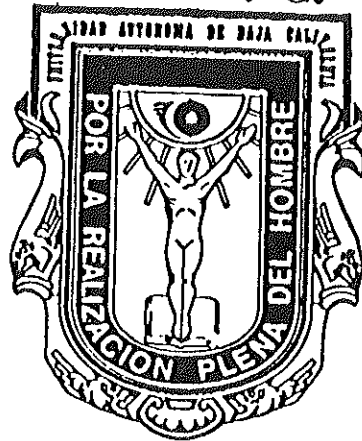


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

U. A. B. C.



EDAD Y CRECIMIENTO DEL CARACOL

Astraca undosa (WOOD, 1828) EN BAHIA

TORTUGAS, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

OCEANOLOGO

PRESENTA

FERNANDO TORRERO MACIAS

ENSENADA, B. C.

JULIO DE 1991

i RESUMEN

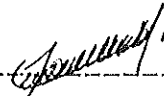
Se estudió la edad y crecimiento de una población de *Astraea undosa* en Bahía Tortugas, Baja California Sur, México. A partir de muestras estacionales obtenidas durante 1988 y 1989, se efectuaron lecturas en los anillos o bandas de los opérculos y utilizando el método de retrocálculo se estimaron las relaciones de talla - edad para hembras y machos, obteniendo las curvas de crecimiento. La formación de los anillos por medio del incremento marginal reveló una disminución de crecimiento en primavera, producto de un desove parcial. Se describió el crecimiento utilizando el modelo generalizado de Von Bertalanffy, el cual fue adecuado para el estudio de crecimiento de *Astraea undosa*. Los patrones de crecimiento de machos y hembras, no presentaron diferencias significativas con un nivel de confianza del 95%, por lo que pueden ser descritos con el modelo general. Se obtuvieron las clases de edad relativa por medio de histogramas de frecuencia y el método de Cassie, resultando ambos ambiguos y con cierta inexactitud por la toma de decisión en el reconocimiento de las clases de edad y puntos de inflexión, respectivamente.

EDAD Y CRECIMIENTO DEL CARACOL *Astraea undosa*(Wood,1828)EN
BAHIA TORTUGAS, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO.

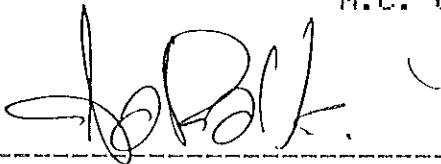
TESIS QUE PRESENTA:

FERNANDO TORRERO MACIAS

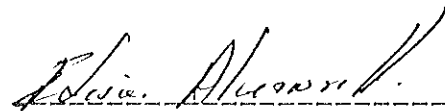
APROBADA POR :



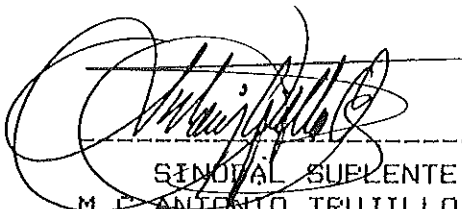
PRESIDENTE DEL JURADO
M.C. GUILLERMO TORRES MOYE



SINODAL PROPIETARIO
DR. JORGE DE LA ROSA VELEZ



SINODAL PROPIETARIO
OCEAN. ELISEO ALMANZA HEREDIA



SINODAL SUPLENTE
M.C. ANTONIO TRUJILLO ORTIZ



SINODAL SUPLENTE
OCEAN. MYRA PAMPLONA SALAZAR

AGRADECIMIENTOS

Agradezco grande y sinceramente a mi director de tesis M.C. Guillermo Torres Moya por su ayuda, apoyo y criticas en la realizaci3n de este trabajo, especialmente por su gran paciencia y profesionalismo, y porque siempre creyo en mi.

A los sinodales : Dr Jorge De La Rosa Velez
 Ocean. Eliseo Almanza H.
 Ocean. Antonio Trujillo
 Ocean. Myra Pamplona S.

Por sus ensefanzas, sugerencias y acertados comentarios.

A la Facultad de Ciencia Marinas por los conocimientos y experiencias que de ella aprendi.

A la familia Velarde por su amistad y apoyo desinteresado y de quienes he recibido mucho.

A mi suegra y a mis cuñados quienes me han apoyado y han creido en mi.

A mis amigos y compaferos; Abraham B. Salazar Godoy, Mauricio Bustos Barrera, Diego S. Chavez Morales, Alejandro estradas, quienes juntos aprendimos mucho.

A la generaci3n XXV de Oceanologos " Pepe Le Piu ".

DEDICATORIAS

A MI ESPOSA POR SU COMPRESION Y PACIENCIA.

A MI MADRE POR SU ESTIMULO SIEMPRE FUERTE Y POR SIEMPRE ESTAR CONMIGO EN TODO MOMENTO (GRACIAS MADRE, QUE GRACIAS A TI HEMOS LOGRADO MUCHO).

A MI FAMILIA EN GENERAL DE QUIENES RECIBI APOYO Y SIEMPRE CREYERON EN MI.

ESPECIALMENTE A MI TIO PABLO TORRERO C., SU ESPOSA Y A MI TIA VICTORIA TORRERO C., A QUIENES SIEMPRE LES ESTARE ETERNAMENTE AGRADECIDO POR SU INCONDICIONAL AYUDA Y APOYO Y A QUIENES QUIERO Y ESTIMO MUCHO, (GRACIAS TIOS POR TODO LO QUE SOY, QUE MIS LOGROS SON SUYOS).

INDICE

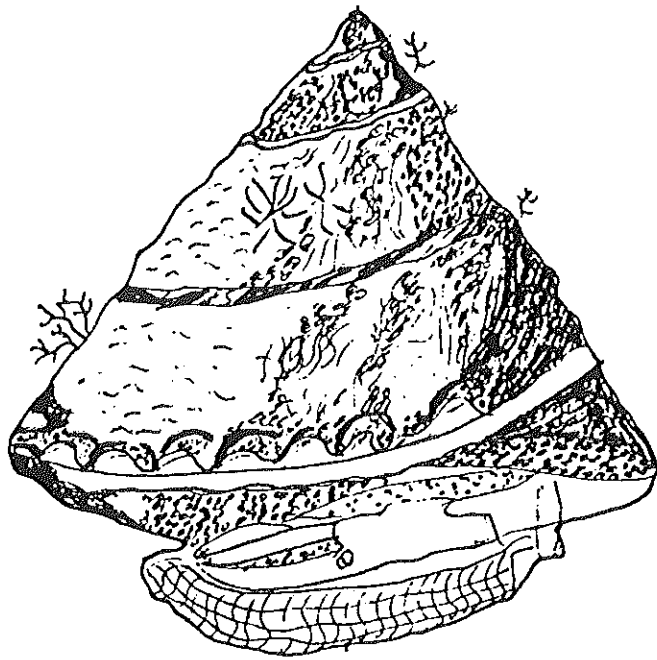
i	Resumen	i
ii	Indice de Tablas	ii
iii	Indice de figuras	iii
1	INTRODUCCION	1
1.1	Antecedentes	5
1.2	Objetivo	8
1.3	Descripción del area de estudio	9
2	MATERIALES Y METODOS	11
3	RESULTADOS	17
4	DISCUSIONES	34
5	CONCLUSIONES	40
6	LITERATURA CITADA	41

ii INDICE DE TABLAS

TABLA I	.-Longitudes aproximadas del opérculo (mm) encontradas correspondientes a cada clase de edad relativa por el método de histogramas de frecuencia, de los caracoles muestreados de Bahía Tortugas, B.C.S..	19
TABLA II	.-Incremento marginal promedio (I.M.) encontrado para cada mes muestreado por sexo y global, con su respectivo número de datos (n) involucrado e intervalo de confianza (I.C.), para los caracoles de Bahía Tortugas, B.C.S.	21
TABLA III	.-Coeficientes de correlación (r) y regresiones funcionales obtenidas entre la longitud del opérculo (x) y las demás tallas (y), para cada sexo y global, de los caracoles de Bahía Tortugas, B.C.S.	23
TABLA IV	.-Longitudes del opérculo e intervalos de confianza correspondientes a las edades obtenidas con el método de las lecturas de los opérculos, con su intervalo de confianza (I.C.) del 95%, de los caracoles de Bahía Tortugas, B.C.S.	24
TABLA V	.-Prueba de diferentes medidas utilizando la "t" de student al 95% de confianza, entre las longitudes de los opérculos observados para edades similares de machos y hembras.	25
TABLA VI	.-Valores observados y esperados del diámetro mayor de la base, así como la diferencia de los valores expresada en porcentaje (%), para los valores globales.	28
TABLA VII	.-Longitudes del opérculo encontradas para cada edad relativa, por el método de Cassie, reportándose la desviación standar (σ) intervalo de confianza (I.C.) para machos, hembras y para los datos globales.	32
TABLA VIII	.-Comparación de las longitudes del opérculo (mm) encontradas por diferentes métodos: método de lectura de bandas en el opérculo, método de Cassie e histogramas de distribución de frecuencia.	33

iii INDICE DE FIGURAS

	Pagina
FIGURA 1 .- Localización de Área de estudio	10
FIGURA 2 .- Variables biométricas en la base de la concha y el opérculo.....	14
FIGURA 3 .- Histogramas de frecuencia de las longitudes del opérculo, señalando las clases de edad relativa encontradas para machos y hembras.....	18
FIGURA 4 .- Incremento Marginal (I.M.) global obtenido durante los cinco muestreos realizados, para los caracoles muestreados de Bahía Tortugas B.C.S.	20
FIGURA 5 .- Curva de crecimiento obtenida, a partir de la lectura de los anillos de los opérculos de <u>Astraea undosa</u> en Bahía Tortugas, B.C.S., México.....	27
FIGURA 6 .- Curva global de crecimiento esperado, obtenido a partir del retrocálculo de las lecturas de los anillos de los opérculos, por medio del modelo de Von Bertalanffy, para una población de <u>Astraea undosa</u> en Bahía Tortugas, B.C.S. México.....	29
FIGURA 7 .- Número y porcentaje encontrado para cada edad de las lecturas hechas en las bandas de los opérculos de los caracoles de Bahía Tortugas, B.C.S., México.....	31



Astraea undosa

1. INTRODUCCION

Los estudios de edad y crecimiento de las especies marinas, en especial los de organismos utilizados como alimento por el hombre, son fundamentales para el conocimiento de su dinámica poblacional, contribuyendo a que su manejo se sustente en bases científicas y, por ende, sea objetivo y racional (Bustos R.E. et al., 1986).

Los estudios de crecimiento han tenido, como su mayor objetivo, una determinación de la influencia de la estación, hábitat o edad. Se han realizado algunos estudios para estimaciones de crecimiento ocurrido en períodos cortos y aun tan breves como unas cuantas horas (Wilbur y Owen , 1964). Para ello, se ha recurrido a múltiples estructuras anatómicas duras en las que queda impresa la edad en forma de marcas o anillos y, como expresión de ella, el crecimiento experimentado por un individuo dado (Bagenal, 1978). Es así que se han utilizado: otolitos, vértebras, escamas y huesos operculares en peces; dientes en mamíferos; anillos en las conchas de los bivalvos; bandas en los interambulacros de erizo (Acuña y Stuardo, 1979), y aun, marcas en los opérculos de los gastrópodos (Clark, 1974). Un ejemplo de la utilidad de opérculos, es el trabajo efectuado en Chile por Miranda (1975).

Debido a la relativa dificultad que presentan los estudios basados en la lectura de anillos al procesar gran cantidad de individuos, se utilizan también otras estimaciones en el análisis de poblaciones como son, la de seguir el desplazamiento de grupos de tamaño en el tiempo, método introducido por el Danés C.G.J. Peterson en 1892 (Ricker, 1975; Fereiro, 1982), o el análisis de frecuencias polimodales mediante el empleo de papel probabilidad de Hazen, descrito por Harding (1949), cuya metodología fue perfeccionada por Cassie (1954) para el análisis de distribuciones de frecuencia de tamaño (Acuña y Stuardo, 1979).

Uno de los modelos más empleados para la representación del crecimiento, es el modelo clásico de Von Bertalanffy cuya forma linearizada corresponde a Beverton y Holt (Aguayo y Gili, 1984). Los parámetros utilizados para describir el crecimiento por medio del modelo de Von Bertalanffy (L_{∞} , K y t_0), pueden a menudo ser estimados fácilmente de los datos crudos en casos donde las especies experimentan un alentamiento del crecimiento con la edad (Schnute y Fournier, 1980). Bustos et al., (1986) mencionan que " la importancia de ajustar los datos de crecimiento a la ecuación de Von Bertalanffy, radica en que esta ecuación relaciona las variables longitud - edad, lo cual permite

conocer la estructura etaria, tanto de la población como de la fracción sometida a explotación. Además sus parámetros están incorporados en algunos modelos de dinámica poblacional, constituyendo una herramienta útil en el manejo y administración de recursos pesqueros " .

Las variaciones en la tasa de crecimiento a menudo resultan en marcas de conchas llamadas anillos o bandas. Estos anillos de crecimiento cuando son periódicos, permiten una medición de incrementos de crecimiento acorde a las tasas de crecimiento. La formación de los anillos se presenta cuando el incremento de la talla de la concha y los surcos finos de crecimiento normal, alternados con más marcas espaciadas son cercadas por la depositación de calcio en la periferia de la concha (Wilbur y Owen, 1964). Las distancias entre anillos pueden ser directamente medidas sobre la superficie externa de la concha con la ayuda de luz transmitida (Saldau, 1939), o de radiografías.

Fisiológicamente, los anillos son de interés ya que indican cambios en la actividad secretoria del manto y alteraciones particularmente en la proporción de la matriz orgánica o en la depositación cristalina (Wilbur y Owen, 1964).

Un número determinado de condiciones nos llevan a la formación de anillos, los cuales pueden ser formados durante el invierno o en primavera (Orton, 1923., Quayle, 1951, 1952., Stevenson y Dickie, 1954). Asimismo, puede formarse un anillo de verano, el cual resulta de la inhibición de crecimiento que puede ocurrir a altas temperaturas en especies con un óptimo de crecimiento a bajas temperaturas (Fosgay, citado por Haskin, 1954). Sin embargo, el uso de anillos, como un indicador de la edad, requiere para su fundamento el uso de marcas periódicas anuales para la especie bajo estudio (Wilbur y Owen, 1964). Otros marcadores naturales los cuales han sido usados como indicadores de la edad son marcas ligadas en el ostión Crasostrea virginica (T.C. Nelson, 1942; citado por Haskin, 1954), anillos operculares en gasterópodos marinos, como Babylonia japonica (Kubo , 1953), y líneas sobre las placas de Chitón tuberculatos (Crozier, 1918).

En las costas de la península de Baja California, el caracol Astraea undosa (Wood, 1828), conocido comúnmente como caracol "panocha", es un molusco que se presenta como un recurso con potencial económico porque puede ser sustituto del abulón en el mercado, dadas sus características de sabor, textura de la carne y alto valor comercial. Se distribuye geográficamente desde Punta Concepción, Santa

Barbara California (EUA), hasta Punta Abreojos, Baja California Sur, México (Morris et al., 1983). Este recurso ha sido subutilizado ya que se ha empleado como carnada para la captura de la langosta (Chenaut, 1985). Los registros de captura por parte de la Secretaría de pesca datan desde 1970, periodo desde el cual se destina mayormente para consumo humano directo.

1.1. ANTECEDENTES

Diversos estudios han sido realizados en gasterópodos utilizando los anillos o bandas de crecimiento tanto en conchas como en opérculos, como estimadores de la edad. Kubo y Kondo (1953) en Japón interpretaron las líneas de crecimiento presentes en el opérculo de Babylonia japonica, y encontraron que la formación de la marca de crecimiento fue anual, presentándose ésta en invierno. Miranda (1975), en el sur de Chile (Bahía de Mejillones), registró marcas de crecimiento en Thais chocolata en su opérculo y observó la existencia de una coincidencia entre el número de anillos y las clases anuales obtenidas, utilizando el método de papel probabilidad. Santarelli y Gros (1985), en la región del Golfo Normando-Bretón, al norte de Francia, al determinar la edad de Buccinum undatum con base en el

conteo de las estrias en el opérculo, encontraron que la formación de la marca fue anual, presentandose entre junio y agosto, los meses templados del año. Bustos R.E. et al., (1986), en Ancud Chile, determinaron la edad de Concholepas concholepas (Bruguère, 1979), utilizando los anillos anuales de crecimiento de la concha, validados por medio del análisis mensual del borde e incremento marginal. Además describieron su crecimiento utilizando el modelo generalizado de Von Bertalanffy.

A partir de 1987, en la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, se inició un estudio integral del caracol Astraea undosa. Hasta la fecha, la mayor parte de la información generada está referida a estudios relacionados con la Bahía de Todos Santos en lo concerniente a aspectos tales como la depredación (Ramirez Robledo, 1988); los hábitos alimenticios (Aguilar Rosas, et al., 1990); el ciclo reproductivo (Almanza Heredia y Almanza Heredia, 1988a); las relaciones biométricas (Almanza Heredia y Almanza Heredia, 1988b); algunos trabajos referentes a su estructura poblacional, distribución, abundancia, y flora y fauna asociada (Becerril Bobadilla, 1988; Chávez Morales, 1988; Torres Moya et al., 1988); aspectos metabólicos (Ramade Villanueva, 1989); fecundidad y madurez gonadal

(Del Angel Meza, 1990), así como su caracterización genética (Suárez Vázquez, 1989).

Bahía Tortugas, B.C.S., es una zona de particular importancia pesquera del caracol. Sin embargo, no existe información biológica básica sobre poblaciones locales, exceptuando información preliminar sobre biología reproductiva y algunos aspectos ecológicos (Belmar, 1988) y estudios sobre madurez gonadal y fecundidad del caracol Astraea undosa (Del Angel-Meza, 1990). Los individuos capturados en esta zona destacan por su gran tamaño en comparación con los de otras latitudes en la península.

Cupul-Magaña (en preparación), encontró en la Bahía de Todos Santos un crecimiento de Astraea undosa diferenciado por sexos, con un crecimiento anual promedio de ocho mm (diámetro de la base mayor) para las primeras ocho edades. Sin embargo, se esperaba que los valores de crecimiento para Bahía Tortugas, fueran mayores (Guillermo Torres Moye, comunicación personal *), debido a la mayor disponibilidad de alimento macroalgal.

* Facultad de Ciencias Marinas, U.A.B.C. .

1.2. OBJETIVOS

Describir el crecimiento somático, analizar la estructura por tallas de una población del caracol Astraea undosa (Wood, 1828), en Bahía Tortugas, Baja California Sur, México y comparar los crecimientos de machos y hembras de la zona.

1.3. DESCRIPCION DEL AREA DE MUESTREO

Bahía Tortugas, B.C.S. se encuentra ubicada en la parte central de la costa oeste de la Península de Baja California, localizada entre Punta Eugenia al norte, y Bahía Asunción al sur. Es un puerto natural ubicado a los 27 39' 35" de la latitud norte y 114 52' 35" de longitud oeste (Figura 1).

En esta zona predominan puntas y acantilados rocosos (roca ignea volcánica); playas de cantos rodados y arena conforman su costa. Hacia tierra firme es característica la presencia de dunas salitrosas y blandos arenales (Belmar-Pérez, 1988).

La bahía cubre un área aproximada de 22 Km cuadrados, siendo su profundidad máxima de 15 m, aproximadamente (Defense Mapping Agency, 1979). Su fondo es principalmente arenoso - rocoso, describe hacia su parte más interior grandes arcos de playas arenosa o de grava y cantos, como prolongaciones de terrazas costeras formados por conglomerados y roca metamórfica (Guzmán del Proo et al., 1986).

El Área de muestreo se encuentra localizada en " Los Morros" ubicados en el extremo sureste de la boca de la bahía y compuestos por una serie de tres islotes separados longitudinalmente entre sí, que resultan de la prolongación

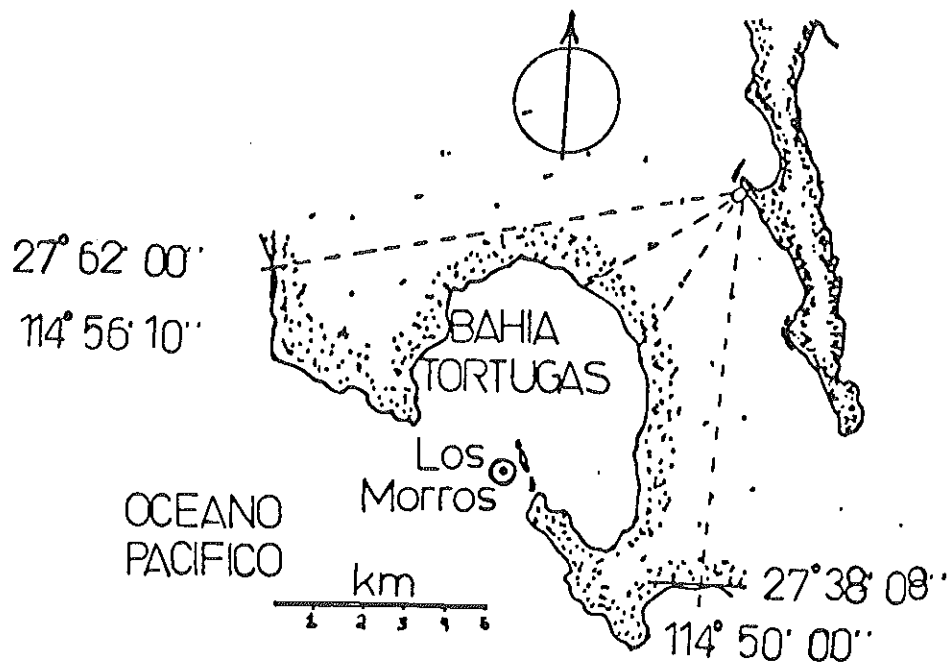


Figura 1. Localización del area de estudio (⊙), en Bahía Tortugas, Baja California Sur, México.

de una de las puntas que cierra la bahía.

Los Morros configuran un banco pesquero de alta productividad donde se pesca abulón, langosta, caracol y Gelidium sp.; hacia barlovento cubre un área aproximada de 0.6 Km y en él, es característica la presencia de sargazo gigante (Macrocystis pyrifera), que se extiende desde la orilla de los islotes hasta una profundidad de 18 - 20 m, haciendo parecer la superficie del mar en esa área como una alfombra de algas (Belmar-Pérez, 1988).

2. MATERIALES Y METODOS

A partir del otoño de 1988, se obtuvieron muestras estacionales hasta completar un ciclo anual, de la zona conocida como " Los Morros ". Las muestras fueron extraídas en septiembre de 1988, febrero, mayo, junio y agosto de 1989, por medio de buceo autónomo, a una profundidad aproximada de 10 m. Posteriormente, las muestras de caracoles se colocaron en una hielera seca, y se taparon con un costal de yute húmedo, para evitar la deshidratación. El transporte se realizó por medio del avión que recorre la ruta Ensenada - Bahía Tortugas.

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de la F.C.M. como un muestreo biológico. De la información

generada se utilizó la longitud del opérculo, altura, diámetro mayor y menor de la base, lado mayor de la concha, estado de madurez y sexo. Las mediciones efectuadas se obtuvieron con un vernier marca Mitutoyo con una precisión de 0.001 mm.

Los datos de la longitud del opérculo fueron sometidos a una prueba de normalidad de Kolmogorov - Smirnov (Steel y Torrie, 1986), para decidir el tratamiento estadístico a utilizar.

Se elaboraron histogramas de frecuencia de la longitud del opérculo por sexo y total, con el objeto de distinguir y reconocer entre las diferentes clases de edad relativa.

Se obtuvieron los coeficientes de correlación de Pearson (Sokal y Rohlf, 1979), de la longitud del opérculo con la altura, diámetro mayor y menor de la base y el lado mayor, con el objeto de decidir que variable tiene mayor grado de asociación o relación lineal con la longitud del opérculo.

Con el propósito de observar los anillos de crecimiento, se realizó un pulido de la cara interna del opérculo (cara plana), usando lijas de los números 600 G, 450 G y 240 G, según lo recomendado por Kennish et al., (1980). Una vez pulido el opérculo se procedió a la observación de los anillos de crecimiento en un microscopio

estereoscópico de luz transmitida. Se observaron anillos hialinos (marca de crecimiento) y opacos, los cuales corresponden a zonas de crecimiento lento (banda angosta con marcas contiguas) y zonas de crecimiento rápido (bandas anchas con marcas espaciadas) respectivamente, como mencionan Bustos et al., (1986).

Las mediciones de las distancias del punto de origen (protopérculo) al borde de los anillos de crecimiento de los opérculos (Figura 2), se realizaron utilizando un vernier con una precisión de 0.001 mm.

Para establecer la periodicidad de formación de los anillos en un ciclo anual, se realizaron los análisis del incremento marginal (Aguayo y Gili, 1984). El incremento marginal es una medida del incremento del material opaco en el borde del opérculo con respecto a la zona de crecimiento anterior del mismo. Esta medida se representa por la ecuación siguiente:

$$I.M. = R_o - r_n$$

Donde: R_o = Longitud del opérculo

r_n = Longitud hasta el último anillo hialino

Cuando se obtiene el valor menor del incremento marginal, significa que recientemente se ha formado un anillo hialino en el borde.

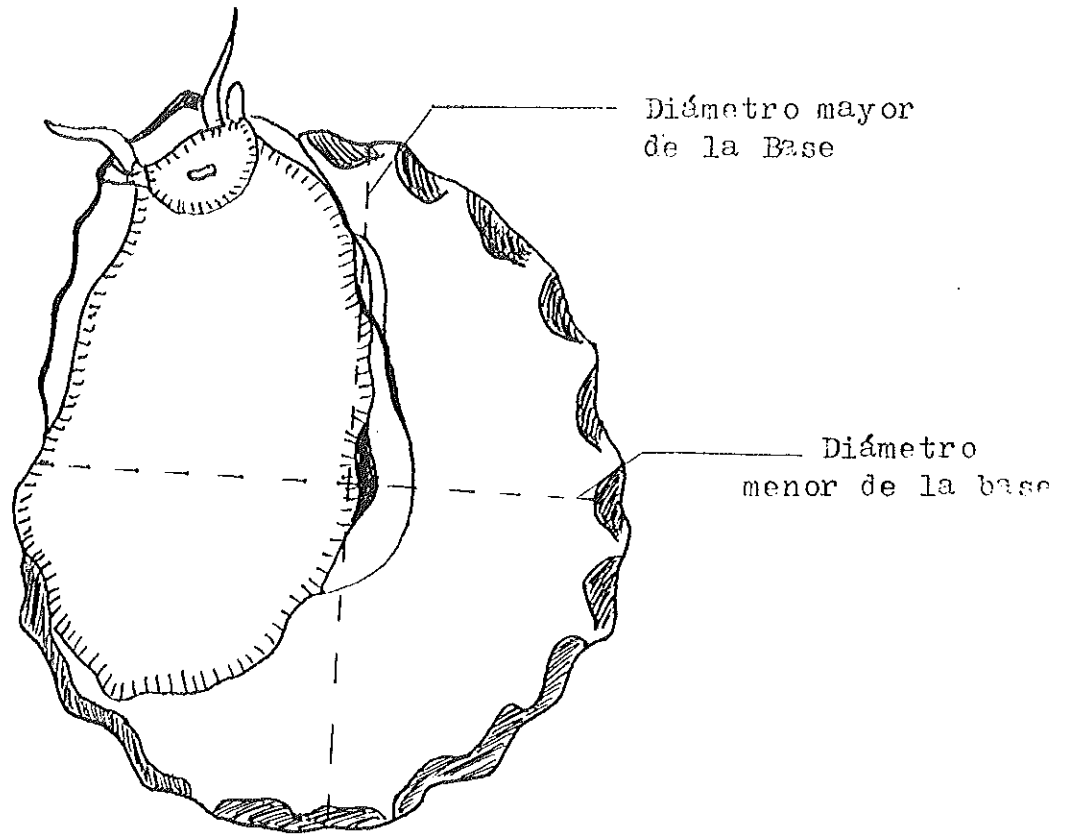


Figura 2. Variables biométricas en la base de la concha (posición ventral) y mediciones desde el punto de origen (p) al inicio en formación de cada anillo hialino (rn).

Una vez detectada la periodicidad en la formación de la marca de crecimiento, se obtuvieron las mediciones (tasa de crecimiento anual) para cada marca o banda formada. El método que se utilizó fue el de retrocálculo (Chugunova, 1963 ; Bagenal, 1978), para lo cual se requirió del empleo de la ecuación obtenida de la regresión funcional (Ricker, 1973) para obtener el diámetro mayor de la base, para la regresión se usaron los valores promedio de las longitudes de los opérculos y diámetro mayor de la base. Con los valores de edad y talla se retrocalcularon los parámetros de Von Bertalanffy, cuya forma linealizada corresponde a Beverton y Holt, (Aguayo y Gili, 1984). La ecuación de Von Bertalanffy se expresa como sigue:

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

Donde:

L_t = Diámetro mayor de la base del caracol a un tiempo " t "

L_{∞} = Diámetro mayor máximo de la base.

e = Base del logaritmo natural

t = Tiempo

t_0 = Edad teórica en la que la longitud del organismo es igual a "0".

K = Coeficiente de crecimiento (tasa instantánea)

Los métodos de ajuste de los parámetros de crecimiento (L_{∞} , K y t_0) en el diámetro mayor de la base fueron los de Ford-Walford y Beverton y Holt (1946, citado por Ricker, 1973).

La prueba estadística que se aplicó para conocer si existían diferencias significativas entre el crecimiento de hembras con respecto al de machos fué la prueba " t " de Student (Sokal y Rohlf, 1979).

Posteriormente se procedió a realizar una comparación de las edades encontradas, con base en el retrocálculo de la lectura de anillos del opérculo , con otros dos métodos utilizados en este trabajo, que fueron: Obtención de las edades relativas, utilizando el método de Cassie (1954) , y obtención de las edades relativas por el método gráfico de histogramas de distribución de frecuencia.

3. RESULTADOS

Los muestreos realizados fueron 5 incluyendo septiembre de 1988, febrero , mayo , junio y agosto de de 1989. Se analizaron un total de 263 caracoles de Bahía Tortugas.

En la figura 3 se muestran los histogramas de frecuencias de tallas de Astraea undosa de Bahía Tortugas obtenidos del análisis de las lecturas de longitud del opérculo. Se distinguieron los grupos modales dominantes obtenidos en todos los muestreos por sexo, y se registraron siete posibles clases de edad para ambos sexos, lo que se hizo más notorio en el histograma de los datos globales. En la tabla I se presentan las longitudes aproximadas de los opérculos para cada clase de edad relativa.

En la figura 4 se muestra la gráfica de el incremento marginal que se registró de manera global (para ambos sexos), observándose un incremento de septiembre a febrero, y una disminución posterior en mayo, seguida por un incremento en los meses de junio y agosto . Los datos globales y por sexo se presentan en la tabla II, en donde se observa un patrón similar para ambos sexos, con cambios mayores en los valores de los machos.

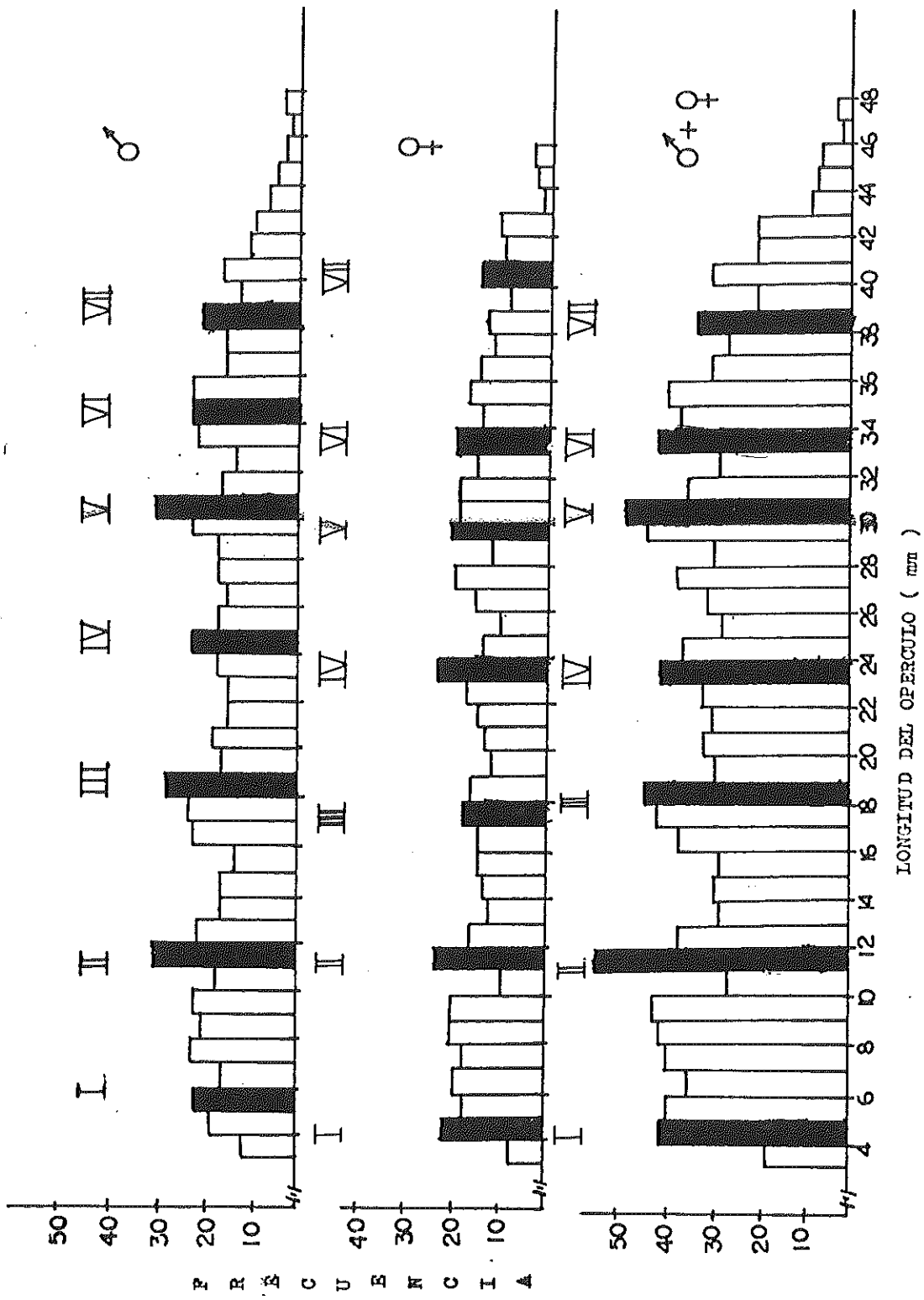


Figura 3. Histogramas de frecuencias de las longitudes del operculo, señalan las clases de edad relativa encontradas para machos y hembras.

TABLA I. Longitudes aproximadas del opérculo (mm), correspondientes a cada clase de edad relativa por el método de histograma de frecuencias de los caracoles en Bahía Tortugas, Baja California Sur.

HISTOGRAMA DE FRECUENCIA			
EDADES RELATIVAS	LONGITUD APROX. DEL OPERCULO(mm)		
	♂	♀	♂+♀
I	7	7	7
II	11.5	11.5	11.5
III	18.5	17.5	18.5
IV	24.5	23.5	23.5
V	30.5	29.5	30.5
VI	35	33.5	33.5
VII	38.5	-	38.5

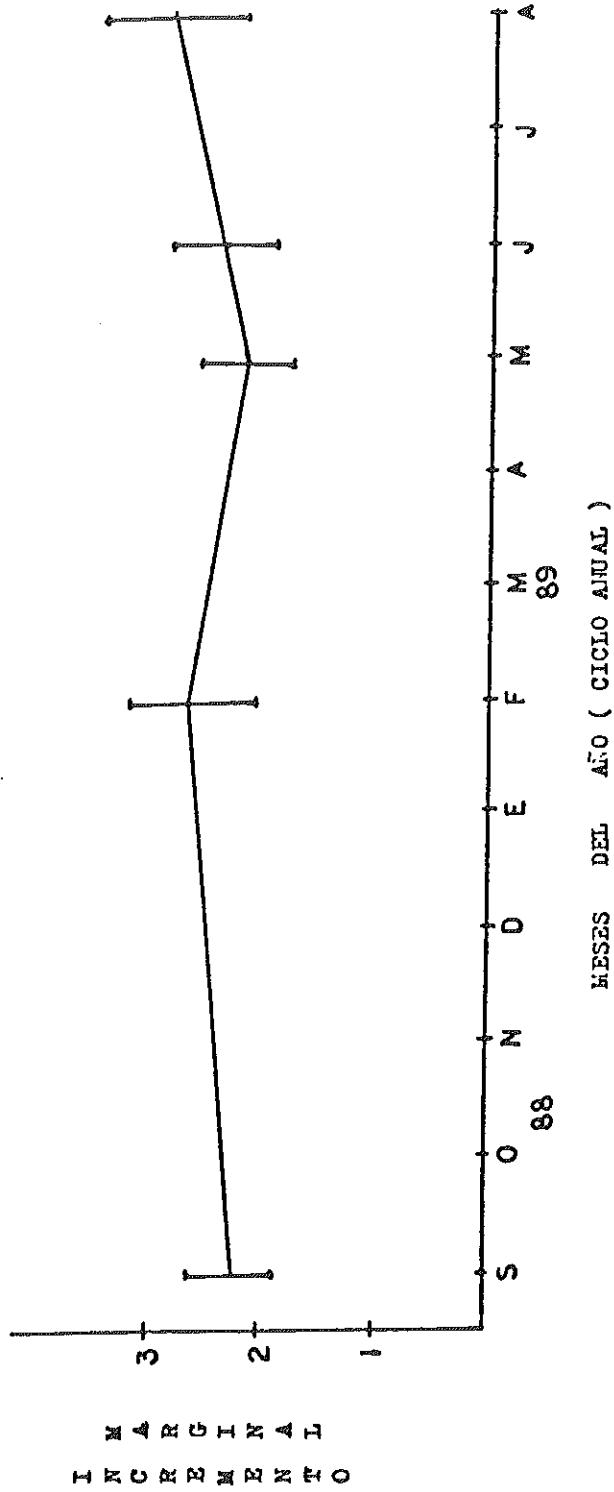


Figura 4. Incremento Marginal (I.M.) global durante los muestreos realizados, para los caracoles de Bahía Tortugas. Baja California Sur.

TABLA II. Incremento Marginal Promedio (I.M.P.) para cada mes muestreado por sexo y global, con su respectivo número de datos (n) involucrado e intervalo de confianza (I.C.), para los caracoles de Bahía Tortugas, Baja California Sur.

	SEPT	FEB	MAYO	JUNO	AGOSTO	TOTAL
	MACHOS ♂					
n	35	27	29	24	30	145
I.M.P.	2.24	2.92	2.08	2.52	3.55	
I.C.	1.8 - 2.6	2.1 - 3.7	1.6 - 2.5	1.9 - 3.1	2. - 5.	
	HEMBRAS ♀					
n	22	26	24	26	20	118
I.M.P.	2.33	2.46	2.31	2.73	2.65	
I.C.	1.5 - 3.1	1.6 - 3.2	1.8 - 2.8	1.9 - 3.5	1. - 2.2	
	GLOBAL ♂ + ♀					
n	57	53	53	50	50	263
I.M.P.	2.25	2.67	2.18	2.63	2.80	
I.C.	1.9 - 2.6	2.1 - 3.2	1.8 - 2.5	2.1 - 3.1	2.2 - 3.5	

En la tabla III se presentan los coeficientes de correlación lineal simple de la longitud del opérculo con respecto a 4 diferentes medidas (altura, diámetro mayor y menor de la base y el lado mayor). Se obtiene también la ecuación de regresión funcional, donde se observa que tanto el diámetro mayor y menor de la base como el lado mayor presentaron los valores más altos de correlación, los cuales fueron significativamente mayores de cero con un nivel de confianza del 95 %. En este estudio se decidió trabajar con el diámetro mayor de la base, considerando su empleo sistemático en otros trabajos del proyecto que se lleva a cabo en la facultad.

En la tabla IV se pueden observar las longitudes promedio del opérculo con los intervalos de confianza correspondientes a cada edad, obtenida de las lecturas de las bandas en opérculos; se encontraron nueve edades de longitudes similares para ambos sexos. Como resultado de la prueba de Kolmogorov-Smirnov con un nivel de confianza del 95 %, para los datos del diámetro mayor de la base observada, se apreció que los datos se ajustaron a una distribución normal, tanto para machos como para hembras. En la tabla V se muestran los resultados de la prueba "t"

TABLE III. Coeficientes de correlación (r) y regresiones funcionales obtenidas entre la longitud del operculo (x), y las demas tallas (y), para cada sexo y global, de los caracoles de Bahía Tortugas, Baja California Sur.

	ALTURA	DIAMETRO		LADO MAYOR
		MAYOR	BASE MENOR	
n	148	139	139	139
r	0.84	0.89	0.94	0.93
y	$Y=1.93x - 0.51$	$Y=2.36x + 0.20$	$Y=2.1x + 0.2$	$Y=2.3x + 0.29$
HEMBRAS ♀				
n	119	108	108	108
r	0.83	0.93	0.94	0.93
y	$Y=1.94x - 0.66$	$Y=2.34x + 0.26$	$Y=2.09x + 0.19$	$Y=2.31x - 0.16$
GLOBAL ♂ + ♀				
n	267	247	247	247
r	0.81	0.87	0.90	0.93
y	$Y=1.93x - 0.71$	$Y=2.35x + 0.46$	$Y=2.1x + 0.21$	$Y=2.31x - 0.10$

TABLA IV. Longitudes del operculo e intervalos de confianza correspondientes a las edades obtenidas con el método de las lecturas de operculos, con su intervalo de confianza (I.C.) al 95% de confianza, de los caracoles de Bahía Tortugas, B.C.S..

MACHOS ♂		
EDAD	LONG. OPER. (mm)	I. C. (±)
I	6.37	0.31
II	11.93	0.29
III	19.31	0.30
IV	24.53	0.32
V	29.7	0.24
VI	34.27	0.27
VII	33.46	0.28
VIII	42.27	0.39
IX	45.99	1.06
HEMBRAS ♀		
EDAD	LONG. OPER. (mm)	I. C. (±)
I	5.44	0.33
II	12.14	0.35
III	19.19	0.37
IV	24.22	0.35
V	29.72	0.29
VI	34.31	0.33
VII	39.79	0.35
VIII	42.20	0.39
IX	46.23	1.28
GLOBAL ♂+♀		
EDAD	LONG. OPER. (mm)	I. C. (±)
I	6.41	0.22
II	12.06	0.22
III	19.27	0.23
IV	24.38	0.24
V	29.72	0.18
VI	34.29	0.21
VII	39.59	0.22
VIII	42.2	0.27
IX	46.0	-

TABLA V. Prueba de diferentes medidas utilizando la "t" de student al 95% de confianza, entre las longitudes del operculo observadas para edades similares de machos y hembras.

EDAD	LONG. OPER.		$t_{cal.}$	$t_{0.95}$	DIFERENCIA
	♂	♀			
I	6.37	6.44	-0.29	1.64	NO SIGNIF.
II	11.98	12.14	-0.64	1.64	NO SIGNIF.
III	18.31	18.19	0.53	1.64	NO SIGNIF.
IV	24.53	24.22	1.26	1.64	NO SIGNIF.
V	29.7	29.72	-0.10	1.64	NO SIGNIF.
VI	34.27	34.31	-0.18	1.64	NO SIGNIF.
VII	38.46	38.73	-1.39	1.66	NO SIGNIF.
VIII	42.27	42.2	0.24	1.67	NO SIGNIF.
IX	45.93	46.23	-0.28	1.75	NO SIGNIF.

de Student entre las longitudes promedio del opérculo para las edades correspondientes de machos y hembras. Los resultados revelaron claramente que no existieron diferencias significativas entre los valores de ambos sexos, al nivel de confianza del 95 %. Con base en la similitud de los patrones de crecimiento de machos y hembras, se graficaron las longitudes de los datos globales y se construyó la curva de crecimiento (figura 5).

Utilizando la ecuación funcional descrita en la tabla III, se obtuvieron las longitudes del diámetro mayor de la base que corresponden a cada longitud del opérculo. Considerando que el patrón de crecimiento en ambos sexos no difiere significativamente, con base en los datos globales y utilizando el modelo de Von Bertalanffy, se retrocalcularon las longitudes esperadas del diámetro mayor de la base. Los valores esperados (retrocalculados), obtenidos a partir del modelo general, fueron muy similares a los observados, obteniéndose diferencias siempre menores del 4 %, como se muestra en la tabla VI.

En la figura 6 se presenta la curva de crecimiento de los datos globales del diámetro mayor de la base y su edad esperada, obtenidos por medio del retrocálculo a partir

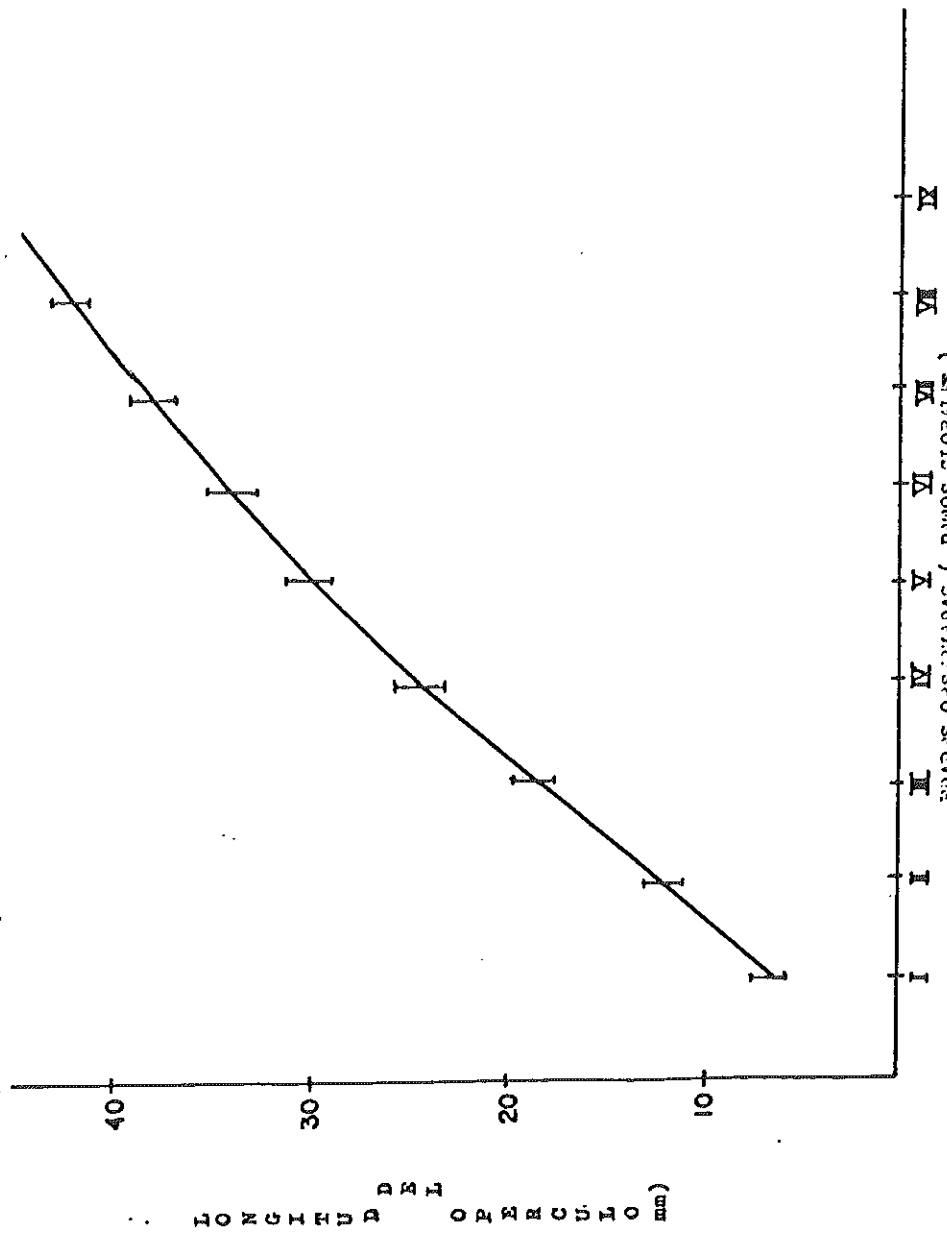


Figura 5. Curva de crecimiento obtenida, a partir de la lectura de los anillos de los operculos de Astracera unbes en Bahía Tortugas, Baja California Sur, México.

TABLA VI. Valores observados y esperados del diámetro mayor de la base, así como la diferencia de los valores expresada en porcentaje (%), para los valores globales.

GLOBAL			♂ + ♀
EDAD	OBSERVADO	ESPERADO	DIFEREN. (%)
I	15.52	14.93	- 3.47
II	28.30	29.95	+ 3.99
III	43.39	43.83	+ 1.01
IV	57.75	56.70	- 1.81
V	70.30	68.64	- 2.36
VI	81.04	79.71	- 1.64
VII	91.12	89.97	- 1.26
VIII	99.63	99.49	- 0.14
IX	103.56	103.32	- 0.22

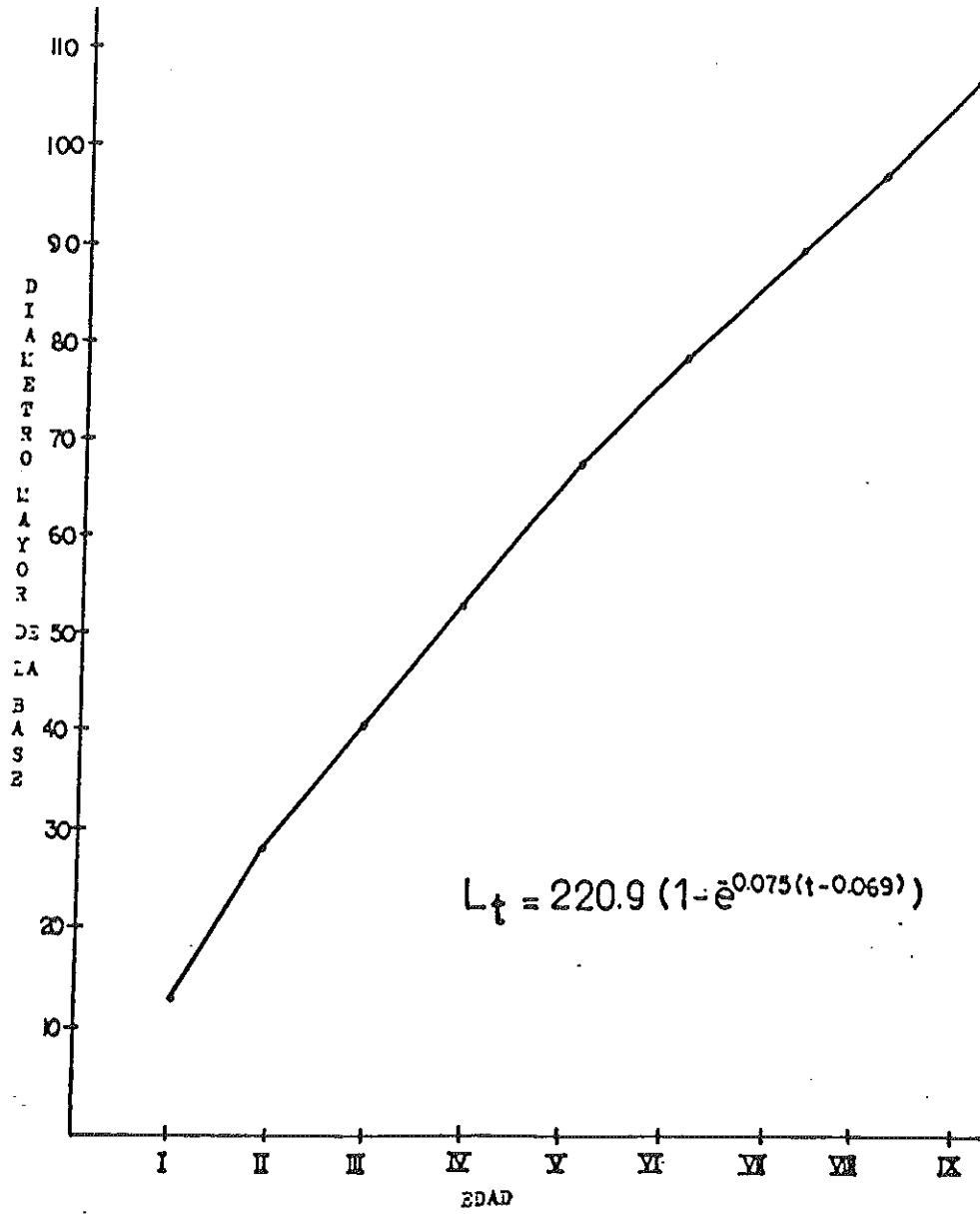


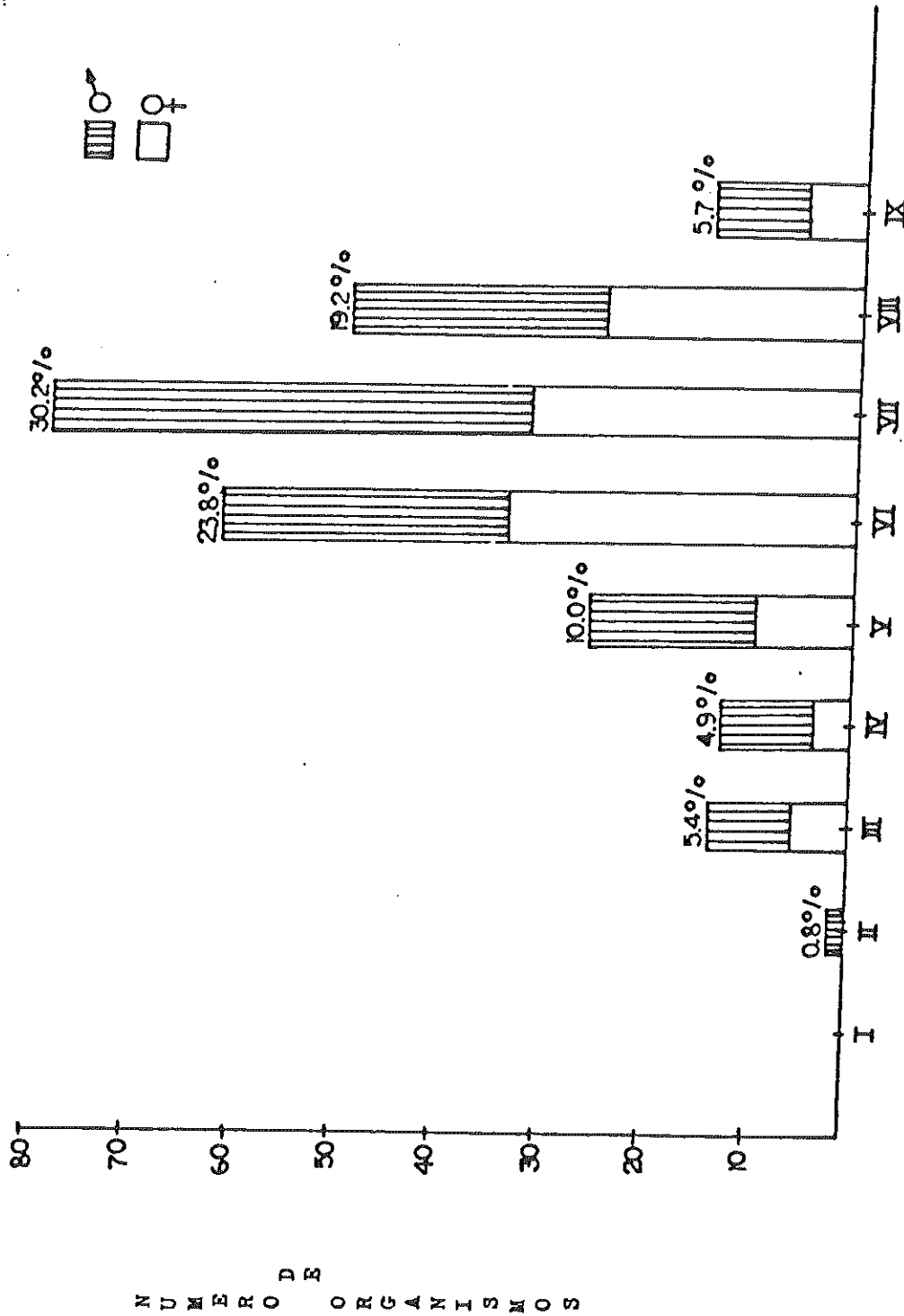
Figura 6. Curva global de crecimiento esperado, obtenido a partir del retrocálculo de las lecturas de anillos de los operculos, por medio del modelo de Von Bertalanffy, para una población de Astraea undosa en Bahía Tortugas, Baja California Sur, México.

del modelo de Von Bertalanffy. Se consideró una curva con base en los datos globales, ya que, como previamente se señaló, no se presentaron diferencias significativas al nivel de confianza del 95 % entre las longitudes operculares de machos y hembras.

En la figura 7 se presenta el histograma de frecuencias compuesto de el número de organismos para ambos sexos y porcentajes que se encontraron para cada edad según las lecturas hechas en las bandas de los opérculos. Se encontró mayor número de caracoles para las edades 6, 7 y 8 tanto en machos como en hembras.

En la tabla VII se muestran las longitudes del opérculo estimadas para cada edad, por el método de Cassie (1954); se encontraron seis edades para machos, y ocho para hembras, así como siete edades relativas para los datos globales. Esto se realizó con el objeto de comparar los resultados de este método con los obtenidos a partir de la lectura de anillos en los opérculos.

En la tabla VIII se resumen las longitudes de los opérculos encontradas por diferentes métodos, como son: histogramas de distribución de frecuencias, método de Cassie y método directo, que son las observaciones de las



EDADES OBSERVADAS
 Figura 7. Número y porcentaje encontrado para cada edad de las lecturas hechas en las bandas del operculo, de los caracoles de Bahía Tortugas, Baja California Sur.

TABLA VII. Longitudes del opérculo calculados para cada edad relativa, por el método de Cassie. (σ) Desviación standar, (I.C.) intervalos de confianza para machos, hembras y global.

MACHOS σ				
EDAD	L.O.	σ	I.C.	
I	12.64	0.67	0.3	
II	17.8	1.74	0.36	a = 9.77
III	24.85	2.5	0.9	b = 0.86
IV	32.42	1.66	1.03	r = 0.99
V	37.15	1.5	1.07	
VI	39.04	3.17	1.16	
HEMBRAS ρ				
EDAD	L.O.	σ	I.C.	
I	11.83	1.23	0.73	
II	17.36	1.42	0.95	
III	22.45	1.2	0.96	a = 5.65
IV	26.29	1.2	1.07	b = 0.36
V	30.13	0.94	1.03	r = 0.99
VI	33.97	3.39	1.03	
VII	42.13	1.61	1.24	
VIII	44.62	1.61	1.43	
GLOBAL $\sigma + \rho$				
EDAD	L.O.	σ	I.C.	
I	20.99	2.2	0.35	
II	27.43	2.95	0.93	
III	35.53	0.53	0.93	a = 16.33
IV	35.83	1.93	1.09	b = 0.60
V	39.19	0.57	1.13	r = 0.93
VI	39.43	1.47	1.37	
VII	40.5	1.42	0.93	

TABLA VIII. Comparación de las longitudes del ópérculo calculadas por diferentes métodos; método directo, método de Cassie e histograma de frecuencia.

MACHOS ♂			
EDAD	MET. DIR. OBSERV.	CASSIE	HIST. DIST. FRECUENCIA
I	6.37	-	7
II	11.98	12.64	11.5
III	19.31	17.9	19.5
IV	24.53	24.95	24.5
V	29.7	32.42	30.5
VI	34.27	37.15	35
VII	39.46	39.04	39.5
VIII	42.27	-	-
IX	45.93	-	-
HEMBRAS ♀			
EDAD	MET. DIR. OBSERV.	CASSIE	HIST. DIST. FRECUENCIA
I	5.44	-	7
II	12.14	11.39	11.5
III	19.13	17.36	17.5
IV	24.22	22.45	23.5
V	29.72	26.29	29.5
VI	34.31	30.13	33.5
VII	33.73	33.97	-
VIII	42.2	42.13	-
IX	46.23	44.52	-
GLOBAL ♂ + ♀			
EDAD	MET. DIR. OBSERV.	CASSIE	HIST. DIST. FRECUENCIA
I	6.41	-	7
II	12.0	-	11.5
III	19.27	-	19.5
IV	24.39	20.99	23.5
V	29.72	27.43	30.5
VI	34.29	35.58	33.5
VII	38.58	39.18	38.5
VIII	42.2	40.5	-
IX	46.0	-	-

bandas de los opérculos. Se Encontró una diferencia considerable en el número de edades encontradas por cada método y de longitudes para cada edad.

4. DISCUSIONES

El conocimiento de los parámetros que rigen el crecimiento, tanto en longitud como en peso, es de fundamental importancia para el estudio de la dinámica de las poblaciones, Aguayo y Gili (1984). En este estudio se trabajó con las mediciones de anillos en los opérculos, las cuales están referidas a la longitud de cada anillo - protopéculo, para posteriormente aplicar el método de crecimiento basado en el retrocálculo, cuya validación requiere indispensablemente verificar la formación periódica de la bandas de crecimiento. Por esta razón se analizó el incremento marginal, que es una medida relativa del aumento de la zona de crecimiento rápido precedente (Aguayo y Gili, 1984).

El incremento marginal de Astraea undosa observado en este estudio sugiere una disminución apreciable del crecimiento y la formación del anillo hialino (lento

crecimiento) en primavera (mayo). Debido a que es una medida relativa del incremento marginal del opérculo y en sí del organismo completo, nos sugiere en que época del año ocurrió un crecimiento relativo menor o mayor, es importante hacer notar que la realización de los muestreos no fuerón igualmente espaciados llevandose a cabo 5 muestreos en un ciclo anual y muy distanciados uno de otro, por lo que quizá no se esten detectando otros incrementos importantes o pequeños en las épocas no muestreadas durante el ciclo anual analizado. En el caso particular de este estudio la disminución apreciable del crecimiento y formación del anillo halino en primavera (mayo) podría ser el resultado de el periodo de maduración gonadal registrado en esa época (Del Angel-Meza.,1989), provocandose durante este tiempo un encauzamiento mayor de energía enfocada a la reproducción y una disminución en el crecimiento. De ahí que la obtención de la longitud del opérculo alcanzada y su edad correspondiente mediante la medición de los anillos de crecimiento es congruente con lo que menciona Wilbur, (1964): " una medición de crecimiento absoluto para la mayoría de la vida alcanzada de algunas especies puede ser obtenida del rayado fino de anillos anuales o de las mediciones de peso y lineales".

Tessier (1948) (citado por Ricker, 1973) menciona que el crecimiento se ha estudiado en forma indirecta, a través de la relación de proporcionalidad que existe entre el incremento en longitud del pez y del otolito, para lo cual se recurrió al análisis de regresión, ajustando regresiones lineales funcionales. Asimismo, en este trabajo se utilizó la relación de proporcionalidad que existe entre el incremento en longitud del caracol y del opérculo, recurriendo también al análisis de regresión, ajustando regresiones lineales funcionales, cuyos coeficientes de correlación con el diámetro mayor de la base fueron de los más altos. Por esa razón se utilizó como medida de longitud del caracol. La regresión funcional resulta ser una herramienta bastante útil, ya que con la ecuación obtenida se pueden estimar otras longitudes deseadas, con los datos que se hayan generado.

La ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy se ha derivado a partir de consideraciones fisiológicas, y está basada en principios bioenergéticos. Por ende parece ser la más indicada para estudiar el crecimiento de los organismos (Taylor, 1962) (Citado por Bustos et al., 1986).

En la figura 6 se presenta la curva de crecimiento del diámetro mayor de la base y su edad esperada obtenido por

medio del retrocálculo, por medio del modelo de Von Bertalanffy. Los resultados de crecimiento obtenidos para Astraea undosa en Bahía Tortugas fueron menores a los encontrados en Astraea turbanica en Bahía de Todos Santos por Guanes, (1990). Sin embargo, el crecimiento de Astraea undosa en Bahía Tortugas es el mayor al crecimiento encontrado para esta misma especie en toda la Península de Baja California, (Torres Moya, comunicación personal *). Esto podría indicar que hay diferentes tasas de crecimiento para las diversas poblaciones de Astraea undosa en la Península de Baja California, las cuales podrían estar asociadas con la temperatura y/o con la alimentación.

La presencia en la curva de una parte asintótica o de una parte donde la pendiente tiende a cero hacia el fin de la vida alcanzada, indica una disminución en la tasa de crecimiento (Comfort, citado por Wilbur y Owen, 1964), lo cual no sucede en la curva obtenida (figura 5) ya que existe una ausencia de la parte asintótica. Esto puede ser debido a la escasez de organismos longevos en la muestra, que pudiera deberse a varias causas, como su extracción

* Facultad de Ciencias Marinas, U.A.B.C. .

anterior por pesca, muerte natural o la presencia de estos en zonas más profundas.

La población de Astraea undosa en Bahía Tortugas, Baja California Sur, de machos y hembras, pueden ser tratados estadísticamente como una sola población, ya que no se encontraron diferencias significativas con un nivel de confianza del 95%. Esto es una ventaja para el manejo de la pesquería, ya que la captura se realiza sin preferencia por alguno de los dos sexos.

El histograma de frecuencia de las tallas de Astraea undosa nos revela que hizo falta mayor número de organismos pequeños (de 3 a 10 mm de longitud del opérculo), así como mayor número de organismos grandes (de 36 a 50 mm del opérculo), para observar más claramente las regiones de interés que corresponden a las clases de edad no detectadas perfectamente. Es importante mencionar que los organismos fueron extraídos a 10 m de profundidad, por lo que para obtener tallas menores y mayores, habría que muestrear el caracol a profundidades menores y mayores de 10 m, respectivamente, ya que como mencionan Guanes-Martínez y Torres-Moye (1990), los caracoles más grandes tienden a emigrar hacia zonas más profundas. El método de histogramas de frecuencia, ofrece cierta inexactitud, y la

diferencia en el reconocimiento de las clases de edad, depende un tanto en la apreciación del observador.

Con el método de Cassie (1954), se registraron siete edades relativas para los datos globales, los cuales pueden ser utilizados para determinar una apropiada curva de crecimiento, mas, sin embargo, éste método es ambiguo por la toma de decisión en los puntos de inflexión, y como fue utilizado solamente como un método de complemento para la comparación de los resultados, no se construyó ninguna curva a partir de ellos.

La proporción de caracoles encontrados está cargada hacia los organismos de VI, VII y VIII años de edad, como se puede ver en la figura 7, pudiéndose deber ésta también a que los muestreos fueron obtenidos a 10 m. de profundidad y para haber capturado más caracoles de II, III, IV y V años de edad y de IX años y mayores, se debieron obtener muestreos en zonas más someras y más profundas que 10 m, respectivamente. Aunque también se puede pensar que no se obtuvo mayor número de caracoles de IX años de edad o mayores, debido a varias causas como: selección por pesca, muerte natural, migración, etc., en la profundidad muestreada.

La curva de crecimiento obtenida de la población del caracol Astraea undosa de Bahía Tortugas por el método de retrocálculo reveló ser un método adecuado y factible de ser utilizada en conjunto con información de madurez gonadal, como referencia para estudios futuros y base auxiliar para facilitar la administración de la pesquería de este caracol en Bahía Tortugas, B.C.S..

5. CONCLUSIONES

No existen diferencias significativas a un nivel de confianza del 95 %, entre el crecimiento de machos y hembras del caracol Astraea undosa en Bahía Tortugas B.C.S., por lo cual los datos globales son representativos para referirse a la población en general en esta zona.

El método de retrocálculo a partir de la lectura de anillos de crecimiento en los operculos del caracol Astraea undosa de Bahía Tortugas B.C.S., resultó ser útil para la determinación de la edad.

6 LITERATURA CITADA

- Acuña, E. y J. Stuardo. 1979. Una estimación de clases anuales y crecimiento relativo en muestras de dos poblaciones de Concholepas concholepas (Bruguière, 1789). Biol. Pesq., Chile, 12; 131-142.
- Almanza-Heredia, E y A. Almanza-Heredia. 1988a. Periodo reproductivo del caracol Astraea undosa en la Bahía de Todos Santos, B.C. Presentado en el VII Simposium Internacional de Biología Marina. 1-5 de Junio de 1988. La Paz, B.C.S., México.
- Almanza-Heredia, E y A. Almanza Heredia. 1988b. Relaciones biométricas del caracol Astraea undosa de la Bahía de Todos Santos, B.C. presentado en el VII Simposium Internacional de Biología Marina. 1-5 de Junio de 1988. La Paz, B.C.S., México.
- Aguayo y R. Gili. 1984. Edad y crecimiento de merluza de cola (Macruronus magellanicus, Lonnberg) Invest. Pesq. (Chile), 31: 45-47
- Aguilar-Rosas, R y Almanza-Heredia. 1988. Análisis cualitativo del contenido estomacal del caracol Astraea undosa (Mollusca; Gasterópoda) en la Bahía de Todos Santos, B.C. Presentado en el VII Simposiun

- Chávez-Morales, D.S. 1988. Estudios de distribución y abundancia del caracol Astraea undosa (Mollusca: Gasteropoda) en la Bahía de Todos Santos (Noviembre de 1987 a Abril de 1988). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California, México. 45 pp.
- Chenaut, V. 1985. Los pescadores de Baja California; costa del Pacífico y Mar de Cortés. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores de Antropología Social, Museo Nacional de Culturas Populares. Cuadernos de la Casa Chata 111, México. 180 pp.
- Chugunova, N.I. 1963. Age and growth studies in fish. Published for the National Science Foundation, Washington, D.C. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem. 132 pp.
- Clark II, G.R. 1974. Growth lines in vertebrate skeletons. Am. Rev. Earth Planet Sci. 2: 77 - 99.
- Crozier, W.J. 1918. Growth and duration of life in Chiton tuberculatus. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S. 4, 322-325.
- Del Angel, M.R., 1990. Madurez gonadal y fecundidad del caracol Astraea undosa (Wood, 1828) (Mollusca Gasterópoda) en Bahía Tortugas, Baja California Sur. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, U.A.B.C. .

- Chávez-Morales, D.S. 1988. Estudios de distribución y abundancia del caracol Astraea undosa (Mollusca: Gasteropoda) en la Bahía de Todos Santos (Noviembre de 1987 a Abril de 1988). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California, México. 45 pp.
- Chenaut, V. 1985. Los pescadores de Baja California; costa del Pacífico y Mar de Cortés. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores de Antropología Social, Museo Nacional de Culturas Populares. Cuadernos de la Casa Chata 111, México. 180 pp.
- Chugunova, N.I. 1963. Age and growth studies in fish. Published for the National Science Foundation, Washington, D.C. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem. 132 pp.
- Clark II, G.R. 1974. Growth lines in vertebrate skeletons. Am. Rev. Earth Planet Sci. 2: 77 - 99.
- Crozier, W.J. 1918. Growth and duration of life in Chiton tuberculatus. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S. 4, 322-325.
- Del Angel, M.R., 1990. Madurez gonadal y fecundidad del caracol Astraea undosa (Wood, 1828) (Mollusca Gasteropoda) en Bahía Tortugas, Baja California Sur. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, U.A.B.C. .

- Guanes, M.R., 1990. Estudio de crecimiento del caracol *Astraea turbánica* Dall (Mollusca: Gastrópoda) en Bahía de Todos Santos, B.C., México. Tesis de licenciatura , Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México.
- Haskin, H. 1954. Age determination in molluscs. Trans. New York Acad. Sci., 16(6): 300-304.
- Kennish, M.J., R.A. Lutz y D.C. Rhoads. 1980. Preparation of acetate peels and fractured sections for observation of growth patterns within the bivalve shell. 597-601. En: D.C. Rhoads y R.A. Lutz (ed). Skeletal growth of aquatic organisms: biological records of environmental change. Plenum Press. New York, 750 pp.
- Kubo, I. 1953. Age determination of the Babyloia japonica (Reeve) an edible marine gastropod, basing on the operculum. J. Tokyo Univ. Fisheries 34, 199.
- Kubo, I. & K. Kondo, 1953. Age determination of the Babyloia japonica (Reeve) a edible gastropod, basig on the operculum. J. Tokyo Univ. Fish. 39(2):199-207.
- Miranda, O. 1975. Crecimiento y estructura poblacional de *Thais* (*Stromanita*) chocolata (Duclos, 1832), en la Bahía de Mejillones del Sur, Chile (Mollusca, Gastrópoda, Thaididae). Rev. Biol. Mar., Valparaiso, 15 (3): 263-286.

- Morris, R.H., D.P. Abbott & E.C. Haderlie, 1983. Intertidal invertebrates of California. Stanford University Press. 690 pp.
- Orton, J.H., 1923. The significance of "rings" on the shells of cardium and other molluscs. Nature 112, 10.
- Pereiro, J.A. 1982. Modelos al uso en dinámica de poblaciones marinas sometidas a explotación. Inf. Tec. Inst. Esp. Oceanog. No.1, 255 pp.
- Quayle, D.B. (1951 - 1952). The rate of growth of Venerupis pullastra (Montagu) at Millport, Scotlad. Proc. Roy. Sci. Edinburgh 864, 384 - 406.
- Ramade-Villanueva, M.R. 1989. Efecto del tamaño corporal, temperatura y sexo sobre la tasa metabólica del caracol A.undosa (Mollusca; Gasterópoda) en condiciones de invierno. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California, México.
- Ramirez-Robledo, D. 1988. Aspectos sobre la depredación del caracol A.undosa Wood, 1828. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México. 38pp.
- Ricker, W.E. 1973. Linear regressions in fishery research. J.Fish. Res. Board Can., 30(3): 409-434.

- Saldau, M.P. 1939, Rate of growth of commercially valuable molluscs in the European part of U.S.S.R. in relation to Ecologic conditions. Bull. Inst. Fresh-water Fish. 22, 244-269.
- Santarelli, L. y P. Gros, 1985. Détermination de l'âge et de la croissance de Buccinum undatum (Gasterópoda: Prosobranchia) à l'aide des isotopes stables de la coquille et de l'ornementation operculaire. Océan. Acta. 8(2): 221 - 229.
- Schnute Jo & Fournier David, 1980. A new approach to length - frequency analysis: Growth structure. Ca. J. Fish. Aquat. Sci. 37 : 1337 - 1351.
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1979. Biometría; principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume Ediciones. España. 832 pp.
- Steel, R.G. y J.H. Torrie. 1986. Bioestadística: principios y procedimientos. 2da. edición. McGraw-Hill. 622 pp.
- Stevenson, J.A. and Dickie, L.M., 1954. Annual growth rings and rate of growth of the giant scallop Placopecten magellanicus (Gmelin) in the Digby area of the Bay of Fundy. J. Fisheries Research Board Can. II, 662 - 671.

- Suarez-Vasquez, A. 1989. Genética bioquímica en caracoles de la especie A.undosa de la Bahía de Todos Santos, Baja California. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México. 66 pp.
- Torres-Moye, G., F. Becerril-Bobadilla y D. Chavez-Morales. 1988. Estudios ecológico de una población del caracol A.undosa, en la Bahía de Todos Santos, B.C. Presentado en el VII Simposium Internacional de Biología Marina. 1-5 de Junio de 1988. La Paz, B.C.S., México.
- Wilbur, K.M. y G. Owen. 1964. Growth. 211-242. En: K.M. Wilbur y C.M. Yonge (ed). Physiology of Mollusca. Academic Press. New York, 544 pp.