30 a 50 organismos, subdividiendo el grupo de forma alternada y liberando los gametos subiendo y bajando rápidamente por encima del arrecife a una distancia no mayor a un metro. La reversión sexual se completa en 2 a 6 semanas. Longitud total máxima 15 cm. Esta especie se encuentra entre las 20 especies más abundantes de los arrecifes rocosos de la parte sur del Golfo de California, ocupando generalmente entre el primero y quinto lugar del índice de valor biológico (IVB). La época de reclutamiento más intensa se da en verano. Como el desove toma lugar periódicamente durante el año, puede observarse la presencia de todos los tamaños de peces prácticamente en cualquier mes. Tiene un valor acuárístico de medio a bajo, alcanzando precios de playa de uno a tres U.S. dlls y 12 U.S. dlls en acuarios. Los machos que ya presentan un dimorfismo sexual (“blue fase”) son generalmente solitarios, con un mayor rango de dispersión cuidando de su harén, pero permaneciendo en la misma zona. Los juveniles pueden presentar comportamiento de "limpiadores" y, a veces, se encuentran asociados con juveniles de otras especies de lábridos, como *T. grammaticum*,

Halichoeres dispilus y *Halichoeres nicholsi*, algunos escáridos (*Scarus* spp.) y el blenio *Plagiotremus azaleus*, los cuales que se mimetizan a fin de parecer un cardumen. Otros nombres comunes: Vieja de Cortés. Referencias: Fedderm (1965), Anónimo (1994), Warner (1982), Escobar-Fernández y Siri (1997), Froese y Pauly (2002).



Familia Zanclidae

Zanclus cornutus (Linnaeus, 1758)

Ídolo Moro - Moorish Idol

Especie subtropical asociada al arrecife. Generalmente se encuentra en pequeños grupos. Se alimenta de animales incrustantes. El tamaño de la postlarva al momento de la metamorfosis es de 7.5 cm. Es un pez popular para el acuario, pero raramente sobrevive en este medio, alcanzando un valor comercial alrededor de los 35 U.S. dls. Se encuentra a profundidades de 3 m hasta 182 m. La longitud total máxima es de 23 cm. Los juveniles de esta especie, al parecer, se encuentran asociados al sargazo, donde se han obtenido algunos de ellos (Medina, com. pers.¹). El reclutamiento de la especie no fue determinado dada la preferencia de los juveniles por el hábitat de sargazos y la baja densidad que presentan en el área de estudio. Referencias: Anónimo (1994), Escobar-Fernández y Siri (1997), Froese y Pauly (2002).

¹ Marco A. Medina López. Depto. Biología Marina, Univ. Aut. Baja California Sur, La Paz, B.C.S. noviembre de 2001

DISCUSIÓN

La precisión en la estimación de la abundancia y las tallas de las diferentes especies obtenida en el presente trabajo es adecuada. Las tallas máximas estimadas aquí son similares, en la mayor parte de los casos, a las tallas máximas registradas en la literatura. Sin embargo, en *C. atrilobata* el estimado de L_{∞} para las muestras de Isla Cerralvo fue muy superior a la talla máxima de la literatura, debido a que en dicha localidad se registraron individuos de hasta 20 cm de longitud total. Esta talla parece anómala para tal especie, sin embargo se decidió conservar los datos y las estimaciones consecuentes. Por otro lado, las longitudes asintóticas estimadas para *B. diplotaenia* y *P. punctatus* se encuentran muy por debajo de las máximas registradas para cada una de ellas. En este caso, las diferencias se deben a que los ejemplares de mayor talla, de ambas especies, se localizan a mayor profundidad que aquella en la que se realizaron los transectos.

Como se ha demostrado en varios trabajos, la precisión de este método se incrementa con la experiencia del buzo y mediante el empleo de equipos subacuáticos de grabación de sonido, lo que evita distracciones al escribir los datos y perder de vista a los organismos por unos segundos (Greene y Alevizon, 1989). El inconveniente es que el uso de equipos más sofisticados incrementa el costo de manera considerable. No obstante, el método tiene aceptación en cualquiera de sus modalidades, por lo que sigue siendo empleado alrededor del mundo.

Una limitante importante para este tipo de técnica es la visibilidad que se tiene bajo el agua. Ésta depende de la luminosidad externa, de la profundidad y de la turbidez. Sin embargo, en el presente estudio la claridad del agua permitió siempre una visibilidad mayor a 5 m, como lo han hecho notar otros autores (Jiménez, 1999; Arreola y Elorduy-Garay, 2002), suficiente para identificar, contar y medir las especies.

El esfuerzo de muestreo, dirigido sólo a 15 especies, puede disminuir el error de no observación en aquellas que son crípticas, como *E. labriformis* y *C. rivulatus*, ya que se incrementa el esfuerzo relativo de búsqueda. Aun así sigue

existiendo la limitación de la aplicación de análisis estadísticos para aquellas especies que presentan abundancias y presencias bajas.

De las 15 especies seleccionadas, *B. diplotaenia*, *C. rivulatus*, *H. passer*, *M. dorsalis*, *T. grammaticum* y *T. lucasanum* presentan una clara diferenciación en el patrón de coloración en las etapas de recluta, juvenil y adulto. Además, *B. diplotaenia*, *H. passer* y *T. lucasanum* presentan un dimorfismo sexual que permite diferenciar fácilmente a los individuos por género durante la realización de los censos. Las especies restantes no presentan cambios tan notorios en el patrón de coloración con el crecimiento; pero también es fácil distinguir a los reclutas por el tamaño y la falta de pigmentación en algunas aletas, como la caudal y las pectorales.

La distribución que presentan los reclutas dentro del arrecife es diferencial, al igual que la coloración, encontrándose estrechamente asociados al mismo, lo que ayuda en su distinción y caracterización. Este aspecto es especialmente notorio en aquellas especies que se encuentran más dispersas en la columna de agua en sus fases adultas (P. ej. *C. atrilobata*, *H. passer* y *P. punctatus*), y que también ha sido observado por otros autores en diversas partes del mundo (Paredes, 2000; Vigliola y Harmelin-Vivien, 2001).

Así pues, la distribución espacial y el uso del sustrato que presentaron los peces de arrecife ocasionó que la abundancia relativa que se obtuvo en el presente trabajo, para las diferentes especies, no fuera representativa de todo el arrecife. Por ello, es importante realizar censos a diferentes profundidades y en diferentes ambientes con el fin de detectar las preferencias de cada etapa de desarrollo de cada especie y entender mejor su dinámica ontogénica. Así, los reclutas de *P. punctatus*, *M. dorsalis* y *C. rivulatus* tienen, al parecer, mayores abundancias hacia los tres metros de profundidad; los reclutas de *M. lentiginosa* se encuentran en las rompientes, en la zona intermareal inferior; y en el caso de *Z. cornutus*, no fue posible observar esta etapa.

El estudio de la dinámica de las poblaciones de peces implica conocer no sólo su tamaño (abundancia) y la estructura de tallas de las mismas, sino también la forma e intensidad con que cambian y se renuevan dichas

poblaciones. La variabilidad, tanto temporal como espacial, de la abundancia de los peces de arrecife se encuentra bien documentada. Dicha variabilidad es atribuida a varios factores que afectan a las diferentes especies en los distintos períodos de su vida, como son: la competencia por alimento y espacio, el tamaño del grupo reproductivo, así como la fecundidad de la especie, la mortalidad y los disturbios naturales (Csirke, 1980; Sale, 1982; Lagler *et al.*, 1990; Sale, 1991; Ginsburg, 2002). Un cúmulo de investigaciones, realizadas desde 1975, han demostrado que el reclutamiento de juveniles a partir de las larvas, hacia las poblaciones bénticas es variable e impredecible (Doherty, 1991). Esto se ha considerado con base en el contraste existente entre el tamaño de la población adulta y los eventos que ocurren o actúan antes, durante y después del asentamiento de los reclutas en el arrecife.

No se encontraron diferencias entre las localidades de estudio en cuanto a la temporada en que se presentaron los reclutas. De hecho, las tendencias en el incremento y disminución de la abundancia son muy similares, incluso entre los meses, a pesar de que la zona de Punta Perico es una localidad peninsular y la Isla Cerralvo (porción sur) es una zona insular. Este resultado se debe a la cercanía que presentan las localidades de estudio y, al ser ambas arrecifes rocosos, las poblaciones de peces presentan una organización y dinámica similares. Varían sólo en el número de organismos que generalmente fue mayor en la zona de Punta Perico, lo cual está relacionado con el área y extensión de cada arrecife (Jiménez, 1999; Aburto-Oropeza y Balart, 2001). Así mismo podemos suponer que los factores ambientales afectan a cada zona por igual, ya que también se ha observado que en ambas localidades existe un grado de similitud en cuanto a la composición y asociación de especies (Jiménez, 1999), por lo que, al llevar a cabo un estudio en alguna de estas áreas, es de esperarse que la otra presente un comportamiento similar.

En el presente trabajo no se encontró una correlación entre la temperatura y la abundancia de las especies analizadas. Pero es claro que en ambas localidades existe la misma tendencia de aumento y disminución de ambas variables en algunas de las especies (P. ej. *A. meleagris*, *B. diplotaenia*,

C. atrilobata, *C. rivulatus*, *M. dorsalis*). En cambio, otras especies presentan una tendencia opuesta, ya que su abundancia aumenta al disminuir la temperatura durante el otoño e invierno, y disminuye al aumentar la temperatura (P. ej. *M. rosacea*). Otras como *T. lucasanum* presentaron una abundancia constante a lo largo del periodo de estudio y no presenta un patrón claro en el tiempo (Pérez-España *et al.*, 1996). Así pues, a pesar de que estas especies son referidas como de afinidad subtropical a tropical, y que cabría esperar que presentaran un comportamiento similar en las variaciones de su abundancia, esto no fue así, quizá influido por la disponibilidad y tipo de alimento que cada una de ellas necesita. Finalmente, tenemos que en el conjunto de todas las especies analizadas la mayor abundancia se observó durante el verano. Este mismo comportamiento ha sido observado en otros trabajos alrededor del mundo, o bien con aumento de la abundancia entre la primavera y otoño, debido al reclutamiento, así como a la disponibilidad de alimento (Planes *et al.*, 1993). Investigaciones realizadas en la zona de estudio o cerca de ella han mostrado que existe una relación positiva entre la temperatura y el máximo de riqueza, la cual ocurre durante la primavera, mientras que el mayor pico de abundancia se presenta en otoño e invierno (época fría), cuando inicia la disminución de la temperatura (Jiménez, 1999; Arreola-Robles y Elorduy-Garay, 2002). Esta diferencia en la abundancia respecto de los estudios referidos se explica en función de: 1) las especies dominantes (alrededor de 20), que presentan el mayor número de individuos en la época fría, y de las cuales, sólo cuatro (*C. atrilobata*, *H. passer*, *P. punctatus* y *T. lucasanum*) son dominantes en el área de estudio (Jiménez, 1999); y 2) en función del éxito de reclutamiento. Sin embargo, durante el periodo de 1997 a 1998, estas cuatro especies presentaron una abundancia mayor durante la época fría en ambas localidades (Jiménez, 1999), mientras que en el presente, ésta ocurrió en la época cálida del primero y segundo años de muestreo en la Isla Cerralvo, y sólo durante el primer año en la zona de Punta Perico. Al realizar la separación de los reclutas y los individuos de mayor talla (juveniles-adultos), se observa que solamente los reclutas llegaron a representar hasta el 47% de la abundancia total, de aquí que la diferencia está

en función, principalmente, del éxito de reclutamiento que presentaron las especies durante la época cálida; en algunos casos la abundancia de los reclutas puede llegar a representar hasta el 70% del número total de organismos durante estas mismas épocas (Planes *et al.*, 1993). Esta sincronización en espacio y tiempo del desove de diversas especies ofrece la reducción en la probabilidad de encuentro con los depredadores, sobre todo en especies poco abundantes (Aceves, 2003). Hay que recordar que, en ambas localidades, durante los dos primeros años de estudio el reclutamiento fue siempre mayor en la época cálida; sin embargo, en la zona de Punta Perico la abundancia de global durante la época fría fue mayor. Durante el tercer año de estudio ambos componentes tuvieron una mayor abundancia durante la época fría. Como ya se ha mencionado, sigue existiendo una enorme variabilidad de la abundancia de los peces de arrecife, tanto temporal como espacial, que está fuertemente influenciada por el éxito de reclutamiento, sobre todo de aquellas especies dominantes que influyen en gran medida en las diferencias de las abundancias obtenidas a lo largo del año tanto en los estudios anteriores (Pérez-España *et al.*, 1996; Jiménez, 1999) como en el presente.

De las 15 especies seleccionadas en este estudio, *C. atrilobata* y *T. lucasanum* aportaron el 80% de la abundancia total, porcentaje similar al encontrado en aquellos trabajos que se han realizado cerca de la zona de estudio. De igual manera, se observa que las especies *B. diplotaenia*, *P. punctatus* y *H. passer* presentaron abundancias medias a altas dependiendo de la localidad de estudio, pero siempre encontrándose entre las 20 especies más importantes dentro del Índice de Valor Biológico (IVB) representando el 15 % de la abundancia total obtenida en este trabajo (Pérez-España *et al.*, 1996; Jiménez, 1999; Arreola-Robles y Elorduy-Garay, 2002). Las especies restantes presentan porcentajes que son menores del 1% (menos de 6 individuos por mes); situación que se refleja en el poco o nulo valor dentro del IVB (Arreola, 1998). Aun cuando su abundancia en general es mínima, ésta se incrementa durante la época cálida (P. ej.: *A. meleagris*, *C. rivulatus*), o en primavera (*E. labriformis*) (Arreola, 1998).

Como hemos mencionado, durante la época cálida del primer año se observó claramente el aumento de la abundancia de las especies analizadas. De ellas, *B. diplotaenia*, *C. atrilobata*, *H. passer*, y *T. lucasanum* presentaron los pulsos de mayor reclutamiento. Los reclutas de estas especies representaron entre 40% y 90% de los individuos contados y medidos en ambas localidades. De tal forma que la mayor abundancia de estas especies durante una temporada determinada (cálida o fría) se debe, principalmente, a la presencia de sus respectivos reclutas. No obstante, en aquellas especies donde no se observaron reclutas o fue mínima su presencia, como fue el caso de *A. meleagris* y *C. rivulatus*, y algunas otras que sí los presentaron, como *C. atrilobata*, existe un incremento en la abundancia promedio de organismos de mayor talla durante la época cálida. Este aumento está dado por el comportamiento reproductivo de las especies que se aproximan y agrupan en zonas someras durante la época cálida (Arreola-Robles y Elorduy-Garay, 2002). Esto se pudo confirmar en algunas especies durante los muestreos realizados en esta época, ya que se observaron grupos desovantes del lábrido *T. lucasanum*, y de peces perico (*Scarus rubroviolaceus* y *S. compressus*), así como agrupaciones (alrededor de 15 individuos) del botete pinto (*A. meleagris*) que generalmente, en otros meses, se observa solitario. Pérez-España (1994), Arellano-Martínez *et al.* (1999) y Arellano-Martínez y Ceballos-Vázquez (2001) mencionan que el período de inactividad reproductiva del ángel rey (*H. passer*) y el ángel de cortés (*P. zonipectus*) es durante invierno y primavera, cuando se da la acumulación de reservas que son utilizadas para la maduración; mientras que el máximo desarrollo gonádico y el desove ocurren en verano y otoño. Es precisamente durante los meses de julio a agosto cuando se observa el mayor número de reclutas (Paredes, 2000), con un desfase de alrededor de un mes con respecto al período de actividad reproductiva. Esto permite establecer una clara secuencia en los procesos de maduración, desove y el reclutamiento de algunas especies.

Por otra parte, se tiene que los organismos de mayor talla que los reclutas presentan una abundancia promedio más constante o estable a lo largo del año.

Las variaciones de la abundancia total, entre años, de los organismos mayores que los reclutas fueron de hasta 9.6 veces (*J. nigrirostris* en Punta Perico), mientras que en los reclutas se presentaron diferencias de hasta 500 veces (*C. atrilobata* en la Isla Cerralvo). Entonces, qué fue lo que pasó para que sólo los reclutas presentaran diferencias de estas magnitudes entre los años de muestreo, mientras que los ejemplares de mayor talla no tuvieron cambios tan notorios e incluso hubo incrementos de su abundancia, como en las especies *P. punctatus*, *C. atrilobata* y *T. lucasanum* hacia el segundo año. Como se ha mencionado la variabilidad del reclutamiento parece impredecible debido a los diferentes factores que actúan durante el proceso de reclutamiento.

Podemos iniciar descartando un efecto de mortalidad compensadora, que es aquella que aumenta con el tamaño de la población y que tiende a disminuir o estabilizar la magnitud del reclutamiento (por falta de espacio, alimento, etc.), puesto que no se observaron incrementos significativos en la abundancia durante el segundo y tercer año de muestreo para pensar en esta causa como factor de alteración del reclutamiento (Csirke, 1980). Algunos autores que también han encontrado variaciones en las poblaciones de peces, lo atribuyen a la advección; por ejemplo, los mismos vientos y corrientes que pueden favorecer la disponibilidad de alimento a través de las surgencias, también pueden arrastrar los estadios prerreclutas fuera de las áreas que les son favorables (Csirke, 1980; Boehlert y Mundy, 1988; Aceves-Medina *et al.* 2002; Aceves-Medina, 2003). Estos cambios en los patrones de corrientes se encuentran normalmente asociados con eventos como El Niño - Oscilación del Sur; sin embargo, durante la realización del presente estudio no hubo condición alguna que nos indicara un fenómeno como el mencionado como posible causa de las fluctuaciones en el reclutamiento. De hecho, la circulación superficial en el Golfo de California es predominantemente estacional; es anticiclónica en la época fría, con un transporte de la masa de agua superficial por el lado peninsular y la advección de larvas hacia el sur concentrándose en la parte continental; y ciclónica en verano y otoño, donde se invierte la circulación, haciendo que las larvas se concentren en el lado peninsular (Soto-Mardones *et al.*, 1999); esto

quizá influya más en el aumento de la diversidad, y por lo tanto en la abundancia, en esta temporada que en su disminución (Hallacher, 2003).

En aquellas especies que sí presentaron diferencias significativas en la abundancia de los organismos de mayor talla durante el segundo año, podemos asumir que hubo cambios significativos en el tamaño del grupo reproductivo, lo cual influiría reduciendo el reclutamiento larval (Ginsburg, 2002; Hallacher, 2003).

Otra hipótesis sugiere que un determinado comportamiento reproductivo indica la coincidencia con una serie de condiciones ambientales óptimas (*match-mismatch*), cuyo resultado se verá reflejado en el éxito reproductivo, larval y, por lo tanto, de reclutamiento. Cuando estas condiciones favorables no ocurren al mismo tiempo que el desove se afecta la supervivencia de las larvas y el reclutamiento. La variabilidad que tiene cada uno de estos procesos va a depender del mecanismo que lo promueve, ya sea atmosférico, como puede ser el viento, la marea o la circulación oceánica (Trippel *et al.*, 1997).

El Golfo de California presenta una alta productividad, especialmente durante la época fría, lo que hace suponer que durante dicho período se lleva a cabo una acumulación de reservas por parte de las diferentes especies de peces de arrecife, para presentar una maduración gonádica hacia la llegada del verano. Durante este período ocurre nuevamente una alta productividad en el sistema, desencadenándose el desove de las especies y asegurando así la disponibilidad del alimento para las larvas (Arellano-Martínez *et al.*, 1999; Arellano-Martínez y Ceballos-Vázquez, 2001). Así mismo, la disponibilidad de alimento a través de los procesos de surgencia explica la temporalidad de los ciclos reproductivos que se observaron en ambas épocas, desde aquellas especies que desovan a lo largo de todo el año, como *T. lucasanum*, hasta las que tienen temporalidad bien marcada, como *C. atrilobata*. Sin embargo, el principal factor físico que incrementa la producción fitoplanctónica y zooplanctónica en estos períodos es el estrés del viento, que produce los eventos de surgencia (Zeitzschel, 1969; Gaxiola-Castro *et al.*, 1999; Soto-Mardones *et al.*, 1999), que a su vez afectan la abundancia y el éxito de

reclutamiento de las poblaciones de peces de arrecife (Lagler *et al.*, 1990; Holbrook *et al.* 1997; Lluch-Cota, 2000). Durante el año de 1999 el Golfo de California se encontraba influenciado por condiciones del evento La Niña, con aguas frías ricas en nutrientes, y con la presencia de manchas de crustáceos misidáceos que sirven de alimento a varias especies (Sala *et al.*, 2003). Esto, al parecer, fue una de las principales causas que ocasionó la variación de la abundancia de reclutas a lo largo del período de muestreo en las zonas de Punta Perico e Isla Cerralvo. Por ello las abundancias que fueron mayores durante el primer año, se debieron a la alta productividad del año inmediatamente anterior, que favoreció a dichas poblaciones y su progenie. Entonces, podemos decir que durante el segundo año de estudio, cuando se observa la caída del reclutamiento, así como durante el tercero en que persiste en general una baja abundancia, no existió una coincidencia entre los factores óptimos y el desove a fin de tener un reclutamiento exitoso.

Otro factor que posiblemente influyera en la dinámica de estas poblaciones durante el segundo año de estudio, aunque en menor escala, fue la presencia del Huracán Juliette en el mes de septiembre de 2001. Durante la realización de los censos se observó que la intensidad de la precipitación modificó el arrecife rocoso por el gran aporte de sedimento y material terrígeno variado como troncos y piedras, que ocasionaron la destrucción de varias cabezas de coral; además, el sustrato fue "pulido" por el efecto abrasivo del sedimento, eliminando la fauna de invertebrados y algas, afectando directamente el alimento potencial de los peces (Adams, 2001). Si bien una perturbación severa durante el período de reclutamiento puede alterar la composición de las cohortes (Ebeling y Hixon, 1991; Adams, 2001), este hecho no tuvo un impacto mayor en la abundancia de los reclutas, puesto que el año anterior la máxima abundancia ocurrió entre los meses de junio y agosto, mientras que la presencia del disturbio fue en septiembre; así mismo, durante los meses anteriores no se había observado la misma cantidad de reclutas con respecto al año anterior. En la mayoría de las especies censadas se observó una disminución paulatina de los individuos de mayor talla que los reclutas,

mientras que en algunas otras existió un aumento, como en *C. atrilobata* en la zona de Punta Perico, y *A. meleagris* y *P. punctatus* en la zona de la Isla Cerralvo. Esta disminución puede ser inducida por la movilización de los peces de las áreas afectadas por alteraciones en la complejidad del sustrato hacia zonas más profundas o no alteradas (Jones, 1991; Blair *et al.*, 1994; Adams, 2001); mientras que el aumento de las otras especies estaría dado por una disminución de la competencia (Jones, 1991; Ginsburg, 2002). Las especies que presentan una temporada de reproducción y reclutamiento continuo, como es el caso *T. lucasanum*, constituyen un importante factor en la resultante anual del proceso de reclutamiento. La extensión del período de desove permite reducir la competencia larval así como disminuir el impacto de condiciones adversas del ambiente en la supervivencia de los huevos, las larvas y, por consiguiente, los reclutas (Lloret y Lleonart, 2002). Esto se observa claramente en el promedio mensual de organismos obtenido para *T. lucasanum* a lo largo del muestreo en ambas zonas de estudio, donde las abundancias de reclutas incluso llegaron a ser mayores en la zona de Punta Perico después del paso del huracán.

Sin embargo, todavía son poco claros los efectos a largo plazo que tienen estos disturbios naturales en la estructura comunitaria de los peces. De aquí la importancia de realizar el seguimiento de múltiples años para ubicar estos eventos en el contexto de la variabilidad natural y proveer información acerca de su influencia en la estructura poblacional de los peces de arrecife.

La modalidad de muestreo indirecta empleada en la toma de las tallas de las especies analizadas (*B. diplotaenia*, *C. atrilobata*, *H. passer* y *Prionurus punctatus*) y, por lo tanto, en la determinación de sus parámetros de crecimiento, constituyen un punto de referencia inicial para el estudio de la dinámica poblacional de las mismas dentro de éste área.

A través del empleo de los análisis estadísticos así como del programa de cómputo FISAT, se pudo confirmar que el patrón de reclutamiento de estas especies se presenta dos veces al año. Durante la época cálida con una magnitud en importancia en algunos casos del 64% (*C. atrilobata*) hasta el 87% (*H. passer*), mientras que durante la época fría la intensidad varía desde un 12%

(*H. passer*) hasta el 35% (*C. atrilobata*). La abundancia de reclutas varía por especie y localidad, pero generalmente este proceso es mayor durante la época cálida y menor en la fría. La composición y abundancia de tallas obtenida de los ejemplares durante los meses de seguimiento, permitió identificar las variaciones producidas a lo largo del año. Así mismo se obtienen los primeros datos de crecimiento en estas especies. Donde las longitudes asintóticas estimadas, como ya hemos mencionado, son similares, en la mayor parte de los casos, a las tallas máximas registradas en la literatura. Y cuyas diferencias se deben a la falta de organismos de mayor talla, que se localizan a mayor profundidad que aquella en la que se realizaron los transectos.

Al realizar el retrocálculo de la estimación de la longitud cero (t_0) en las diferentes especies, observamos que estas caen entre los primeros meses de la época fría. Lo cual es lógico al ver el tiempo que se lleva el desove, la fecundación y eclosión del huevo, así como la duración larval pelágica (DLP) de estas especies. Este último aspecto es, en promedio: para los lábridos, *B. diplotaenia* de 40 días, y en *T. lucasanum* 70.2 días; en el pomacéntrido *C. atrilobata* 28.9 días (Victor y Wellington, 2000); y alrededor de 60 días en pomacántidos (*H. passer*) (Thresher, 1984). Pero incluso la DLP puede ser de hasta 100 días. Por lo que al sumar la duración de estos eventos, más el período en que se reclutan las especies, obtenemos que el desove ocurre alrededor de 3 a 4 meses antes del máximo reclutamiento, y por lo tanto los reclutas que se observan en la época fría o cálida son producto de los desoves de la época precedente. Lo anterior nos ofrece una ventaja, para tener una mejor idea de cuándo ocurre el máximo desarrollo gonádico de las especies, que es importante en los estudios histológicos para determinar la fecundidad de las mismas. Así mismo, y como se ha visto, si la mayor abundancia de organismos y el desove son durante la época fría, entonces también se explica el porqué la mayor abundancia de reclutas ocurre en verano, mientras que durante el verano, que generalmente es menor el número de individuos adultos que participan en la reproducción, dará así un menor reclutamiento hacia la época fría.

CONCLUSIONES

La abundancia obtenida de los reclutas y organismos de mayor talla, a la profundidad de 6 m, no es representativa de todo el arrecife debido a la distribución preferencial que existe por las distintas especies de acuerdo a su ontogenia.

En la porción sur del Golfo de California, las especies *B. diplotaenia*, *C. atrilobata*, *H. passer*, *P. punctatus* y *T. lucasanum*, presentan dos épocas de reproducción y por lo tanto dos picos de reclutamiento. La época cálida, con un aporte de reclutas aproximado del 80%, y la época fría, de menor intensidad, del 20%.

El aumento en la abundancia promedio de las diferentes especies de peces de arrecife que se observa durante las épocas cálida y fría, está dado, principalmente, por el éxito de reclutamiento durante las mismas y, en algunas otras al parecer, por los individuos que se agrupan hacia las zonas someras con fines de reproducción.

La presencia de disturbios naturales, como fue el huracán Juliette, pueden tener un impacto significativo en la modificación del hábitat de arrecife, afectando la estructura de tallas de las poblaciones de peces de arrecife, sobre todo si ocurre durante el proceso de reclutamiento.

La longitud asintótica (L_{∞}) y la tasa intrínseca de crecimiento (K) calculados para *B. diplotaenia* y *P. punctatus* están subestimadas, por la falta de datos de tallas de los ejemplares con longitudes cercanas a las máximas que se mencionan en literatura (80 cm y 60 cm, respectivamente). El valor de K obtenido para *B. diplotaenia* (0.275 en PP y 0.17 en IC) nos indica que su crecimiento es relativamente lento, mientras que para *P. punctatus* el crecimiento es un poco más rápido (K= 0.318 en PP y 0.32 en IC). En las especies *C. atrilobata* y *H. passer*, el parámetro de crecimiento es similar al registro de la talla máxima en literatura en ambas especies. *C. atrilobata*, presentó un crecimiento rápido (K= 0.54 en PP y 0.56 en IC), mientras que *H. passer* presentó un crecimiento más lento (K= 0.24 y 0.23 en PP e IC, respectivamente).

RECOMENDACIONES

Con la realización del presente trabajo observamos que persiste la falta de información esencial para seguir conociendo la dinámica e interacciones de los peces de arrecife.

Dada la variabilidad de las fluctuaciones espaciales y temporales en la abundancia de las especies, es necesario continuar con un seguimiento por más tiempo, pudiendo evaluar tanto impactos antropogénicos como las variaciones o impactos naturales.

Es necesario conocer otros aspectos de la biología de las especies, como sus épocas reproductivas, duración de los estadios larvales, crecimiento y relaciones de talla y peso para la realización de estimaciones de biomasa y así conocer el papel que representa cada una de las poblaciones de peces en el arrecife.

Para incrementar la precisión en los estudios de crecimiento, es necesario el empleo de métodos directos (lectura de otolitos, biometrías) lo que hasta el momento resulta imposible, ya que no se cuenta con un permiso de extracción para estas especies. Pero la validación de este método es importante ya que puede ser aplicado en aquellas zonas consideradas de reserva, o como áreas naturales protegidas.

En trabajos similares al presente es muy recomendable realizar censos a diferentes profundidades, incluyendo la zona de rompiente de olas y pozas de marea, con el fin de detectar preferencias de hábitat de las especies a lo largo de su ontogenia y la variación de su abundancia en los diferentes estratos y, a su vez, aproximarse a un índice de mortalidad.

Son necesarios trabajos de marcado y recaptura para observar si las variaciones en la abundancia de organismos de tallas mayores pueden ser por migraciones de las poblaciones a arrecifes cercanos al área.

BIBLIOGRAFÍA

- Aburto, O. 1999. Relación entre la distribución y la diversidad con respecto al hábitat, de la ictiofauna arrecifal de Los Islotes, B.C.S., México. **Tesis de Maestría**. CICIMAR-IPN. 71 pp.
- Acéves, G. 2003. *Grupos de larvas recurrentes en la costa occidental de baja california sur y región central del Golfo de California*. **Tesis de Doctorado**. CICIMAR-IPN. 132 pp.
- Acéves-Medina G., R.J. Saldierna-Martínez y E.A. González. 2002. Distribution and abundance of *Syacium ovale* larvae (Pleuronectiformes:Paralichthyidae) in the Gulf of California. **Rev. Biol. Trop.** 50 (4): *in press*.
- Acosta C.A. y D.N. Robertson. 2002. Diversity in coral reef fish communities: the effects of habitat patchiness revisited. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 227: 87-96.
- Adams A. 2001. Effects of a hurricane on two assemblages of coral reef fishes: Multiple-year analysis reverses a false 'snapshot' interpretation. **Bull. Mar. Sci.** 69 (2): 341-356.
- Aiken, K. 1975. The biology, ecology and bionomics of the butterfly and angelfishes, chatodontidae. En: Munro, J. L (Ed.). 1983. **Caribbean Coral Reef Fishery Resources**. ICLARM. Manila, Philippines. 155-165.
- Almenara, R.S. 2000. Demanda internacional de especies marinas ornamentales del Golfo de California. En: Aburto, O. O. y C.O.Sánchez (eds.). **Recursos arrecifales del Golfo de California**. UABCS. 72-82.
- Allen G.R. y D.R. Robertson. 1994. **Fishes of the tropical Eastern Pacific**. University of Hawaii Press Honolulu. USA. 332 pp.
- Anónimo. 1994. **Pricelist**. De Joung Marinelife Company. USA.
- Arellano-Martínez M. y B.P. Ceballos-Vázquez. 2001. Reproductive activity and condition index of *Holacanthus passer* (teleostei: Pomacanthidae) in the Gulf of California, México. **Rev. Biol. Trop.** 49 (3): 865-869.
- Arellano-Martínez M., B. P. Ceballos-Vázquez, F. García-Dominguez y F. Galván-Magaña. 1999. Reproductive biology of king angelfish *Holacanthus passer* Valenciennes, 1846 in the Gulf of California, México. **Bull. Mar. Sci.** 65: 677-685.
- Arreola-Robles, J.L. y J.F. Elorduy-Garay. 2002. Reef fish diversity in the region of La Paz, Baja California Sur, México. **Bull. Mar. Sci.** 70 (1): 1-18.
- Barros, M., J. Correa y L. Manjarres. 1996. Análisis biológico pesquero del pargo rayado (*Lutjanus synagris* Linnaeus, 1758) en el área de Santa Marta, Caribe Colombiano. **Boletín Científico INPA**. Revista Electrónica No. 4 <http://www.icfes.gov.co/revistas/inpa/Pargo.html> Julio 2002.
- Beller, P. 2000a. **OceanOasis field guide**. San Diego Natural History Museum. <http://www.ocean oasis.org/fieldguide/bodi-dip.html>. Enero 2003.

- Beller, P. 2000b. **OceanOasis field guide**. San Diego Natural History Museum. <http://www.oceanoasis.org/fieldguide/john-nig.html>. Enero 2003.
- Blair, S.M., T.L. McIntosh y B.J. Mostkoff. 1994. Impacts of hurricane Andrew on the offshore reefs systems of central and northern Dade County Florida. **Bull. Mar.Sci.** 54: 961-973.
- Bourillon, L., A. Cantú, F. Ecardi, E. Lira, J. Ramírez, E. Velarde y A. Zavala.1991. **Islas del Golfo de California**. UNAM, México. 292 pp.
- Brock, R.E. 1982. A critique of the visual census method for assessing coral reef fish population. **Bull. Mar. Sci.** 32 (1): 269-276.
- Brothers, E.B., 1979: Age and growth studies on tropical fishes. En: Saila, S.B.; P.H. Roedel. Kingston, RI (Eds.). **Stock assessment for tropical small scale fisheries**. The University of Rhode Island. 119-136.
- Callum, M.R. y R.F. Ormond. 1987. Habitat complexity and coral reef fish diversity and abundance on red sea fringing reefs. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 41: 1-8
- Ceballos-Vázquez B.P. y J.F. Elorduy-Garay. 1998. Gonadal development and spawning of the Golden-eyed tilefish *Caulolatilus affinis* (Pisces: Branchiostegidae) in the Gulf of California, México. **Bull. Mar. Sci.** 63 (3): 469-479.
- Csirke, J. 1980. **Introducción a la dinámica de poblaciones de peces**. FAO, *Doc. Téc. Pesca*, (192): 82 p.
- De la Cruz, J., M. Arellano, V., Gómez y G. De La Cruz. 1997. **Catálogo de los peces marinos de Baja California Sur**. CICIMAR-IPN/CONABIO. México. 346 pp.
- Diario Oficial de la Federación. 1999. **Reglamento De La Ley De Pesca**. México, D.F. 43 p.
- Dixon, P.A., M.J. Milicich y G. Sugihara. 1999. Episodic fluctuation in larval supply. **Science**. 283: 1528-1530.
- Doherty, P. J. 1991. Spatial and temporal patterns in recruitment. En: Sale, P.F. (Ed.). **The ecology of coral reef fishes**. Academic Press. 261-293.
- Ebeling A. W. y M.A. Hixon. 1991. Tropical and temperate reef fishes: Comparison of community structures. En: Sale, P.F. (Ed.). **The ecology of coral reef fishes**. Academic Press. 509-563.
- Elorduy, J. y S Jiménez. 2000. Metodologías para el estudio de los peces de arrecife. En: Aburto, O. O. y C.O.Sánchez (eds.). **Recursos arrecifales del Golfo de California**. UABCS. 72-82.
- Elorduy-Garay, J.F. y S. Ramírez-Luna. 1994. Gonadal development and spawning of female Ocean Whitefish, *Caulolatilus princeps* (Pisces: Branchiostegidae) in the Bay of La Paz, B.C.S., México. **J. Fish Biol.** 44: 553 – 566.

- English, C., C. Wilkinson y V. Baker (eds.). 1997. **Survey manual for tropical marine resources**. 2nd Ed. Australian Institute of Marine Science. Townsville. 196 pp.
- Escobar-Fernández, R. y M. Siri. 1997. **Nombres vernáculos y científicos de los peces del Pacífico Mexicano**. UABC. Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C./SIMAC. 102 pp.
- Espino-Barr, E., M. Cruz-Romero y A. García-Boa. 2002. **Catálogo de especies de peces marinos con valor comercial, capturadas en la costa de Colima, México**. Instituto Nacional de la Pesca. Centro de Investigación Pesquera de Manzanillo. 93 pp.
- Fedderm, H.A. 1965. The spawning, growth and general behaviour of the blue head wrasse *Thalassoma bifasciatum* (Pisces: Labridae). **Bull. Mar. Sci.** 15 (4): 896-941.
- Fischer, W.; Krupp, F.; Schneider, W.; Sommer, C.; Carpenter K.E.; y Niem, V.H. (eds.). 1995a. **Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca Pacifico centro-oriental**. Roma, FAO. II: 648-1200 pp.
- Fischer, W.; Krupp, F.; Schneider, W.; Sommer, C.; Carpenter K.E.; y Niem, V.H. (eds.). 1995b. **Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca Pacifico centro-oriental**. Roma, FAO. III: 1201-1843 pp.
- Froese, R. and D. Pauly. (eds.). 2002. **FishBase World-Wide-Web electronic publication**. www.fishbase.org, 12 July 2002.
- Galván-Magaña, F., L. Abitia-Cárdenas, J. Rodríguez-Romero, H. Pérez-España y H. Chávez-Ramos. 1996. Lista sistemática de los peces de la Isla Cerralvo, Baja California Sur, México. **Ciencias Marinas**. 22(3): 295-311.
- García-Charton, J.A. y Á. Pérez-Ruzafa. 2001. Spatial pattern and the habitat structure of a Mediterranean rocky reef fish local assemblage. **Mar. Biol.** 138: 917-934.
- Gaxiola-Castro, G; S. Álvarez-Borrego, M. Lavín; A. Zirino y S. Nájera-Martínez. 1999. Spatial variability of the photosynthetic parameters and biomass of the Gulf of California phytoplankton. **J. Plank. Res.** 21(2): 231-245.
- Gayanilo, F.C., Jr.; P. Sparre y D. Pauly. **The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's manual**. *FAO Computerized Information Series (Fisheries)*. Roma, FAO. No. 8. 126 p.
- Ginsburg, R.N. Abril 2002. **Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment**. <http://coral.aoml.noaa.gov/agra/method/fish.htm>
- Gotshall, D.W. 1998. **Sea of Cortez Marine Animals. A guide to the common fishes and invertebrates Baja California to Panama**. Sea Challengers. Monterrey Ca. 110 pp.
- Gotshall, D. W. 2001. **Pacific coast inshore fishes**. 4th Edition. Sea Challengers. Monterrey Ca. 117 pp.

- Hallacher, L.E. 2003. **The ecology of Coral Reef Fishes.** (Manuscrito). Universidad de Hawaii En Hilo. (Modificado para Quest).
- Heemstra, P.C. y J.E. Randall. 1993. **FAO species catalogue. Groupers of the world. (Family Serranidae, Subfamily Epinephelinae). An annotated and illustrated catalogue of the grouper, rockcod, hind, coral grouper and lyretail species known to date.** FAO Fish. Synops. 125 (XVI): 274 pp.
- Holbrook, S.J., R.J. Schmitt y J.S. Stephens. 1997. Changes in an assemblage of temperate reef fishes associated with a climate shift. **Ecol. Appli.** 7: (4) 1299-1310.
- Jiménez, S.V. 1999. Abundancia y estructura comunitaria de peces de arrecife rocoso en la zona de Isla Cerralvo, B.C.S., México. **Tesis de Maestría.** CICIMAR-IPN. 91 pp.
- Jones, G.P. 1991. Postrecruitment processes in the ecology of coral reef fish populations: A multifactorial perspective. *En*: Sale, P.F. (Ed.). **The ecology of coral reef fishes.** Academic Press. 294-328.
- Krebs, C. J. 2000. **Ecología: estudio de la distribución y abundancia.** 2ª Ed. Oxford University Press. México. 753.
- Lagler, F.K., J. E. Bardach; R.R. Miller y R.M. Passino (Eds.). 1990. **Ictiología.** A.G.T. Editor. México. 489 p.
- Leis, M.J. y B.M. Carson-Ewart. 2000. Behaviour of pelagic larvae of four coral-reef fish species in the ocean and an atoll lagoon. **Coral Reefs.** 19: 247-257.
- Lender, T., R. Delavault y A. Le Moigne. 1982. **Diccionario de Biología.** Ediciones Grijalbo, S.A. México. 203 pp.
- Lincoln, S. 1988. Effects of observer swimming speed on sample counts of temperate rocky reef fish assemblages. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 43: 223-231.
- Lloret J. y J. Lleonart. 2002. Recruitment dynamics of eight fishery species in the northwestern Mediterranean Sea. **Sci. Mar.** 66 (1) 77-82.
- Lluch-Cota, S.E. 2000. Coastal upwelling in the eastern Gulf of California. **Acta Oceanologica.** 23 (6): 731-740.
- Macpherson E., A. García-rubies y A. Gordo. 2000. Direct estimation of natural mortality rates for littoral marine fishes using populational data from a marine reserve. **Mar. Biol.** 137: 1067-1076.
- Michael, S.W. 2001. **Reef Fishes.** Microcosm.T.F.H. Professional Series. U.S.A. 624 pp.
- Miles, H. y A. Keenleyside. 1972. The behaviour of *Abudefduf zonatus* (Pisces, Pomacentridae) at Heron Island, great barrier reef. **Anim. Behav.** 20: 763-774.

- Miller, J., J. Beets y C. Rogers. 2001. Temporal patterns of fish recruitment on a fringing coral reef in Virgin Islands National Park, St. John, U.S. Virgin Islands. **Bull. Of Mar. Sci.** 69 (2): 567-577.
- Minch, J. y T. Leslie. 1991. **The Baja Highway: a geology and biology field guide for the baja traveler.** John Minch and Associates, Inc. USA. 233 pp.
- Munro, J.L. 1973. Coral reef fish and fisheries of the caribbean sea. En: Munro, J. L (Ed.). 1983. **Caribbean Coral Reef Fishery Resources.** ICLARM. Manila, Philippines. 1-9 p.
- Ortuño-Manzanares, G., L. Mendoza-Vargas, L. Piña-Espallargas y N.E. García-Nuñez. 2000. Distribución geográfica de 37 peces marinos de ornato en el Golfo de California, empleando la regionalización establecida por el Instituto Nacional de Pesca. En: **VII Congreso Nacional de Ictiología.** 250-252.
- Paredes, G.A. 2000. Reclutamiento de peces de arrecife en los Islotes, B.C.S., México. **Tesis de Licenciatura.** UABCS. 52 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 de Golfo de California, México. **Ciencias Marinas.** 22 (3): 273-294.
- Pile, A.J., R.N. Lipcius; J. Van Montfrans, y R.J. Orth. 1996. Density-dependent settler-recruit-juvenile relationships in blue crabs. **Ecol. Monog.** 66: 277-300.
- Piña, R. E. 2000. Especies marinas de ornato del Golfo de California y su uso. En: Aburto, O. O. y C.O.Sánchez (eds.). **Recursos arrecifales del Golfo de California.** UABCS. 61-64.
- Planes, S., A. Levefre, P. Legendre, y R. Galzin. 1993. Spatiotemporal variability in fish recruitment to a coral-reef (Moorea, French-polynesia) **Coral Reef** 12:105-113.
- Popper, D. y L. Fishelson. 1973. Ecology and Behaviour of *Anthias squamipinnis* (Peters, 1855) (Anthiidae. Teleostei) in the coral habitat of Eilat (Red Sea). **J. Exp. Zool.** 184: 409-424.
- Reynolds, W.W., y L.J. Reynolds, 1971. Behavioral ecology of the angel fishes *Pomacanthus zonipectus* and *Holacanthus passer* in the Gulf of California. **Biological studies in the Gulf of California.** Vol. VIII, No. 1 (collected students paper from U. Of Ariz. Marine Ecology Class), 12 pp.
- Rilov, G. y Y. Benayahu. 2000. Fish assemblage on natural versus vertical artificial reefs: the rehabilitation perspective. **Mar. Biol.** 136: 931-942.
- Romero, E. 2003. Modelación numérica de ondas de tormenta en la Bahía de La Paz y Cabo San Lucas, Baja California, Sur. **Tesis de Doctorado.** CICIMAR-IPN. 192 pp.

- Sale, P. F. 1982. The structure and dynamics of coral reef fish communities. En: Pauly, D. Y G. I. Murphy. (eds.) **Theory and Management of Tropical Fisheries**. ICLARM/CSIRO. Manila, Philippines. 241-253.
- Sale, P. F. 1991. Introduction. En: Sale, P.F. (Ed.). **The ecology of coral reef fishes**. Academic Press. 3-15.
- Sale, P. F. y B.J. Sharp. 1983. Correction for bias in visual transect censuses of coral reef fishes. **Coral Reefs**. 2: 37-42.
- Soto-Mardones, L., S.G. Marinone y A. Parés-Sierra. 1999. Variabilidad espaciotemporal de la temperatura superficial del mar en el Golfo de California. **Ciencias Marinas**. 25 (1): 1-30.
- StatSoft, Inc. 2000. **Statistica for windows**. StatSoft. Tulsa, Oklahoma.
- Thomson, D., L. Findley y A. Kerstitch. 2000. **Reef fishes of Sea of Cortez**. The University of Texas. USA. Press. 353 pp.
- Thresher, R.E. 1984. **Reproduction in reef fishes**. T.F.H. Publications, Inc. Ltd. U.S.A. 399 pp.
- Trippel, E.A., O.S. Kjesbu y P. Solemdal. 1997. Effects of adult age and size structure on reproductive output in marine fishes. En: Chambers C.R. y E.A. Trippel (Eds.). **Early life history and recruitment in fish populations**. Chapman y Hall. Londres. 31-62.
- Vázquez, E.D. 2000. Importancia de la Biodiversidad Arrecifal. En: Aburto, O. O. y C.O. Sánchez (eds.). **Recursos arrecifales del Golfo de California**. UABCS. 9-17.
- Victor, B.C. y G.M. Wellington. 2000. Endemism and the pelagic larval duration of reef fishes in the eastern Pacific Ocean. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 205: 241-248.
- Vigliola, L. y M. Harmerlin-Vivien. 2001. Post-settlement ontogeny in three mediterranean reef fish species of the genus *Diplodus*. **Bull. Mar. Sci.** 68 (2): 271-286.
- Villarreal, A. 1988. Distribución y abundancia de los peces de arrecife de Cabo Pulmo-Los Frailes, B.C.S. **Tesis de Licenciatura**. UABCS. 277 pp.
- Wantiez, L y P. Thollot. 2000. Settlement, post-settlement mortality and growth of the damselfish *Chromis fumea* (Pisces: Pomacentridae) on two artificial reefs in New Caledonia (south-west Pacific ocean). **J. Mar. Biol. Ass. U.K.**, 80: 1111-1118.
- Warner, R.R., 1982. Mating systems, sex change and sexual demography in the rainbow wrasse, *Thalassoma lucasanum*. **Copeia**. 3: 653-661.
- Williams, D. 1991. Patterns and processes in the distribution of coral reef fishes. En: Sale, P.F. (Ed.). **The ecology of fishes on coral reefs**. Academic Press, San Diego. 437-474.

Zeitzschel, B. 1969. Primary productivity in the Gulf of California. *Mar. Biol.* 3: 201-207.