



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



EDAD Y CRECIMIENTO DE *Caulolatilus princeps*,
(JENYNS, 1840) EN BAHÍA DE LA PAZ Y BAHÍA
MAGDALENA B.C.S., MÉXICO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN
MANEJO DE RECURSOS MARINOS

PRESENTA
YONADXANDI MANRIQUEZ LEDEZMA

LA PAZ, B.C.S., DICIEMBRE DE 2008



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 24 del mes de Noviembre del 2008 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:

"EDAD Y CRECIMIENTO DE *Caulolatilus princeps*, (JENYNS, 1840)
EN LA BAHÍA DE LA PAZ Y BAHÍA MAGDALENA, B.C.S., MÉXICO"

Presentada por el alumno:

MANRÍQUEZ
Apellido paterno

LEDEZMA
materno

YONADXANDI
nombre(s)

Con registro:

A	0	7	0	3	2	6
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

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

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL

MC. FELIPE NERI MELO BARRERA

PRESIDENTE

DR. CASIMIRO QUIÑONEZ VELÁZQUEZ

SECRETARIO

DR. AGUSTÍN HERNÁNDEZ HERRERA

SEGUNDO VOCAL

DR. ROBERTO FÉLIX URAGA
2°. DIRECTOR

TERCER VOCAL

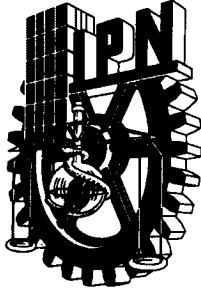
DR. JOSÉ DE LA CRUZ AGÜERO

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE



IPN
CICIMAR
DIRECCION



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 24 del mes Noviembre del año 2008, el (la) que suscribe YONADXANDI MANRÍQUEZ LEDEZMA alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro A070326 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: MC. FELIPE NERI MELO BARRERA y DR. ROBERTO FÉLIX URAGA y cede los derechos del trabajo titulado: "EDAD Y CRECIMIENTO DE *Caulolatilus princeps*, (JENYNS, 1840)
EN LA BAHÍA DE LA PAZ Y BAHÍA MAGDALENA, B.C.S., MÉXICO" al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

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

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


YONADXANDI MANRÍQUEZ LEDEZMA

nombre y firma

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Instituto Politécnico Nacional y al Centro Interdisciplinario de Ciencia Marinas por la oportunidad de crecer en el ámbito de la investigación permitiéndome realizar este trabajo en sus instalaciones.

Al Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo otorgado a través de las becas, para la realización de esta investigación así como al Programa de Formación de Investigadores (PIFI).

Un particular agradecimiento al M.C. Felipe Neri Melo Barrera quien no solo dirigió este trabajo si no que también fue un apoyo importante, así como una agradecimiento a su familia.

Agradezco al Dr. Roberto Felix Uraga y Dr. Casimiro Quiñónez Velázquez, por el apoyo brindado tanto en la elaboración del trabajo como de manera personal así como a sus familias quienes fueron muy amables conmigo.

Agradezco a mi comité revisor: Dr. Agustín Hernández H., Dr. José de la Cruz Agüero, Dr. Roberto Felix Uraga, Dr. Casimiro Quiñónez Velázquez por sus observaciones y sugerencia a este documento que enriquecieron la tesis

A Humberto Ceseña Amador, por siempre ser atento y amable con los estudiantes y dispuesto ayudar en cualquier trámite académico.

Mi agradecimiento a Gabriela García Alberto por su apoyo, su amistad y por estar conmigo estos dos duros años, por soportarme y en especial por esta ahí cuando más te necesitaba. Gracias.

A Roció Ronzón quien estuvo conmigo en las buenas, malas y peores situaciones, apoyándome en todo momento

A Dana Arismendi (Amiguis) quien siempre estuvo pendiente de lo que me pasaba y preocupándose por mí.

A todas aquellas personas que estaba lejos y aún así me ayudaron en todo momento ya fuese económicamente, anémicamente o académicamente a todos ellos gracias.

DEDICATORIA

A mis Padres:

Leonardo Manriquez O. y Martha Ledesma H.

Sin palabras, todo lo que soy es por ustedes.

A mis hermanos:

Leonardo Manriquez L. y Nankoel Manriquez L.

A mi abuelita:

Celia Hernández H.

ÍNDICE

LISTA DE TABLAS.	I
LISTA DE FIGURAS.	III
RESUMEN.	V
ABSTRACT.	VI
1. INTRODUCCIÓN.	1
2. ANTECEDENTES.	4
3. ÁREA DE ESTUDIO.	7
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	9
5. OBJETIVO GENERAL.	10
5.1 OBJETIVOS PARTICULARES.	10
6. MATERIALES Y MÉTODOS.	11
6.1 MUESTREO.	11
6.2 ESTRUCTURA DE TALLAS.	12
6.3 RELACIÓN ENTRE EL RADIO TOTAL DEL OTOLITO Y LA LONGITUD DEL PEZ.	12
6.4 ESTIMACIÓN DE LA EDAD.	13
6.5 PERIODICIDAD DE FORMACIÓN DE LAS MARCAS DE CRECIMIENTO.	14
6.6 ESTRUCTURA POR EDADES.....	14
6.7 RETROCÁLCULO DE TALLAS A EDADES PRETÉRITAS.	14

6.8 CRECIMIENTO INDIVIDUAL.	15
7. RESULTADOS.	17
7.1 MUESTREO.	17
7.2 ESTRUCTURA DE TALLAS.	18
7.3 RELACIÓN ENTRE EL RADIO TOTAL DEL OTOLITO Y LA LONGITUD DEL PEZ.	22
7.4 ESTIMACIÓN DE LA EDAD.	24
7.5 PERIODICIDAD DE FORMACIÓN DE LAS MARCAS DE CRECIMIENTO.	24
7.6 ESTRUCTURA POR EDADES.	26
7.7 RETROCÁLCULO DE TALLAS A EDADES PRETÉRITAS.	29
7.8 CRECIMIENTO INDIVIDUAL.	32
8. DISCUSIÓN.	36
8.1 MUESTREO.	36
8.2 ESTRUCTURA DE TALLAS.	37
8.3 RELACIÓN ENTRE EL RADIO TOTAL DEL OTOLITO Y LA LONGITUD DEL PEZ.	38
8.4 ESTIMACIÓN DE LA EDAD.	39
8.5 PERIODICIDAD DE FORMACIÓN DE LAS MARCAS DE CRECIMIENTO.	40
8.6 ESTRUCTURA POR EDADES.	42
8.7 RETROCÁLCULO DE TALLAS A EDADES PRETÉRITAS.	43

8.8 CRECIMIENTO INDIVIDUAL..... 45

9. CONCLUSIONES..... 49

10. RECOMENDACIONES.....50

11. REFERENCIAS.....51

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tamaño de las muestras mensuales de <i>C. princeps</i> obtenida en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	17
Tabla 2. Valores mínimos, máximos y promedio de LP (cm) para <i>C. princeps</i> en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	18
Tabla 3. Parámetros de la regresión LT-LP de <i>C. princeps</i> en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	18
Tabla 4. Valores de la regresión lineal entre RT y LP de <i>C. princeps</i> en Bahía de La Paz (BLP), Bahía Magdalena (BM) y ambas zonas.	23
Tabla 5. Porcentaje mensual de otolitos con bordes opacos y hialinos de <i>C. princeps</i> y temperatura superficial del mar (TSM) en Bahía de La Paz.	25
Tabla 6. Número de ejemplares de <i>C. princeps</i> por grupo de edad en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	27
Tabla 7. Talla promedio (cm) retrocalculada a la edad para <i>C. princeps</i> en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	31
Tabla 8. Parámetros del modelo de von Bertalanffy para <i>C. princeps</i> en Bahía de La Paz (BLP), Bahía Magdalena (BM) y ambas zonas.	32
Tabla 9. Parámetros del modelo de von Bertalanffy calculados mediante métodos lineales (Ford-Walford & Beverton y Holt) para <i>C. princeps</i> en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	32
Tabla 10. Relación del RT-LP para <i>C. princeps</i> en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM). Tomados de: ¹ Elorduy-Garay <i>et al.</i> (2005), ² este estudio.	38

Tabla 11. Parámetros del MCVB para diferentes especies de malacántidos en México. Tomados de: ¹Elorduy-Garay y Díaz-Urbe (1994). ²Elorduy-Garay *et al.* (2005). ³Este estudio en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM). 46

Tabla 12. Parámetros de crecimiento de algunas especies de la familia Malachantidae, tomados de la base de datos fishbase (www.fishbase.org). ¹Este trabajo. 47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Producción relativa anual de pierna (<i>C. princeps</i>) en ambos litorales de B.C.S. (GC= Golfo de California y OP= Océano Pacífico).	2
Figura 2. Área de pesca de <i>C. princeps</i> . Se señalan las ubicaciones de las zonas de pesca en la costa oeste y oriental de Baja California Sur.	7
Figura 3. Dibujo de la pierna (<i>Caulolatilus princeps</i>), mostrando los puntos de referencia para la medición de la longitud total (LT) y patrón (LP)	11
Figura 4. Dibujo del otolito de <i>C. princeps</i> donde se indican las mediciones realizadas: RT= radio total, Rn= radio a cada marca de crecimiento, desde la marca 1 hasta n.	13
Figura 5. Estructura de tallas de <i>C. princeps</i> capturada por la pesca artesanal en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	19
Figura 6. Promedio, desviación estándar, mínimo y máximo de LP de <i>C. princeps</i> en Bahía de la Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	19
Figura 7. Estructura de tallas mensual de <i>C. princeps</i> en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	21
Figura 8. Relación entre el RT-LP de <i>C. princeps</i> capturada en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	22
Figura 9. Relación general entre el RT-LP de <i>C. princeps</i> para ambas zonas de estudio: Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	23
Figura 10. Porcentaje mensual de otolitos con bordes opacos de <i>C. princeps</i> y temperatura superficial del mar (TSM) en Bahía de La Paz (BLP).	25
Figura 11. Estructura de edades de la captura de <i>C. princeps</i> en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	26

Figura 12. Estructura mensual de edades de <i>C. princeps</i> en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	28
Figura 13. Tallas promedio observadas y retrocalculadas por grupo de edad de <i>C. princeps</i> en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	29
Figura 14. Tallas promedio (cm) retrocalculadas de <i>C. princeps</i> en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	30
Figura 15. Curvas de crecimiento individual de <i>C. princeps</i> a través de métodos iterativos realizados en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	33
Figura 16. Comparación de las curvas de crecimiento individual de <i>C. princeps</i> realizadas a través de métodos iterativos en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	34
Figura 17. Curvas de crecimiento individual de <i>C. princeps</i> estimadas a través de modelos lineales en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).	35

RESUMEN

La pierna *Caulolatilus princeps* (Jenyns, 1840) es una de las principales especies capturadas por la pesca artesanal de Baja California Sur. La producción estatal de esta especie representa el 94% de su captura total. No obstante de su importancia, son escasos los conocimientos sobre su biología básica, en especial los trabajos sobre su edad y crecimiento. Este es el primer estudio comparativo de la edad y el crecimiento entre las dos principales zonas de pesca de la especie Bahía Magdalena y Bahía de La Paz. De noviembre 2006 a diciembre 2007 se muestrearon 252 organismos en Bahía de La Paz (BLP) y 325 en Bahía Magdalena (BM). El intervalo de la longitud patrón (LP) en ambas zonas fue similar (BLP: 24-51 cm LP y BM: 25-51 cm LP), pero la estructura de tallas presentó diferencias significativas (K-S, $p < 0.05$). La relación entre el radio total del otolito (RT) y LP fue lineal y no se detectaron diferencias significativas entre las zonas (ANDECOVA, $F = 1.13$, $p > 0.05$), estimándose una relación general ($LP = 4.26 + 74.6 RT$). La edad se estimó a través de la lectura de las marcas de crecimiento en otolitos. Se encontraron 21 grupos de edad en BLP y 23 grupos de edad en BM. En ambas zonas los grupos más abundantes fueron del 9 al 17. Se determinó la periodicidad de las marcas de crecimiento por medio del porcentaje mensual de bordes opacos en los otolitos, se encontró que la depositación es anual con estrecha relación con la temperatura superficial del mar. Para describir el crecimiento se estimaron las tallas retrocalculadas a la edad, de acuerdo al método de hipótesis proporcional del cuerpo. No se encontraron diferencias significativas en las tallas retrocalculadas entre zonas. Se estimaron los parámetros del modelo de von Bertalanffy (MCVB) a través de métodos lineales los cuales presentaron un mejor estimado de L_{∞} , sin embargo el método no lineal se ajustó mejor a las tallas retrocalculados obteniendo para BLP una $L_{\infty} = 61.52$ cm, $k = 0.05$ y $t_0 = -1.75$, mientras que para BM se tuvo una $L_{\infty} = 61.92$ cm, $k = 0.05$ y $t_0 = -1.59$. De acuerdo a la prueba de Chi-cuadrada, no se encontraron diferencias significativas en la talla a la edad calculada del MCVB tanto en BLP y BM. Estos resultados muestran que la especie *C. princeps* es de lento crecimiento con una longevidad media con respecto a otros malacántidos.

ABSTRACT

The ocean whitefish or pierna, *Caulolatilus princeps* (Jenyns, 1840) is one main species caught by the artisanal fisheries in Baja California Sur. The state production of this resource represents 94% of its national catch. Despite of its importance, the knowledge about its biology is scarce, in particular relate to age and growth. This is the first report in which the age and growth of the ocean whitefish were compared between the two principal fishing zones, Bahía Magdalena and Bahía de La Paz, Mexico. From November 2006 to December 2007, we sampled 252 organisms from Bahía de La Paz (BLP) and 325 from Bahía Magdalena (BM). The range of standard length (SL) in both areas was similar (BLP: 24-51 cm SL and BM: 25-51 cm SL), but the size structure was different (K-S, $p < 0.05$). The relation between total otolith radius (TR) and SL was linear and we did not detect significant differences between zones (ANCOVA, $F = 1.13$, $p > 0.05$), we obtained a general relationship ($SL = 4.26 + 74.6 TR$). The age was estimated by reading the whole otoliths, and we founded 21 age-groups in BLP and 23 in BM. In both zones, the age-groups nine to seventeen were the most abundant. The timing formation of the growth mark was determined through monthly percent of opaque edges; we founded that the depositing is yearly with a close relationship with the sea surface temperature. To describe the individual growth, the back-calculated length at age was assessed, according to the body proportional hypothesis. The back-calculated length did not showed significant differences between zones. The parameters of von Bertalanffy growth model (VBGM) was estimated through lineal methods, them obtain a better estimation of L_{∞} . However, the back-calculated length present a better fit with the non-linear method. The parameters of VBGM for BLP were: $L_{\infty} = 61.52$ cm, $k = 0.05$, $t_0 = -1.75$, and for BM were: $L_{\infty} = 61.92$ cm, $k = 0.05$, $t_0 = -1.59$. The length-at-age estimated by VBGM were not significant different between zones (Chi-square, $p > 0.05$). With this result, we can to conclude that *C. princeps* is a specie with slow growth and medium longevity like another species of Malacanthidae family.

1. INTRODUCCIÓN

En el Océano Pacífico Mexicano, la familia Malacanthidae está representada por tres especies, *Caulolatilus hubssi* (Dooley, 1978), *C. affinis* (Gill, 1865) y *C. princeps* (Jenyns, 1840). De acuerdo a la revisión taxonómica y a los criterios filogenéticos expuestos en Nelson (1994), quien retomó la evidencia presentada por diversos autores (Robins *et al.*, 1980; Johnson, 1984), *C. princeps* se incluye en esta familia. La precisión se hace debido a que esta especie se consideraba miembro de la familia Branchiostegidae (Dooley, 1978; Marino & Dooley, 1982).

La pierna *Caulolatilus princeps* se distribuye desde Vancouver, Canadá, hasta el Golfo de California y desde Ecuador hasta Perú incluyendo las islas Galápagos (Dooley, 1978), se localiza sobre fondos arenosos o lodosos entre 10 y 150 m de profundidad (Fitch & Levenberg, 1971). Tanto la pierna como el conejo (*Caulolatilus affinis*), son capturadas por la pesquería artesanal que opera en las costas de la Península de Baja California y el Golfo de California, apareciendo de manera incidental en los arrastres camaroneros.

De acuerdo a los reportes de captura de las Oficinas Federales de Pesca, la producción nacional de *Caulolatilus princeps* en 2005 fue de 1,061 t, de las cuales, 1,022 t correspondieron a Baja California Sur (B.C.S.). En el período de 1986-2000, el 94.2% de la producción nacional de pierna se obtuvo de ambos litorales de B.C.S. (Carta Nacional Pesquera, 2004). México es el mayor productor de este recurso siguiéndole Estados Unidos de América, cuyo récord histórico de captura fue de 136 t en 1994.

El mayor volumen de captura de pierna se obtiene en la costa occidental de B.C.S., alcanzando cerca del 85% en algunos años, aunque en promedio esta región aportó el 68% en el período de 1992-2006 (Fig. 1), cuya principal zona de captura es Bahía Magdalena (BM), mientras que en el Golfo de California (GC), es la Bahía de La Paz (BLP).

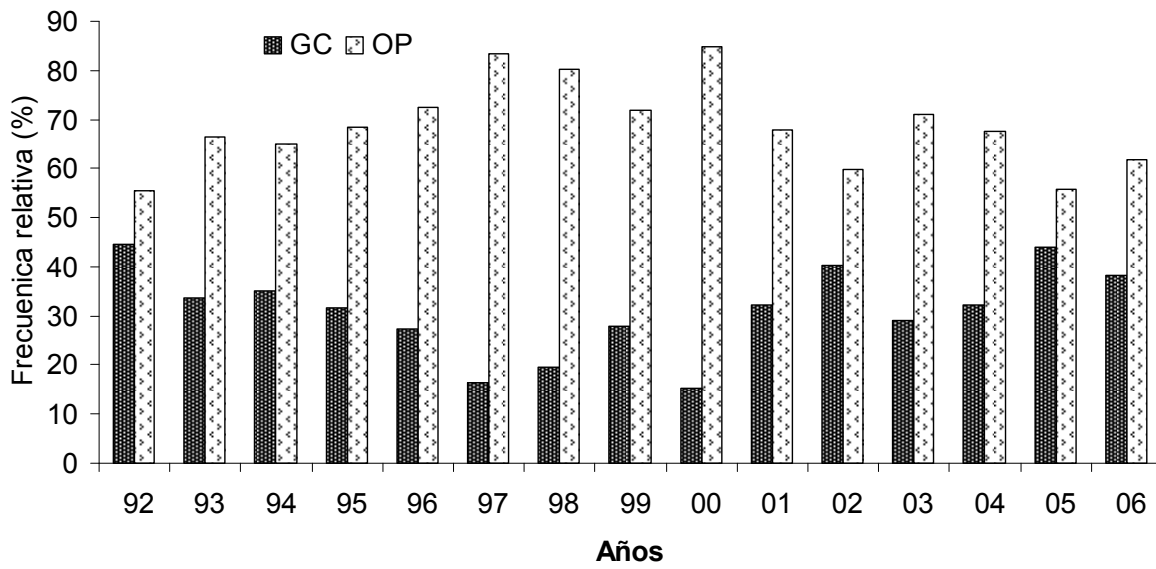


Figura 1. Producción relativa anual de pierna (*C. princeps*) en ambos litorales de B.C.S. (GC= Golfo de California y OP= Océano Pacífico).

Con base en los avisos de arribo de pesca de Baja California Sur, más del 70% de las capturas registradas como “pierna” corresponden a *C. princeps* y en menor proporción a *C. affinis* (Carta Nacional Pesquera, 2004; Anónimo 2005).

Previo a la década de 1980, las capturas de pierna eran relativamente bajas en esta región, sin embargo a partir de la década de los noventa, la producción se incrementó al grado de constituir una de las especies más importantes en la pesquería artesanal de Baja California Sur (Díaz, 1989).

Actualmente no existen normas oficiales que regulen esta pesquería a pesar de que es una de las más importantes de B.C.S. La Carta Nacional Pesquera de 2004 menciona que es una de las pesquerías que está en su máximo sustentable, regulada solamente por la expedición de permisos de pesca.

El conocimiento de la edad y el crecimiento son algunos de los elementos mas importantes para el manejo de un recurso, ya que nos permiten estimar varios parámetros poblacionales como son: la tasa de mortalidad, la estructura de edades de la población, la edad máxima y junto con otros datos se puede estimar también la selectividad del arte de pesca, el tamaño de la población y el rendimiento máximo

sostenido (Everhart & Youngs, 1981; Salgado-Ugarte, 1991; Gómez-Márquez, 1994).

El método más utilizado para estimar la edad es la interpretación de las marcas de crecimiento en estructuras duras como escamas, otolitos, opérculos, vértebras, radios y espinas (Everhart & Youngs, 1981). En todas estas estructuras duras existe una depositación continua de carbonato de calcio, sobre una matriz orgánica. Esta depositación depende del metabolismo, del tipo de alimentación, la época de reproducción y de las condiciones ambientales en las cuales se desarrolle la especie (González, 1977; Everhart & Youngs, 1981; Gómez-Márquez, 1994).

Los otolitos son las estructuras comúnmente utilizadas para la estimación de la edad, ya que crecen en forma continua registrando diferentes eventos de la vida del pez y no presentan procesos de reabsorción, además de su bajo costo de extracción y preparación (Pooper & Lu, 2000; Campana & Thorrold, 2001).

La sagita es el otolito más grande de los teleósteos y por esta razón, se utiliza para determinar la edad. También se usa con fines de identificación, ya que presenta características únicas para cada especie (González, 1977; Leible & Miranda, 1989; Torres *et al.*, 2000).

Los métodos directos basados en la interpretación de marcas de crecimiento en estructuras duras, permiten la determinación de la edad con mayor exactitud que los métodos indirectos basados en la distribución de frecuencias de tallas (Gallardo-Cabello 1986; Morales-Nin, 2000).

En este trabajo, se abordó el estudio de la edad y crecimiento de *C. princeps* en Bahía de La Paz y Bahía Magdalena, en Baja California Sur, México; utilizando los otolitos para la determinación de la edad.

2. ANTECEDENTES

REPRODUCCIÓN

De manera general se establece que los malacántidos son desovadores parciales con períodos prolongados de reproducción. Ross & Merriner (1983) detectan dos picos de actividad reproductiva para *C. microps* en Carolina del Norte, uno en mayo-junio y otro en septiembre-octubre, donde las hembras maduran a partir de los 375 mm de longitud total (LT) y los machos desde 475 mm de LT.

Elorduy-Garay & Ramírez-Luna (1994), estudiaron el ciclo reproductivo de *C. princeps* en BLP el cual inició en otoño y terminó en primavera. Resultados similares fueron reportados para *C. affinis* en la misma zona por Ceballos-Vázquez & Elorduy-Garay (1998), quienes además relacionan este período de reproducción con valores elevados del índice gonadosomático.

Para varias especies de la familia Malacanthidae se ha reportado la presencia de reversión sexual y hermafroditismo protogínico, donde las hembras desarrollan órganos masculinos. Generalmente este comportamiento se ve reflejado por hembras de menor tamaño que los machos (Ross & Merriner, 1983; Erickson & Grossman, 1986; Ceballos-Vázquez *et al.*, 1996; Bellquist *et al.*, 2008). Sin embargo, Elorduy-Garay & Ramírez-Luna (1994) no encontraron esta característica de manera clara en *C. princeps*.

Moser *et al.* (1986) describen la distribución de larvas de *C. princeps*, frente a la zona central de Baja California y mencionan que las poblaciones oceánicas de *C. princeps* en el sur de California son formadas por reclutas provenientes de Baja California.

ALIMENTACIÓN

Los malacántidos son considerados como depredadores oportunistas que se alimentan de invertebrados, como anélidos, moluscos, crustáceos, equinodermos y en ocasiones de peces (Dooley, 1978; Elorduy-Garay & Caraveo-Patiño, 1994; Elorduy-Garay & Peláez-Mendoza, 1996).

Elorduy-Garay & Peláez-Mendoza (1996), mencionan que en *C. affinis* el factor de condición indica que la alimentación más intensa ocurre cuando la temperatura del agua es más elevada. Ceballos *et al.* (1996) menciona que el índice gonadosomático alcanza su máximo en diciembre y enero, presentando una estrecha relación entre el consumo de alimento y la maduración gonadal.

EDAD Y CRECIMIENTO

Las estimaciones de edad realizadas para las especies de la familia Malacanthidae, se han basado en la interpretación de las marcas de crecimiento presentes en otolitos. Ross & Huntsman (1982) encontraron que la depositación de las marcas de crecimiento en *C. microps* de Carolina del Norte, E.U.A., es anual y está relacionada con los períodos de reproducción y el fotoperíodo. El individuo más viejo que ellos reportaron fue de 15 años con una talla de 780 mm (LT). También encontraron que los individuos están totalmente reclutados a la pesquería a los 6 años de edad obteniendo los siguientes valores para los parámetros del modelo de Bertalanffy: $L_{\infty}=813$ mm (LT), $k=0.137$, $t_0=-1.03$.

Turner *et al.* (1983) mencionan que la especie más longeva de la familia Malacanthidae es *Lopholatilus chamaeleonticeps*. Esta especie, en las costas de Nueva Inglaterra, E.U.A., alcanza una edad máxima de 35 años en hembras y 26 años en machos y reportan que la periodicidad de las marcas de crecimiento en los otolitos es anual. Además, que las hembras son más pequeñas ($L_{\infty}=90$ cm LF, $k=0.15$) que los machos ($L_{\infty}=111$ cm LF, $k=0.13$). Erickson & Grossman (1986) para la misma especie en la costa sudoriental de E.U.A., reportan individuos con tallas hasta de 899 mm (LT) y peso de 8.9 kg.

Hayashi (1976) reporta una talla promedio de 32.2 cm LT para machos de 8 años de edad en *Branchiostegus japonicus* del este de China y de 29 cm LT para las hembras a la misma edad.

Elorduy-Garay & Díaz-Urbe (1994) validaron la edad para *C. affinis* de BLP basados en el análisis del tipo de borde en los otolitos, encontrando que las marcas de crecimiento

se depositan con una periodicidad anual. Posteriormente, Elorduy-Garay & Ruiz-Córdova (1998) determinaron la edad, crecimiento y mortalidad de *C. affinis* en BLP, encontrando hasta 15 grupos de edad y reportan la aparente presencia de marcas dobles cerca del margen del otolito en individuos viejos. Los parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy fueron: $L_{\infty}=387.97$ mm LP, $k=0.17$, $t_0=-2.226$.

Elorduy-Garay *et al.* (2005), analizaron la edad y el crecimiento de *C. princeps*, con ejemplares recolectados en algunos mercados de La Paz, B.C.S., cuyo origen se verificó y se determinó que eran capturados en Bahía de La Paz y zonas aledañas, encontraron machos entre 2 y 19 años de edad, siendo el grupo 5 el más abundante. Las hembras presentaron edades de 2 a 16 años predominando también el grupo de edad 5. Los autores mencionan que la edad 1 no se encontró reclutada a la pesquería, mientras que las edades 2, 3 y 4 se encontraron parcialmente reclutados. Los parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy obtenidos fueron: $L_{\infty}= 460.85$ mm y $k=0.12$ y concluyen que *C. princeps* es de crecimiento lento y de mediana longevidad, respecto a *Lopholatilus chamaeleonticeps*.

3. ÁREA DE ESTUDIO.

Para el presente estudio se consideraron las zonas de pesca de Bahía de La Paz y la zona frente a Bahía Magdalena (Fig. 2).

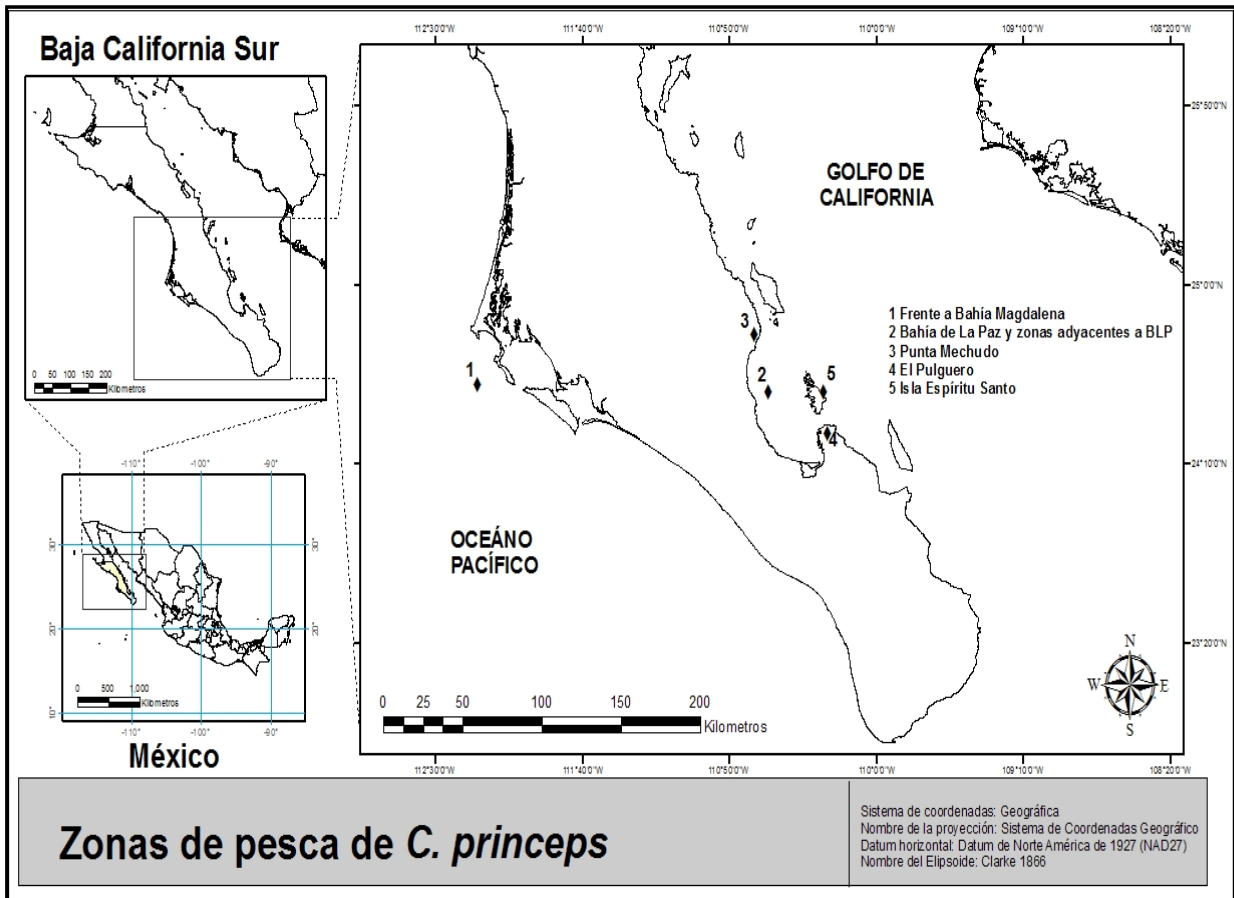


Figura 2. Área de pesca de *C. princeps*. Se señalan las ubicaciones de las zonas de pesca en la costa oeste y oriental de Baja California Sur.

Bahía Magdalena se localiza en la costa oeste de Baja California Sur, entre los 24.5° 15'-25° 20' N y entre 112° 30'-112° 12' W. Presenta una profundidad media de 20 m, mantiene comunicación constante con el Océano Pacífico a través de una boca de 4 km de amplitud con una profundidad promedio de 38 m. La zona nerítica frente a Bahía Magdalena se le considera como una zona de transición templado-tropical, ya que en ella convergen las masas de agua del Pacífico Norte, Central, Oriental y Tropical (Brinton & Reid, 1986), además de que las condiciones ambientales en esta zona de

transición están fuertemente influenciadas por la Corriente de California (CC) que aporta aguas con temperatura y salinidad bajas ($<18^{\circ}$ C y 34.4‰) y una alta concentración de nutrientes (Hernández-Trujillo, *et al.*, 2004).

Bahía de La Paz se encuentra ubicada en el margen suroriental de Baja California Sur, entre los $24^{\circ} 06'$ y $24^{\circ} 47'$ N y entre los $110^{\circ} 16'$ y $110^{\circ} 45'$ W. Se comunica permanentemente con el Golfo de California (GC) a través de una boca principal al noreste ubicada entre Punta Mechudo y el extremo norte de la Isla Espíritu Santo y una boca secundaria al sureste entre el extremo sur de la Isla Espíritu Santo y el Pulguero. La temperatura superficial de mar es de 20 a 30° C con una salinidad media de 36‰ (Villaseñor-Casales, 1979), la profundidad de la bahía presenta un gradiente norte-sur con las mayores profundidades en el extremo norte (entre 360 y 400 m) hasta 40 m en el extremo sur (Jiménez-Illescas *et al.*, 1997; Aceves-Medina *et al.*, 2008).

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

No obstante que *C. princeps* es una de las principales especies que captura la pesquería artesanal en Baja California Sur, los estudios sobre su edad y crecimiento son muy escasos y estos han sido en aguas del Golfo de California. No existen estudios sobre estos tópicos en la costa del Océano Pacífico de Baja California Sur, que es la zona de mayor captura de la especie. La escasez de información básica de la especie limita la posibilidad de establecer medidas de manejo adecuadas, que permitan la sustentabilidad del recurso.

La estimación de la edad y el crecimiento mediante la lectura de las marcas de crecimiento presentes en los otolitos, ha demostrado ser la más precisa de las metodologías aplicadas (Campana & Neilson, 1985). Esta estimación nos permite determinar algunas características poblacionales, como pueden ser, la tasa de mortalidad, la estructura de edades, las tallas que componen a la población, la producción en biomasa o número de individuos y otros parámetros involucrados en la explotación que permiten elaborar esquemas de manejo.

Se ha visto que las características poblacionales de una especie varían entre zonas, ya que las condiciones ambientales como temperatura, oxígeno, profundidad y las interrelaciones con otras especies (disponibilidad de alimento, depredación, competencia, etc.) afectan el crecimiento, la mortalidad, etc.

Especies que habitan en zonas templadas como el área de la zona adyacente de BM, es posible que presenten tallas y edades mayores con tasas de crecimiento menor a comparación de aquellas que viven en zonas tropicales, como es el caso de BLP.

Con base en lo anterior, en el presente trabajo se plantea estimar la edad y el crecimiento individual de *C. princeps* en BLP y BM. La información que se genere puede aportar elementos importantes para el diseño de estrategias de manejo por parte de la administración federal de los recursos explotados.

5. OBJETIVO GENERAL

Estimar la edad y describir el crecimiento individual de *C. princeps* capturada por la pesquería artesanal que opera en Bahía de La Paz y Bahía Magdalena, B.C.S., México.

5.1 OBJETIVOS PARTICULARES

Determinar la estructura mensual de tallas para ambas zonas de pesca.

Determinar la relación entre el tamaño del otolito y la longitud del pez.

Estimar la edad de *C. princeps* utilizando el número de marcas de crecimiento en los otolitos sagita en ambas zonas de pesca.

Determinar la periodicidad de formación de las marcas de crecimiento por medio de otolitos de *C. princeps*.

Determinar la estructura mensual de edades para ambas zonas de pesca.

Retrocalcular la talla a edades pretéritas.

Estimar los parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy para *C. princeps* en ambas zonas de pesca.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 MUESTREO

Las muestras de pierna (*C. princeps*) que se utilizaron como base del presente trabajo, se obtuvieron de los mercados de la Ciudad de La Paz. Estas muestras, fueron colectadas durante el periodo de noviembre 2006 a diciembre 2007 y provinieron de la pesca artesanal que opera en la Bahía de La Paz y frente a Bahía Magdalena. La procedencia de los ejemplares se verificó con los dueños de los locales, los cuales tienen un proveedor específico en cada zona de pesca.

La captura de los ejemplares se realiza por medio de línea de mano y anzuelo no. 7, el tamaño del anzuelo se verificó, ya que algunos ejemplares colectados en los mercados, venían con el anzuelo ensartado en la boca.

Los ejemplares fueron identificados como *Caulolatilus princeps* a través de características morfológicas descritas en Dooley (1978). A cada ejemplar se le midió la longitud total (LT) y la longitud patrón (LP), mediante un ictiómetro con una precisión de ± 0.5 cm (Fig. 3). Para la estimación de la edad se extrajeron los otolitos sagita, los cuales fueron lavados inmediatamente después de ser extraídos, utilizando agua y jabón libre de fosfatos. Una vez limpios se colocaron en cápsulas de celulosa y se pusieron dentro de bolsas de plástico donde se anotaron los datos de fecha de colecta, lugar de procedencia y a cada ejemplar se le asignó un número para su identificación.

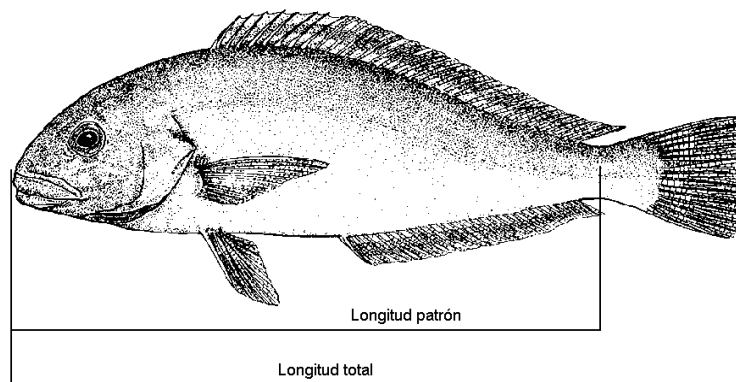


Figura 3. Dibujo de la pierna (*Caulolatilus princeps*) mostrando los puntos de referencia para la medición de la longitud total (LT) y patrón (LP).

Se realizó una regresión lineal entre LT y LP para poder realizar comparaciones de los resultados obtenidos en otros trabajos de investigación, aunque en este trabajo se utilizó la LP, por ser la medida más comúnmente utilizada en este tipo de investigaciones.

6.2 ESTRUCTURA DE TALLAS

La estructura de tallas de *C. princeps* se analizó a través de histogramas de frecuencias de tallas, agrupadas en intervalos de 1 cm LP, para cada zona de pesca. Para evaluar las diferencias en la estructura de tallas entre zonas se empleó una prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov (Daniels, 1993) contenida en el software STATISTICA 6.0.

6.3 RELACIÓN ENTRE EL RADIO TOTAL DEL OTOLITO Y LA LONGITUD DEL PEZ

Los otolitos fueron digitalizados mediante un sistema de videodigitalización, compuesto de una cámara de video SONY CCD/IRIS, acoplada a un estero-microscopio (10x), que envía la información a una tarjeta de video Targa 1000, instalada en una computadora.

Las imágenes digitalizadas de los otolitos fueron desplegadas en el monitor de la computadora, donde se hicieron las siguientes mediciones:

Radio total (RT), que es la distancia desde el núcleo hasta el borde posterior del otolito, también se midieron los radios parciales (R_n), que es la distancia entre el núcleo hasta cada una de las marcas de crecimiento (Fig. 4). Estas mediciones se realizaron usando el programa Sigma Scan Pro 5.0.

La relación entre el radio total del otolito (RT) y la longitud del pez (LP), se estableció mediante la ecuación:

$$LP = a + bRT$$

donde: LP=longitud patrón, RT=radio total del otolito; a=ordenada al origen; b=pendiente.

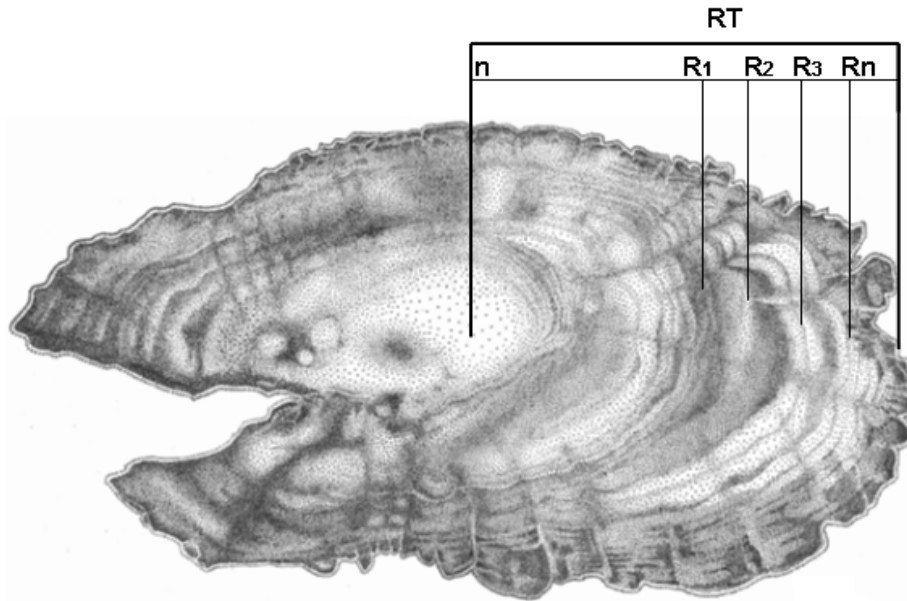


Figura 4. Dibujo del otolito de *C. princeps* donde se indican las mediciones realizadas: RT= radio total, Rn= radio a cada marca de crecimiento, desde la marca 1 hasta n.

Para evaluar las diferencias entre las pendientes y las elevaciones de la relación RT-LP entre zonas, se aplicó un Análisis de Covarianza (Zar, 1994).

6.4 ESTIMACIÓN DE LA EDAD

La lectura de las marcas de crecimiento se realizó sobre la cara distal del otolito utilizando un microscopio con luz reflejada sobre un fondo oscuro, de esta manera los anillos opacos se ven claros y los hialinos se ven oscuros. El conjunto de un anillo opaco y un hialino conforman una marca de crecimiento, por lo que la determinación de la edad se realizó contando el número de anillos hialinos. La lectura de las marcas de crecimiento se realizó por dos personas de manera independiente. Los otolitos en

donde las lecturas no coincidieron, se revisaron de manera conjunta hasta llegar a un acuerdo, cuando esto no fue posible, se desechó la estimación.

6.5 PERIODICIDAD DE FORMACIÓN DE LAS MARCAS DE CRECIMIENTO

Para determinar la periodicidad de formación de las marcas de crecimiento presentes en los otolitos de *C. princeps*, se realizó un análisis mensual del porcentaje de otolitos con bordes opacos y hialinos. Esta información se analizó gráficamente relacionándola con el promedio mensual de la temperatura superficial del mar (TSM). Los datos de TSM, fueron obtenidos de la National Oceanic and Atmospheric Administration (<http://las.pfeg.noaa.gov>).

Para evaluar la relación entre el porcentaje de otolitos con el borde opaco y la TSM, se utilizó una prueba de correlación de Spearman (Sokal & Rohlf, 1995) a través del programa STATISTICA 6.0.

6.6 ESTRUCTURA POR EDADES

Para determinar la estructura por edades de *C. princeps* en BLP y BM, se registró la frecuencia de aparición de cada grupo de edad, elaborándose un histograma mensual para cada zona de pesca y para el total de la muestra. Se aplicó la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov, para evaluar las diferencias en la estructura por edades entre zonas de pesca.

6.7 RETROCÁLCULO DE TALLAS A EDADES PRETÉRITAS

La estimación de las tallas pretéritas se realizó por medio del retrocálculo, el cual consiste en estimar las longitudes que tuvieron los individuos en épocas pasadas, utilizando los parámetros de la relación que se obtuvo entre la talla del organismo (LP) y el radio total del otolito (RT) (Gómez, 1994).

La longitud del pez correspondiente a cada radio parcial del otolito, fue obtenida siguiendo la hipótesis de proporción corporal (BPH, por sus siglas en inglés) calculada mediante la ecuación propuesta por Whitney & Carlander (1956; citada en Francis,

1990), la cual se basa en que si existe alguna diferencia en del radio del otolito del pez conforme al promedio de la talla, esta diferencia deberá presentarse a lo largo de toda la vida del pez:

$$L_i = LP \left[\frac{a + bR_i}{a + bRT} \right]$$

donde: LP=longitud patrón, RT=radio total del otolito; Li= LP a la edad i; Rn=radio del otolito a la edad n; a=intercepto, b=pendiente de la regresión RT-LP.

6.8 CRECIMIENTO INDIVIDUAL

Para describir el crecimiento se utilizó el modelo de crecimiento de von Bertalanffy (MCVB), el cual fue incorporado al estudio de las pesquerías por Beverton & Holt (1957). Este modelo ha sido ampliamente utilizado, ya que se ajusta a un amplio intervalo de patrones de crecimiento, lo que nos permitirá hacer comparaciones con otros autores. La formulación del modelo es la siguiente:

$$LP = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

donde: LP= longitud a la edad t; L_{∞} = longitud máxima promedio; k = coeficiente de crecimiento; t= edad; t_0 = edad teórica cuando LP=0

Para determinar los parámetros del MCVB, se empleó un ajuste no lineal del programa de computadora STATA 9.0, que utiliza el algoritmo de Marquardt, utilizando la talla promedio por edad de los datos retrocalculados. En estas estimaciones se consideró la talla de la larva en el momento de nacimiento; LP=2.6 mm (R. Funés, Com. Per.).

Para evaluar posibles diferencias en el crecimiento entre las zonas de estudio, se utilizó la prueba de bondad de ajuste de Chi-cuadrada, del programa estadístico STATISTICA 6.0, para lo cual se consideraron las tallas promedio estimadas para cada grupo de edad. Los parámetros del MCVB también se estimaron utilizando los métodos lineales

de Ford-Walford & Beverton-Holt (Ehrhardt, 1981).

Para determinar si *C. princeps* presenta un patrón de crecimiento similar entre especies cercanas, se utilizó el índice de desempeño del crecimiento (Pauly & Munro, 1984) a través del valor obtenido de phi prima (Φ').

$$\phi' = \log k + 2 \log L_{\infty}$$

Donde: L_{∞} = longitud máxima promedio, k = coeficiente de crecimiento

7. RESULTADOS

7.1 MUESTREO

El número de ejemplares de *Caulolatilus princeps* muestreados por mes de los mercados de La Paz se presenta en la tabla 1. Se registraron en total 577 ejemplares de los cuales 252 pertenecieron a la zona de BLP y 325 de BM. La ausencia de datos para BLP en junio y diciembre, así como para BM en noviembre, se debió a que no se realizaron los muestreos.

Los ejemplares al momento del muestreo ya estaban fileteados y eviscerados y no fue posible obtener los datos de peso total, peso eviscerado y sexo.

Tabla 1. Tamaño de las muestras mensuales de *C. princeps* obtenidas en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).

Mes	BLP	BM
Enero	37	23
Febrero	25	35
Marzo	36	22
Abril	7	36
Mayo	18	34
Junio	—	20
Julio	15	32
Agosto	41	21
Septiembre	18	41
Octubre	37	40
Noviembre	18	—
Diciembre	—	21
Total	252	325

7.2 ESTRUCTURA DE TALLAS

El intervalo de tallas para BLP fue de 24 a 51 cm LP, con una talla promedio de 37.5 cm LP. En BM el intervalo de tallas fue de 25 a 51 cm LP con una longitud promedio de 38 cm LP (Tabla 2). En ambas zonas los individuos entre 31 y 41 cm LP fueron los más abundantes, representando para BLP el 71 % y para BM el 68.5 %, mientras que los menores a 31 cm LP (pequeños) representaron el 19 % en ambas zonas (Fig. 5).

Tabla 2. Valores mínimos, máximos y promedio de LP (cm) para *C. princeps* en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).

Parámetros	BLP	BM
Mínimo	24	25
Máximo	51	51
Promedio	37.5	38
Total	252	325

La regresión entre LT y LP para ambas zonas mostró una alta correlación entre estas variables con valores significativos ($p < 0.05$). BLP presentó un coeficiente de determinación mayor ($r^2 = 0.93$) que BM ($r^2 = 0.88$). Los valores de las relaciones encontradas para ambas zonas se muestran en la tabla 3. Estas relaciones empíricas servirán para comparar nuestros resultados con otras investigaciones que utilizaron el dato de LT.

Tabla 3. Parámetros de la regresión LT-LP de *C. princeps* en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).

Parámetros	BLP	BM
a	0.11	3.52
b	1.24	1.08
r^2	0.93	0.88

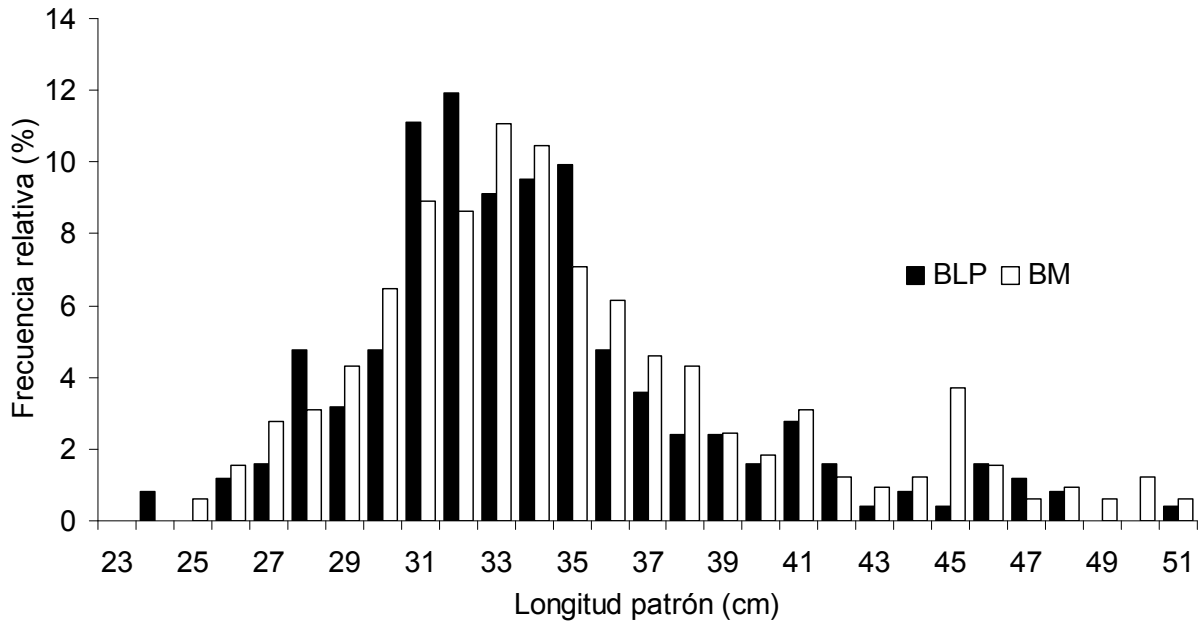


Figura 5. Estructura de tallas de *C. princeps* capturada por la pesca artesanal en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).

No obstante que los valores mínimo, máximo y promedio de LP fueron muy similares entre zonas, resultado del mismo arte de pesca en la captura de la pierna (Fig. 6).

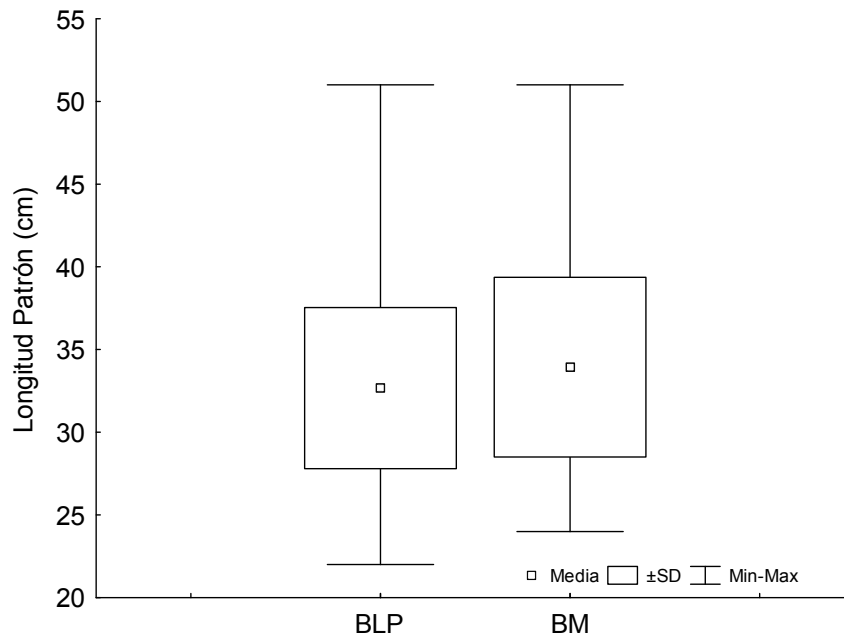


Figura 6. Promedio, desviación estándar, mínimo y máximo de LP de *C. princeps* en Bahía de la Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).

Los resultados de la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov indicaron diferencias significativas entre ellas ($p < 0.05$) debido a la mayor abundancia de individuos de tallas mayores (> 33 cm LP) en BM.

Al analizar la estructura mensual de tallas se observó que en BLP el intervalo 31-41 cm LP fue el más abundante a lo largo del año, aunque en enero y octubre los individuos menores de 31 cm LP representaron el 38% y 35% respectivamente. En BM los individuos pequeños estuvieron bien representados en algunos meses (mayo 29% y agosto 43%) hasta llegar a ser los más importantes en el mes de diciembre (57%). En BM en el mes de febrero los individuos mayores a 41 cm LP fueron los más abundantes, alcanzando el 86% de la muestra (Fig. 7).

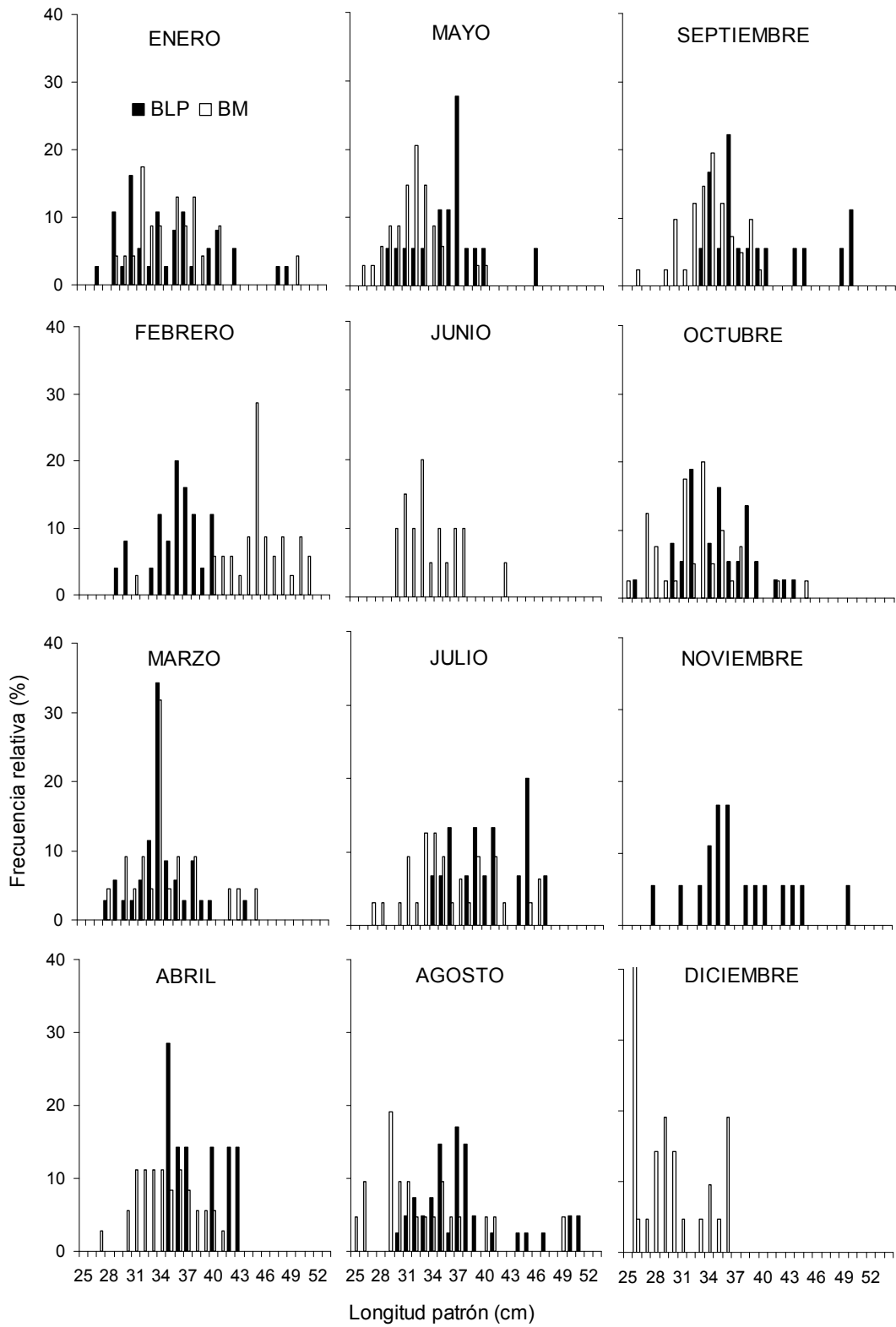


Figura 7. Estructura de tallas mensual de *C. princeps* en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).

7.3 RELACIÓN ENTRE EL RADIO TOTAL DEL OTOLITO Y LA LONGITUD DEL PEZ

La relación entre el radio total del otolito y el crecimiento somático del pez en ambas zonas, mostró una tendencia lineal, aunque también se exploraron otras tendencias, el mejor ajuste fue a través de una línea recta (Fig. 8).

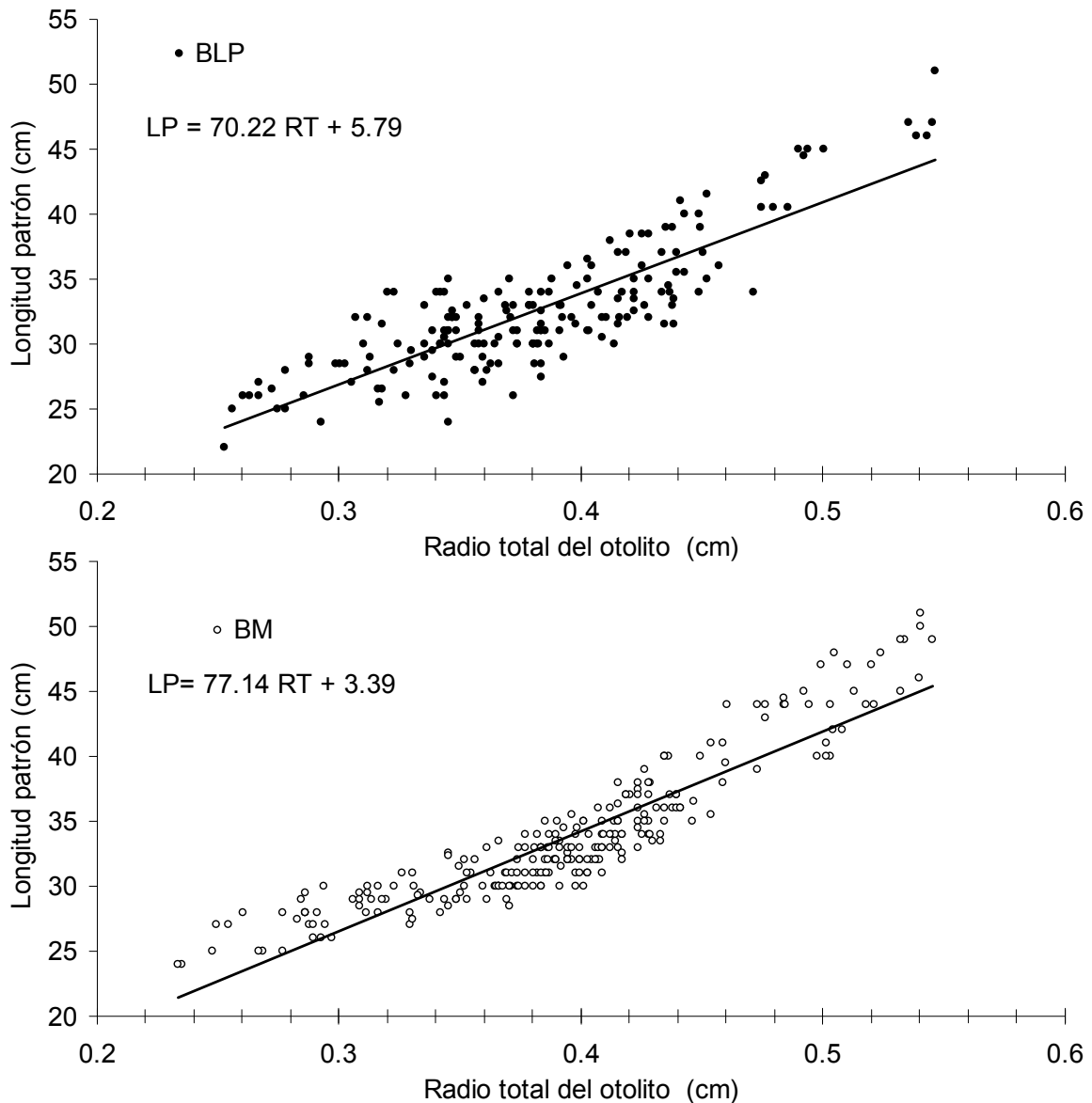


Figura 8. Relación entre el RT-LP de *C. princeps* capturada en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).

Se realizó un ANDECOVA de la relación RT-LP y se encontró que no existen diferencias significativas ($F=1.13$, $p>0.05$) entre zonas (Fig. 9), es decir, que la relación entre el crecimiento del pez y el del otolito presentan un patrón similar en ambos sitios; no obstante a lo anterior para fines del retrocálculo se utilizó la regresión particular a cada zona para estimar las diferencias en el crecimiento (Tabla 4).

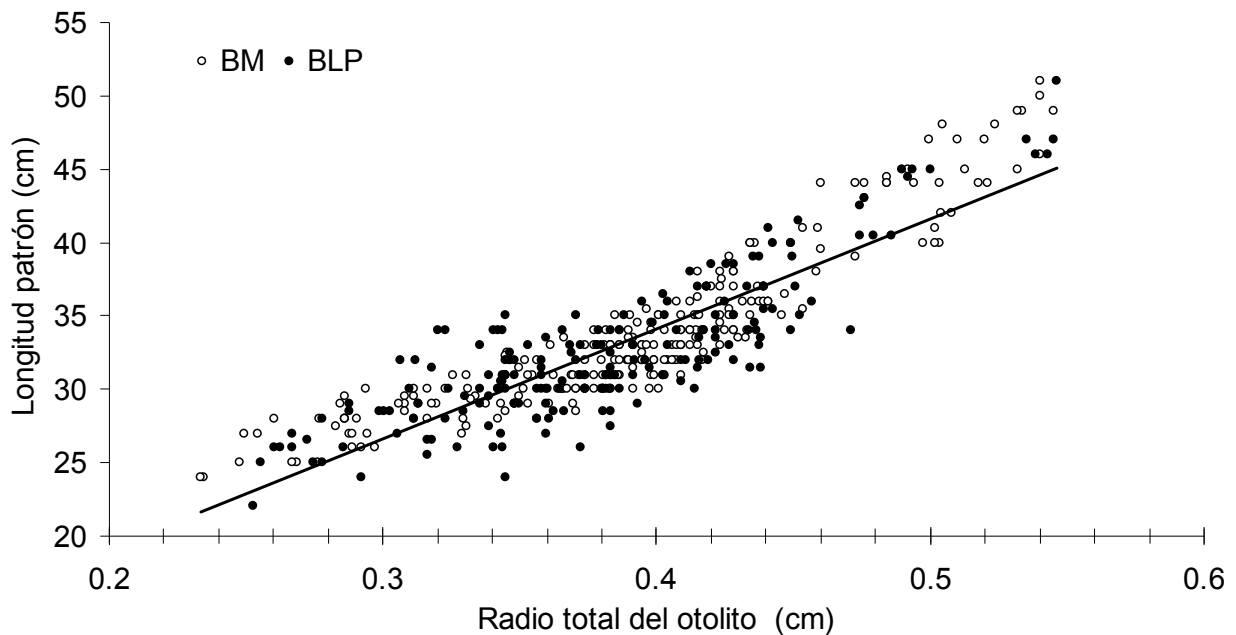


Figura 9. Relación general entre RT-LP de *C. princeps* para ambas zonas de estudio: Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).

Tabla 4. Valores de la regresión lineal entre el RT-LP de *C. princeps* en Bahía de La Paz (BLP), Bahía Magdalena (BM) y ambas zonas.

Valor	BLP	BM	Ambas zonas
a	5.8	3.4	4.26
b	70.2	77.1	74.6
r^2	0.71	0.83	0.79

7.4 ESTIMACIÓN DE LA EDAD

La técnica empleada para leer las marcas de crecimiento en los otolitos de *C. princeps* mostró la alternancia entre zonas claras y oscuras. Las primeras correspondieron a anillos opacos y las segundas a hialinos. El conjunto de un anillo opaco y uno hialino se definió como una marca de crecimiento. En individuos jóvenes las marcas de crecimiento fueron fácilmente observadas, pero en ejemplares viejos la interpretación de las marcas fue difícil sobre todo cerca del borde, así como su medición.

Se leyeron 252 pares de otolitos de BLP y 325 de BM, de estos se descartaron el 23% de los otolitos leídos por diferentes causas: la presencia de otolitos rotos o cristalizados, diferencias en el conteo de las marcas de crecimiento entre los lectores y por la presencia de marcas dobles en el borde de esta estructura. En los análisis posteriores se utilizaron solamente 197 pares de otolitos para BLP y 250 para BM.

7.5 PERIODICIDAD DE FORMACIÓN DE LAS MARCAS DE CRECIMIENTO

En la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos del análisis del porcentaje mensual del tipo de borde en 197 pares de otolitos de BLP. El porcentaje de otolitos con borde opaco fue más alto durante julio a noviembre y más bajo de enero a mayo, como se muestra en la figura 10. Este resultado nos indica que la periodicidad de formación de una marca de crecimiento es anual y en consecuencia el número de marcas de crecimiento en los otolitos corresponderá a la edad en años. La mayor frecuencia de otolitos con bordes opacos ocurrió en los meses con valores máximos de temperatura superficial del mar y su menor frecuencia ocurrió a valores bajos de TSM. En este análisis no se consideró el mes de abril por el escaso número de muestras.

El coeficiente de determinación de Spearman entre el porcentaje mensual de otolitos con borde opaco y la TSM fue significativa ($r^2=0.66$, $p<0.05$).

Tabla 5. Porcentaje mensual de otolitos con bordes opacos y hialinos de *C. princeps* y temperatura superficial del mar (TSM) en Bahía de La Paz.

Mes	Borde Hialino		Borde opaco		TSM °C
	n	%	n	%	
Enero	18	81.8	4	18.1	21.1
Febrero	13	76.5	4	23.5	20.3
Marzo	24	82.8	5	17.2	21.4
Abril	—	—	3	—	22.6
Mayo	11	78.6	3	21.4	24.0
Junio	—	—	—	—	25.4
Julio	7	53.8	6	46.1	27.7
Agosto	9	34.6	17	65.3	29.5
Septiembre	6	42.9	8	57.1	29.7
Octubre	12	40.0	18	60.0	29.4
Noviembre	5	31.3	11	68.7	27.2
Diciembre	—	—	—	—	22.9

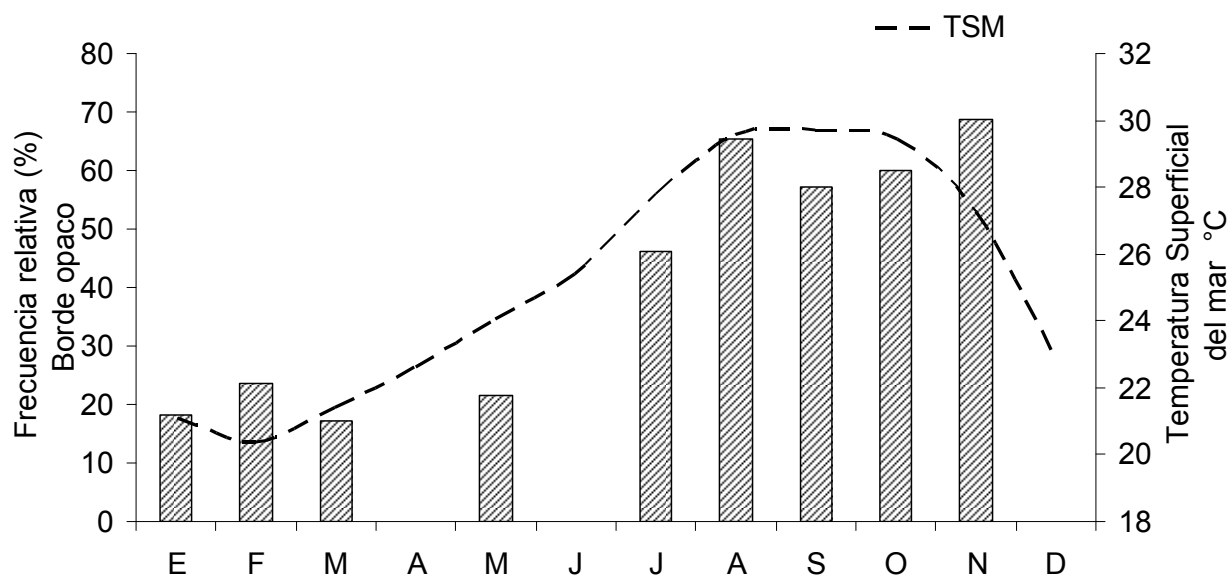


Figura 10. Porcentaje mensual de otolitos con bordes opacos de *C. princeps* y temperatura superficial del mar (TSM) en Bahía de La Paz (BLP).

7.6 ESTRUCTURA POR EDADES

De acuerdo al número de marcas de crecimiento observadas en los otolitos de *C. princeps*, en BLP se encontraron 21 grupos de edad (del 6 al 26), donde el 80 % de los individuos presentaron entre 9 y 17 años de edad, siendo el grupo 11 el más abundante, seguido por el grupo 13 (Fig. 11). Para BM encontramos 23 grupos de edad, (del 5 al 27), los grupos de edad del 9 al 17 representaron el 75 %, siendo los grupos 13 y 14 los más abundantes.

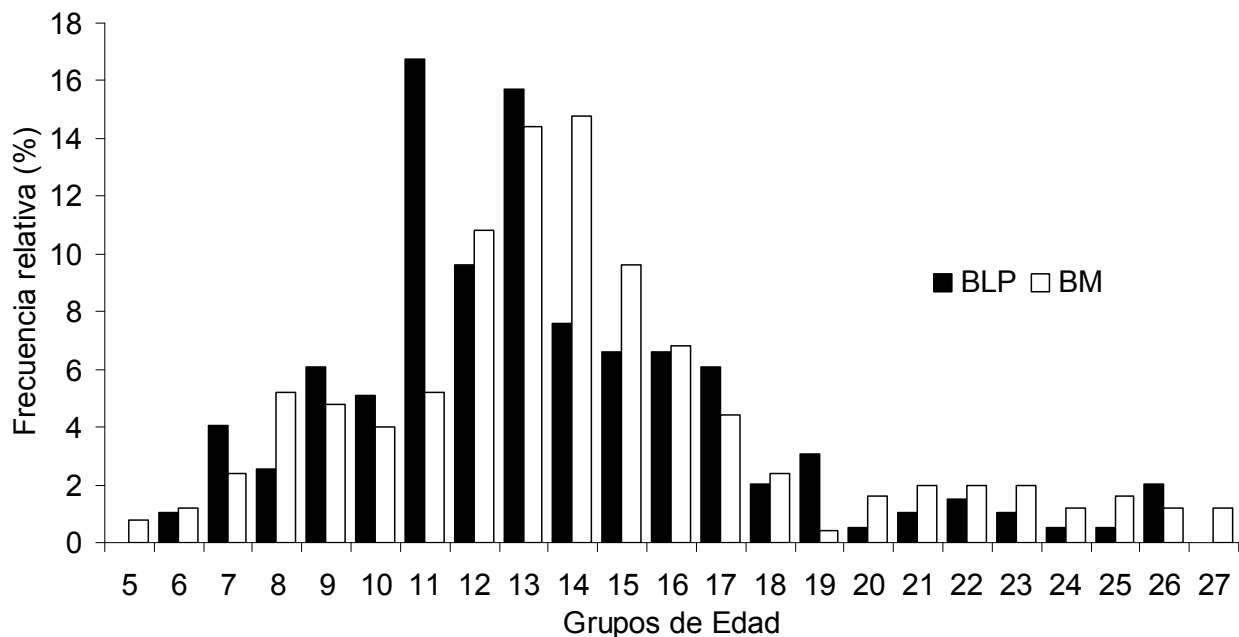


Figura 11. Estructura de edades de la captura de *C. princeps* en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).

A pesar de que las estructuras de edades para BM y BLP presentan los mismos grupos de edad y que los individuos con 9 a 17 años de edad fueron los más frecuentes en ambas zonas, la prueba no paramétrica de Kolmogorov Smirnov indicó que las diferencias fueron significativas entre ellas ($p < 0.05$). Es importante hacer mención que en ninguna de las zonas se observaron individuos con menos de cinco marcas de crecimiento. Además los grupos de edad cinco, seis y siete estuvieron poco representados en la muestra, así como los individuos viejos con 20 o más marcas de crecimiento.

El número de individuos por grupo de edad para cada zona de pesca, así como su abundancia se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Número de ejemplares de *C. princeps* por grupo de edad en Bahía de La Paz (BLP) y en Bahía Magdalena (BM).

Grupo de edad	BLP		BM	
	n	%	n	%
5	–		2	0.8
6	2	1.0	3	1.2
7	8	4.0	6	2.4
8	5	2.5	13	5.2
9	12	6.0	12	4.8
10	10	5.0	10	4
11	33	16.7	13	5.2
12	19	9.6	27	10.8
13	31	15.7	36	14.4
14	15	7.6	37	14.8
15	13	6.6	24	9.6
16	13	6.6	17	6.8
17	12	6.0	11	4.4
18	4	2.0	6	2.4
19	6	3.0	1	0.4
20	1	0.51	4	1.6
21	2	1.02	5	2
22	3	1.52	5	2
23	2	1.02	5	2
24	1	0.51	3	1.2
25	1	0.51	4	1.6
26	4	2.03	3	1.2
27	–		3	1.2
Total	197	100	250	100

La estructura mensual de edades (Fig. 12), no presentó un patrón definido en ninguna de las zonas de pesca y los individuos más abundantes a lo largo de los meses fueron los de 13 marcas de crecimiento. En los meses de noviembre y diciembre la mayor frecuencia la presentaron los individuos menores de 13 marcas de crecimiento.

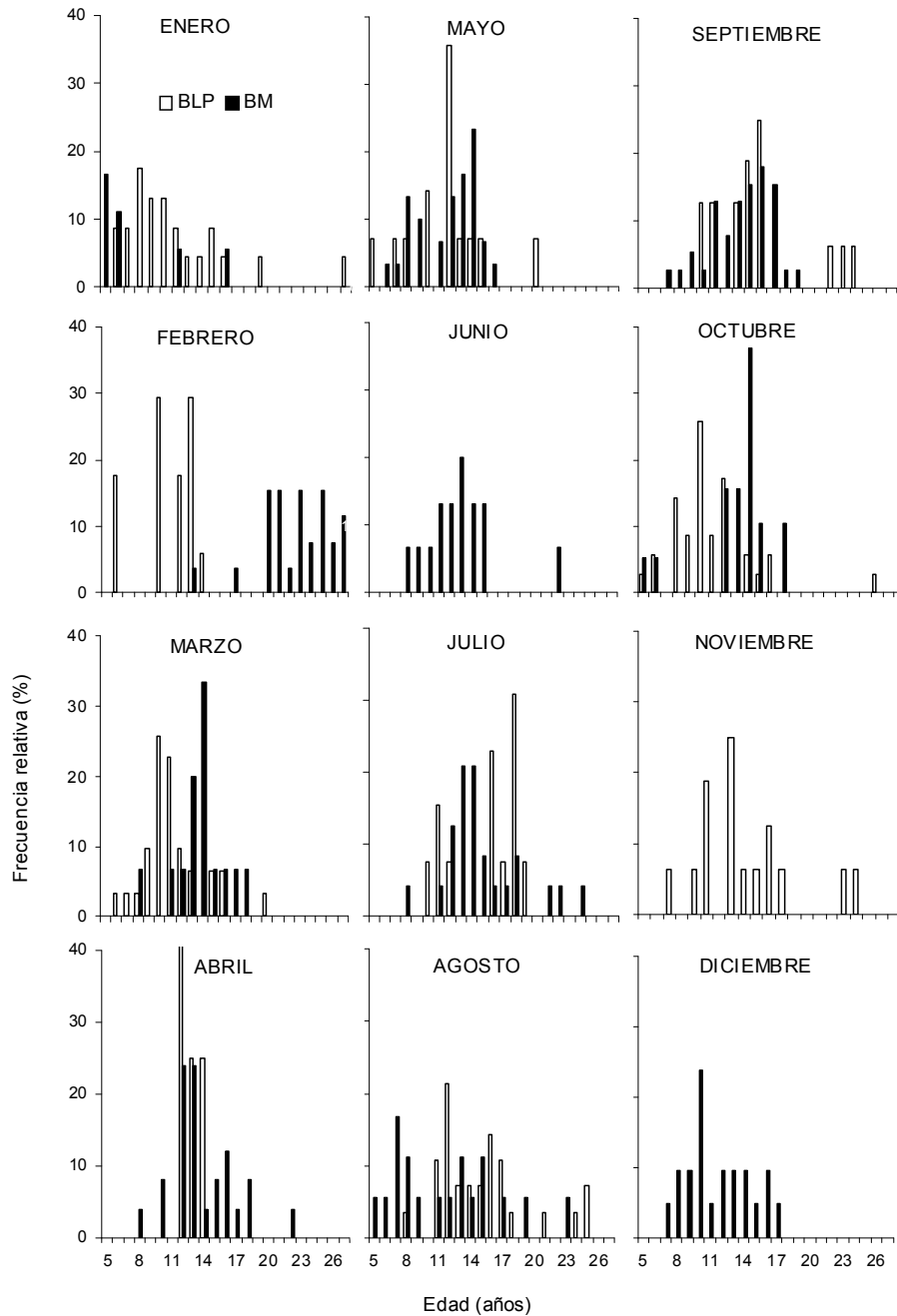


Figura 12. Estructura mensual de edades de *C. princeps* en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).

7.7 RETROCÁLCULO DE TALLAS A EDADES PRETÉRITAS

De la ecuación lineal que relaciona el RT y LP por zonas de pesca, se tomaron los valores del intercepto y de la pendiente para estimar las tallas a edades pretéritas, de acuerdo a la ecuación propuesta por Whitney & Carlander (1956; citado en Francis, 1990). De esta manera fue posible estimar las tallas de los grupos de edad que no están o que están poco representados en la muestra (grupos de edad del 1 al 7).

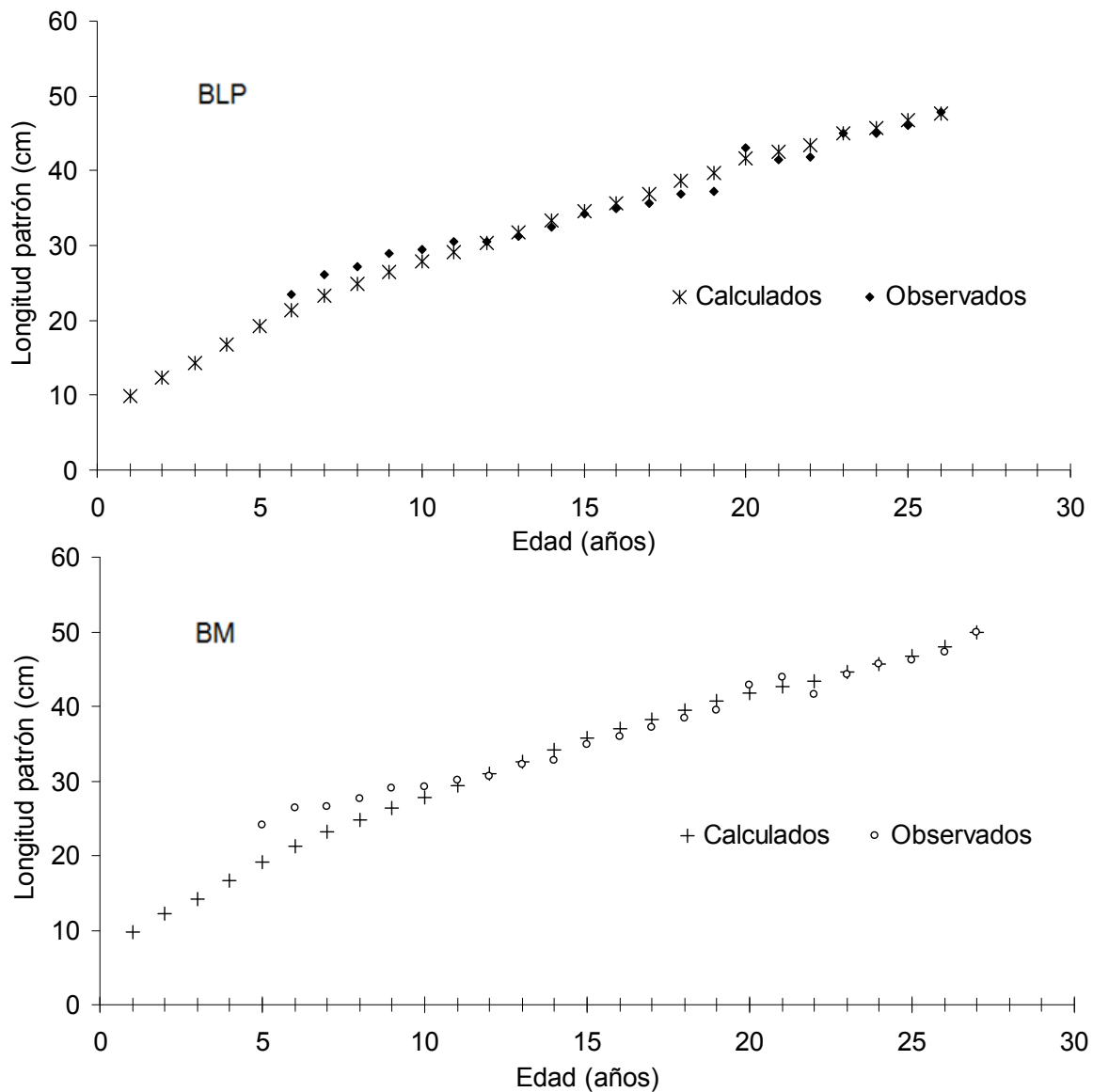


Figura 13. Tallas promedio observadas y retrocalculadas por grupo de edad de *C. princeps* en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).

En ambas zonas las tallas retrocalculadas para los primeros grupos de edad, resultaron menores a las observadas (Fig.13).

Por medio de una prueba Chi-cuadrada se encontró que no existen diferencias significativas entre las tallas retrocalculadas a la edad, entre BLP y BM ($p>0.05$). Esto es evidente en la figura 14. En la tabla 7 se presentan las tallas promedio retrocalculadas por grupo de edad para cada zona.

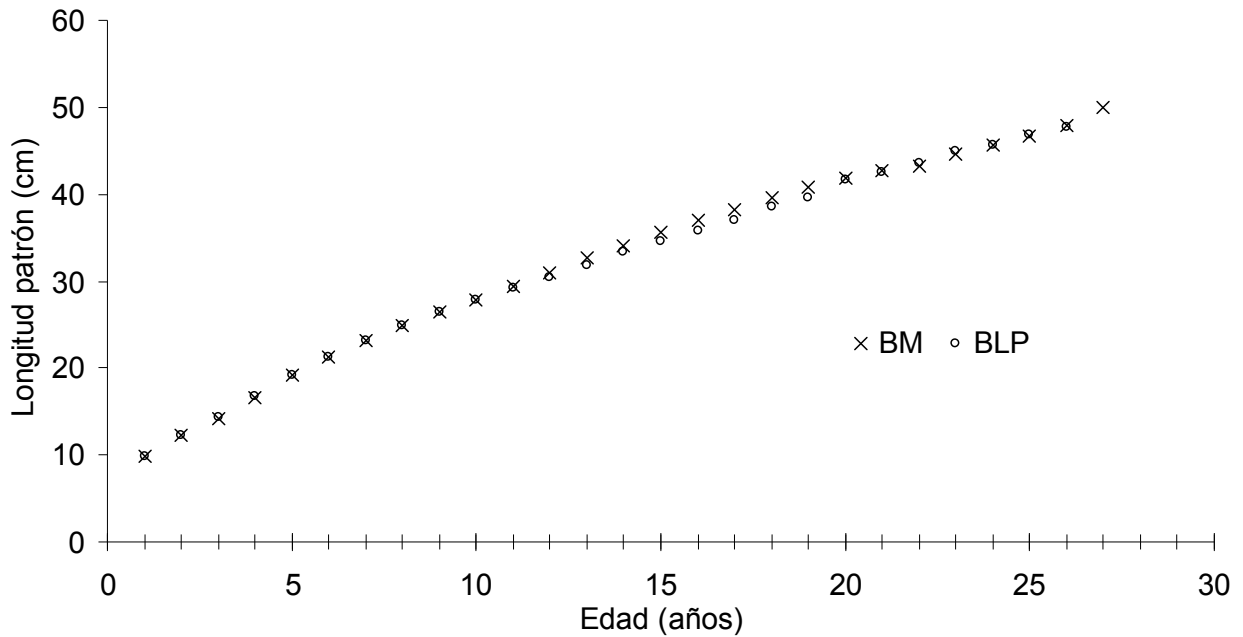


Figura 14. Tallas promedio (cm) retrocalculadas de *C. princeps* en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).

Tabla 7. Talla promedio (cm) retrocalculada a la edad para *C. princeps* en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).

Edad	BLP	BM
1	9.9	9.7
2	12.2	12.1
3	14.3	14.1
4	16.8	16.6
5	19.2	19.2
6	21.3	21.2
7	23.2	23.0
8	24.8	24.8
9	26.4	26.3
10	27.8	27.8
11	29.1	29.3
12	30.4	31.0
13	31.8	32.6
14	33.2	34.0
15	34.6	35.7
16	35.7	36.9
17	36.9	38.2
18	38.5	39.5
19	39.6	40.7
20	41.7	41.8
21	42.4	42.6
22	43.4	43.3
23	44.9	44.6
24	45.6	45.7
25	46.8	46.7
26	47.6	47.9
27	—	50.0

7.8 CRECIMIENTO INDIVIDUAL

Para estimar los parámetros del MCVB que describen el crecimiento individual de *C. princeps*, se utilizaron los promedios de tallas retrocalculadas a la edad y la longitud de la larva a la edad cero que fue de 0.26 cm. Los parámetros del modelo se estimaron considerando todos los grupos de edad a través del programa STATISTICA 6.0.

Los valores de los parámetros del MCVB mediante el método iterativo para BLP y BM (y para ambas zonas) fueron muy similares en cuanto a la longitud máxima promedio (L_{∞}) y a la tasa de crecimiento (k), mientras que t_0 fue relativamente elevado debido quizás a la pobre representación de los primeros grupos de edad (Tabla 8).

Tabla 8. Parámetros del modelo de von Bertalanffy para *C. princeps* en Bahía de La Paz (BLP), Bahía Magdalena (BM) y ambas zonas.

	BLP	BM	Ambas zonas
L_{∞}	61.52 cm	61.92 cm	63.13 cm
k	0.05	0.05	0.04
t_0	-1.75	-1.59	-1.74
r^2	0.99	0.99	0.99
S.E.±	1.39	1.23	1.31

El resultado de los parámetros de crecimiento mediante los métodos lineales de Ford-Walford & Beverton-Holt, se presentan en la tabla 9 para BLP y BM. Los valores de L_{∞} , obtenidos, son muy similares a las longitudes máximas observadas (LP).

Tabla 9. Parámetros del modelo de von Bertalanffy calculados mediante métodos lineales (Ford-Walford & Beverton y Holt) para *C. princeps* en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).

	BLP	BM
L_{∞}	49.60 cm	52.76 cm
k	0.10	0.08
t_0	-1.15	-0.55
r^2	0.92	0.94

En la figura 15, se muestra que las tallas promedio retrocalculadas en los primeros grupos de edad para ambas zonas de estudio, son mayores a las calculadas, debido principalmente a la selectividad del arte de pesca y al procedimiento de obtención de muestras. Sin embargo, a medida que los individuos son más viejos los datos observados se ajustan a los calculados.

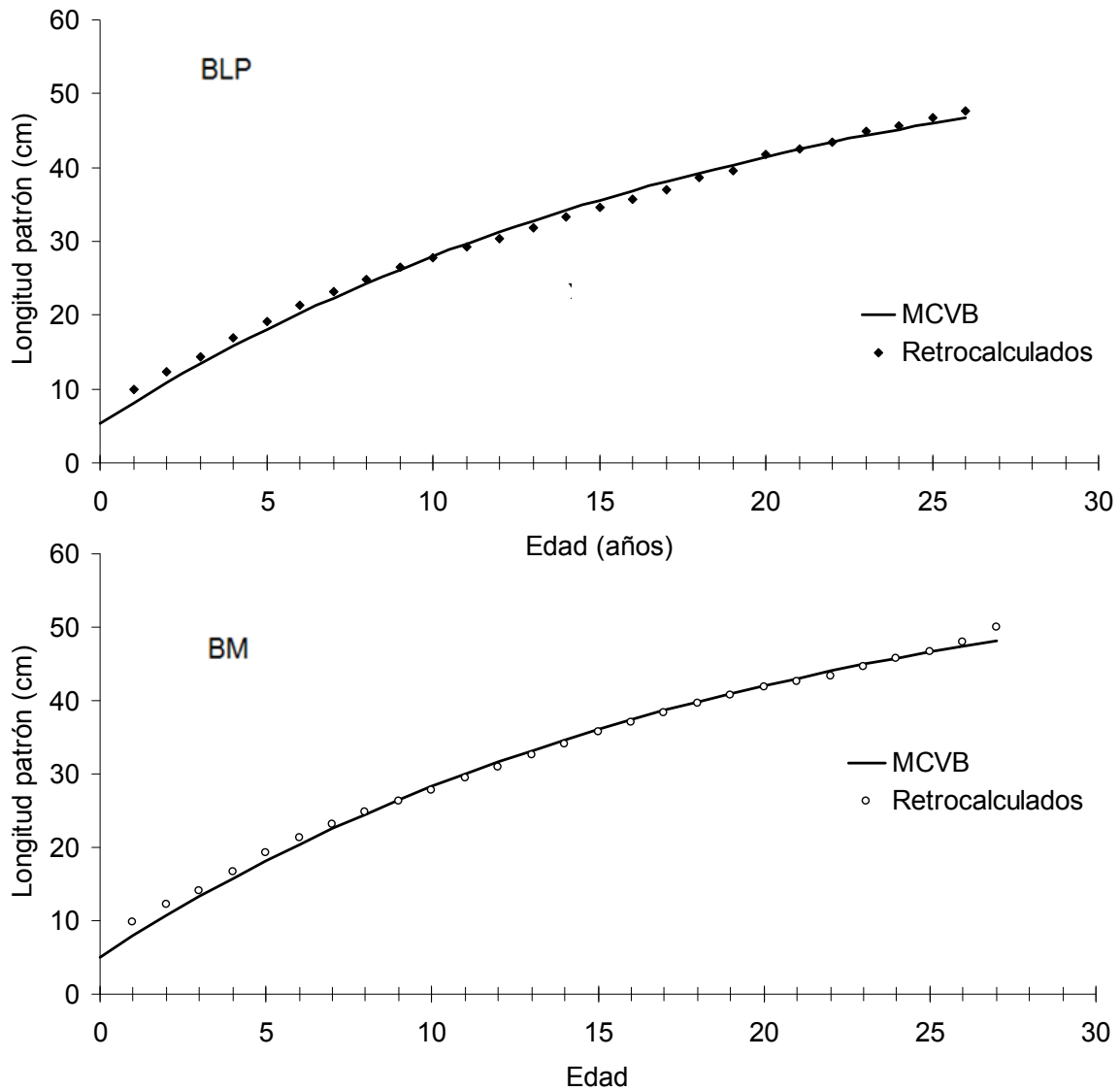


Figura 15. Curvas de crecimiento individual de *C. princeps* a través de métodos iterativos realizadas en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).

La prueba Chi-cuadrada mostró que no existen diferencias significativas en las tallas estimadas por grupo de edad de *C. princeps* entre las áreas de estudio, ($\chi^2:0.163$, gl: 26, $p>0.05$), por lo tanto se estimó un modelo de crecimiento general cuyos resultados se muestran en la en la figura 16.

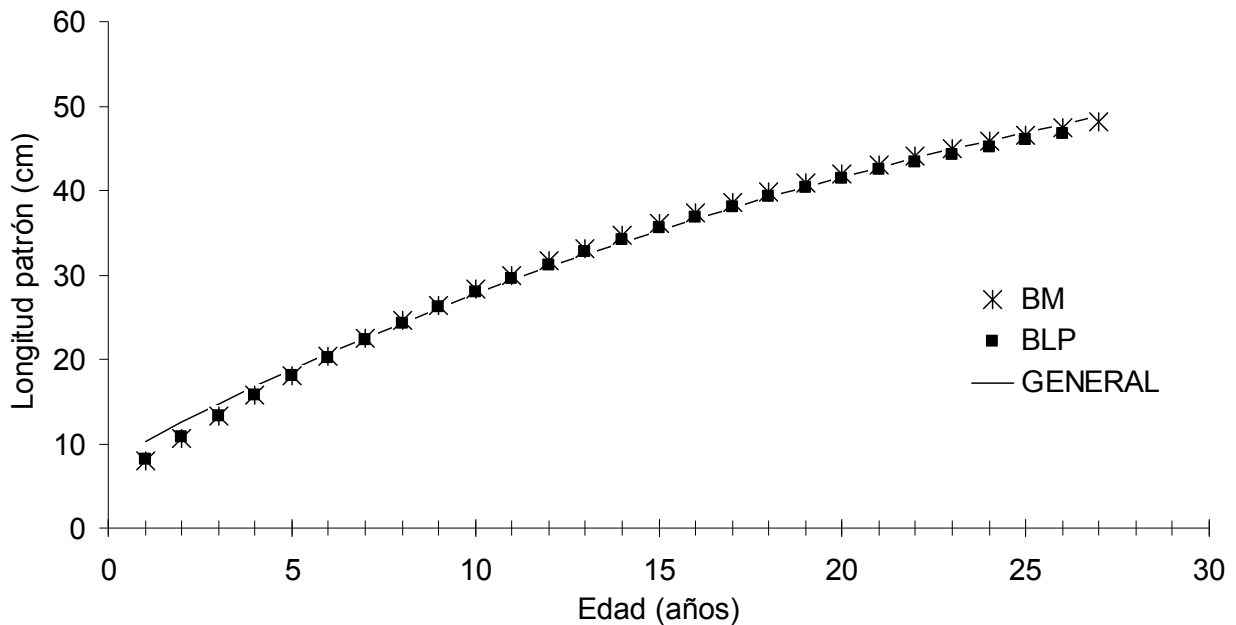


Figura 16. Comparación de las curvas de crecimiento individual de *C. princeps* realizadas a través de métodos iterativos en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).

Las curvas de crecimiento para BLP y BM estimadas a través de los métodos lineales de Ford-Walford & Beverton-Holt (Fig. 17), mostraron una mayor flexión que por el método iterativo, debido principalmente al incremento en el valor de k y a la reducción en el valor de L_{∞} .

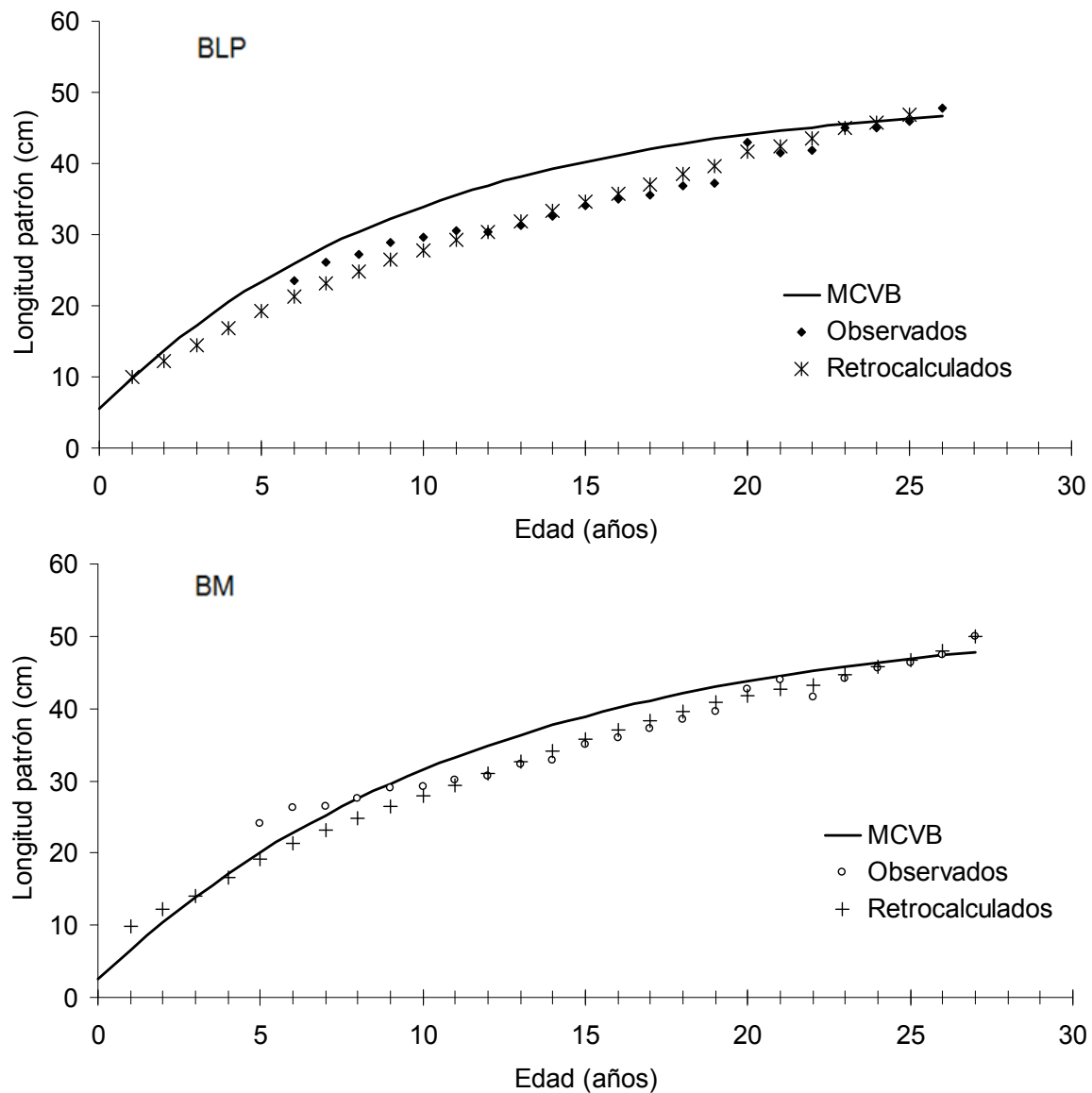


Figura 17. Curvas de crecimiento individual de *C. princeps* estimadas a través de modelos lineales en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM).

La similitud encontrada en el crecimiento entre zonas se fortaleció al evaluar el índice de desempeño (Φ'). Mediante los parámetros L_{∞} y k obtenidas de los métodos iterativos se encontró un valor de $\Phi'=2.28$ tanto en BLP y BM, mientras que por los parámetros obtenidos por métodos lineales se obtuvo un valor de $\Phi'=2.40$ en BLP y $\Phi'=2.37$ en BM. Los valores de Φ' indican un patrón de crecimiento similar para esta especie en BM y BLP.

8. DISCUSIÓN

8.1 MUESTREO

Debido a que las muestras de *C. princeps* fueron recolectadas de los mercados de la Ciudad de La Paz, B.C.S., estas tuvieron algunas limitantes como la selectividad de los artes de pesca (anzuelo no. 7 y la línea de mano), la selección por los pescadores y los vendedores del producto en el mercado, quienes escogen las tallas de acuerdo a la demanda del producto. Ante esta situación, los ejemplares muestreados estuvieron sesgados hacia las tallas comerciales (31-41 cm LP), teniendo poca o nula representatividad de individuos pequeños (<31 cm LP) y grandes (>41 cm LP). Turner *et al.* (1983) mencionan que cuando existe alguna preferencia por peces grandes, los peces pequeños son menos susceptibles de ser capturados o son evitados por los pescadores.

Sin embargo, Elorduy-Garay *et al.* (2005) reportan que la estructura de tallas de *C. princeps* obtenida por los pescadores, no difiere de las tallas que se encuentran en los mercados de la Ciudad de La Paz, aunque con este tipo de muestras regularmente se tendrán las limitantes mencionadas en el párrafo anterior. Por esta razón y para posteriores investigaciones es conveniente complementar las muestras conseguidas de los mercados con ejemplares obtenidos en playa.

La mayor producción de *C. princeps* se obtiene frente al área de BM (Fig. 1), debido quizás a que en esta zona la abundancia de este recurso sea mayor que en BLP. La Carta Nacional Pesquera (2004), menciona que esta pesquería está siendo aprovechada a su máximo sustentable.

En Bahía de La Paz, “la pierna” *Caulolatilus princeps* es capturada conjuntamente con “el conejo” (*C. affinis*) y aunque esta última especie no es motivo de estudio en el presente trabajo, es importante mencionar su escasez en los mercados de la Ciudad de La Paz. Esto se reflejó en los reportes de pesca que indican que el 70% de las capturas en BLP son de “pierna” y el 30% de “conejo” (Carta Nacional Pesquera, 2004).

8.2 ESTRUCTURA DE TALLAS

El intervalo de tallas de *C. princeps* fue casi el mismo en ambas zonas de estudio (24-51 cm LP en BLP y 25-51 cm LP en BM). Además, para ambas zonas el intervalo de 31-41 cm LP fue el más abundante en los mercados. Esta homogeneidad en la estructura de tallas es un reflejo de que en ambas zonas de pesca se está utilizando el mismo arte de pesca e igual tamaño de anzuelo. Elorduy-Garay *et al.* (2005) reportan un intervalo de tallas de 15.2 a 50.5 cm LP, con mayor abundancia de individuos en el intervalo 23 a 35 cm LP. Estas diferencias en la estructura de tallas posiblemente tengan su origen en que se utilizó un número de anzuelo diferente para la captura.

No obstante que la estructura de tallas en BLP fue muy parecida a la de BM, el resultado de la prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S) nos indicó diferencias estadísticas significativas entre ellas. Esto se debió a que dentro de este intervalo (31-41 cm LP) BLP presentó a los 32 cm LP una moda con mayor frecuencia, mientras que la moda mas alta en BM se encontró a los 33 cm LP (Tabla 1), la prueba K-S, suele ser sensible a las diferencias en frecuencias de los intervalos de tallas.

Se ha observado para algunos malacántidos que existe una diferencia en la estructura de tallas entre machos y hembras, siendo los machos más grandes que las hembras, lo que ha sido asociado al hermafroditismo protogínico de algunas especies (Ross & Merriner, 1983; Turner *et al.*, 1983; Erickson & Grossman, 1986; Elorduy-Garay & Ruiz-Córdova; 1998; Munday, 2004). Sin embargo, para *C. princeps* no se han reportado diferencias en la estructura de tallas debidas al sexo (Elorduy-Garay *et al.*, 2005). En el presente estudio no pudimos determinar si existió un efecto en la talla debido al sexo, ya que los organismos llegan al mercado sin gónadas, por lo que no fue posible determinar el sexo.

En la estructura mensual de tallas (Fig. 7) no se observó un patrón de reclutamiento a la pesquería en ninguna de las zonas, esto se debió a que los muestreos solamente se realizaron en los mercados con los problemas de selectividad ya mencionados.

8.3 RELACIÓN ENTRE EL RADIO TOTAL DEL OTOLITO Y LA LONGITUD DEL PEZ

El análisis de la relación RT-LP es ampliamente utilizada en los estudios de crecimiento individual en peces. Variaciones en los parámetros de esta relación pueden tener efectos importantes en las estimaciones de las longitudes retrocalculadas (Ricker, 1992), de ahí la importancia de obtener una estimación adecuada de estos valores.

La relación entre longitud del pez y el tamaño del otolito fue lineal y significativa. Lo que nos permite establecer que el otolito de *C. princeps* es una estructura adecuada para describir el crecimiento y estimar las tallas a edades pretéritas. Estos resultados son similares a los reportados por otros autores para varios malacántidos (Ross & Huntsman, 1982; Turner *et al.*, 1983; Elorduy-Garay & Díaz-Uribe, 1994; Elorduy-Garay *et al.*, 2005). En la tabla 10 se presentan los valores de la relación RT-LP para *C. princeps* (Elorduy-Garay *et al.*, 2005) y para *C. affinis* (Elorduy-Garay & Díaz-Uribe, 1994). Las diferencias entre los valores de “a” y “b” reportadas por Elorduy-Garay *et al.* (2005) y las encontradas por esta investigación para *C. princeps* de Bahía de La Paz, fueron menores que la diferencia entre las localidades del presente estudio (BLP vs BM), por lo que es posible suponer que no haya diferencias significativas en esta relación para *C. princeps* en Bahía de La Paz y la obtenida con ejemplares de hace veinte años.

Tabla 10. Relación RT-LP para *C. princeps* en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena (BM). Tomados de: ¹Elorduy-Garay *et al.* (2005), ²este estudio.

	<i>C. princeps</i> ¹	<i>C. princeps</i> ² (BLP)	<i>C. princeps</i> ² (BM)
a	4.6	5.8	3.4
b	64.2	70.2	77.1
r ²	0.60	0.71	0.83

Mediante la prueba de pendientes y elevaciones, no se detectaron diferencias en la relación RT-LP de *C. princeps* entre las zonas de estudio (ANDECOVA, $p > 0.05$). Podemos suponer que *C. princeps* en BLP y en BM es capturada con artes de pesca con características muy similares. Schirripa y Trexler (2000) señalan que la selectividad

de los artes de pesca ocasiona cambios significativos en los valores del intercepto de esta relación, ocasionando una subestimación de la edad, en individuos jóvenes.

Los inconvenientes que suele tener el valor del intercepto de la relación radio del otolito-longitud del pez, son debido a que tiende a sesgar el valor de la longitud, por efecto de la selectividad que actúa sobre el tamaño del cuerpo del pez y no sobre el tamaño del otolito (Ricker, 1992). Sin embargo, es difícil obtener ejemplares que representen todas las tallas de la población, cuando se tiene un arte de pesca tan selectivo como es el anzuelo (Bagenal & Tesch, 1978).

En otros malacántidos como *Caulolatilus microps*, Ross & Huntsman (1982), reportaron una relación de tipo lineal $LT=1.3+9.1*RT$, con valores muy cercanos a los reportados en este estudio. Turner et al. (1983), obtuvieron para *Lopholatilus chamaeleonticeps* incrementos del radio del otolito proporcional al tamaño del pez, utilizando datos transformados con logaritmos, obteniendo una relación general ($\ln LF=-0.43+1.1\ln RT$; $a=0.63$, $b=3.03$), debido a que en esta investigación la relación fue lineal no se realizó la transformación logarítmica ya que la relación sin modificación obtuvo un coeficiente de determinación (r^2) significativo para ambas zonas.

8.4 ESTIMACIÓN DE LA EDAD

Las marcas de crecimiento están conformadas por un anillo opaco, que se asocia a periodos de rápido crecimiento y a una buena condición corporal, mientras que la zona hialina está relacionada a periodos de crecimiento lento y a la reproducción (Campana & Thorrod, 2001). De esta manera el conjunto de un anillo opaco y uno hialino se consideró como una marca de crecimiento.

El porcentaje de otolitos útiles para la estimación de la edad en el presente trabajo (BLP 76% y BM 77%) fue inferior al reportado por Elorduy-Garay et al. (2005) para *C. princeps* (87%), para *L. chamaeleonticeps* (90%) (Turner et al., 1983) y para *C. affinis* (92%) por Elorduy-Garay y Ruiz-Córdova (1998). Sin embargo, el porcentaje fue muy parecido al encontrado por Ross & Hunstman (1982) para *C. microps* (71%). El

principal factor que impidió la lectura fueron los otolitos rotos (BLP 17% y BM 19%), aunque también se descartaron por los patrones de crecimiento aberrantes (BLP 7% y BM 4%) de la estructura. Turner *et al.* (1983) menciona que una dificultad al estimar la edad de *C. microps* se debió a los patrones aberrantes de crecimiento del otolito, lo que causó problemas al analizar las tasas de crecimiento.

Las marcas de crecimiento fueron fácilmente identificables en los primeros grupos de edad, conforme las marcas estaban más cerca del borde fueron más difíciles de leer, debido a la proximidad entre ellas, ocasionadas por la disminución del ancho de las marcas de crecimiento. Situación similar fue reportada para *C. affinis* (Elorduy-Garay & Díaz-Urbe, 1994; Elorduy-Garay & Ruiz-Córdova, 1998), en donde se tuvieron dificultades para leer las marcas cerca del margen. Esta situación es común para muchas otras especies, ya que las tasas de crecimiento disminuyen de manera significativa en individuos adultos, no obstante se continúan depositando marcas periódicas sobre el borde del otolito (Hayashi, 1976; Landa & Piñero, 2000; Masuda *et al.*, 2000; Lucena & O'Brien, 2001).

La comparación entre lectores es una medida de consistencia y puede ser usada como un indicador de la confiabilidad de esas interpretaciones (Casselman, 1983), por lo cual en este trabajo solo se consideraron los conteos de las marcas de los otolitos en donde hubo coincidencia entre los lectores.

8.5 PERIODICIDAD DE FORMACIÓN DE LAS MARCAS DE CRECIMIENTO

La validación de la edad es llevada a cabo tradicionalmente por estudios de marcado-recaptura, identificación y seguimiento de clases anuales fuertes o débiles, frecuencia de tallas y análisis del borde de otolitos a través de un ciclo anual. La finalidad de estos estudios es demostrar la periodicidad de formación de los anillos o marcas de crecimiento y su discriminación con respecto de marcas secundarias relacionadas con migraciones, enfermedades, etc, los cuales pueden presentar, a veces una apariencia similar a un anillo de crecimiento (Aguayo & Gili, 1984).

La observación de las marcas de crecimiento en los otolitos de *C. princeps* de BLP y BM fue problemática, sobretodo en el margen de los otolitos de individuos viejos. Esto ocasionó problemas al momento de determinar la periodicidad de formación de las marcas de crecimiento, ya que en la mayoría de los casos fue difícil distinguir con seguridad el tipo de borde (opaco o hialino), principalmente en los otolitos de los individuos de BM, por lo cual se determinó la periodicidad de formación de las marcas de crecimiento utilizando los otolitos de BLP. Campana (2001), menciona que la apariencia de los otolitos en individuos de la misma especie, puede variar debido a las zonas y al grupo de edad que se esté analizando.

La dificultad mencionada en el párrafo anterior se debió posiblemente a la naturaleza misma de los otolitos de *C. princeps* y al tipo de iluminación utilizado para su lectura (luz reflejada contra un fondo oscuro). No obstante, existen algunas ventajas del método de validación empleado en este trabajo, como son su sencillez, la rapidez en la obtención de resultados y su bajo costo.

Esta problemática se ha presentado entre los miembros de la misma especie, como fue el caso de *Caulolatilus princeps* y de *C. affinis* (Elorduy-Garay *et al.*, 2005; Elorduy-Garay & Diaz-Uribe, 1994) donde las marcas de crecimiento cercanas al margen también fueron difíciles de observar y de medir.

De acuerdo al resultado en la determinación de la periodicidad de formación de las marcas de crecimiento para los otolitos de *C. princeps* en el área de BLP, el mayor porcentaje de bordes opacos se observó durante julio a noviembre presentando una estrecha relación con valores altos de la TSM. Esto nos permite concluir que la depositación de las marcas de crecimiento en los otolitos es anual. La formación de una marca opaca se asocia con periodos de rápido crecimiento, así como a buenas condiciones nutricionales del pez, a diferencias de las marcas hialinas las cuales se relacionan a períodos de lento crecimiento y a períodos reproductivos (Hussy & Mossegard, 2004; Høie *et al.*, 2008).

Elorduy-Garay *et al.* (2005), también encontraron una periodicidad anual para los otolitos de *C. princeps* en BLP, para los años de 1986-1987 y mencionan que la depositación de la marca opaca coincidió con valores altos del factor de condición ocurridos de junio a noviembre. Esto coincide con los resultados encontrados en la presente investigación ya que en estos meses es cuando encontramos la mayor proporción de otolitos con borde opaco.

Los meses con mayor porcentaje de otolitos con bordes opacos para *C. princeps* en BLP, posiblemente se relacione con etapas de buena alimentación en la que se almacena energía que se utilizará en la época de reproducción que ocurre de noviembre-marzo (Elorduy-Garay & Ramírez-Luna, 1994).

Por medio de incrementos marginales, Ross & Huntsman (1982) encuentran que la formación de las zonas hialinas para *C. microps* ocurre de febrero a abril. La formación de una marca de crecimiento la relacionan con el inicio del desarrollo gonadal así como con el fotoperiodo.

Turner *et al.* (1983) encontraron en *L. chamaeleonticeps* valores bajos en junio y máximos en enero-febrero, concluyendo que la formación de una marca de crecimiento ocurre una vez al año.

8.6 ESTRUCTURA POR EDADES

A partir de la lectura de los otolitos fue posible evidenciar 21 grupos de edad para BLP y 23 para BM, la edad máxima fue de 26 años para ambas zonas, en ninguna de las zonas se observaron individuos con menos de 5 marcas de crecimiento debido a la selectividad con los organismos.

Elorduy-Garay *et al.* (2005), determinaron la edad y crecimiento de *C. princeps* en BLP con datos de 1986-1987, encontrando 21 grupos de edad para sexos combinados (del 1 al 21), la edad cinco fue la más abundante (27%). Mencionan que los organismos con menos de 4 años estuvieron parcialmente reclutados a la pesquería. En nuestra investigación, realizada veinte años después (2006-2007), se encontraron algunas

diferencias como una edad máxima mayor, un corrimiento en la edad modal hacia grupos mayores y que los individuos menores de cinco años no se presentaron en la pesquería.

Se ha visto que existen diferencias en la edad de los malacántidos debidas al sexo; en algunas especies, los machos alcanzan edades mayores que las hembras, como en *C. microps* (Ross & Huntsman, 1982) y en *C. affinis* (Elorduy-Garay & Ruiz-Córdova, 1998), mientras que para *Lopholatilus chamaeleonticeps* las hembras alcanzan mayores edades que los machos (Turner *et al.*, 1983). De acuerdo a Elorduy-Garay *et al.* (2005) *C. princeps* podría ser la excepción a la regla, ya que no se han detectado estas diferencias.

La especie mas longeva de los malacántidos es *L. chamaeleonticeps* alcanzando hasta 35 años para hembras y 26 para machos (Turner *et al.*, 1983). De acuerdo a los resultados obtenidos por Elorduy-Garay *et al.* (2005) y a los del presente trabajo, *C. princeps* puede ser considerada como una especie de longevidad media dentro de los malacántidos.

8.7 RETROCÁLCULO DE TALLAS A EDADES PRETÉRITAS

El retrocálculo de las longitudes es una metodología frecuentemente utilizada para la estimación de las tallas para edades que raramente son observadas en la pesquería, por esta razón se utilizan las tallas retrocalculadas a la edad para obtener un mejor estimado de las curvas de crecimiento. A pesar de que la técnica es muy popular, es poco entendida (Francis, 1990; Araya & Cubillos, 2002), ya que esta puede tener fallas por errores en el conteo de las marcas de crecimiento, en la determinación de la época de formación de las marcas y a una mala elección de la función matemática que describe la relación entre el tamaño del cuerpo y la estructura a utilizar.

La función a escoger debe describir la proporcionalidad entre el crecimiento somático del pez y de la estructura usada para determinar la edad, ya que esto es la base del retrocálculo de longitudes a edades pretéritas (Carlander, 1981; Campana, 1990;

Lucena & O'Brien, 2001).

Existen diferentes métodos para el retrocálculo de tallas a edades pretéritas, el más ampliamente utilizado es el de Fraser-Lee, sin embargo esta metodología es sensible a la edad, ya que no explica la variación del crecimiento de cada pez, y no se tiene una hipótesis clara de cómo maneja la proporcionalidad entre la estructura y el tamaño del pez (Francis, 1990; Horppila & Nyberg, 1999), por lo que se decidió utilizar la metodología propuesta por Francis (1990) basada en la hipótesis de proporcionalidad corporal (BPH siglas en inglés), bajo el supuesto de que: Si un pez al momento de la captura, es relativamente más pequeño que el pez promedio con un determinado tamaño de otolito, entonces el pez sería relativamente más pequeño que el promedio de los peces a lo largo de su vida.

Las tallas retrocalculadas para cada grupo de edad en *C. princeps* fueron muy similares en ambas zonas, como lo demuestra la prueba de Chi-cuadrada con la cual no se encontraron diferencias significativas. Tampoco se encontraron diferencias en la relación entre RT-LP. Estos resultados, a pesar de que no son una prueba de validación, indicarían que los criterios utilizados en la lectura de las marcas de crecimiento fueron los adecuados.

Las tallas observadas fueron mayores que las retrocalculadas en los primeros grupos de edad para ambas zonas. Araya & Cubillo (2002) mencionan que las tallas retrocalculadas a edades pretéritas tienden a ser menores que las observadas, lo que pareciera ser un aparente cambio en la tasa de crecimiento, esto es conocido comúnmente como el fenómeno de Rosa Lee. La teoría más aceptada para explicar este fenómeno, es que los individuos con tasas de crecimiento más elevadas de una clase anual tienen una mayor tasa de mortalidad que los de crecimiento lento (Ricker, 1975, 1992), provocando que sean capturados a edades tempranas. Esto trae como consecuencia que las tallas observadas en los primeros grupos de edad estén sobre estimadas, este efecto va disminuyendo conforme se incrementa la edad.

Elorduy-Garay *et al.* (2005) no realizaron retrocálculo, puesto que en sus muestras

encuentran individuos de hasta un año, con una talla promedio de 15.5 cm LP, por lo que estimar las tallas retrocalculadas no sería de utilidad. Ricker (1992) menciona que el retrocálculo no está bien entendido, pues aunque se cuentan con las tallas de las primeras edades, aun así se estiman éstas, cuando no hay necesidad de hacerlo.

8.8 CRECIMIENTO INDIVIDUAL

El patrón de crecimiento en *C. princeps* se obtuvo ajustando las tallas retrocalculadas al modelo de crecimiento de von Bertalanffy (MCVB). Este modelo ha sido utilizado para estimar el crecimiento un gran número de especies de peces, ya que sus parámetros tienen un significado biológico, describe el crecimiento de la mayoría de las especies y sus parámetros han sido incorporados a modelos para la evaluación de los recursos (Tesch, 1968, Gómez-Márquez, 1994, King, 1995).

El crecimiento de *C. princeps* fue representado adecuadamente por el MCVB ya que los valores calculados se acoplaron a los observados. En este trabajo el valor estimado de t_0 a través del método iterativo en ambas zonas fue muy pequeño, pese a la introducción del valor de la larva. Cuando los datos de individuos pequeños son insuficientes o no están presentes en las muestras, es probable que el valor de t_0 sea más pequeño que el real lo que ocasionaría una subestimación del valor de k (Pajuelo *et al.*, 2003).

Al estimar los parámetros del MCVB por métodos lineales y no lineales (Tablas 8 y 9) observamos diferencias entre ellos. Las longitudes máximas promedio (L_∞) obtenidas por el método lineal de Ford-Walford en ambas zonas de pesca, fueron similares a las longitudes máximas observadas, mientras que la L_∞ estimada por el método no lineal fue más grande (20% en BLP y 15 % en BM).

Los parámetros del MCVB obtenidos por otras investigaciones se presentan en la tabla 11. Las diferencias entre las estimaciones pueden ser debidas al número de grupos de edad utilizados y a la talla retrocalculada para cada grupo de edad.

Tabla 11. Parámetros del MCVB para diferentes especies de malacántidos en México. Tomados de: ¹Elorduy-Garay & Díaz-Urbe (1994). ²Elorduy-Garay *et al.* (2005). ³Este estudio en Bahía de La Paz (BLP) y Bahía Magdalena.

Parámetro	<i>C. affinis</i> ¹	<i>C. princeps</i> ²	<i>C. princeps</i> (BLP) ³	<i>C. princeps</i> (BM) ³
L_{∞}	42.28 cm	46.08 cm	49.60 cm	52.76 cm
K	0.13	0.11	0.10	0.08
t_0	-2.71	-2.76	-1.15	-0.55

Al analizar los valores de phi prima (Φ'), podemos ver que estos son muy similares entre sí (Tabla 12). Pauly & Munro (1984) consideran a phi prima como una medida de similitud del patrón de crecimiento. Los valores de Φ' para una misma especie tienden a ser muy parecidos; mientras mas alejado sea el nivel taxonómico, la diferencia de los valores de Φ' será mayor (Munro & Pauly 1983).

En la tabla 12 se muestran los valores de Φ' reportados en FISHBASE para algunas especies de malacántidos. Se observa que los valores de Φ' para las especies de un mismo género se encuentran mas cercanas entre si, la excepción es *C. microps*, que se asocia más a *L. chamaeleonticeps*, tal vez porque estas dos especies son las más grandes de los malacántidos. El valor de Φ' para *C. affinis* fue de 2.38, *C. microps* de 2.96 y *L. chamaeleonticeps* 3.10. Debido a la cercanía taxonómica, es de esperar que *C. princeps* tenga un valor de Φ' más cercano al de *C. affinis*, implicando que además tienen un patrón de crecimiento similar.

Tabla 12. Parámetros de crecimiento de algunas especies de la familia Malachantidae, tomados de la base de datos fishbase (www.fishbase.org).¹ Este trabajo.

Localidad	Especie	L_{∞}	k	Φ'
Bahía de La Paz ¹	<i>C. princeps</i>	61.52 cm LP	0.05	2.28
Bahía Magdalena ¹	<i>C. princeps</i>	61.92 cm LP	0.05	2.28
Bahía de La Paz	<i>C. princeps</i>	46.08 cm LP	0.13	2.36
Golfo de California	<i>C. affinis</i>	42.28 cm LP	0.13	2.38
Carolina del Norte, E.UA.	<i>C. microps</i>	81.40 cm LT	0.13	2.96
Nueva Inglaterra, E.U.A.	<i>L. chamaeleonticeps</i>	90.20 cm LF	0.08	3.10
Este de China	<i>B. japonicus</i>	34.20 cm LT	0.30	2.55

A pesar de las diferencias encontradas en los parámetros de crecimiento en otros malacántidos (Tabla 12), podemos considerar que la mayoría de las especies de esta familia, incluida *C. princeps*, presentan crecimiento lento y longevidades medias o altas (Ross & Huntsman, 1982; Turner *et al.*, 1983; Elorduy-Garay & Ruiz-Córdova, 1998). Los casos extremos son: *L. chamaeleonticeps* que alcanza hasta de 35 años de edad y 115 cm LF (Turner *et al.*, 1983); mientras que *B. japonicus* solo alcanza 8 años de edad y 32.2 cm LT (Hayashi, 1976).

Nuestros resultados tienen el mismo sentido que los reportados para las otras especies de la familia Malacanthidae; esto es, son especies de crecimiento lento y longevidades medias o altas (Ross & Huntsman, 1982; Turner *et al.*, 1983; Elorduy-Garay & Ruiz-Córdova, 1998). Los casos extremos son: *L. chamaeleonticeps* que alcanza hasta 35 años de edad y 115 cm LF (Turner *et al.*, 1983); mientras que *Branchiostegus japonicus* solo alcanza 8 años de edad y 32.2 cm LT (Hayashi, 1976).

La temperatura es uno de los principales factores que afectan el crecimiento. Se ha visto que una misma especie con amplia distribución geográfica, presenta valores de L_{∞} mayores y tasa de crecimiento (k) menores mientras más templado sea su hábitat, y lo

inverso en áreas tropicales. De esta manera suponíamos en esta investigación, que *C. princeps* en BLP tendría una L_{∞} menor y una k más elevada que en BM, pero esto no fue así. Es probable que en *C. princeps* este efecto sea reducido, ya que al habitar a profundidades relativamente grandes, la temperatura de estos lugares puede ser más o menos constante. Como una regla general, la temperatura decrece con la profundidad, pero la tasa con la que esta cambie puede variar de zona a zona (Haedrich, 1997).

Por otro lado, Bahía de La Paz y Bahía Magdalena se caracterizan por presentar una termoclina profunda y con pocas variaciones de temperatura, la cual oscila entre 16 y 19 °C a 50 metros de profundidad (Obeso-Nieblas *et al.*, 2004). Haedrich (1997) y Tyler (1988) mencionan que a más de 100 metros de profundidad esta termoclina se rompe y se mezcla haciendo que las condiciones físicas a profundidad se vuelvan constantes. Por lo tanto al no haber cambios físicos drásticos, posiblemente las tasas de crecimiento permanezcan constantes o con pocas variaciones.

9. CONCLUSIONES

La estructura de tallas en BLP y BM es muy similar debido a que el arte de pesca con el cual se esta capturando a la especie, es el mismo.

Existen varios factores de selectividad presentes en las muestras obtenidas, lo que dificulta la obtención de individuos de tallas pequeñas y grandes así como la determinación de patrones de reclutamiento.

Los otolitos son estructuras adecuadas para determinar la edad y crecimiento de *C. princeps* ya que reflejan adecuadamente el crecimiento somático y pueden utilizarse para la estimación de tallas a edades pretéritas.

La periodicidad de las marcas de crecimiento en los otolitos de *C. princeps* fue anual y presentó una estrecha relación con la temperatura.

La estructura de edades fue muy similar en BLP y BM, presentando 21 y 23 grupos de edad respectivamente y la mayor abundancia se presento en los grupos de edad 9 al 17.

No se encontraron diferencias en el crecimiento de *C. princeps* entre las zonas.

Los parámetros para BLP fueron: $L_{\infty}=61.52$ cm, $k=0.05$, $t_0=-1.75$; para BM $L_{\infty}=61.91$ cm, $k=0.05$, $t_0=-1.59$. Los parámetros obtenidos mediante métodos lineales fueron para BLP: $L_{\infty}=46.60$ cm, $k=0.10$, $t_0=-1.15$ y BM $L_{\infty}=52.76$ cm, $k=0.08$, $t_0=-0.55$. Los métodos lineales dieron un mejor estimado de los valores de L_{∞} observados, mientras que el método no lineal presentó un mejor ajuste de estos valores.

De acuerdo a los parámetros de crecimiento encontrados *C. princeps* es una especie de lento crecimiento con longevidades medias con respecto a otros malacántidos.

El valor de Φ' fue idéntico en las dos zonas de estudio indicando que el patrón de crecimiento es similar.

10. RECOMENDACIONES

Es necesaria la obtención de ejemplares en playa para determinar el tamaño de anzuelo utilizado en la captura así como ampliar el intervalo de talla hacia individuos pequeños y compararlo junto con los que se obtienen en los mercados.

Obtener individuos con gónadas para poder relacionar las diferencias si existieran entre machos y hembras, así como los factores de crecimiento que se pudieran relacionar.

Es conveniente ampliar la zona de estudio sobre todo en las costas del norte de Baja California Sur y en el Golfo de California, a través de convenios y proyectos de investigación entre diferentes instituciones, con el fin de determinar si el crecimiento de la pierna varía entre zonas.

Para futuras investigaciones se recomienda considerar el ángulo de incidencia y de refracción de la luz utilizadas en la determinación de la periodicidad de las marcas de crecimiento, así como la consideración de otras técnicas como sería el quemado de los otolitos.

A pesar de que la especie es una de las más importantes de la pesquería artesanal más importantes en Baja California Sur no se tiene un plan de manejo, por lo que es importante la realización de proyectos que involucren más aspectos biológicos, pesqueros y sociales, con la finalidad de integrar las bases técnicas y sociales de un potencial plan de explotación.

11. REFERENCIAS

- Aceves-Medina, G.; R. Saldierna-Martínez; A. Hinojosa-Medina; S.P.A. Jiménez-Rosenberg; M. E. Hernández-Rivas & R. Morales-Ávila. 2008. Vertical structure of larval fish assemblages during diel cycles in summer and winter in the southern part Bahía de La Paz, México. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 4:889-901.
- Aguayo, H M. & V.R. Gili. 1984. Edad y crecimiento de Merluza de cola (*Macruronus magellanicus*, Lönnberg). *Invest. Pesq.* 31:47-57.
- Anónimo. 2005. Anuario Estadístico de pesca. Dirección de Estadística y Registro Pesquero. Secretaría de Pesca. México. 216 p.
- Araya, M. & L. Cubillos. 2002. El análisis retrospectivo del crecimiento en peces y sus problemas asociados. *Gayana (Concept.)*. 66:161-179.
- Bagenal, T.B. & F.W. Tesch. 1978. Age and Growth. In *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. Blackwell Sci. Pub. Oxford. 101-136 p.
- Bellquist, L.F.; C.G. Lowe & J.E. Caselle. 2008. Fine-scale movement pattern, site fidelity, and habitat selection of ocean whitefish (*Caulolatilus princeps*). *Fish. Res.*, 91:325-335.
- Beverton, R.J.H. & S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. UK. *Min. Agric. Fish. Invest. (Ser. 2)*: 19:533.
- Brinton, E. & J.L. Reid. 1986. On the effects of interannual variations in circulation and temperature upon euphausiids of the California Current. En: A.C. Pierrot-Bults, S. Vander Spoel, B. J. Zahuarence & R.K. Johnson (eds.). *Pelagic Biogeography. UNESCO Technical Papers in Marine Science*. 49:25-34.
- Carta Nacional Pesquera. 2004. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 15/03/2004.
- Carlander, K.D. 1981. Caution on the use of the regression method of backcalculating length from scale measurement. *Fisheries*. 6:2-4.
- Campana, S.E. & J.D. Neilson. 1985. Microstructure of fish otolith. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42:1014-1032.
- Campana, S.E. 1990. How reliable are growth back-calculations based on otoliths?. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47:2219-2227.
- Campana, S. E. 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *J. Fish Biol.*

- Campana, S.E. & S.R. Thorrold. 2001. Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understanding of fish populations? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58:30-38.
- Casselman, J.M. 1987. Determination of age and growth. En *The biology of fish growth* (A.H. Weatherley & H.S. Gill, eds). Academic Press, New York. N.Y. 209-212 p.
- Ceballos-Vázquez, B. P; J.F. Elorduy-Garay & F.A. García-Domínguez. 1996. First record of hermaphroditic specimens of *Caulolatilus affinis* (Pisces: Branchiostegidae) from the Gulf of California. *Rev. Biol. Trop.* 44:689-690.
- Ceballos-Vázquez, B. P. & J. F. Elorduy-Garay. 1998. Gonadal development and spawning of the Golden-Eyed Tilefish *Caulolatilus affinis* (Pisces: Branchiostegidae) in the Gulf of California, México. *Bulletin of Marine Science.* 63:469-479.
- Daniels, W.W. 1993. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. Limusa. Tercera edición. México. 667 p.
- Díaz, U.J.G. 1989. Edad y crecimiento del conejo *Caulolatilus affinis* Gill 1865 (Pisces: Branchiostegidae) en Bahía de La Paz y sus alrededores, Baja California Sur. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S., México. 99 p.
- Dooley, J.K. 1978. Systematic and biology of tilefishes (Perciformes: Branchiostegidae and Malacanthidae), with description of two new species. NOAA Technical Report, NMFS Circular. 411:1-79.
- Ehrhardt, N.M. 1981. Curso sobre métodos de evaluación de recursos y dinámica de poblaciones. Tercera parte: Parámetros poblacionales. FAO-CICIMAR. La Paz, B.C.S., México. 134 p.
- Elorduy-Garay, J.F. & J. Caraveo-Patiño. 1994. Hábitos alimentarios de la pierna, *Caulolatilus princeps* Jenyns 1842 (Pisces: Branchiostegidae) en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Ciencias Marinas.* 20:199-218.
- Elorduy-Garay, J.F. & J.G. Díaz-Urbe. 1994. Age validation of *Caulolatilus affinis*, Gill 1865 (Pisces: Branchiostegidae) from the Gulf of California using otoliths. *Scientia Marina.* 58:277-287.
- Elorduy-Garay, J.F. & A.K. Peláez-Mendoza. 1996. Hábitos alimentarios de *Caulolatilus affinis*, Gill 1865 (Perciformes: Branchiostegidae) en la Bahía de la Paz, Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.* 44: 241-249.
- Elorduy-Garay, J.F. & S. Ramírez-Luna. 1994. Gonadal development and spawning of female ocean whitefish, *Caulolatilus princeps* (Pisces: Branchiostegidae) in Bay of

- La Paz, B.C.S., Mexico. J. Fish Biol. 44:553-566.
- Elorduy-Garay, J.F. & S.S. Ruiz-Córdova. 1998. Age, Growth, and Mortality of *Caulolatilus affinis* (Osteichthyes: Branchiostegidae) from the Southern Gulf of California. Pacific Science. 52: 259-272.
- Elorduy-Garay, J.F., S.S. Ruiz-Córdova & J.G. Díaz-Urbe. 2005. Age, Growth, and Mortality of *Caulolatilus princeps* (Pisces: Malacanthidae) from the Southern Gulf of California. Hidrobiológica. 15:289-297.
- Erickson, D.L. & G.D. Grossman. 1986. Reproductive demography of tilefish from the South Atlantic Bight with a test for the presence of protogynous hermaphroditism. Transaction of the American Fisheries Society. 114:837-846.
- Everhart, W. H. & W. D. Youngs. 1981. Principles of Fishery Science. Second Edition. Cornell University Press. 350 p.
- Fitch, J.E. & R.L. Levenberg. 1971. Marine food and Game Fishes of California Berkeley: University of California Press, Berkeley. 179 p.
- Francis, R. I. 1990. Back-calculation of fish length: a critical review. J. Fish Biol. 36:883-902
- Gallardo-Cabello, M. 1986. Análisis de las frecuencias de tallas por medio de los métodos de Petersen, Cassie y Bhattacharya, para la determinación de la edad de la bórtola *Phycis Blennoides* (Brunnich 1978) en el Mediterráneo occidental (Pisces: Gadidae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 13:187-196.
- González, L.W. 1977. Aspectos técnicos de preparación de otolitos para estudios de la edad en algunas especies. Lagena. 39:43-48.
- Gómez-Márquez, J.L. 1994. Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. U.N.A.M. Méx. 89 p.
- Hayashi, Y. 1976. Studies on the growth of the red tilefish in the East China Sea. A. fundamental consideration for age determination from otoliths. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 42:1237-1242.
- Haedrich, R.L. 1997. Biogeography of an exploited fish assemblage. En: Pelagic biogeography ICoPB II. Proceedings of the Second International Conference. A.C. Pierrot-Bults and S. van der Spoel. Eds. IOC/UNESCO, Paris.
- Hernández-Trujillo, S.; R. Palomares-García; G.A. López-Ibarra; G. Esqueda-Escárcega & R. Pacheco-Chávez. 2004. Riqueza específica de copépodos en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. Serie Zoología. 75:253-270.

- Høie, H. A.; Folkvord, H. Mosegaard; L.Li; L. A. Worøe Clausen; B. Norberg & J. Geffen. 2008. Restricted fish feeding reduces cod otolith opacity. *J. Appl. Ichthyol.* 24:138-143.
- Horppila, J. & K. Nyberg. 1999. The validity of different methods in the backcalculation of lengths of roach a comparison between scales and cleithra. *J. Fish Biol.* 54:489-498.
- Hussy, K. & H. Mosegaard. 2004. Atlantic cod (*Gadus morhua*) growth and otolith accretion characteristics modeled in a bioenergetic context. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61:1021-1031.
- Jiménez-Illescas, A.R.; M. Obeso-Nieblas & D. Salas-de León. 1997. Oceanografía Física de la Bahía de La Paz, B.C.S. En: Urbán-Ramírez, J. & M. Ramírez-Rodríguez. (Eds.) La Bahía de la Paz, Investigación y Conservación. UABCS-CICIMAR-SCRIPPS: 31-41 p.
- Johnson, G.D. 1984. Percoidei: development and relationship. En: Moser, H.G. W. J Richards; D.M. Cohen; M.P. Fahay; A.W. Kendall Jr.; S.L. Richardson. 1985. Ontogeny and systematics of fishes. *Copeia.* 2:1-253.
- King, M. 1995. Fisheries Biology Assessment and Management. Fishing News Books Press. 338 p.
- Landa, J. & C. Piñeiro. 2000. Megrim (*Lepidorhombus whiffiagonis*) growth in the North-eastern Atlantic based on back-calculation of otolith rings. *ICES. J. Marine Science.* 57:1077-1090.
- Leible, M. & P. Miranda. 1989. El otolito sagita en el reconocimiento de diferentes especies de teleósteos de la costa de Chile. *Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile.* 60:149-160.
- Lucena, F.M. & C. M. O'Brien. 2001. Effect of gear selectivity and different calculation methods on estimating growth parameters of bluefish, *Pomatomus saltatrix* (Pisces: Pomatomidae), from southern Brazil. *Fish. Bull.* 99:432-442.
- Marino, R. P. & J. K. Dooley. 1982. Phylogenetic relationships of the tilefish family Branchiostegidae (Perciformes) based on comparative mycology. *J. Zool. Soc. Lond.* 196: 151–163.
- Masuda, Y; T. Ozawa; O. Onoue & T. Hamada. 2000. Age and growth of the flathead, *Platycephalus indicus*, coastal waters of wheat Kyushu. *Japan. Fish. Res.* 46:113-121.
- Morales-Nin, B. 2000. Review of the growth regulation process of otolith daily increment formation. *Fish. Research.* 46: 53-67.
- Moser, H.G; B.Y. Sumida; D.A. Ambrose; E.M. Sandknop & E.G. Stevens. 1986.

- Development and distribution of larval and pelagic juveniles Ocean Whitefish *Caulolatilus princeps* in the CaLCOFI survey region. California Cooperative Fisheries Investigations Report. 27:162-169.
- Munday, P.L.; J.W. White & R.R. Warner. 2004. A social basis for the development of primary males in a sex changing fish. Proc. Biol. Sci. 273:2845-2851.
- Munro, J.L. & D. Pauly 1983. A simple method to compare growth of fishes and invertebrates. Fishbytes. 1: 5-6.
- Nelson, J. S. 1994. Fishes of the world (Chinese translation of 2nd edition). The Sueichan Press, Taiwan. 614 p.
- Obeso-Nieblas, M., B. Shirasago-German, L. Sánchez-Velasco & J.H. Gaviño rodriguez. 2004. Hydrographic variability in Bahía de La Paz, B.C.S., México, during the 1997-1998 El Niño. Deep-Sea Res. Part II: Tropical Studies in Oceanography. Oceanography of the Eastern Pacific: Volumen III. 51(6-7): 689-710.
- Pauly, D. & L. Munro. 1984. Once more on growth comparison in fish and invertebrates. Fishbyte. 2:21.
- Pajuelo, J.G. & J.M. Lorenzo. 2003. Age estimation and growth of the Zebra sea bream *Diplodus cervinus* (Lowe, 1838) on the Canary Island shelf (Central Atlantic). Fish. Res. 62:97-103.
- Popper, N.A. & Z. Lu. 2000. Structure-function relationships in fish otolith organs. Fish. Research. 46:15-25.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Department of the Environment Fisheries and Marine Service. Bull. Fish. Board. Can. 191:382.
- Ricker, W. E. 1992. Back-Calculation of fish lengths based on proportionality between scale and length increments. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 1018-1026
- Robins, C.R., R.M. Bailey, C.E. Bond, J.R. Brooker, E.A. Lachner, R.N. Lea & W.B. Scott. 1980. A list of common and scientific names of fishes from the United States and Canada. Am. Fish. Soc. Spec. Publ. 12:1-174.
- Ross, J.L. & G.R. Huntsman. 1982. Age, Growth and Mortality of Blueline Tilefish from North Carolina and South Carolina. Trans. Amer. Fish. Soc. 111: 585-592.
- Ross, J.L. & J.V. Merriner. 1983. Reproductive biology of the Blueline Tilefish *Caulolatilus microps* off North Carolina and South Carolina. NMFS Fish. Bull. 81:553-568.
- Salgado-Ugarte, I.H. 1991. Análisis exploratorio de otolitos asimétricos en el pez plano *Kereius bicoloratus* en la Bahía de Tokio. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ.

Nal. Autón. México. 18:261-278.

Schirripa, M.J. & J.C. Trexler. 2000. Effects of mortality and gear selectivity on the fish otolith radius-total length relation. *Fish. Res.* 46:83-89.

Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1995. *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research.* W. H Freeman, New York. 887 p.

Tesch, F.W. 1968. Age and Growth. En Ricker, W.E (Ed). *Methods for assessment of fish production in Fresh Waters.* IBP Handbook No. 3 Blackwell Sci. Publ. 93-123 pp.

Torres, J.G.; A. Lombarte & B. Morales-Nin. 2000. Variability of the sulcus acusticus in the sagittal otolith of the genus *Merluccius* (Merlucciidae). *Fish. Res.* 46:5-13.

Turner, S.C.; C.B. Grimes & K.W. Able. 1983. Growth, mortality and age size structure of the fisheries for Tilefish, *Lopholatilus chamaeleonticeps* in the Middle Atlantic Southern New England Region. *NMFS. Fish. Bull.* 81: 751-763.

Tyler, P.A. 1988. Seasonality in the deep sea. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 18:227-258.

Villaseñor-Casales, A. 1979. Distribución vertical de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en Bahía de La Paz, Baja California Sur, durante primavera de 1976. *CalCOFI Rep.* 20:144-147.

Zar, J.H. 1996. *Bioestatistical Analysis.* 2n ed. Englewood. UK. Prentice Hall. 718 p.