



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR

Area Interdisciplinaria de
Ciencias del Mar

Departamento de Biología Marina

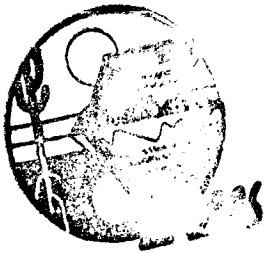
Edad y crecimiento del huachinango del Pacífico
Lutjanus peru (Nichols y Murphy, 1922) (Perciformes: Lutjanidae)
en la Bahía de La Paz y áreas adyacentes, B.C.S., México.

TESIS PROFESIONAL
Que para obtener el título de:
BIOLOGO MARINO

P R E S E N T A
Axayácatl/Rocha Olivares

La Paz, Baja California Sur

Noviembre de 1991



TE
513

025334

Lo mejor de este trabajo está dedicado a las dos estrellas que dan luz a mi vida: mi madre María Elena Olivares y mi mujer y compañera Leticia González.

Gracias por brillar como lo hacen.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia quiero agradecer al M. en C. Jon F. Elorduy la oportunidad de haberme permitido colaborar en el proyecto a su cargo, dentro del que se enmarca este trabajo de tesis. Sus consejos y apreciaciones fueron capitales en las primeras fases de la investigación.

Al M. en C. Victor Gómez, por la dedicación y el tiempo que invirtió en las revisiones de los manuscritos, así como por las incontables asesorías y discusiones que nos permitieron aprender más sobre este fascinante tema.

Al M. en C. Oscar Arizpe, por el apoyo e interés que siempre mostró en este trabajo, y cuyas sugerencias contribuyeron sustancialmente a mejorarlo.

Al M. en C. Enrique González, por el tiempo que invirtió en las revisiones de los manuscritos y por la ayuda incondicional e información bibliográfica brindadas en todo momento.

Al Dr. Peter Whitehead, por proveerme la descripción original de *Lutjanus peru*.

Al B.M. Juan Gabriel Díaz, por su invaluable ayuda en la lectura de los otolitos, así como por intercambiar ideas importantes acerca de su interpretación.

Al B.M. Roberto Carmona, por el entusiasmo e interés mostrado en todo momento y por las discusiones que ayudaron a aclarar diversos aspectos del trabajo.

Al B.M. Silvia Ramírez, por su paciencia y apoyo.

Al P.B.M. Francisco J. García, por su talento y el tiempo invertido en el diseño de la portada.

Al personal del Departamento de Sistemas Computacionales de la U.A.B.C.S., por las facilidades brindadas para la impresión definitiva de este documento.

Una mención especial merecen los responsables de la pescadería "El Patón", Sr. Reyes Barrón Bustamante y demás colaboradores; y de la pescadería de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera y Ejidal "El Sargento" y su anexo "La Ventana", Sr. Oscar Castro Lucero, Sr. Antonio Lucero Mendoza y demás colaboradores; que nos dieron acceso al producto de su pertenencia de manera incondicional y desinteresada. A nombre del proyecto, y mío propio, les externo nuestro más sincero agradecimiento.

Finalmente, a todas aquellas personas que colaboraron en los muestreos de campo y a mis compañeros de generación, especialmente a Fernando Garza y Rafael Riosmena, gracias, muchas gracias por su apoyo.

CONTENIDO

	Página
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABLAS	v
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCION	
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
2. OBJETIVO	5
3. ANTECEDENTES	6
4. TAXONOMIA Y MORFOLOGIA DE LA ESPECIE	12
5. AREA DE ESTUDIO	14
II. MATERIALES Y METODO	
1. MUESTREO	17
2. RELACIONES MORFOMETRICAS	20
3. DETERMINACION DE LA EDAD	
3.1. Preparación de otolitos	22
3.2. Método de lectura	23
3.3. Comparación de otolitos de un mismo pez	26
3.4. Validación	26
4. ESTRUCTURA DE TALLAS Y EDADES	28
5. CRECIMIENTO	29
III. RESULTADOS	
1. MUESTREO	32
2. RELACIONES MORFOMETRICAS	
2.1. Relación entre la longitud total y la estándar	33
2.2. Relación entre el peso total y el eviscerado	34
2.3. Relación entre el peso y la longitud total	34
3. DETERMINACION DE LA EDAD	
3.1. Preparación de otolitos	37
3.2. Método de lectura	
3.2.1. <u>Validación</u>	40
3.2.2. <u>Crecimiento</u>	40
3.3. Comparación de otolitos de un mismo pez	42
3.4. Validación	
3.4.1. <u>Relación otolito-pezo</u>	42
3.4.2. <u>Periodicidad</u>	45
3.4.3. <u>Consistencia en el marcado</u>	46
4. ESTRUCTURA DE TALLAS Y EDADES	
4.1. Estructura de tallas	47
4.2. Estructura de edades	51
5. CRECIMIENTO	
5.1. Crecimiento observado	54
5.2. Crecimiento retrocalculado	56
5.3. Modelo de crecimiento	59
IV. DISCUSION	64
V. CONCLUSION Y RECOMENDACIONES	93
VI. REFERENCIAS	96
APENDICE A	108
APENDICE B	115
APENDICE C	119

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Volumen de capturas de huachinango en todo el país y en el litoral del Pacífico mexicano	3
2. Volumen de capturas de huachinango en Baja California Sur	3
3. Volumen total de capturas de B.C.S. y de la oficina de La Paz	3
4. Mapa de la Bahía de La Paz y áreas adyacentes	15
5. Relación entre la longitud total y la estándar de <i>Lutjanus peru</i>	33
6. Relación entre el peso total y el eviscerado de <i>Lutjanus peru</i>	34
7. Relación entre el peso eviscerado y la longitud total de sexos combinados de <i>Lutjanus peru</i>	35
8. Relación entre el peso y la longitud totales de sexos combinados de <i>Lutjanus peru</i>	36
9. Relación entre la longitud total y el ancho del otolito de <i>Lutjanus peru</i>	44
10. Relación entre la longitud total y el radio ancho del otolito de <i>Lutjanus peru</i>	44
11. Relación entre el peso eviscerado y el peso de los otolitos de <i>Lutjanus peru</i>	44
12. Variación mensual del porcentaje de bordes hialinos y del I.G.P. de <i>Lutjanus peru</i>	45
13. Variación mensual del porcentaje de bordes hialinos para el total de la muestra de crecimiento	45
14. Distribución de frecuencias de los annuli de organismos de 1 a 10 años de edad	46
15. Estructura de tallas mensual de los muestreos masivo y biológico en conjunto de <i>Lutjanus peru</i> de los años 1989 a 1991 y típico	48
16. Estructura de tallas del total de los muestreos de machos, hembras y sexos combinados	50
17. Estructura de edades mensual de los muestreos masivo y biológico en conjunto de <i>Lutjanus peru</i> de los años 1989 a 1991 y típico	52
18. Estructura de edades del total de los muestreos de machos, hembras y sexos combinados	53
19. Longitudes medias ponderadas observadas y amplitud del recorrido de tallas por grupo de edad de <i>Lutjanus peru</i> para machos, hembras y sexos combinados	55
20. Longitudes medias ponderadas retrocalculadas $\pm$ 2 desviaciones estándar por edad de <i>Lutjanus peru</i> para machos, hembras y sexos combinados	58
21. Curvas de crecimiento en longitud de la F.C.V.B. para machos, hembras y sexos combinados	61
22. Curvas de crecimiento en peso de la F.C.V.B. para machos, hembras y sexos combinados	63

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
I. Número de muestras obtenidas en los muestreos biológicos y masivos de <i>Lutjanus peru</i> en la Bahía de La Paz	32
II. Parámetros de las regresiones entre el peso eviscerado y la longitud total de <i>Lutjanus peru</i>	35
III. Parámetros de las regresiones entre el peso y la longitud totales de <i>Lutjanus peru</i>	36
IV. Combinaciones de tiempo y temperatura utilizadas en los experimentos de horneado de los otolitos de <i>Lutjanus peru</i>	37
V. Combinaciones de tiempo y temperatura del horneado en aceite de los otolitos de <i>Lutjanus peru</i>	38
VI. Colorantes utilizados en las pruebas de tinción de otolitos de <i>Lutjanus peru</i>	39
VII. Resultados de las pruebas t-Student de diferencia entre medias de las medidas y pesos de los otolitos izquierdos y derechos de <i>Lutjanus peru</i>	42
VIII. Coeficientes de determinación de las regresiones entre las medidas y peso del otolito y los del pez	42
IX. Longitudes medias retrocalculadas por grupos de edad y longitudes medias ponderadas por edad correspondientes a los machos de <i>Lutjanus peru</i>	57
X. Longitudes medias retrocalculadas por grupos de edad y longitudes medias ponderadas por edad correspondientes a las hembras de <i>Lutjanus peru</i>	57
XI. Longitudes medias retrocalculadas por grupos de edad y longitudes medias ponderadas por edad correspondientes a sexos combinados de <i>Lutjanus peru</i>	57
XII. Volumen de precipitación total (mm) para los años 1989 y 1990 registrados en la estación meteorológica de La Paz, B.C.S.	75
XIII. Parámetros de las relaciones entre el peso total y la longitud de <i>Lutjanus peru</i> obtenidos en diferentes estudios realizados en el Pacífico mexicano	80
XIV. Comparación de parámetros de crecimiento y longitudes medias por edad de <i>Lutjanus peru</i> de estudios realizados en el Pacífico mexicano	86
A1. Datos mensuales de la estructura de tallas de los muestreos biológico y masivo de <i>Lutjanus peru</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S. de Marzo de 1989 a Marzo de 1991	109
A2. Datos mensuales de la estructura de tallas de <i>Lutjanus peru</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S. correspondientes al año típico	110
A3. Datos de la estructura de tallas de machos, hembras y sexos combinados de <i>Lutjanus peru</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S. del período Marzo 1989 Marzo 1991	111
A4. Datos de la estructura de edades de los muestreos biológico y masivo de <i>Lutjanus peru</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S. de Marzo de 1989 a Marzo de 1991	112
A5. Datos mensuales de la estructura de edades de los muestreos biológico y masivo de <i>Lutjanus peru</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S. del año típico	113
A6. Datos de la estructura de edades de machos, hembras y sexos combinados de <i>Lutjanus peru</i> en la Bahía de La Paz, B.C.S. del período Marzo 1989 Marzo 1991	114

B1.	Clave edad - talla y longitudes medias ponderadas por edad con sus desviaciones estándar de la submuestra de crecimiento de <i>Lutjanus peru</i> correspondiente a machos	116
B2.	Clave edad - talla y longitudes medias ponderadas por edad con sus desviaciones estándar de la submuestra de crecimiento de <i>Lutjanus peru</i> correspondiente a hembras	117
B3.	Clave edad - talla y longitudes medias ponderadas por edad con sus desviaciones estándar de la submuestra de crecimiento de <i>Lutjanus peru</i> correspondiente a sexos combinados	118
C1.	Longitud total media observada y calculada a partir de la F.C.V.B. para machos, hembras y sexos combinados por edad	120
C2.	Peso total observado y calculado a partir de la F.C.V.B. para machos, hembras y sexos combinados por edad	121

RESUMEN .

La edad y el crecimiento del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) se determinaron mediante la lectura de sus otolitos. Las muestras provinieron de la Bahía de La Paz y áreas adyacentes, B.C.S. México, y se colectaron de Marzo de 1989 a Marzo de 1991.

La utilización de los otolitos para la determinar de la edad de la especie se consideró validada con base en que: (1) el tamaño de dichas estructuras guardó una estrecha relación con respecto a la talla del pez, siendo el modelo potencial el que mejor la describió; (2) la formación de las marcas de crecimiento tuvo una periodicidad anual, verificándose principalmente en el verano (Mayo a Septiembre), período en el que coincidió con la época de mayor actividad reproductiva de la especie; y (3) el patrón de marcado de los otolitos fue consistente para peces de edades diferentes y los *annuli* se presentaron en sitios recurrentes de la estructura.

En los 1,171 organismos a los que se determinó la edad, se encontraron representantes de los grupos de edad 0+ al 15+. El organismo más pequeño fue de 102 mm de longitud total y el mayor de 992 mm. A los organismos de mayor tamaño no se les pudo determinar la edad por ser los otolitos demasiado grandes para identificar todos los *annuli*. El espécimen más longevo fue una hembra de 15 años. Los machos, al parecer, maduran a menores tallas que las hembras, las cuales son predominantes entre los organismos de mayor talla y edad.

Las relaciones entre el peso y la longitud totales indicaron que el crecimiento de *Lutjanus peru* es alométrico negativo. Se encontró que las relaciones de machos y hembras no fueron significativamente diferentes.

Las ecuaciones de crecimiento de von Bertalanffy se ajustaron utilizando longitudes totales medias observadas y retrocalculadas. Los parámetros respectivos L_{∞} (mm), K y t_0 (años) correspondientes a machos, hembras y sexos combinados son los siguientes: 878.40, 0.1406, -0.0244; 921.66, 0.1312, -0.0451 y 908.11, 0.1314, -0.0337. Las longitudes calculadas a partir de las ecuaciones de crecimiento no resultaron significativamente diferentes entre sexos, sin embargo los pesos calculados sí lo fueron.

El huachinango es un pez longevo que crece lentamente. Su crecimiento, así como otros aspectos biológicos, se conforman a patrones generales encontrados en la familia Lutjanidae.

I. INTRODUCCION.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Dentro de la **biología pesquera** es posible identificar dos líneas principales de investigación. Una de ellas es la que se ocupa de estudiar la **historia natural** de las unidades poblacionales o **stocks** de los recursos explotados; esto es: la forma en que los peces se reproducen, se alimentan y crecen, siendo su objetivo principal el de delimitar tales stocks. La otra línea es la que se encarga de abordar la **dinámica** las poblaciones, es decir: las tasas a las cuales los peces aumentan en número y biomasa así como las tasas a las que mueren. Los estudios referentes a la historia natural de las especies son imprescindibles pues son ellos los que generan los datos biológicos que sientan las bases para los estudios de dinámica poblacional (Cushing, 1968).

La administración de los recursos pesqueros es un factor fundamental e indispensable para poder hacer un uso racional y responsable de los mismos (Ricker, 1977). Para entender la dinámica de los stocks de peces, es importante poder estimar la edad y el crecimiento de los organismos que los componen (Nichy, 1969). En efecto, son pocos los modelos de dinámica de poblaciones que no necesitan incluir algunas de las constantes de crecimiento individual (Lleonart et al., 1981). En estos términos, los resultados de los estudios de edad y crecimiento son necesarios para estimar el rendimiento por recluta (Huntsman et al., 1983), para conocer la edad de primera madurez (Aguayo, 1971), para llevar a cabo estimaciones de mortalidad (Anónimo, 1982) o evaluaciones poblacionales

por análisis de cohortes y, en general, son requeridos por los modelos estructurales (Deriso, 1980; Schnute, 1987).

A diferencia de las pesquerías industriales a gran escala (e.g. atún, anchoveta y bacalao), que se sustentan en flotas con embarcaciones de alto calado y que extraen grandes volúmenes de captura de fácil acceso a su estudio, las pesquerías artesanales se caracterizan por: (1) la participación de embarcaciones de capacidad y autonomía limitadas que suelen utilizar diversos artes de pesca, (2) la explotación de varias especies en múltiples áreas, (3) la utilización de parte de la captura para el autoconsumo y (4) el hecho de que el esfuerzo varía no sólo en función de la abundancia de los recursos, sino también en relación a factores sociales y económicos (Ramírez-Rodríguez, 1987a). Todos estos elementos confieren a las pesquerías artesanales una gran variabilidad que impone dificultades adicionales a su estudio y administración, por ejemplo, complicando el establecimiento de estrategias de muestreo adecuadas (Ramírez-Rodríguez, 1987b).

El huachinango es un componente de la pesquería artesanal que se realiza en el estado de Baja California Sur (B.C.S.) y particularmente en la Bahía de La Paz y aguas adyacentes. La importancia de este recurso reside tanto en el volumen capturado como en los beneficios económicos en los que redunda su pesca. En efecto, dentro de los grupos en los que se divide al pescado en el momento de su comercialización, este recurso es considerado de "primera categoría" o de mayor valor económico y es utilizado exclusivamente para consumo humano.

Las capturas de huachinango registradas de 1980 a 1988 a nivel nacional fueron en promedio de 6,556 toneladas métricas (tm) anuales, mientras que sólo en 1984 se capturaron 8,125 tm. Del total de huachinango pescado en estos nueve años, un 56% corresponde al litoral del Pacífico (Fig. 1), en donde el 12% de la producción se da en el estado de B.C.S. (Fig. 2) (Anónimo, 1981-1990).

El análisis de las capturas reportadas por la oficina de pesca de la ciudad de La Paz muestra que, a nivel estatal, ésta ha permanecido la mayor parte de la década pasada, entre las cuatro más importantes en volumen total de capturas (Fig. 3). Cabe mencionar que el huachinango re-

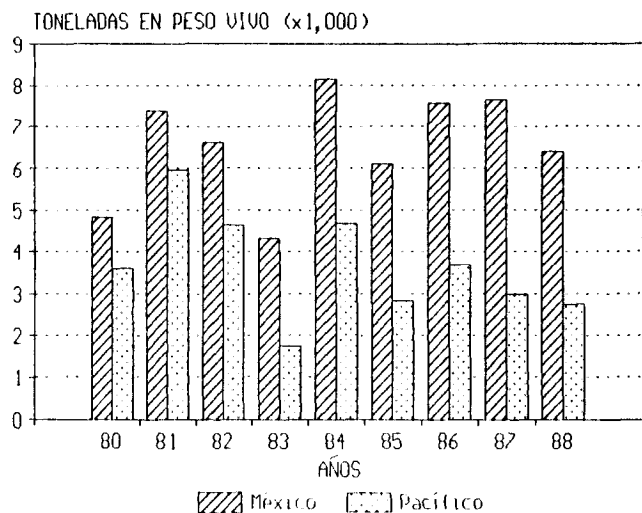


Figura 1. Volumen de capturas de huachinango en todo el país y en el litoral del Pacífico mexicano.

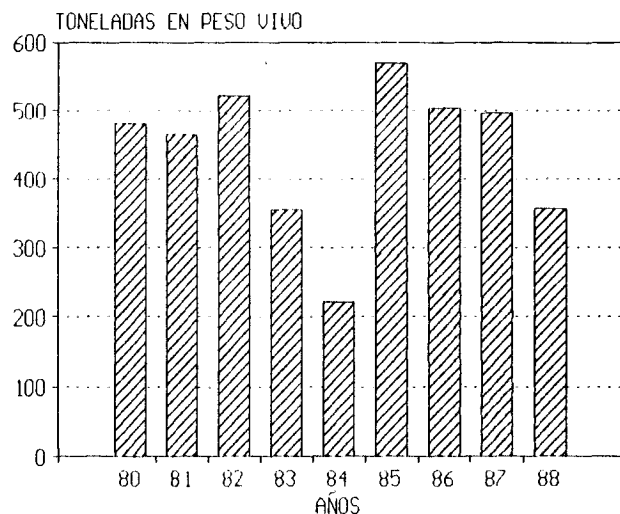


Figura 2. Volumen de capturas de huachinango en Baja California Sur.

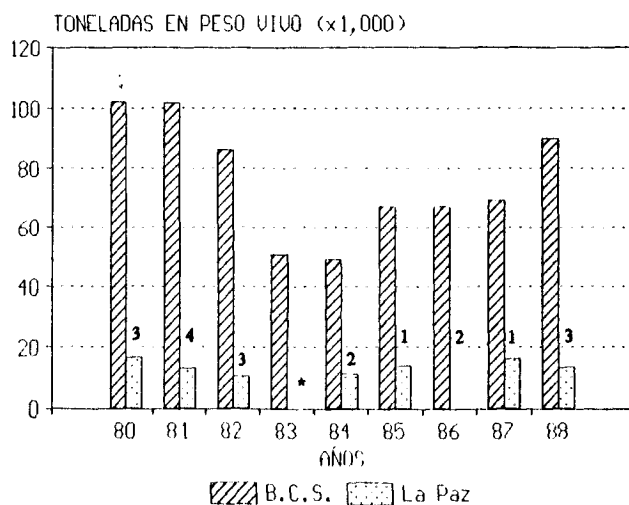


Figura 3. Volumen total de capturas de B.C.S. y de la oficina de La Paz (n = lugar a nivel estatal; * = sin dato).

portado a dicha oficina entre los años 1980 y 1982 representó el 85.7% de la captura estatal de este recurso y que, si bien no todo el producto reportado proviene de la Bahía de La Paz y aguas adyacentes, esta área contribuye de manera importante. Además, se ha encontrado que este recurso forma parte de las 14 especies más capturadas en los alrededores de la Isla Cerralvo (Rodríguez-Medrano, 1990).

A pesar de que las especies de la familia Lutjanidae son importantes recursos pesqueros en las regiones circumtropicales en las que se distribuyen (Polovina y Ralston, 1987), hasta la fecha se cuenta sólo con un estudio encaminado a describir el crecimiento individual del huachinango en B.C.S. (Castro, 1981), en el que se utilizaron escamas para la determinación de la edad.

Dada la escasez de información, se están llevando a cabo investigaciones en el proyecto denominado "Biología de Peces de Importancia Comercial de la Bahía de La Paz, B.C.S." de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, para conocer la biología de este tipo de recursos en relación a sus hábitos alimenticios, su reproducción, así como a su edad y crecimiento.

Dentro de este contexto, y dada la importancia que tiene el conocimiento biológico de las especies que se encuentran en explotación, tanto para incrementar el acervo de conocimientos de los recursos marinos de nuestros litorales, como para contribuir en la toma de decisiones relativas a su administración, se plantea la realización de un estudio que determine la edad y el crecimiento de *Lutjanus peru* en la Bahía de La Paz y áreas adyacentes, utilizando un método alternativo para la determinación de la edad.

La utilización de vértebras o huesos urohiales para estudiar la edad del huachinango queda descartada pues precisa de una disección laboriosa y, por ende, el disponer de los especímenes muestreados, lo que resulta incosteable si se piensa trabajar con un tamaño de muestra importante. Las escamas, por su parte, son más fáciles de obtener y prácticamente no requieren ninguna preparación para su observación, sin embargo ya han sido utilizadas. Los otolitos son también muy fáciles de procurarse durante el muestreo de los organismos ya que no requieren de una gran manipulación del espécimen y la extirpación puede hacerse de tal forma que resulte poco visible, lo que es importante para no desfigurar al organismo que debe ser vendido.

Puesto que los otolitos de varias especies de lutjánidos han sido utilizados con éxito en diversos estudios de edad y crecimiento (cf. Manooch, 1987), se espera que el crecimiento de *Lutjanus peru* en la Bahía de La Paz y áreas adyacentes, se acompañe de una marcación periódica de dichas estructuras, producida por el efecto de factores exógenos o endógenos, que permita la determinación de la edad de esta especie a partir de su lectura.

2. OBJETIVO.

El objetivo de este estudio es el determinar la edad y el crecimiento individual de la población de huachinango explotada en la Bahía de La Paz y áreas adyacentes, mediante la lectura de sus otolitos.

3. ANTECEDENTES.

El crecimiento puede ser considerado como la producción de biomasa individual resultante de la diferencia existente entre una entrada de energía y los gastos de la misma involucrados en las actividades vitales del organismo (Buesa, 1987).

Al constituir una propiedad adaptativa específica, producto de la unidad de las especies y su ambiente, el crecimiento de los peces, al igual que el del resto de los organismos con una temperatura corporal variable, se manifiesta con variaciones periódicas. Es decir que en algunas estaciones los peces podrán crecer más rápido mientras que en otras lo harán más lentamente (Nikolsky, 1963).

La variación en las tasas de crecimiento se encuentra determinada tanto por el efecto directo de los factores ambientales, como por el estado metabólico de los organismos, sobre el cual inciden otros factores tales como la alimentación y la reproducción (Pitcher y Hart, 1982; Boisclair y Legget, 1989a y 1989b).

En los peces, el crecimiento ha sido objeto de estudios tendientes a su modelaje desde que, a principios de siglo, la sobreexplotación en varias pesquerías europeas y norteamericanas llamó la atención sobre éste y otros aspectos de la entonces naciente biología pesquera. En el desarrollo de fórmulas matemáticas para describirlo se buscaba: (1) que dicha formulación describiera el crecimiento del pez tanto en longitud como en peso, (2) que pudiera ser incorporada a modelos de rendimiento e hiciera posible la comparación inter e intraespecífica del crecimiento de

diferentes stocks y (3) que su ajuste fuera fácil para cualquier conjunto de datos de crecimiento. Si bien han sido varios los intentos para alcanzar tal objetivo, algunas curvas de crecimiento poseen la desventaja de ser difíciles de manejar para ajustarlas a datos de talla y edad, o bien se han derivado de consideraciones netamente empíricas o por un razonamiento biológico aparentemente erróneo (Pauly, 1979). De acuerdo a este autor, el único modelo que presenta las tres propiedades arriba mencionadas, así como una sólida base teórica y biológica, es el propuesto por von Bertalanffy (1938).

La importancia de la utilización del modelo de crecimiento de von Bertalanffy en la Biología Pesquera se incrementó desde que fue adoptado por Beverton y Holt (1957) en su monografía sobre la dinámica de las poblaciones de peces (Ricker, 1979). La derivación de la ecuación a partir de fundamentos fisiológicos y la facilidad de ajustarlo a datos de edad y talla (Pauly, 1979), han dado pie a que su aplicación trascienda a otros grupos de organismos (e.g. Lange y Sissemwine, 1983; Ehrhardt et al., 1983).

Los métodos destinados a estudiar el crecimiento de los peces pueden agruparse en **directos** e **indirectos**. Los métodos directos utilizan partes duras para estimar la edad de los organismos y pueden realizarse sobre escamas, otolitos, vértebras, espinas o radios de aletas y huesos urohiales (Casselman, 1983; Johnson, 1984; Chilton y Bilton, 1986; Goodwin y Johnson, 1986; Penttila, 1988). Los métodos indirectos de análisis de distribución de tallas, como el de Petersen, se basan en la suposición de que el tamaño de los peces de una misma edad tiende a distribuirse

normalmente, y la talla promedio de los organismos en edades sucesivas puede vislumbrarse merced a las modas de la distribución de frecuencias de tallas (Anónimo, 1982); otros métodos indirectos son los de extrapolación e involucran programas de marcado y recaptura (Whitelaw y Sainsbury, 1986) o bien se basan en datos provenientes de organismos estudiados en cautiverio.

Los otolitos son concreciones de naturaleza calcárea que se encuentran en el oído interno de los peces dentro de unos ensanchamientos de los canales semicirculares denominados utrículo, sáculo y lagena. Por su mayor tamaño, resistencia y nitidez el otolito sacular o *sagitta*, ha sido el más utilizado en las determinaciones de edad de un gran número de especies (Pannella, 1971; Wilson y Dean, 1983).

En las aguas templadas, el factor ambiental que tiene mayor incidencia sobre las tasas de crecimiento de las especies es la temperatura que, aunada a los ciclos de producción característicos de esas zonas (Cushing, 1975), ocasiona la formación de una marca anual o *annulus* en los otolitos de los peces que las habitan (Penttila et al., 1988).

En comparación con las especies de aguas templadas, los peces tropicales de agua dulce y marinos habitan ambientes que muestran, en promedio, una menor variación estacional en sus factores bióticos y abióticos. Puesto que las marcas de los otolitos pueden ser el reflejo de dichos cambios, cabría esperar que se encuentren menos desarrolladas o inclusive ausentes en los trópicos. No obstante, se ha llegado a demostrar la existencia de marcas periódicas, en especies de peces de latitudes tropicales, útiles

para la determinación de la edad (Pannella, 1973). En este sentido, se ha encontrado que inclusive pequeñas variaciones de algunos grados (5°C) pueden resultar en un cambio en las tasas de crecimiento de los organismos, sobre la composición del otolito y sobre los ritmos reproductivos (Brothers, 1979).

Las marcas periódicas de los otolitos, que representan las variaciones en las tasas de crecimiento, reflejan un cambio en la composición de los mismos, presentándose una **zona opaca** que se deposita durante la etapa de crecimiento acelerado y que posee un alto contenido protéico, seguida por una **zona hialina** o de crecimiento lento compuesta de aragonita exclusivamente (Blacker, 1974).

En la mayoría de los peces, estos huesos óticos pueden poseer también marcas que se forman en respuesta a cambios metabólicos relacionados a la condición fisiológica individual o a un cambio en la forma de vida del organismo y que no se depositan de manera periódica (Pannella, 1973; Dery, 1988; Dery y Mayo, 1988; Andrade y Smith, 1988).

Consecuentemente, la utilización de los otolitos para la determinación de la edad depende del reconocimiento de un patrón de marcado al cual pueda ser asociada una escala cronológica regular (Williams y Bedford, 1973). Por ende, los resultados de edad y crecimiento, obtenidos a partir del estudio de estas estructuras, deben de estar apoyados en un análisis de **validación** de sus lecturas que determine si las marcas consideradas son reflejo de las variaciones periódicas en las tasas de crecimiento de los organismos.

Existe una gran cantidad de información sobre diversos aspectos de las especies de la familia Lutjanidae. Importantes trabajos de recopilación a nivel mundial son los realizados por Grimes (1987), Leis (1987), Manooch (1987) y Parrish (1987) que tratan, respectivamente, sobre la reproducción; los primeros estadios de vida; la edad y el crecimiento y sobre los hábitos alimenticios de esta familia. Gran parte de los trabajos se han realizado sobre las especies del Atlántico Occidental (Tashiro, 1979) y son contados aquellos efectuados en el Pacífico Oriental y central (Johnson, 1985; Radtke, 1987 y 1989; Shaklee y Samollow, 1984; Weldon, 1988; Polovina, 1987).

En el país, la mayoría de los estudios que se han realizado sobre lutjánidos tratan sobre especies que se distribuyen en el Golfo de México. Por ejemplo, la rabirrubia *Ocyurus chrysurus* y la rubia *Lutjanus synagris* cuentan con numerosos estudios biológicos y pesqueros (Cantarell, 1982; López-Cuevas y Garduño-Dionate, 1987; Mexicano-Cintora y Arreguín-Sánchez, 1987; Vasconcelos-Pérez et al., 1987a; Vasconcelos-Pérez et al., 1987b; Torres-Lara, 1987; Torres-Lara y Chávez, 1987; Torres-Lara y Salas-Márquez, 1990; Torres-Lara et al. 1990). En el Pacífico, Maeda-Martínez (1981) estudia aspectos ecológicos y alimenticios de la ictiofauna de tres lagunas costeras de la Bahía de La Paz, incluyendo algunas especies de lutjánidos. Bermudez-Almada y García-Laguna (1985) investigan los hábitos alimenticios de los peces de zonas rocosas de este mismo cuerpo de agua, considerando a su vez algunas especies de pargos. Posteriormente, García-Laguna y Orozco-Zorrilla (1988)

aportan datos adicionales sobre los hábitos alimenticios del pargo amarillo *L. argentiventris*.

En comparación con el caudal de información anterior, la que se cuenta acerca de *Lutjanus peru* es relativamente escasa. Gorelova (1979) estudia experimentalmente el tiempo de digestión en juveniles mantenidos en cautiverio; Castro (1981) propone parámetros de crecimiento para la especie en aguas de B.C.S.; Ruiz-Luna et al. (1985) exponen resultados sobre las relaciones biométricas, la edad y las constantes de crecimiento de la especie obtenidos de estudios realizados en el estado de Michoacán. Ese mismo año, en la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M., se realiza un trabajo que aborda la edad, el crecimiento y algunos aspectos de las pesquerías del huachinango y de otras tres especies de pargos en las costas del mismo estado (Anónimo, 1985); mientras que Aguilar-Salazar (1986) realiza un estudio sobre la edad y el crecimiento del huachinango de las costas de Michoacán, Guerrero y parte del estado de Oaxaca. Más recientemente, Madrid et al. (1987) presentan los modelos de edad y crecimiento, las relaciones biométricas y preliminares sobre los modelos de rendimiento de *L. peru* en Michoacán y Sinaloa, incluyendo información sobre la alimentación, la reproducción y la pesquería. Posteriormente, Madrid et al. (1988) investigan la distribución, la edad, el crecimiento, la reproducción y la alimentación de las especies de Lutjánidos en la misma área de estudio, precisando que *L. peru* es la única que al parecer presenta patrones migratorios. Ese mismo año el Centro Regional de Investigación Pesquera de la Secretaría de Pesca del estado de Colima lleva a cabo un estudio sobre aspectos biológicos

y pesqueros del huachinango y otras dos especies de lutjánidos en el litoral de ese estado (Cruz-Romero et al., 1988).

4. TAXONOMIA Y MORFOLOGIA DE LA ESPECIE.

La familia Lutjanidae agrupa a 103 especies repartidas en 17 géneros. Los adultos de estas especies se encuentran, en su mayoría, asociados al fondo marino y se alimentan principalmente de peces y crustáceos. Su distribución vertical abarca desde las aguas someras de la zona nerítica hasta profundidades de 550 m (Anderson, 1987).

Algunas características anatómicas que comparten los miembros de esta familia son: línea lateral bien desarrollada que no se extiende a la aleta caudal; boca terminal; dos orificios nasales en cada lado de la cabeza; maxila se inserta total o parcialmente bajo el hueso preorbital al cerrarse la boca; sin supramaxila; premaxilas moderadamente protráctiles; vomer y paladar usualmente con dientes viliformes; siete radios branquióstegos, membranas branquiales libres del istmo; cuatro arcos branquiales, el cuarto con una hendidura por debajo (Jordan y Evermann, 1898; Anderson, 1987).

La familia se encuentra dividida en tres subfamilias: Etelinae, Apsilinae y Lutjaninae cuyos límites y relaciones con otras familias se encuentran ampliamente revisadas por Johnson (1981).

Las especies del género *Lutjanus* que se distribuyen en el Pacífico mexicano son: *L. argentiventris*, *L. colorado*, *L. inermis*, *L. jordani*, *L. novemfasciatus*, *L. viridis*, *L. guttatus* y *L. peru*; cuya distribución abarca desde México hasta Perú (Allen, 1987).

El huachinango *Lutjanus peru* posee la siguiente posición taxonómica (Nelson, 1984):

Phylum = Chordata
Superclase = Gnathostomata
Clase = Osteichthyes
Subclase = Teleostei
Superorden = Acanthopterygii
Orden = Perciformes
Suborden = Percoidei
Familia = Lutjanidae
Género = *Lutjanus* Bloch, 1790
Especie = *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922)

Sinónimos:

Neomaenis peru NICHOLS y MURPHY, 1922. p.508, fig. 1. Lobos de Tierra, Perú (descripción original).

Los siguientes son los caracteres diagnósticos de la especie: aleta dorsal X,13; aleta anal III,8 cuya segunda espina es ligeramente menor pero más fuerte que la tercera. Las escamas por encima de la línea lateral se encuentran dispuestas en series oblicuas. La mandíbula inferior se proyecta ligeramente, el maxilar apenas alcanza la región anterior del ojo. Mandíbula superior con pequeños dientes caninos ausentes en la inferior; dientes viliformes en el vomer, paladar y lengua, los del vomer dispuestos en un parche con forma de diamante ligeramente prolongado hacia atrás, de tal suerte que los márgenes posteriores son cóncavos. Preopérculo finamente aserrado posteriormente, aserración más gruesa en su margen inferior. Interorbital muy convexo. Diez espinas branquiales

en la rama descendente del primer arco branquial, la mayor es la mitad de larga que el diámetro del ojo. Coloración en vivo roja que se torna café pálido al conservarse, un lunar tenue en la axila; los radios centrales de la aleta caudal con un borde negro (Nichols y Murphy, 1922).

5. AREA DE ESTUDIO.

La Bahía de La Paz es uno de los cuerpos de agua semiprotectidos más grandes del Golfo de California, su superficie aproximada es de 2,000 kilómetros cuadrados (Carmona et al., 1988) y se extiende entre los 24°10' y 24°47' de latitud Norte y los 110°18' y 110°47' de longitud Oeste.

Físicamente se encuentra limitada al Norte por la Isla San José, al Sur por la Ensenada de La Paz y al Occidente por el Municipio de La Paz de la Península de Baja California, mientras que al Oriente está parcialmente protegida por las Islas Espíritu Santo y La Partida. Se encuentra comunicada al Golfo de California por el angosto Canal de San Lorenzo al Sur y al Norte por el Canal de San José, situado entre la Cabeza del Mechudo y la Punta Norte de la Isla Partida (Fig. 4).

El clima que impera en esta región de la Península de Baja California es de tipo continental seco semidesértico (Bassols-Batalla, 1976). La temperatura anual promedio es de 24.7°C, la salinidad media anual es de 36‰ y la precipitación fluctúa alrededor de 210 mm anuales, con un período de lluvias de Agosto a Octubre. En la Bahía, la evaporación excede a la precipitación y presenta valores máximos entre Junio y Julio. Los vientos predominantes de Noviembre a Marzo son los llamados "collas" y provienen

del Noroeste mientras que los que se presentan de Abril a Agosto, denominados "Sur" o "Coromuel", provienen del Sur-sureste (Villavicencio-Garayzar, 1985).

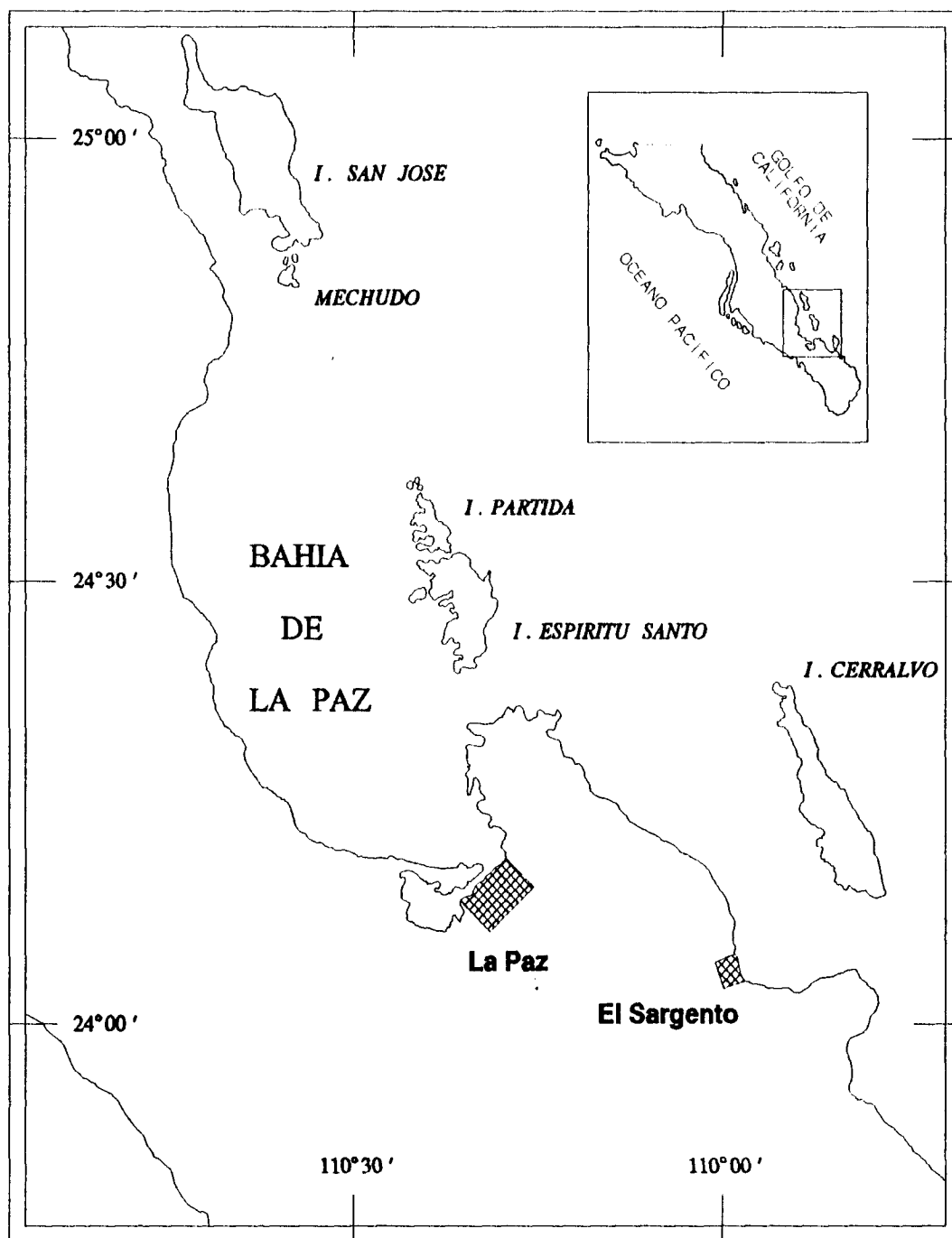


Figura 4. Mapa de la Bahía de La Paz y áreas adyacentes (las localidades en tierra no se encuentran a escala).

La circulación del agua en la Bahía de La Paz tiene una componente principal de Norte a Sur y prácticamente todo el cuerpo de agua se puede considerar como un canal (Anónimo, 1988).

Las principales zonas de pesca del huachinango en el área de estudio se localizan en los alrededores de la Isla Cerralvo y Espíritu Santo, ahí se pesca de forma artesanal utilizando líneas provistas de anzuelos cebados con calamar, macarela o cabeza de camarón, a profundidades hasta de 60 m, donde se encuentra generalmente asociado a fondos rocosos. De estas zonas llegan ejemplares de *Lutjanus peru* a las pescaderías de La Paz sobre todo durante los meses estivales y en mayor o menor proporción el resto del año.

II. MATERIALES Y METODO.

1. MUESTREO.

El muestreo de huachinango para el presente estudio se llevó a cabo desde Marzo de 1989 hasta Marzo de 1991. La razón de prolongar el período de obtención de muestras a dos ciclos anuales fue que en el primero se encontraron meses muy poco representados debido a la escasez del recurso.

La recolección de datos y muestras se efectuó tanto en pescaderías de la ciudad de La Paz (Marzo 1989 a Febrero 1991), como en salidas de campo realizadas *ex profeso* (Mayo 1989 a Febrero 1991). Una tercera fuente de muestras consistió en colectas efectuadas en arrastres a bordo de barcos camaroneros (Febrero y Marzo 1991).

La periodicidad del muestreo en pescaderías fue por lo menos semanal -dependiendo de la disponibilidad de pescado- y los organismos analizados provinieron de la pesca artesanal llevada a cabo en los alrededores de las islas Cerralvo y Espíritu Santo. Estas mismas áreas de pesca fueron visitadas durante las salidas de campo realizadas mensualmente y con igual frecuencia se llevaron a cabo los muestreos en los barcos camaroneros.

El muestreo de la captura comercial de huachinango respondió a que este procedimiento es la forma más eficaz y económica de obtener las muestras requeridas para realizar un estudio de edad y crecimiento (e.g. tallas, pesos y otolitos), siendo la única desventaja el que dichos datos puedan encontrarse sesgados debido a la selectividad del arte de pesca utilizado. Para solucionar este problema se efectuaron las salidas de campo y a barcos camaroneros.

La recolección de datos y muestras se implementó de acuerdo a dos tipos de muestreo descritos a continuación.

1.1. Muestreo masivo.

El muestreo masivo se llevó a cabo sobre el mayor número posible de organismos tomados al azar de acuerdo al procedimiento propuesto por FAO (Anónimo, 1982) para la utilización de un ictiómetro de uso individual, registrando las frecuencias de ocurrencia de longitudes totales sobre intervalos de 1 cm de amplitud. Este tipo de muestreo fue posible implementarlo sólo durante los meses de mayor abundancia del recurso.

1.2. Muestreo biológico.

Este se realizó sobre los diez primeros organismos del muestreo masivo cuya longitud total se localizó dentro uno de los intervalos de 20 mm de amplitud previamente establecidos. De esta forma, se calculó que de ser cubierto todo el recorrido de tallas observadas, se obtendría un tamaño de muestra de 300 mensualmente. Sólo cuando se observó que la longitud de los organismos de la captura se encontraba dentro de un estrecho recorrido, que fue lo más frecuente, se procedió a tomar más de diez especímenes por intervalo de tallas hasta alcanzar, de ser posible, las 300 muestras mensuales. La información registrada en este muestreo fue la siguiente:

- i. Longitud total y estándar. Estas se midieron, con la ayuda de un ictiómetro de manufactura propia, desde la punta del morro hasta el extremo del lóbulo mayor de la aleta caudal y del hueso hipural, respectivamente.

- ii. Peso eviscerado y total. En la determinación de pesos se utilizaron dinamómetros de 250 g (± 2 g), 500 g (± 5 g) y 2 kg (± 10 g). Se llegó a requerir también de una balanza de 12 kg (± 5 g). El eviscerado fue el único peso que se determinó en las pescaderías, dado que los organismos llegan en tal estado, mientras que en el campo y en los barcos camaroneros se registraron ambos.
- iii. Determinación del sexo. En los organismos analizados en pescaderías esta determinación se realizó siempre que fue posible encontrar vestigios de gónadas identificables. En términos generales, los testículos se diferenciaron de los ovarios por ser de color blanco lechoso, por tener una superficie lisa y ser de corte transversal triangular, mientras que los ovarios variaban de color rosa a rojizo, poseían una textura superficial irregular, un corte transversal redondo y, casi siempre, presentaban ovocitos identificables a simple vista.

Asimismo se colectaron otolitos, extirpándolos mediante un corte transversal en la cabeza del animal partiendo de la parte posterior del hueso basioccipital hacia la región anterodorsal, y escamas, de la zona protegida por la aleta pectoral izquierda del pez. Una vez extraídos los otolitos y las escamas con la ayuda de unas pinzas finas, éstos se guardaron en bolsas plásticas etiquetadas con el número del espécimen correspondiente.

La determinación del tamaño de muestra se hizo en respuesta a la necesidad de contar con un número de estructuras suficientemente representativo de la captura mensual. Puesto que una proporción de

los otolitos debe ser descartada por deterioro debido al manejo o por ser ilegibles (e.g. hasta un 24% en el caso de *Lutjanus synagris* [Manooch y Mason, 1984]), de esta forma se dejó un margen lo suficientemente amplio para que este tipo de factores no afectara la representatividad de las muestras.

2. RELACIONES MORFOMETRICAS.

2.1. Relación entre la longitud total y la estándar.

Dado que no existe una medida universal de los peces que se aplique sistemáticamente en los trabajos de edad y crecimiento, en éste se presenta, para fines de conversión y comparación con trabajos subsecuentes, la relación observada entre dos medidas de amplia utilización: la longitud total y la estándar. Dicha relación se determinó mediante regresión lineal simple por mínimos cuadrados y mediante la **regresión funcional** propuesta por Ricker (1973) cuando ambas variables están sujetas a error.

2.2. Relación entre el peso total y el eviscerado.

Dada la imposibilidad de determinar el peso total en los muestreos realizados en pescaderías, se presenta la relación que guarda este peso con el eviscerado para la muestra de huachinango estudiada en este trabajo. La ecuación de conversión se calculó siguiendo el mismo procedimiento que para la relación entre la longitud total y la estándar.

2.3. Relación entre el peso y la longitud total.

Esta relación tiene especial importancia puesto que es la base para calcular el crecimiento en peso y se expresa matemáticamente por una ecuación potencial de la forma (Ricker, 1975):

$$W = a * L^b \quad (1)$$

donde: W = peso

L = longitud¹ y

a y b = parámetros.

La estimación de los parámetros correspondientes se llevó a cabo de acuerdo a dos tipos de regresión: (1) regresión **no lineal** siguiendo el método iterativo propuesto por Marquardt (Draper y Smith, 1981) y, (2) regresión funcional de Ricker (1973), previa transformación logarítmica de las variables. La relación se estudió para ambos pesos, eviscerado y total, y por sexos separados y combinados².

El exponente de la relación entre el peso y la longitud totales fue comparado estadísticamente con el valor de 3 para determinar si el crecimiento del huachinango puede ser considerado isométrico. Para dicha comparación se utilizó una prueba t-Student de dos colas calculando el siguiente estadístico de prueba (Pauly, 1984):

¹ Dado que en la tesis la longitud total es la medida utilizada en casi todos los análisis, en lo sucesivo se hará referencia a ésta como longitud, sin calificativo, a menos que se especifique de otra forma.

² En lo sucesivo la referencia a sexos combinados corresponderá a machos, hembras y organismos con sexo indeterminado.

$$t_s = \frac{s_l}{s_w} * \frac{|b-3|}{\sqrt{(1-R^2)}} * \sqrt{(n-2)} \quad (2)$$

donde: s_l = desviación estándar de los logaritmos de la longitud,

s_w = " " " " " " " " del peso,

b = exponente de la ecuación (1),

R^2 = coeficiente de determinación de la relación entre el peso y la longitud y

n = número de organismos utilizados en el cálculo.

Los modelos obtenidos para hembras y machos se compararon mediante análisis de covariancia (Steel y Torrie, 1980).

3. DETERMINACION DE LA EDAD.

3.1. Preparación de otolitos.

La lectura de los otolitos requirió de un etapa previa cuyo objetivo fue el de mantenerlos en condiciones adecuadas hasta dicho momento así como prepararlos para tal fin. Esta etapa se encuentra dividida en tres actividades: la limpieza, el almacenamiento y el aclarado de los otolitos.

3.1.1. Limpieza. Una vez en el laboratorio, los otolitos fueron lavados para dejarlos libres de restos de sangre y de tejido adheridos. Para ello, se remojaron durante unos cinco minutos después de los cuales los otolitos se limpiaron con la ayuda de un cepillo, utilizando un poco de solución jabonosa sólo en el caso de un exceso de grasa.

3.1.2. Almacenamiento. Dado el hecho de que la lectura de los otolitos fue un proceso relativamente largo, éstos se almacenaron en seco dentro de viales etiquetados.

3.1.3. Aclarado. La aplicación adecuada de técnicas que ayuden a discernir con mayor facilidad las marcas de edad en los especímenes biológicos es un factor de importancia vital en la investigación pesquera (Penttila et al., 1988). En el caso de los otolitos que se utilizaron en este estudio, se experimentó la aplicación de dos tipos de técnicas de aclarado: la tinción y la técnica de horneado puesta a punto por Díaz y Ruiz (1989) para el conejo" *Caulolatilus affinis*. Se sometieron 63 pares otolitos de distintos tamaños a los experimentos de horneado y tinción. El 71% de estas estructuras correspondieron a muestreos piloto realizados en 1988 de tal suerte que sólo 18 pares provinieron de la colección correspondiente a los muestreos biológicos.

3.2. Método de lectura.

Una vez aclarados los otolitos, su lectura se efectuó con la ayuda de una lupa estereoscópica a una magnificación de 10x y utilizando luz reflejada sobre un fondo negro mate. La lectura se realizó en función del uso que se fuera a hacer de los datos, fueran éstos para la validación o para determinar el crecimiento de los organismos. En cualquier caso, las marcas consideradas de crecimiento se identificaron con base en los siguientes criterios:

- i. Que fueran conspicuas,
- ii. Que se encontraran presentes alrededor de todo el otolito y,
- iii. Que delimitaran marcas opacas sucesivamente menores.

Aquellas marcas que no cumplieron con estas características no se consideraron de crecimiento y, por consiguiente, no se registraron.

3.2.1. Validación. La lectura de las estructuras destinadas a la validación comprendió los siguientes pasos:

- i. Pesado. Los otolitos, totalmente secos, fueron pesados con la ayuda de una balanza analítica con una precisión de 0.1 mg.
- ii. Medición de otolitos. Después de ser pesados, se determinaron las siguientes dimensiones con una precisión de 50 μm :
 - a. Largo máximo (medida mayor sobre el eje antero-posterior),
 - b. Ancho máximo (medida mayor sobre el eje dorso-ventral),
 - c. Radio largo (desde el núcleo hasta el borde posterior) y
 - d. Radio ancho (desde el núcleo hasta el borde dorsal).
- iii. Determinación de bordes. Esta consistió en distinguir la naturaleza opaca o hialina de los mismos. La asignación de bordes durante las épocas de depositación de los anillos se realizó de acuerdo al tipo de material que ocupara el mayor porcentaje de la periferia del otolito. Las observaciones se realizaron con luz reflejada de tal suerte que los bordes hialinos aparecieron oscuros, por tener un menor índice de reflexión debido a su naturaleza translúcida, mientras que los opacos se apreciaron de un color blanco lechoso, por reflejar la luz en mayor proporción.

iv. Medición de anillos. Observaciones preliminares indicaron que la zona de los otolitos en donde los anillos se observaban con mayor claridad era el eje definido como radio ancho, por lo que su medición se efectuó sobre dicho eje, desde el núcleo hasta el borde externo de cada banda hialina identificada como anillo de crecimiento.

La determinación de bordes y la medición de otolitos y anillos se llevó a cabo de manera independiente por dos lectores con total desconocimiento de cualquier dato relativo al organismo cuya estructura se estaba analizando. Una vez terminada la lectura se compararon los resultados admitiéndose una diferencia máxima entre las mediciones de 100 μm . Los otolitos con mediciones diferentes por una magnitud superior fueron descartados del análisis por ilegibles.

3.2.2. Crecimiento. La lectura de los otolitos destinados al estudio de crecimiento comprendió:

- i. Conteo de anillos. Consistió en la determinación del número de marcas de crecimiento presentes en el otolito con base en los criterios ya mencionados y
- ii. Determinación de bordes. Realizado de la forma ya descrita en el apartado 3.2.1 (iii).

Los otolitos destinados al estudio de crecimiento fueron sometidos a dos rondas de lectura por la misma persona, en igualdad de circunstancias que para los otolitos de validación. En este caso, los otolitos cuyas edades o bordes discreparon en ambas rondas fueron sometidos a una tercera. Esta última lectura se tomó como definitiva sólo en el caso de que haya coincidido con alguna

de las anteriores, de lo contrario el otolito se descartó por ilegible.

La notación seguida en esta tesis es la propuesta por Penttila y Dery (1988) en donde las **edades** se designarán mediante números arábigos (e.g. edades 1, 2 y 3) mientras que los **grupos de edad** se indicarán por la edad seguida por un signo "+" (e.g. grupos de edad 1+, 2+ y 3+), que indicará que los otolitos poseen tres *annuli* más un incremento adicional.

3.3. Comparación de otolitos de un mismo pez.

Este es un paso que contemplan muy pocos trabajos de edad y crecimiento. Para el presente estudio se siguió la estrategia de Díaz y Ruiz (1989), comparando diferentes características de 50 pares de otolitos elegidos al azar que no presentaran deformaciones ni roturas. Dicha comparación se realizó sobre los pesos y medidas descritas para el apartado 3.2.1. Los pesos y mediciones se compararon siguiendo una prueba t-Student de diferencia entre medias para datos en pares (Sokal y Rohlf, 1981).

3.4. Validación.

Como ya se ha hecho hincapié anteriormente, la lectura de edad en cualquier estructura dura requiere de un análisis de validación, sobre todo si no se cuenta con antecedentes para la estructura en la especie ni en el área de estudio. Tal es el caso de este trabajo, por lo que se manejaron tres diferentes criterios para validar las lecturas de los otolitos de *Lutjanus peru*. Dichos criterios sirvieron para mostrar la validez de tres premisas que han de cumplirse para cualquier estructura que vaya a ser utilizada para determinar la edad en peces.

3.4.1. Relación otolito-peze. En este primer criterio de validación se estudió la relación que guardan el tamaño del otolito y el del pez a bien de comprobar que dicha estructura crece de acuerdo a una forma determinada, predecible y constante en relación al pez. Para determinar la relación entre el crecimiento del otolito y el del pez, se obtuvo una submuestra estratificada de 20 pares de otolitos por estrato utilizando, como criterio de estratificación, intervalos de 40 mm de longitud total y abarcando el mayor grupo de tallas posible. Los otolitos de esta submuestra se midieron y pesaron de la forma en que se ha descrito en el apartado 3.2.1 para relacionar sus medidas y pesos con las longitudes total, estándar y peso eviscerado del pez. Los modelos estudiados fueron el lineal ($Y = a + bX$) y el potencial ($Y = aX^b$), siendo Y , en cada caso, la medida o peso del pez y X los del otolito. El modelo lineal se ajustó por mínimos cuadrados y el potencial por el método no lineal propuesto por Marquardt mientras que la comparación se hizo con base en sus coeficientes de determinación.

3.4.2. Periodicidad. El determinar la edad de un organismo mediante el número de marcas de crecimiento que presentan sus estructuras duras, depende de que se conozca con qué frecuencia se forman para poder asociar una escala cronológica al patrón de marcado que presentan. Con este fin, se analizó una submuestra de 30 otolitos por mes a los cuales se les determinó la naturaleza de su borde, fuera éste hialino u opaco, observando la variación anual de los mismos y estableciendo la periodicidad de marcado, en función del número de modas de esta distribución. La determinación

de la época de marcado de los otolitos se comparó con la de actividad reproductiva mediante el **índice gonadosomático (I.G.P.)** que se calculó de acuerdo a la fórmula utilizada por Balbontin y Fischer (1981):

$$I.G.P. = [\text{peso gónada}(g) / \text{peso total}(g)] * 100 \quad (3)$$

3.4.3. Consistencia en el marcado.. Como último criterio de validación se observó que las marcas de crecimiento fueran consistentes en su localización dentro del patrón de marcado de los otolitos, comprobando así que el método de lectura fue correcto al considerar marcas que reflejaran el crecimiento periódico del organismo. Para tal fin, se consideraron las mediciones a los primeros anillos hialinos de los otolitos del apartado 3.4.1, graficándose la frecuencia de los radios a cada anillo hialino utilizando intervalos de 0.5 mm de amplitud.

4. ESTRUCTURA DE TALLAS Y EDADES.

4.1. Estructura de tallas.

Dado que los muestreos realizados durante el segundo año (Marzo 1990 - Marzo 1991) se llevaron a cabo sobre todo en los meses que quedaron sin muestras o muy poco representados en el primero, fue necesario construir un **año típico**, incorporando los datos de ambos años para cada mes.

Las estructuras de talla se elaboraron mensualmente empleando la longitud total y tomando en cuenta todos los organismos provenientes de ambos tipos de muestreo. Se presentan también las distribuciones de tallas de machos, hembras y sexos combinados. Las dos primeras fueron analizadas estadísticamente mediante la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov para dos muestras, probando la

hipótesis nula de que provienen de la misma distribución (Steel y Torrie, 1980).

4.2. Estructura de edades.

La estructura de edades del huachinango se elaboró con base en los resultados de la determinación de edad, a partir de los cuales se elaboraron claves edad - talla para machos, hembras y sexos combinados. La clave de sexos combinados se utilizó, de acuerdo a la metodología propuesta por FAO (Anónimo, 1982), para la elaboración de las estructuras de edades mensuales de los años 1989 a 1991, del año típico y del total de la muestra, mientras que las claves de machos y hembras se utilizaron para determinar las estructuras de edades de cada sexo. Estas últimas fueron comparadas estadísticamente de igual forma que las estructuras de talla.

5. CRECIMIENTO.

5.1. Crecimiento observado.

Una vez obtenidas las claves edad - talla, se procedió a determinar las longitudes medias ponderadas para cada edad. Estas longitudes se calcularon para machos, hembras y sexos combinados.

5.2. Crecimiento retrocalculado.

Los otolitos empleados para este análisis fueron los de los criterios de validación 3.4.1 y 3.4.3, a los cuales se les midieron los anillos como se describe en el apartado 3.2.1. La fórmula de retrocálculo utilizada fue la propuesta por Bagenal y Tesch (1978), aplicable cuando la relación entre el radio de la estructura y la longitud del pez es potencial. Dicha fórmula es:

$$L_i = L * \left(\frac{R_i}{R} \right)^b \quad (4)$$

donde: L_i = longitud retrocalculada a la i -ésima edad,

L = longitud observada del pez,

R_i = radio del i -ésimo *annulus*,

R = radio ancho del otolito y

b = exponente de la relación potencial $L = a R^b$

Una vez retrocalculadas las longitudes a las edades pretéritas de cada organismo, se calcularon las longitudes promedio para cada edad y grupo de edad. Posteriormente, se calculó la media ponderada de las longitudes retrocalculadas a cada edad y los incrementos medios anuales (tasas de crecimiento promedio).

5.3. Modelo de crecimiento.

El último paso del estudio de crecimiento del huachinango consistió en encontrar un modelo que lo describiera satisfactoriamente. Para tal fin se utilizó la función de crecimiento de von Bertalanffy (F.C.V.B.) cuya expresión matemática, en términos de longitud, se describe de acuerdo a la ecuación (5) y en términos de peso de acuerdo a la (6) (Moreau, 1987):

$$L_t = L_{\infty} * (1 - e^{-K * (t-t_0)}) \quad (5)$$

donde: L_t = longitud a la edad t ,

L_{∞} = longitud asintótica,

K = tasa intrínseca de crecimiento,

t = edad,

t_0 = edad a la que el pez tendría una longitud nula si creciera de acuerdo a la ecuación (5).

$$W_t = W_{\infty} * (1 - e^{-K * (t-t_0)})^b \quad (6)$$

donde: W_t = peso a la edad t ,

W_{∞} = peso asintótico,

K , t y

t_0 = igual que en la ecuación (5),

b = exponente de la ecuación (1).

La decisión de utilizar la F.C.V.B. para modelar el crecimiento del huachinango se tomó porque esta función reúne las tres propiedades que se esperan de un modelo de crecimiento (cf. pág.6), además de que posee una sólida base teórica y biológica. Por otra parte, es el que ha sido más utilizado para describir el crecimiento de los lutjánidos (Manooch, 1987).

Se utilizaron tanto las longitudes medias observadas por grupo de edad como las retrocalculadas para realizar el ajuste. Las longitudes medias retrocalculadas se consideraron como aquellas a la edad exacta del organismo y, por lo tanto, se les asignaron años enteros (e.g. 1, 2 o 3 años), mientras que las longitudes medias observadas se consideraron como representativas de la edad cumplida más una fracción de tiempo adicional, por lo que se les asignaron edades 0.5 años mayores a las del respectivo grupo de edad (e.g. 1.5 años para la longitud media del grupo de edad 1+).

El ajuste de la F.C.V.B. se realizó por el método iterativo de regresión no lineal de Marquardt (Draper y Smith, 1981) para machos, hembras y sexos combinados. Las longitudes y los pesos calculados a partir de los modelos de crecimiento de machos y hembras se compararon mediante la prueba no paramétrica de rangos y signos de Wilcoxon para datos en pares (Sokal y Rohlf, 1981).

III. RESULTADOS.

1. MUESTREO.

Los meses de Marzo y Diciembre de 1989 así como los de Enero y Febrero de 1990 se caracterizaron por la escasez de huachinango, por lo que resultaron muy poco representados en el muestreo.

La época de mayor abundancia del recurso, en la que se llevaron a cabo muestreos masivos, se verificó de Julio a Noviembre de 1989, por lo que en estos meses no fue necesario realizar muestreos masivos durante 1990. Estos muestreos incluyeron un total de 3,085 organismos con una proporción de machos a hembras de 1:0.85 y un 86.90% de organismos a los que no fue posible determinar el sexo.

En el resto de los meses que abarca este trabajo sólo se llevaron a cabo muestreos biológicos en los que se analizaron 2,605 organismos (Tabla I), de los cuales el 66.87% se encontraron con sexo indeterminado. Los machos y hembras presentaron una proporción de 1:0.84.

Tabla I. Número de muestras obtenidas en los muestreos biológicos y masivos de *Lutjanus peru* en la Bahía de La Paz (MA= machos, HE= hembras, IN= sexo indeterminado, TOT= total).

MES	BIOLOGICO												MASIVO			
	1989				1990				1991				1989			
	MA	HE	IN	TOT	MA	HE	IN	TOT	MA	HE	IN	TOT	MA	HE	IN	TOT
ENE	-	-	-	-	9	5	3	17	26	20	57	103	-	-	-	-
FEB	-	-	-	-	1	2	7	10	17	32	308	357	-	-	-	-
MAR	0	0	16	16	0	0	90	90	0	1	153	154	-	-	-	-
ABR	3	0	36	39	0	1	51	52	-	-	-	-	-	-	-	-
MAY	2	0	126	128	0	0	39	39	-	-	-	-	-	-	-	-
JUN	78	43	181	302	0	2	0	2	-	-	-	-	-	-	-	-
JUL	103	91	114	308	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	503	503
AGO	57	50	161	268	1	0	2	3	-	-	-	-	40	31	1141	1212
SEP	21	7	159	187	10	17	25	52	-	-	-	-	40	30	548	618
OCT	29	17	34	80	25	22	21	68	-	-	-	-	56	52	231	339
NOV	50	56	96	202	11	12	22	45	-	-	-	-	84	72	257	413
DIC	1	0	1	2	22	19	40	81	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	344	264	924	1532	79	80	300	459	43	53	518	614	220	185	2680	3085

La presencia de un tamaño de muestra menor a 300 en los meses de Agosto a Noviembre de 1989, se debió a que la mayoría del huachinango estuvo siendo exportado a los E.U.A., por lo que gran parte de los organismos sólo pudieron ser sometidos a muestreos masivos, ya que los responsables de las pescaderías recomendaron que el pescado fuera manipulado lo menos posible.

2. RELACIONES MORFOMETRICAS.

2.1. Relación entre la longitud total y la estándar.

Esta relación se determinó con un total de 2,603 datos provenientes del muestreo biológico sobre un recorrido amplio de longitudes, por lo que puede ser aplicada con un alto nivel de confiabilidad dentro del mismo ($r^2 > 0.99$, $P < 0.01$).

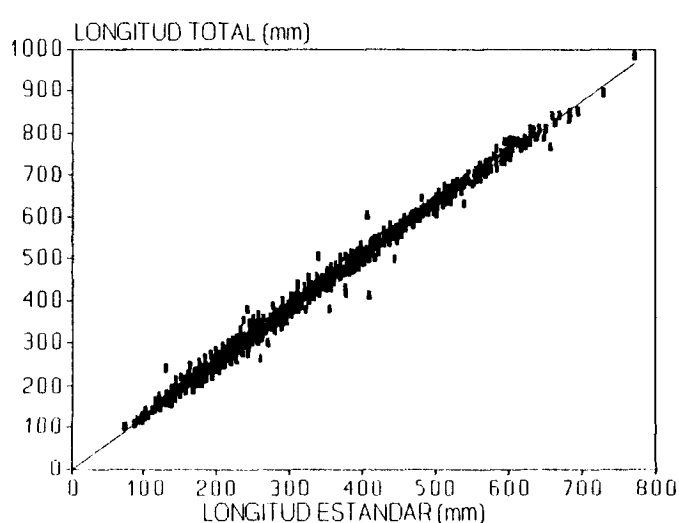


Figura 5. Relación entre la longitud total y la estándar de *Lutjanus peru* (— recta de regresión, ■ datos).

La ecuación (7) es la obtenida del ajuste por mínimos cuadrados mientras que la (8) corresponde a la regresión funcional. Es notoria la poca dispersión de los datos alrededor de las rectas de regresión³ (Fig. 5).

$$LTOT = 1.246 \times LSTA + 10.37 \quad (r^2=0.997, \quad P < 0.01) \quad (7)$$

$$LTOT = 1.248 \times LSTA + 9.811 \quad (r^2=0.997, \quad P < 0.01) \quad (8)$$

donde: $LTOT$ = longitud total y $LSTA$ = longitud estándar.

³ Debido a la gran similitud de los parámetros, ambas rectas son gráficamente inseparables una de la otra.

2.2. Relación entre el peso total y el eviscerado.

La relación entre pesos se calculó con 841 pares de datos, el número menor se debió a la carencia del peso total en los organismos de las pescaderías. En este caso se contó también con un amplio recorrido y se encontró que el modelo lineal fue

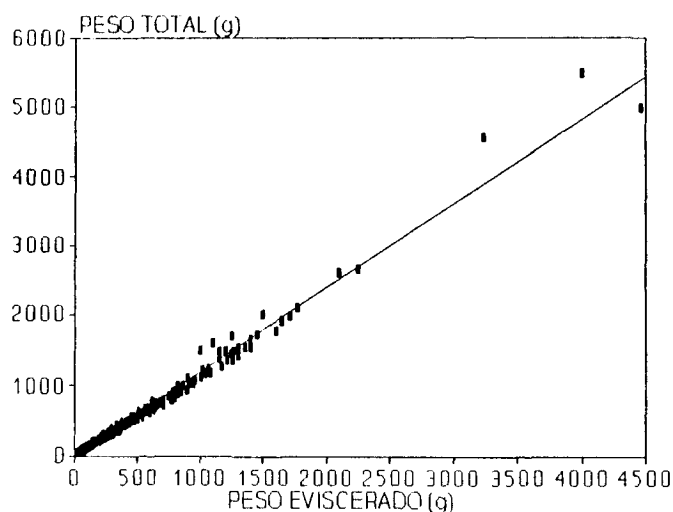


Figura 6. Relación entre el peso total y el eviscerado de *Lutjanus peru* (— recta de regresión, ■ datos).

el que mejor describió la relación entre ambas variables. Las ecuaciones correspondientes al ajuste por mínimos cuadrados y mediante la regresión funcional son las (9) y (10), respectivamente. Si bien son pocos los organismos con pesos eviscerados superiores a los 1,000 g, la dispersión de los datos alrededor de las rectas de regresión parece aumentar con el peso de los organismos³ (Fig. 6).

$$PETO = 1.207 \times PEVI - 19.50 \quad (r^2=0.988, \quad P < 0.01) \quad (9)$$

$$PETO = 1.215 \times PEVI - 21.60 \quad (r^2=0.988, \quad P < 0.01) \quad (10)$$

donde: *PETO*= peso total y *PEVI*= peso eviscerado.

2.3. Relación entre el peso y la longitud total.

Debido a la carencia de información relativa al peso total de los organismos examinados en las pescaderías, se presentan los resultados obtenidos de la relación entre el peso eviscerado y la longitud total pues es la que cuenta con el mayor número de datos. Los parámetros de la ecuación (1) obtenidos por los dos

métodos de ajuste se encuentran en la Tabla II⁴ y la curva obtenida con los parámetros de la regresión no lineal en la Figura 7.

Tabla II. Parámetros de las regresiones entre el peso eviscerado y la longitud total de *Lutjanus peru* (NL= no lineal, FN= funcional, MA= machos, HE= hembras y CO= sexos combinados).

Parámetros	REGRESION NL			REGRESION FN		
	MA	HE	CO	MA	HE	CO
Factor° (a)	3.169	2.110	2.340	2.277	1.926	2.514
Exponente (b)	2.832	2.895	2.877	2.883	2.907	2.867
R ² (%) **	98.83	98.37	99.01	98.81	98.40	98.98
n	464	397	2350	464	397	2586

° valores tabulados x 10⁻⁵

** (P < 0.01)

En lo que se refiere al peso total, éste sólo fue posible registrarlo en aquellos organismos que no se obtuvieron en las pescaderías (aproximadamente un 33%). Los parámetros correspondientes se encuentran en la Tabla III en

donde se presentan, además,

los valores obtenidos por el estadístico de prueba t_s (Ec. 2). La Figura 8 representa la curva ajustada a los datos de sexos combinados aplicando la regresión no lineal. Con excepción de la relación entre el peso y la longitud totales en sexos combinados, en todas las regresiones efectuadas, los parámetros obtenidos por la regresión no lineal arrojaron coeficientes de determinación ligeramente superiores.

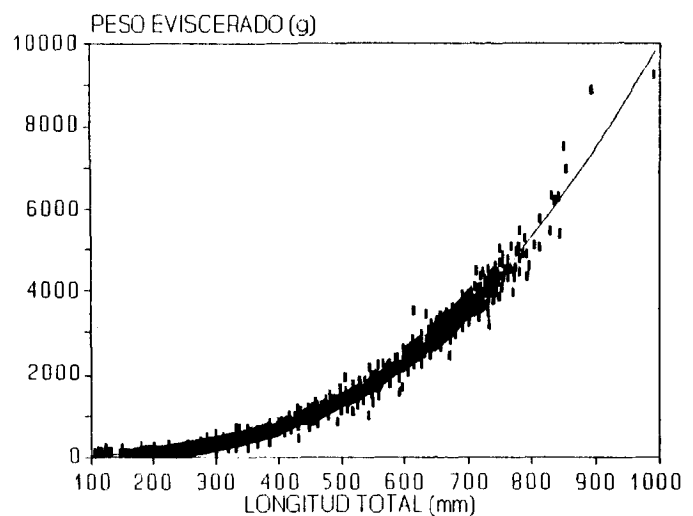


Figura 7. Relación entre el peso eviscerado y la longitud total de sexos combinados de *Lutjanus peru* (— curva de regresión no lineal, ■ datos).

⁴ Debido a limitaciones de tipo técnico no fue posible realizar la regresión no lineal sobre los 2,586 pares de datos, por lo que los resultados se presentan para 2,350 pares obtenidos aleatoriamente del total.

Tabla III. Parámetros de las regresiones entre el peso y la longitud totales de *Lutjanus peru* (NL= no lineal, FN= funcional, MA= machos, HE= hembras y CO= sexos combinados).

Parámetros	REGRESION NL			REGRESION FN		
	MA	HE	CO	MA	HE	CO
Factor° (a)	1.671	2.259	2.260	1.807	1.526	2.011
Exponente (b)	2.955	2.900	2.905	2.942	2.969	2.924
R ² (%) **	95.35	97.98	97.96	95.34	97.94	97.96
n	107	118	844	107	118	844
ts	0.727	2.555	6.603	0.930	0.794	5.276

° valores tabulados x 10⁻⁵

** (P < 0.01)

Los exponentes obtenidos en la relación entre el peso y la longitud totales resultaron ser significativamente diferentes de 3 (P < 0.05) tanto para los machos como para las hembras y sexos combinados por lo que, estadísticamente, el crecimiento del

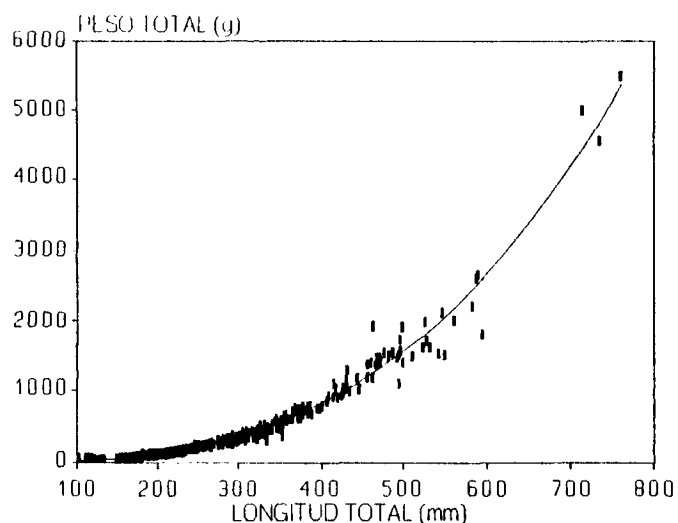


Figura 8. Relación entre el peso y la longitud totales de sexos combinados de *Lutjanus peru* (— curva de la regresión no lineal, ■ datos).

huachinango es alométrico negativo. Sin embargo, cabe mencionar que dichos exponentes son muy cercanos a 3 ($b \geq 2.90$). Los análisis de covariancia indicaron que los modelos de machos y hembras no presentaron diferencias significativas (P < 0.05).

3. DETERMINACION DE LA EDAD.

3.1. Preparación de otolitos.

En primera instancia los otolitos se expusieron a diferentes combinaciones de tiempo y temperatura constantes alrededor de la utilizada por Díaz y Ruiz (1989) para los otolitos de *Caulolatilus affinis* (Tabla IV).

Tabla IV. Combinaciones de tiempo y temperatura utilizadas en los experimentos de horneado de los otolitos de *Lutjanus peru* (-= otolito inalterado, += mejor contraste, c= calcinado).

Tiempo de Exposición (minutos)	Temperatura (°C)												
	250	260	270	280	290	310	322	324	325	326	328	330	344
6							-	-	-	-	-	+	c
9							-	-	-	-	+		
10							-	-	+	-			
11							-	-	c	c			
14							-	c	c	c			
15							-	c					
20						-	c						
25	-	-	-	-	-	c	c						
30	-	+	-	c									
40	-	+	c	c									
45	-	+	c	c									

Los resultados de las pruebas indicaron que el problema principal de los otolitos de huachinango al someterlos a una combinación fija de tiempo y temperatura es su grosor. De tal suerte que cuando la región superficial alcanza un nivel de quemado aceptable, el interior permanece inalterado y cuando se aumenta el tiempo o la temperatura para quemar el interior, la superficie se sobre expone y empeora el nivel de contraste. Para tratar de solucionar este problema se diseñaron otros dos tipos de experimentos adicionales. Uno de ellos consistió en hornear los otolitos aumentando la temperatura paulatinamente a intervalos de 10 o 20°C partiendo de 310 y hasta los 370°C. Los cambios de temperatura en cada intervalo se llevaron a cabo con diferentes tiempos de exposición que se dieron de los 3 a los 18 minutos con incrementos de 3 minutos para cada aumento de temperatura. En un segundo tipo

de experimentos se utilizó el horneado en aceite a combinaciones fijas de tiempo y temperatura (Tabla V).

Tabla V. Combinaciones de tiempo y temperatura del horneado en aceite de los otolitos de *Lutjanus peru* (== sin cambios satisfactorios, += mejor aclarado).

Tiempo de Exposición (minutos)	Temperatura (°C)		
	250	275	300
10	-	-	-
20	-	-	-
30	-	+	-
40	-	-	-
45	-	-	-

Ninguna de las variaciones de temperatura en sus diferentes tiempos de exposición produjo un mejor contraste, mientras que el horneado en aceite se vio limitado por la temperatura a la cual el aceite resul-

taba quemado y sólo una combinación (275°C y 30 minutos) dio resultados similares a los obtenidos sin aceite a otras combinaciones de tiempo y temperatura.

En resumen, se puede concluir que la gran variación en tamaños que presentan los otolitos del huachinango no permite la aplicación de una sola combinación de temperatura y tiempo para todos. A bajas temperaturas y tiempos largos los otolitos mayores no se quemaron lo suficiente mientras que a mayores temperaturas y menores tiempos resultaban calcinados.

En las combinaciones a las cuales se obtuvo el mayor contraste en los otolitos mayores de 8 mm de ancho, el centro resultaba demasiado opaco y con muy poco contraste, pudiéndose identificar claramente sólo los anillos periféricos.

Para los otolitos menores a los 8 mm, ninguna combinación de temperatura y tiempo resultó satisfactoria ya que, al ascender la temperatura y reducir el tiempo de horneado, pasaban de una apariencia casi inalterada al estado calcinado, sin ningún aumento en el contraste de los anillos. Ni la exposición a intervalos de

temperatura ni el horneado en aceite tuvieron resultados favorables para solucionar este problema.

En el caso de los experimentos de tinción (Tabla VI), ninguno de los ocho colorantes utilizados dio una coloración diferencial de los anillos. Aquellos que presentaron una tinción positiva se adsorbieron uniformemente sobre toda la superficie del otolito.

Tabla VI. Colorantes utilizados en las pruebas de tinción de otolitos de *Lutjanus peru* (-= tinción negativa, += tinción positiva).

Colorante	Solvente	Tinción
Carmín acético	Ac. acético	-
Rojo de fenol	agua	-
Rojo neutro	agua	+
Rojo de metilo	metanol	-
Rojo Congo	agua	-
Azul de cresil	agua	+
Azul de acrilina	agua	+
Rojo de alizarina	agua	-
"	agua destilada	pobre
"	metanol 48% °	+
"	metanol 96% °	+

° disuelto en agua destilada

Dado que las pruebas de horneado y tinción no permitieron un mejor contraste en los anillos de los otolitos, se hicieron múltiples observaciones de otolitos inmersos en glicerina durante diferentes tiempos y sin ningún tratamiento previo. De ellas se concluyó que la inmersión de los otolitos por lo menos 24 horas antes de su lectura, era suficiente para aclararlos y mejorar el contraste de sus anillos satisfactoriamente.

3.2. Método de lectura.

3.2.1. Validación. La muestra de validación para los estudios de la relación otolito - pez y de consistencia en el mercado quedó conformada por 357 pares de otolitos de organismos comprendidos entre los 102 y 992 mm. Se excluyeron 28 otolitos del análisis de consistencia (aproximadamente un 8%) por ser ilegibles (3 del 8%) y porque, al ser muy grandes, los últimos anillos se encontraban demasiado cercanos los unos de los otros para poder medirlos (5 del 8%). La muestra utilizada para la determinación del período de marcación de los otolitos constó de 360 estructuras de las cuales a todas se les determinó el borde.

3.2.2. Crecimiento. La muestra de otolitos obtenidos a partir de los muestreos biológicos comprendió un total de 2,605 pares de los cuales se extraviaron 12, y 18 se utilizaron para las pruebas de aclarado.

Si bien el muestreo biológico fue estratificado, en la mayoría de los meses considerados en este estudio la composición de las capturas fue de organismos inferiores a los 380 mm de longitud (65.9% del total de la muestra biológica). Para evitar una sobre representación de estos organismos en la muestra destinada al análisis de crecimiento, fue necesario llevar a cabo un submuestreo estratificado para conformar la colección de otolitos sometidos a lectura de edades. Esto se llevó a cabo tomando al azar 50 otolitos por cada estrato de 20 mm de longitud.

La submuestra se compuso de 1,356 estructuras de las cuales se desecharon 185. Las causas por las cuales se desecharon fueron: por ser demasiado grandes de tal suerte que resultó imposible contar

los últimos anillos dada su proximidad (2.21%), por encontrarse rotos o en mal estado (1.40%), por presentar deformidades o calcificación anormal -e.g. otolitos cristalizados- (2.29%) y por diferencias entre las tres rondas de lecturas (7.80%).

Se presentaron también otolitos con anillos dobles, que son marcas excesivamente juntas que no se conforman al patrón de distanciamiento observado de los *annuli* previamente depositados ni de los consecutivos. Cuando esto sucedió (1.5% de los otolitos), generalmente se consideró como verdadero *annulus* al más próximo al núcleo, de acuerdo al tercer criterio de identificación de anillos de crecimiento (cf. apartado 3.2 de la metodología), y se tomó al segundo como un "check" o *annulus* falso, que posiblemente se marcó durante un breve período de crecimiento lento dentro de la época de crecimiento acelerado (Hunt, 1980; Anónimo, 1982).

El porcentaje de coincidencia entre las rondas de lectura fue de 65.05% para las primeras y 56.83% para las últimas. La causa principal de desacuerdos consistió en diferencias de un año, atribuibles a la determinación dudosa del borde durante el período de marcación del otolito (65.6% de las discrepancias en las primeras y 69.1% en las últimas). De esta forma, se determinó la edad a 1,171 organismos (86.30% de la submuestra) comprendidos entre los 102 y 835 mm de longitud. Al resto de los otolitos sólo se les determinó la naturaleza del borde, la cual coincidió en 83.44% de los otolitos en las primeras rondas de lectura. La mayoría de las discrepancias se presentaron en organismos entre 260 y 340 mm de longitud total.

3.3. Comparación de otolitos de un mismo pez.

La comparación de los otolitos izquierdos y derechos mostró que no existen diferencias significativas en ninguna de sus dimensiones ($P < 0.05$) ni en sus pesos (Tabla VII), presentando ambos el mismo patrón

Tabla VII. Resultados de las pruebas t-Student de diferencia entre medias de las medidas y pesos de los otolitos izquierdos y derechos de *Lutjanus peru*.

MEDIDAS	NIVEL DE PROBABILIDAD
LARGO MAXIMO	0.21
ANCHO MAXIMO	0.07
RADIO LARGO	0.77
RADIO ANCHO	0.09
PESOS	0.08

de marcado. Por ello, posteriormente se utilizó el otolito derecho, sustituyéndolo por el izquierdo sólo en aquellos casos en que aquél tuvo que ser desechado (2.36% de la submuestra de crecimiento).

3.4. Validación.

3.4.1. Relación otolito-pez. Este criterio de validación se analizó sobre las medidas de los 357 otolitos derechos de la submuestra correspondiente. Las regresiones realizadas entre las longitudes y peso de los peces, con las dimensiones y peso de sus respectivos otolitos, mostraron que éstos se encuentran en estrecha relación con los de los peces (Tabla VIII).

Tabla VIII. Coeficientes de determinación^o de las regresiones entre las medidas y peso del otolito y los del pez (LTOT= longitud total, LSTA= longitud estándar, PEVI= peso eviscerado y RAD= radio).

Modelos	Pez	Otolito				
		ANCHO	LARGO	RAD.LARGO	RAD.ANCHO	PESO
LINEAL	LTOT	97.24	96.06	95.73	94.74	
	LSTA	96.94	95.60	95.18	94.56	
	PEVI					94.41
POTENCIAL	LTOT	97.50	95.70	95.50	94.58	
	LSTA	97.35	95.30	95.00	94.50	
	PEVI					93.80

^opara todos los R^2 ($P < 0.01$)

En términos generales los coeficientes de determinación indican mejores ajustes en las regresiones de la longitud total que en las de la longitud estándar, sin embargo la diferencia es pequeña dada la estrecha relación lineal que guardan ambas medidas (Ecs. 7 y 8).

Las dimensiones máximas de los otolitos (ancho y largo) tuvieron mayores coeficientes de determinación que los radios correspondientes, debido a que la medición de estos últimos implica la localización del núcleo.

En relación a los modelos estudiados, ambos explican un alto porcentaje de la variación observada en los datos (más de 94%). En las figuras 9, 10 y 11 se presentan gráficamente tres de las cinco relaciones estudiadas.

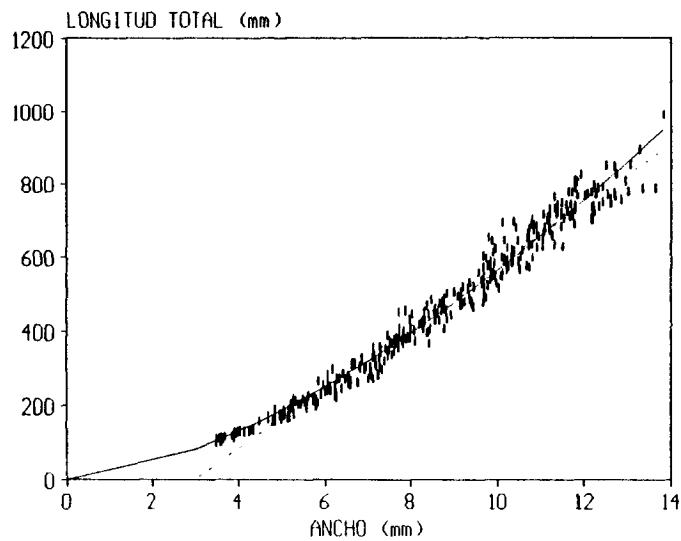


Figura 9. Relación entre la longitud total y el ancho del otolito de *Lutjanus peru* (— modelo potencial, -- modelo lineal, ■ datos).

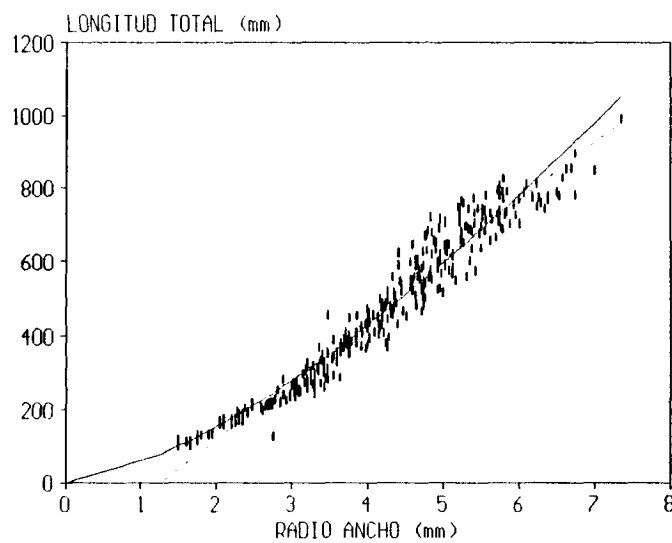


Figura 10. Relación entre la longitud total y el radio ancho del otolito de *Lutjanus peru* (— modelo potencial, -- modelo lineal, ■ datos).

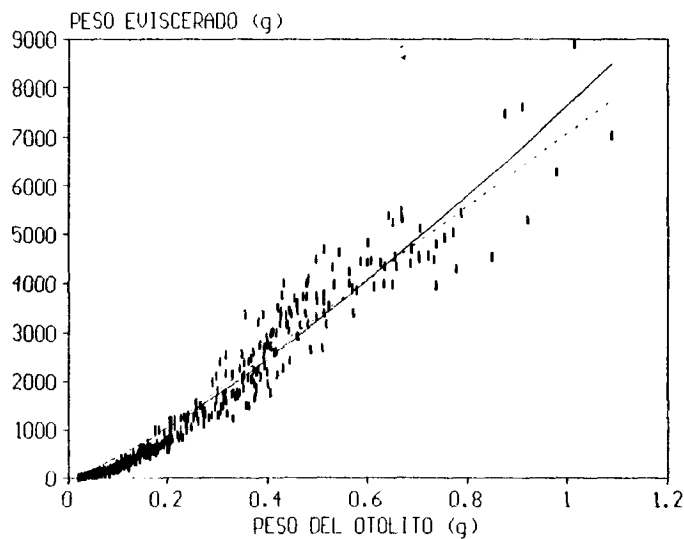


Figura 11. Relación entre el peso eviscerado y el peso de los otolitos de *Lutjanus peru* (— modelo potencial, -- modelo lineal, ■ datos).

3.4.2. Periodicidad. La naturaleza del borde de los otolitos a lo largo del año indicó que la depositación hialina se verifica principalmente en los meses de Mayo a Septiembre, mientras que los otolitos con borde opaco predominan de Octubre a Abril. De acuerdo a estos resultados, las marcas observadas en los otolitos se forman una vez al año por

lo que pueden ser consideradas *annuli*, cuya suma representa la edad en años del organismo. Estudios colaterales sobre la reproducción del huachinango en el área indican que el período de marcación de los otolitos coincide

con el de mayor actividad reproductiva reflejada en el I.G.P. (Fig. 12). Este período de formación del anillo hialino se encontró también en el conjunto de otolitos analizados para el estudio de crecimiento (Fig. 13).

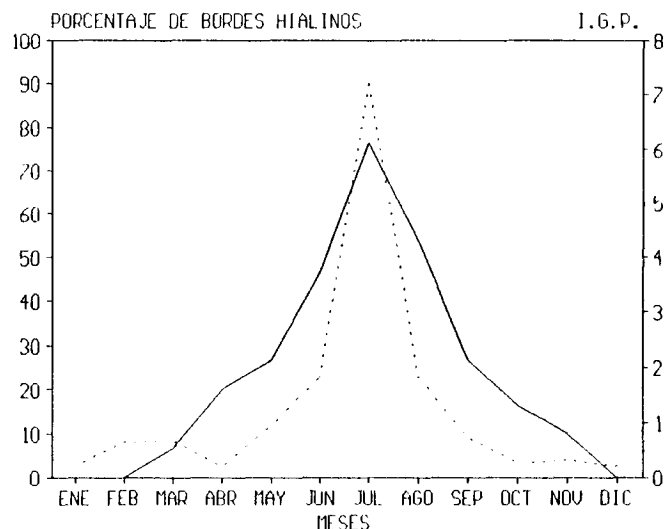


Figura 12. Variación mensual del porcentaje de bordes hialinos (—) y del I.G.P. (--) de *Lutjanus peru*.

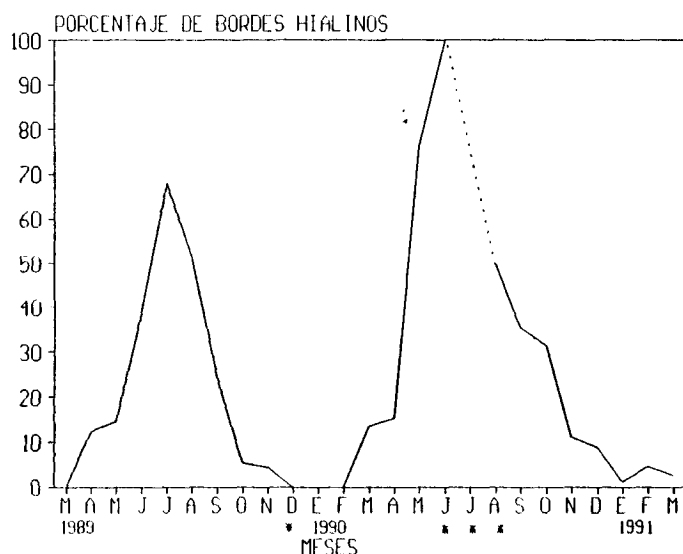


Figura 13. Variación mensual del porcentaje de bordes hialinos para el total de la muestra de crecimiento (— sin dato, * mes con $n < 10$).

3.4.3. Consistencia en el marcado. Para este último criterio de validación se consideraron los *annuli* de organismos entre uno y diez años. No se presentan los resultados de *annuli* superiores pues mostraron un traslapo aún mayor. El patrón de marcado de los otolitos de huachinango fue relativamente constante, independientemente de la edad del organismo, como lo muestran las curvas de distribución de frecuencias de los radios correspondientes a los anillos hialinos (Fig. 14). En efecto, se observa que la localización de cada anillo sobre el eje de las abscisas mantiene su posición constante en organismos con edades diferentes.

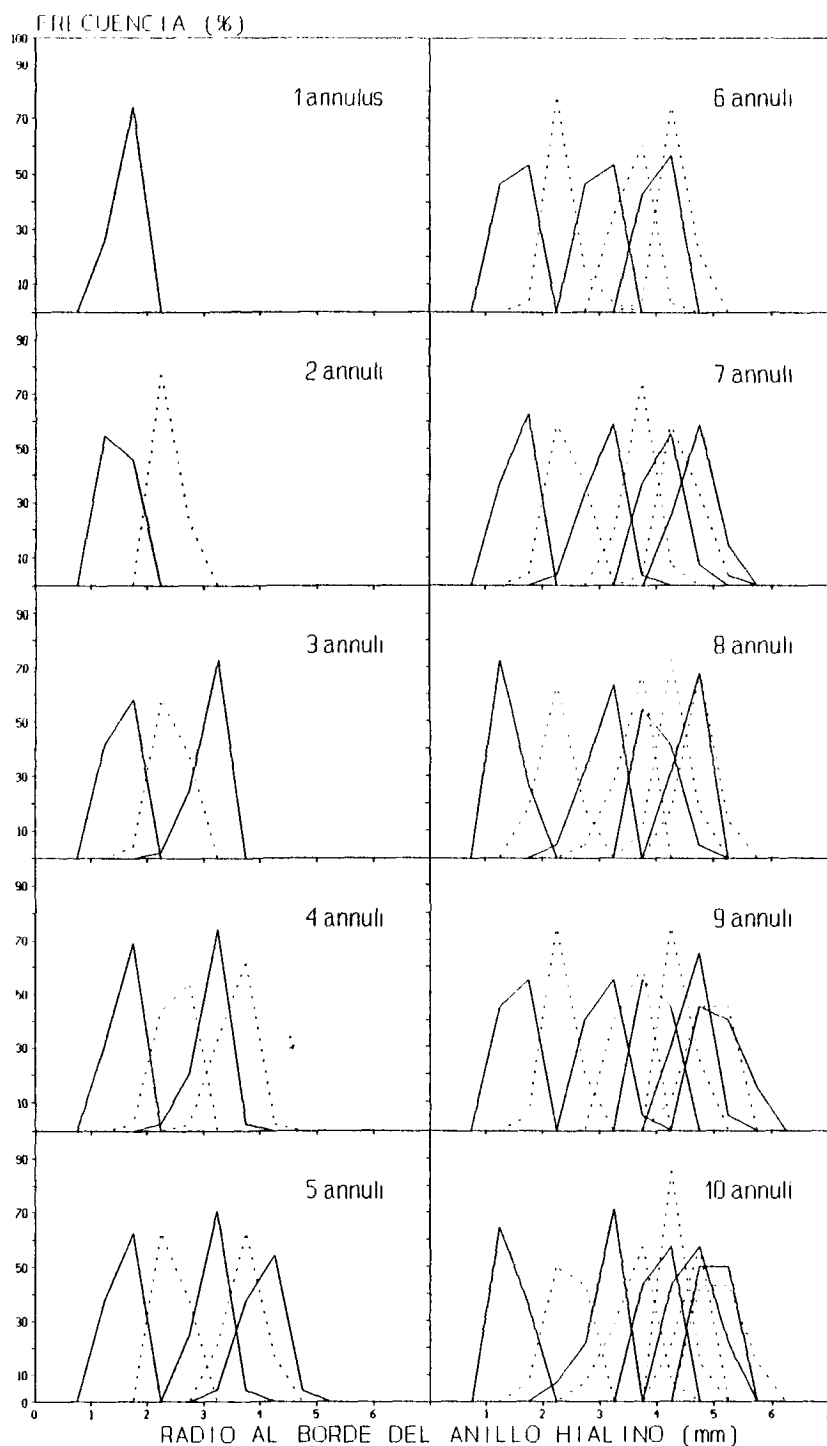


Figura 14. Distribución de frecuencias de los *annuli* de organismos de 1 a 10 años de edad (— *annuli* impares, -- *annuli* pares).

Como es de esperarse, el traslapo entre las curvas aumenta para los anillos sucesivos, como resultado de las menores tasas de crecimiento del pez y de calcificación del otolito a edades mayores.

Por otra parte, las curvas de cada *annulus* son unimodales y se observa una disminución relativa entre las modas para *annuli* consecutivos.

4. ESTRUCTURA DE TALLAS Y EDADES.

4.1. Estructura de tallas.

La estructura de tallas de *Lutjanus peru* obtenida en este estudio abarca un amplio recorrido que va desde los 102 a los 902 mm. El organismo mayor fue capturado en Agosto de 1989 en el campo pesquero "El Sargento" mientras que los menores provinieron de los muestreos realizados a bordo de los barcos camaroneros. La distribución de tallas mensual de los 3 años y del año típico se presentan en la Figura 15. Los datos numéricos de las distribuciones de tallas mensual y total de los muestreos biológico y masivo se anexan en el APENDICE A.

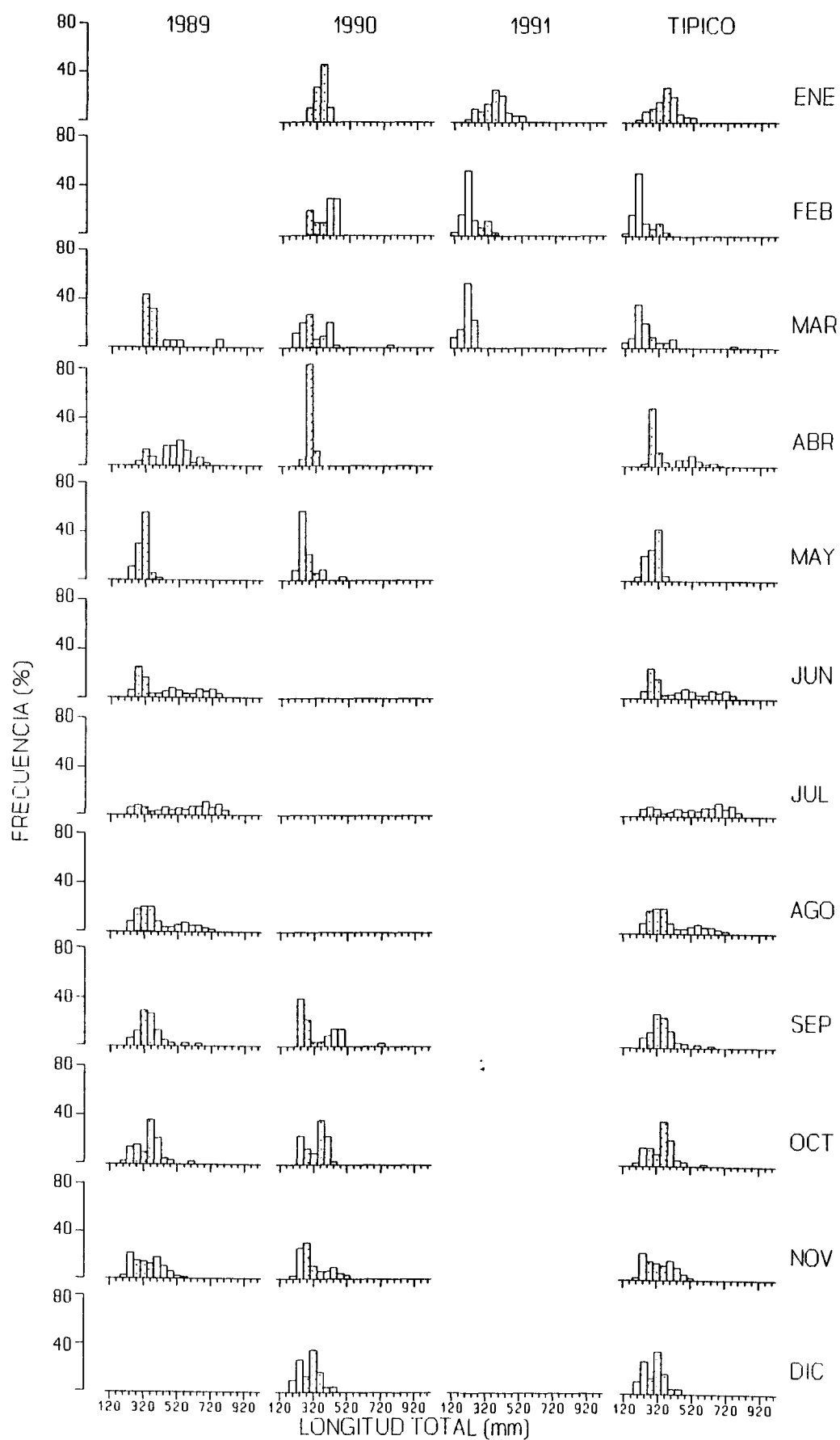


Figura 15. Estructura de tallas mensual de los muestreos masivo y biológico en conjunto de *Lutjanus peru* de los años 1989 a 1991 y típico (• clases de talla comprendidas entre los 260 y 380 mm; los meses con tamaños de muestra inferiores a 10 se presentan sin datos).

Las clases modales de la distribución de tallas no siguen ninguna progresión mensual aparente a lo largo de los 3 años analizados ni durante el año típico. Las clases de talla comprendidas entre los 260 y 380 mm de longitud se encuentran formando modas en 14 de los 21 meses considerados en este análisis. Clases importantes superiores se encuentran en los meses de Abril de 1989 y Febrero y Septiembre de 1990. Los organismos inferiores a los 260 mm de longitud presentan clases modales en Noviembre de 1989, Mayo, Septiembre y Octubre de 1990 y en Febrero y Marzo de 1991.

En lo que respecta al año típico, los meses de Febrero y Marzo presentan clases modales inferiores a los 260 mm, debido a que la mayoría de las muestras provienen de los barcos camaroneros, mientras que sólo en Junio y Julio se observan organismos superiores a los 720 mm.

Con excepción del mes de Noviembre, en el resto de los meses del año típico las clases de talla mejor representadas se encuentran entre los 260 y 380 mm. Es necesario enfatizar que la gran mayoría de las muestras de Enero a Marzo provienen de los muestreos realizados en 1991 a bordo de los camaroneros (Tabla I) y no representan la captura comercial del recurso sino que son parte de la fauna acompañante del camarón.

Considerando lo anterior, resulta evidente que la pesca artesanal de huachinango en la Bahía de La Paz recae mayoritariamente sobre organismos comprendidos entre los 260 y 380 mm, por lo menos numéricamente ya que de los 2,171 kg de huachinango eviscerado que se pesaron en este trabajo el 62% corresponde a organismos superiores a los 500 mm.

La importancia de los organismos comprendidos en el intervalo arriba mencionado se puede observar en la distribución de tallas del total de organismos de los muestreos masivo y biológico (Fig. 16C).

En relación a la estructura de tallas de machos y hembras de la misma figura, se observa que ambas poseen la misma clase modal cuya marca es de 320 mm. Sin embargo, los recorridos de ambas distribuciones son diferentes: los

machos se presentaron desde los 200 a los 840 mm (con excepción del organismo de 992 mm) mientras que las hembras se distribuyeron entre los 240 y 880 mm.

Más del 41% de los peces del muestreo biológico fueron inferiores a los 300 mm y de éstos, menos del 6% (5.3% en el caso de los muestreos de campo y 4.1% en los de pescaderías) se encontraban sexualmente diferenciados. En los organismos inferiores a los 250 mm se encontró que sólo el 1.27% (0.95% en el caso de los muestreos de campo y 0.32% en los de pescaderías) se encontraron diferenciados.

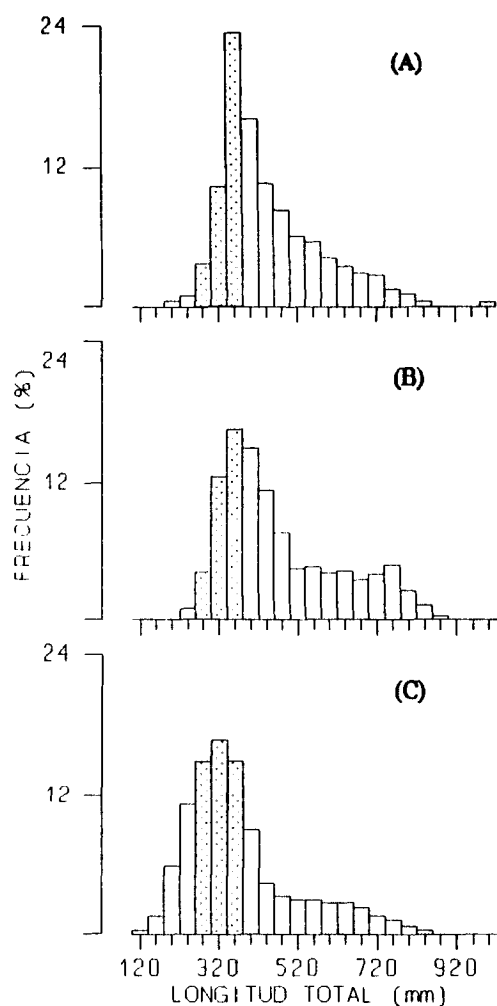


Figura 16. Estructura de tallas del total de los muestreos de machos (A), hembras (B) y sexos combinados (C) (clases de talla entre los 260 y 380 mm).

Por otra parte, la determinación del sexo en los peces potencialmente maduros (e.g. superiores a los 300 mm) se vio afectada por el estado eviscerado de los especímenes, ya que en los muestreos de campo se pudo determinar el sexo a 73.8% de los organismos y en las pescaderías este porcentaje bajó a 48.7%.

Si bien el organismo mayor fue un macho de casi 1 m de longitud, la mayoría de los organismos superiores a los 720 mm fueron hembras (70%). Las estructuras de tallas de ambos sexos resultaron significativamente diferentes ($P < 0.05$).

4.2. Estructura de edades.

Las claves edad - talla elaboradas a partir de la submuestra de crecimiento se presentan en el APENDICE B. Las edades de los organismos analizados para este estudio variaron entre 1 y 15 años. Algunos de los organismos analizados a bordo de los camaroneros en los meses de Febrero y Marzo de 1991 pertenecieron al grupo de edad 0. En la mayoría de los meses los grupos de edad representados en la captura se limitaron a 5 o 6. Se puede observar que los organismos de edades 2 a 4 se encuentran formando clases modales en 17 de los 21 meses presentados (Fig. 17). Los resultados numéricos correspondientes a las estructuras de edades mensual y total de los muestreos masivo y biológico se presentan en el APENDICE A.

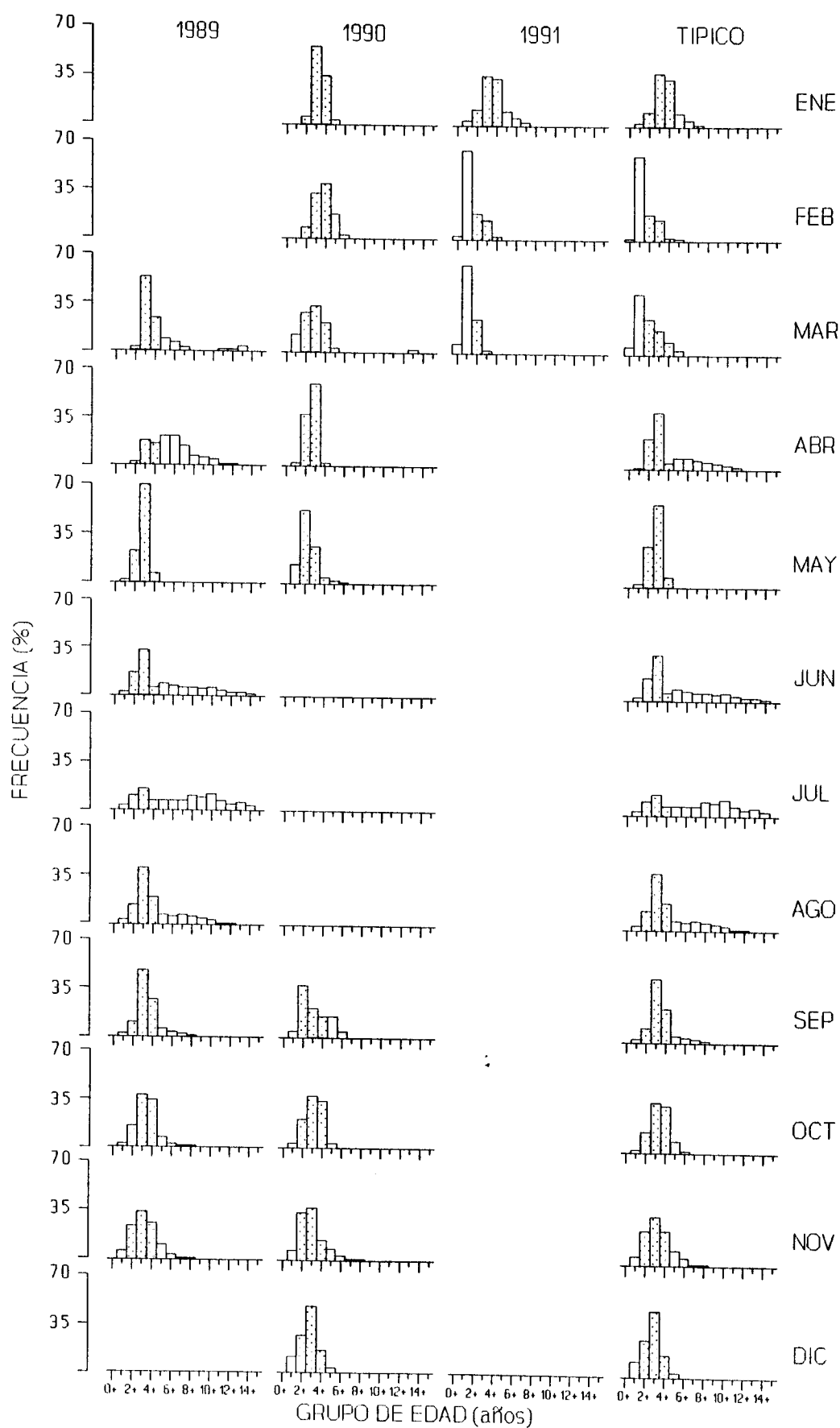


Figura 17. Estructura de edades mensual de los muestreos masivo y biológico en conjunto de *Lutjanus peru* de los años 1989 a 1991 y típico (· grupos de edad 2, 3 y 4; los meses con tamaños de muestra inferiores a 10 se presentan sin datos).

Los únicos meses en los que se presentan organismos mayores a los 8 años de edad fueron Abril y de Junio a Agosto de 1989, mismos que se encontraron representados por el mayor número de grupos de edad.

En el año típico se observa que los organismos de 2 a 4 años conforman la mayor proporción de la captura de huachinango durante gran parte del año, mientras que los arrastres camaroneros ejercen sus efectos principalmente

sobre organismos de 1 año de edad. Estos resultados se confirman en la estructura de edades del total de los muestreos masivo y biológico (Fig. 18 C).

La estructura de edades de machos y hembras poseen ambas la edad modal de 4 años. El grupo de edad 1 no se encuentra representado en la estructura de las hembras y es muy reducido en la de los machos, pues a esta edad la mayoría de los organismos se encuentran indiferenciados. El grupo de edad 2 es más importante en los machos que en las hembras, lo que sugiere una madurez más temprana en aquellos.

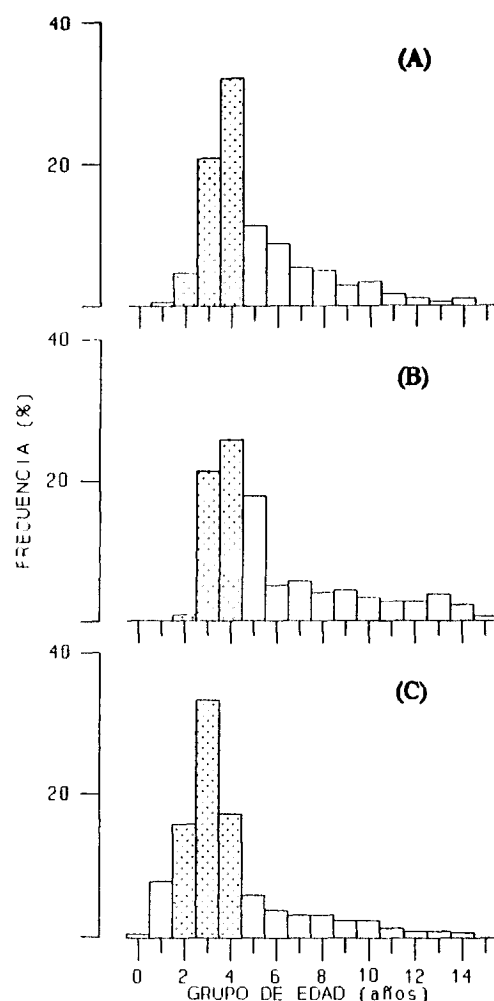


Figura 18. Estructura de edades del total de los muestreos de machos (A), hembras (B) y sexos combinados (C) (grupos de edad 2, 3 y 4).

Los organismos mayores a los que se les pudo determinar la edad fueron de 15 años en el caso de las hembras y 14 en el de los machos. Las estructuras de edad de machos y hembras resultaron ser significativamente diferentes ($P < 0.05$).

5. CRECIMIENTO.

5.1. Crecimiento observado.

Las longitudes medias ponderadas por edad se presentan en las claves edad - talla del APENDICE B junto con sus desviaciones estándar para machos, hembras y sexos combinados. Estos resultados indican que los machos alcanzan la talla máxima registrada en este estudio (992 mm) entre los 5 y 6 años mientras que las hembras lo hacen entre los 4 y 5 años (896 mm de longitud total máxima). Aunque las longitudes medias aumentan con la edad, existe una considerable variación de tallas dentro de cada edad (Fig. 19). Los grupos de edad con mayores recorridos son los 5+, 7+ y 10+. La disminución en longitud que se presenta entre los grupos 13+ y 14+ en los machos y 14+ y 15+ en el caso de las hembras puede ser consecuencia del bajo número de organismos representados en estos grupos de edad (Tablas B1 y B2).

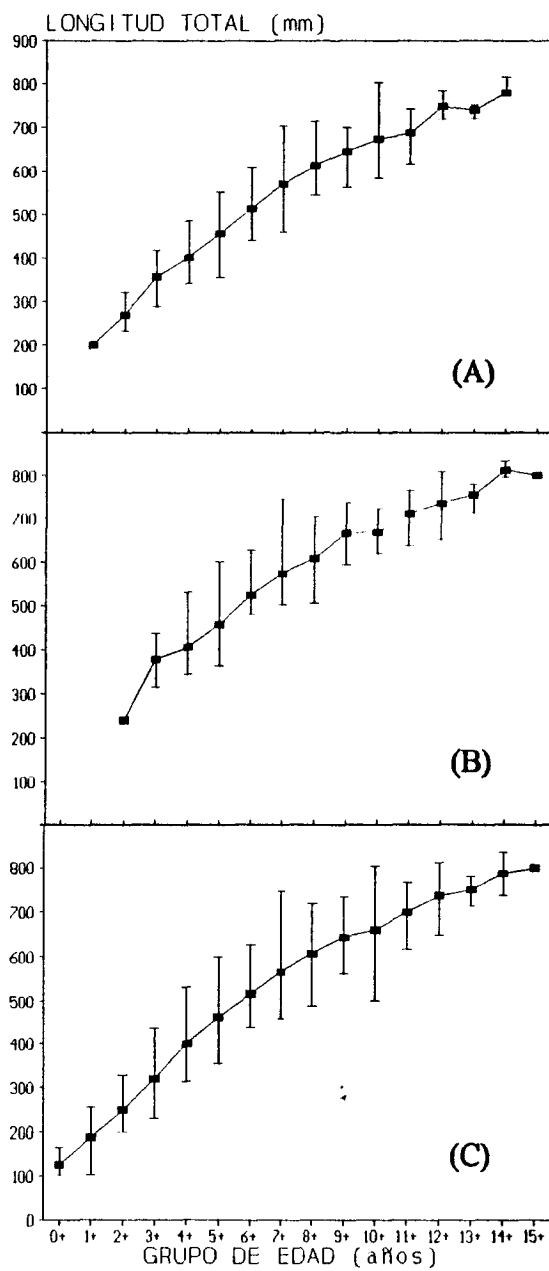


Figura 19. Longitudes medias ponderadas observadas y amplitud del recorrido de tallas por grupo de edad de *Lutjanus peru* para machos (A), hembras (B) y sexos combinados (C).

5.2. Crecimiento retrocalculado.

El parámetro b de la fórmula de retrocálculo (Ec. 4), que se utilizó para computar las longitudes del huachinango a partir de los radios de los *annuli* de sus otolitos, provino de la siguiente ecuación:

$$LT = 54.996 * RA^{1.480} \quad (R^2 = 0.9458, \quad P < 0.01) \quad (11)$$

donde: LT = longitud total del pez y RA = radio ancho del otolito.

Los grupos de edad encontrados en la submuestra de otolitos utilizados para el retrocálculo, incluyen del 3+ al 13+ y del 3+ al 14+ para machos y hembras, respectivamente, y del 1+ al 14+ para sexos combinados (Tablas IX, X y XI).

De acuerdo a los incrementos de las longitudes medias ponderadas, el huachinango crece rápidamente durante los 3 primeros años de vida, a razón de más de 100 mm anuales durante los 2 primeros años, y alrededor de 70 mm en el tercero. Posteriormente, el crecimiento sigue descendiendo hasta estabilizarse alrededor de los 40 ó 45 mm anuales a las edades de 8 y 9 años, después de las cuales, la tasa de crecimiento promedio vuelve a bajar hasta casi la mitad de esos valores. Los incrementos medios de los machos a partir de los 11 años, y de las hembras a partir de los 14, son cuestionables dado que estas edades se encuentran poco representadas.

Las longitudes medias retrocalculadas por grupo de edad no muestran el fenómeno de Rosa Lee (Bagenal y Tesch, 1978), ya que no existe ningún patrón general de decremento en las tallas de dichos grupos, a edades sucesivamente mayores.

Tabla IX. Longitudes medias retrocalculadas por grupos de edad y longitudes medias ponderadas (L.M.P.) por edad correspondientes a los machos de *Lutjanus peru*.

GRUPO DE EDAD	n	LONGITUD MEDIA RETROCALCULADA A LA EDAD												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1+	0	-												
2+	0	-	-											
3+	6	110	206	295										
4+	18	118	220	303	363									
5+	6	121	199	285	345	385								
6+	10	105	204	295	377	444	500							
7+	10	114	213	297	381	454	513	551						
8+	11	100	210	311	387	454	509	552	589					
9+	5	127	224	309	389	456	507	569	625	660				
10+	5	115	254	357	434	495	555	587	628	660	684			
11+	5	121	227	317	395	445	501	552	592	634	660	685		
12+	2	120	227	344	393	454	497	532	581	623	670	698	718	
13+	2	127	228	326	377	448	514	548	597	625	651	674	702	721
L.M.P.		114	216	306	379	448	511	557	602	645	669	685	710	721
Desv. Est.		20	29	36	41	45	34	39	38	46	32	21	13	3
n		80	80	80	74	56	50	40	30	19	14	9	4	2
Incremento		114	103	90	73	68	64	45	45	43	23	17	25	11

Tabla X. Longitudes medias retrocalculadas por grupos de edad y longitudes medias ponderadas (L.M.P.) por edad correspondientes a las hembras de *Lutjanus peru*.

GRUPO DE EDAD	n	LONGITUD MEDIA RETROCALCULADA A LA EDAD													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1+	0	-													
2+	0	-	-												
3+	1	103	207	305											
4+	7	125	223	306	364										
5+	6	106	203	287	354	412									
6+	4	112	234	326	420	481	518								
7+	5	111	238	339	414	468	527	574							
8+	5	122	223	326	402	473	525	564	606						
9+	11	118	220	318	400	472	532	595	642	679					
10+	6	105	220	319	391	447	499	554	593	636	665				
11+	8	113	216	308	381	440	492	544	591	628	672	707			
12+	5	128	234	345	416	476	520	559	609	654	693	721	745		
13+	8	100	196	287	367	426	477	531	587	629	663	699	726	753	
14+	1	102	263	320	395	435	476	543	578	650	697	725	773	792	802
L.M.P.		114	219	314	388	453	510	561	607	647	673	708	736	757	802
Desv. Est.		23	34	43	44	47	50	44	46	35	36	38	39	-	
n		67	67	67	66	59	53	49	44	39	28	22	14	9	1
Incremento		114	106	94	75	64	57	52	45	41	25	35	28	21	45

Tabla XI. Longitudes medias retrocalculadas por grupos de edad y longitudes medias ponderadas (L.M.P.) por edad correspondientes a sexos combinados de *Lutjanus peru*.

GRUPO DE EDAD	n	LONGITUD MEDIA RETROCALCULADA A LA EDAD													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1+	35	115													
2+	22	99	187												
3+	48	103	191	271											
4+	39	118	216	294	354										
5+	24	114	208	297	367	417									
6+	28	111	203	298	380	448	494								
7+	27	114	219	308	388	456	516	557							
8+	22	109	214	313	389	457	514	560	598						
9+	20	118	214	308	388	459	517	574	620	656					
10+	14	114	230	325	403	465	522	565	608	647	674				
11+	14	118	222	314	391	445	498	549	592	631	668	698			
12+	8	119	226	335	403	465	511	552	598	643	684	710	733		
13+	10	106	203	294	369	430	485	534	589	628	661	694	722	746	
14+	3	104	265	333	384	447	504	553	590	635	664	683	718	737	754
L.M.P.		111	209	299	379	448	508	558	602	643	671	698	726	744	754
Desv. Est.		22	34	44	45	45	43	44	42	45	32	33	35	38	48
n		314	279	257	209	170	146	118	91	69	49	35	21	13	3
Incremento		111	98	90	80	69	60	50	44	41	28	28	27	19	10

Como se observa en la Figura 20, al igual que las longitudes observadas las retrocalculadas muestran un traslapo en los intervalos de confianza de las tallas medias de los individuos de edades sucesivas. Esto es debido a la amplitud de sus recorridos, siendo las edades intermedias de los 3 a los 8 ó 9 años las que presentan mayor dispersión, con excepción de la edad 14 en sexos combinados que presenta la mayor variación de tallas en los 3 organismos que se encontraron de esa edad.

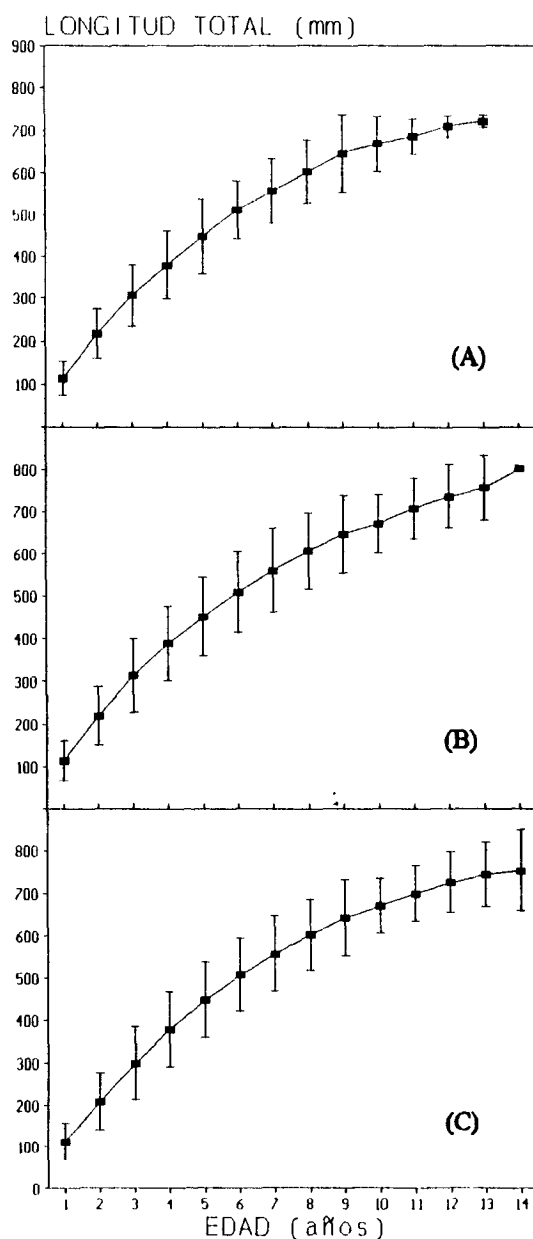


Figura 20. Longitudes medias ponderadas retrocalculadas ± 2 desviaciones estándar por edad de *Lutjanus peru* para machos (A), hembras (B) y sexos combinados (C).

5.3. Modelo de crecimiento.

Además de las tallas medias ponderadas observadas y retrocalculadas, se utilizó un dato adicional para ajustar la F.C.V.B.: la longitud a la edad 0 ó L_0 , que corresponde a la longitud de la larva al eclosionar. Dada la carencia de trabajos acerca de los primeros estadios de vida del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru*, se tomó la media de las longitudes de las larvas con saco vitelino de 3 especies del mismo género que alcanzan longitudes similares a las de *L. peru*: el huachinango del Golfo *L. campechanus* (2.2 mm), el caballero *L. griseus* (2.3 mm) y la biajaiba *L. synagris* (1.9 mm) (Leis, 1987).

La longitud media observada del grupo de edad 0+ (125 mm) no se incluyó en el ajuste de la curva de crecimiento, asignándole una edad de 6 meses, pues resultó ser considerablemente mayor a la retrocalculada para la edad 1 (111 mm -sexos combinados-). Esto sugiere que los arrastres de los barcos camaroneros inciden sobre los juveniles con crecimiento más rápido.

Las siguientes ecuaciones representan el crecimiento en longitud total de la F.C.V.B. para machos, hembras y sexos combinados, respectivamente:

$$L_t = 878.40 * (1 - e^{-0.1406 * (t+0.0244)}) \quad (R^2=0.998, P<0.01) \quad (12)$$

$$L_t = 921.66 * (1 - e^{-0.1312 * (t+0.0451)}) \quad (R^2=0.996, P<0.01) \quad (13)$$

$$L_t = 908.11 * (1 - e^{-0.1314 * (t+0.0337)}) \quad (R^2=0.998, P<0.01) \quad (14)$$

Las longitudes medias observadas y las calculadas a partir de estas ecuaciones se presentan en el APENDICE C. Como se observa, las hembras presentan la mayor longitud asintótica, la cual es superior a la de los machos en más de 40 mm, mientras que la de

sexos combinados es tan solo 8 mm mayor que la media de las L_{∞} de machos y hembras. Las relaciones $L_{\text{máxima}}/L_{\infty}$ arrojaron valores entre 95.98 y 98.67%, que se encuentran cerca del 95% que se ha llegado a considerar adecuado (Taylor, 1958). Las tasas de crecimiento de hembras y sexos combinados resultaron muy similares, a la vez que la de machos es mayor en casi una centésima. Los valores de t_0 , por su parte, fueron negativos y cercanos a cero, lo que les confiere una mayor confiabilidad, biológicamente hablando (López-Veiga, 1979). En lo que se refiere a los coeficientes de determinación, los de las tres ecuaciones son altamente significativos y los modelos obtenidos explican más del 99.5% de la variación observada en los datos.

Las curvas de crecimiento correspondientes a machos, hembras y sexos combinados se presentan en la Figura 21. Con excepción del período comprendido entre 1 y 4.5 años, en el cual las longitudes calculadas de los machos son prácticamente iguales a las de las hembras -superiores en menos de 1 mm- (Tabla C1), el resto de su vida las hembras son mayores que los machos de su misma edad. Si bien la diferencia en tallas se hace más importante a partir de los 7.5 años, cuando las hembras exceden a los machos en 6 mm, ésta sólo alcanza los 22.5 mm (2.8% de la talla de las hembras) a los 15.5 años. Se encontró que las longitudes de machos y hembras, calculadas a partir de sus modelos de crecimiento respectivos, no resultaron significativamente diferentes ($P < 0.05$), por lo que el modelo correspondiente a sexos combinados es representativo del crecimiento de la población de huachinango en su conjunto.

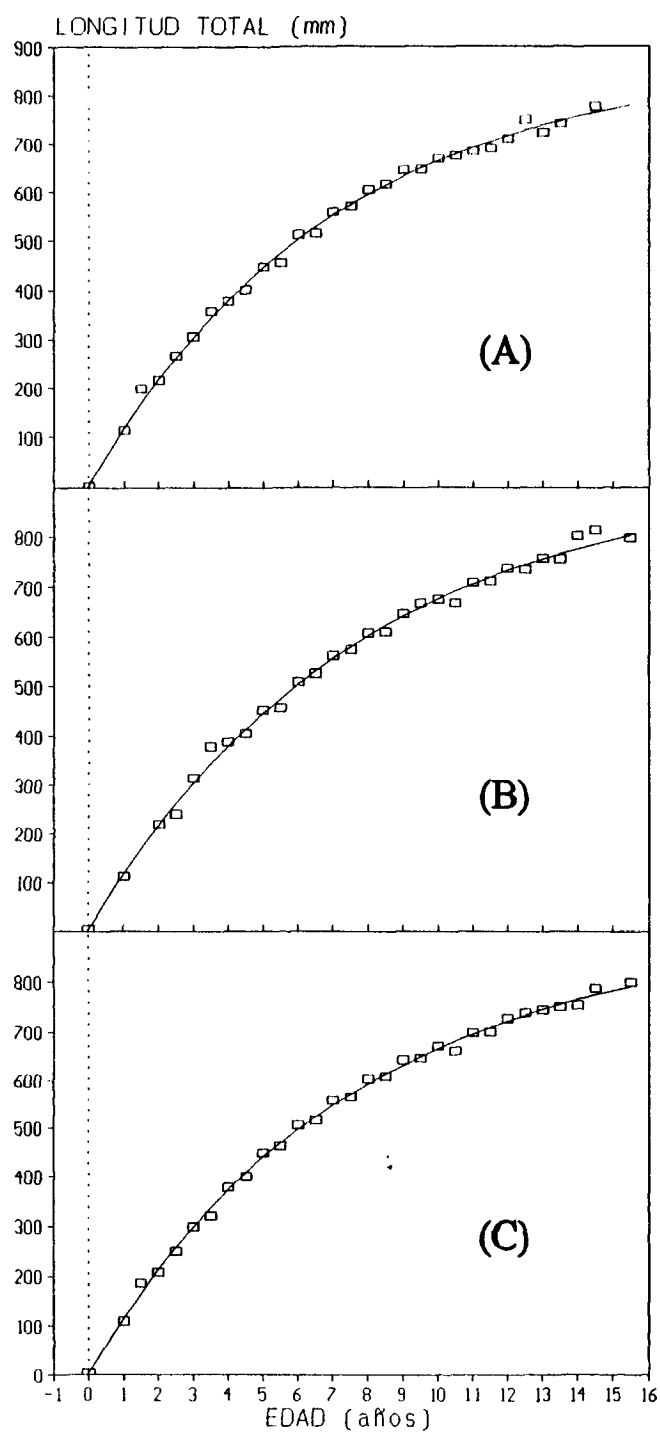


Figura 21. Curvas de crecimiento en longitud de la F.C.V.B. para machos (A), hembras (B) y sexos combinados (C) (— curvas de la F.C.V.B., □ longitudes medias observadas).

Las siguientes ecuaciones representan el crecimiento en peso total de la F.C.V.B. para machos, hembras y sexos combinados, respectivamente:

$$W_t = 8,347.34 * (1 - e^{-0.1406 * (t+0.0244)})^{2.955} \quad (R^2=0.990, P<0.01) \quad (15)$$

$$W_t = 8,936.48 * (1 - e^{-0.1312 * (t+0.0451)})^{2.900} \quad (R^2=0.984, P<0.01) \quad (16)$$

$$W_t = 8,861.46 * (1 - e^{-0.1314 * (t+0.0337)})^{2.905} \quad (R^2=0.995, P<0.01) \quad (17)$$

Los pesos asintóticos muestran el mismo orden en sus magnitudes que las longitudes asintóticas y, de igual forma, el correspondiente a sexos combinados es mayor al promedio de sexos separados.

Los pesos medios observados y calculados a partir de la F.C.V.B. se presentan en el APENDICE C. La tendencia del crecimiento en peso del huachinango difiere de la del crecimiento en longitud, en que el período en el cual los machos presentan valores superiores a los de las hembras es más prolongado, verificándose desde los 2.5 hasta los 11.5 años, en los cuales la diferencia es menor a los 10 g. La diferencia máxima entre estas edades es de sólo 43 g (1.82% del peso de los machos) a los 7.5 años. Las hembras, por su parte, alcanzan a ser tan sólo 105 g (1.76% de su peso) más pesadas que los machos a los 15.5 años de edad (Tabla B2).

Las curvas de crecimiento en peso de sexos separados y combinados se presentan en la Figura 22. Los coeficientes de determinación resultaron altamente significativos e indican que los modelos explican más del 98% de la variación observada en los datos. De acuerdo a estos resultados, los machos alcanzan la mitad

de su peso asintótico a los 11.10 años, las hembras a los 11.75 y el conjunto de todos los organismos a los 11.76 años de edad. Los pesos calculados para hembras y machos resultaron significativamente diferentes ($P < 0.01$), por lo que el modelo de sexos combinados sólo es aplicable a organismos con sexo indeterminado.

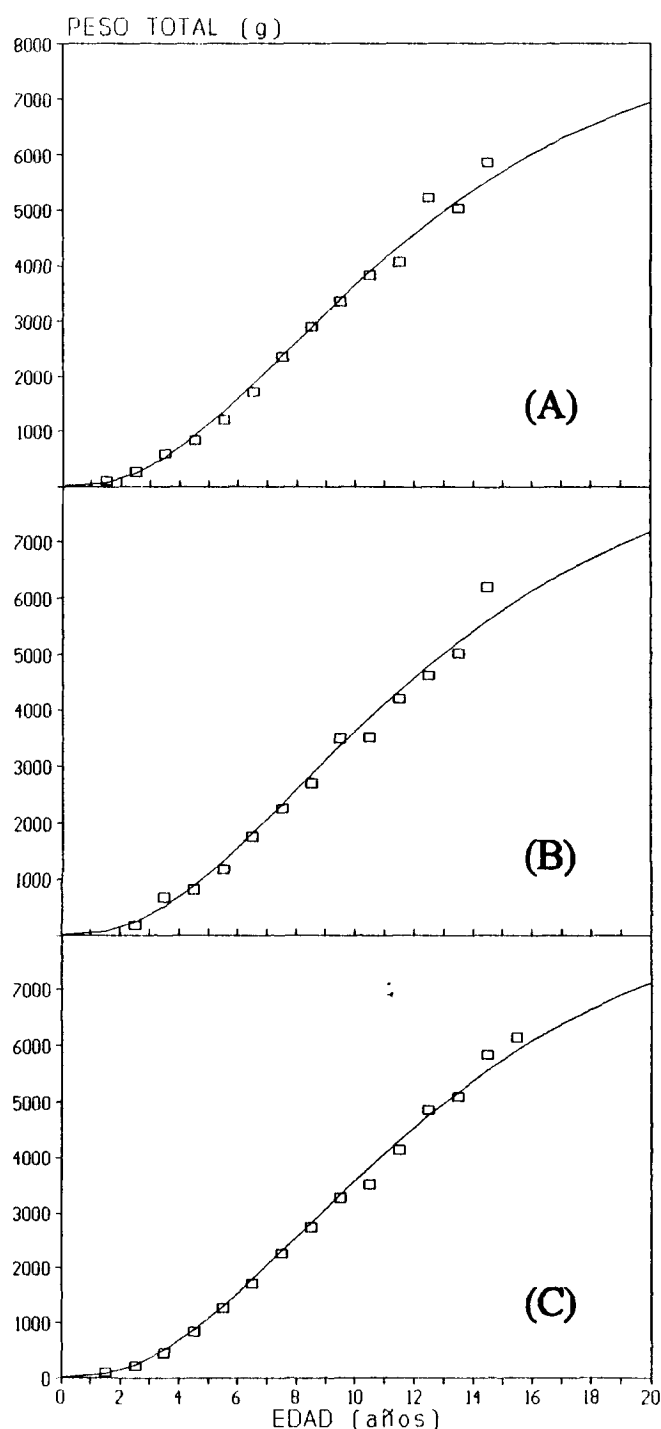


Figura 22. Curvas de crecimiento en peso de la P.C.V.B. para machos (A), hembras (B) y sexos combinados (C) (— curvas de la F.C.V.B., □ pesos medios observados).

IV. DISCUSION.

Cualquier estudio de edad y crecimiento debe tener como base un muestreo adecuado de la población que se pretende estudiar, en el que se encuentre representado el mayor intervalo posible de tallas y de grupos de edad (Bagenal y Tesch, 1978). En este estudio las muestras obtenidas de la pesca artesanal de huachinango permitieron colectar organismos de un amplio intervalo de longitudes que, hacia las tallas superiores, sólo se vio limitado por las tallas máximas de los peces. Esto coincide con lo afirmado por Manooch y Drennon (1987) que los organismos mayores son más susceptibles al anzuelo que a otros artes de pesca (e.g. redes o trampas).

En lo que se refiere al otro extremo de la distribución, las tallas menores sí se vieron limitadas por la selectividad del arte de pesca. En un trabajo realizado sobre el huachinango del Golfo de México (*Lutjanus campechanus*), Nelson y Manooch (1982) observaron que anzuelos de tamaños entre 4/0 y 9/0 tienden a excluir de la captura a organismos menores a los 180 mm. La pesca de *L. peru* en la Bahía de La Paz se lleva a cabo principalmente con anzuelos 8/0 (mayores que 9/0) y la talla menor que se obtuvo fue de 183 mm. Dada la gran semejanza morfológica entre *L. peru* y *L. campechanus*, es explicable que el mismo arte de pesca ejerza efectos similares en las tallas de captura de ambas especies.

Así, los muestreos realizados a bordo de los barcos camaroneeros permitieron ampliar el intervalo de tallas hasta los 102 mm, lo que dio acceso a organismos no reclutados a la pesquería. La obtención de muestras de varios artes de pesca, cuando uno solo

presenta una cierta selectividad, es un procedimiento indispensable para evitar cualquier sesgo en los estudios de edad y crecimiento (Ricker, 1979), por lo que se puede considerar que este trabajo se encuentra sustentado en un muestreo representativo de la mayor parte del espectro de longitudes del huachinango en la Bahía de La Paz.

La predominancia de organismos entre los 260 y 380 mm de longitud total en la captura de huachinango no responde a una selectividad por pesca sino al hecho de que, fuera del período reproductivo que es cuando se pescan especímenes mayores, los organismos de estas tallas son los únicos accesibles a la pesquería durante la mayor parte del año. Esto sugiere la existencia de una población permanente en la Bahía de La Paz y áreas adyacentes conformada principalmente de organismos jóvenes (e.g. inmaduros), a la vez que dicha zona sirve de área de desove para organismos mayores. Si la Bahía de la Paz es utilizada como zona de crecimiento y de reproducción, debe de existir un área alternativa de alimentación de adultos y migraciones reproductivas entre ellas. Hasta ahora sólo Madrid et al. (1988) han sugerido la existencia de patrones migratorios en *Lutjanus peru* en las costas de Michoacán y Sinaloa, pero no se cuenta con los datos ni con los resultados en los que se apoyaron para llegar a esa conclusión.

Con base en estudios ictioplanctónicos, González-Navarro (com. pers.⁵) ha sugerido que los ciclos de vida de especies tales como el huachinango pueden llevarse a cabo en la Bahía de La Paz como

⁵ E. González-Navarro. Departamento de Biología Marina. Área Interdisciplinaria de Ciencias del Mar. Universidad Autónoma de Baja California Sur. A.P. 19-B. 23080 La Paz, B.C.S. (Septiembre 1991).

sigue: después de un período de incubación específico, las larvas de estos organismos durarían aproximadamente unos 15 días en el plancton de este cuerpo de agua. Posteriormente, iniciarían su fase de crecimiento hacia juveniles utilizando a la Ensenada de La Paz y a los esteros y lagunas circundantes como un área de crianza (Fig. 4), en donde han sido colectados juveniles de *Lutjanus novemfasciatus*, *L. argentiventris* y *L. aratus* de 22 a 233, de 21 a 165 y de 28 a 177 mm de longitud furcal [LF], respectivamente (Maeda-Martínez, 1981). Una vez transcurrida esta etapa de crecimiento, los juveniles o subadultos se incorporarían a las poblaciones residentes en la Bahía de La Paz, en donde alcanzarían la madurez reproductiva y, eventualmente, de donde migrarían hacia otras zonas de alimentación. Esta hipótesis explica el que los arrastres de barcos camaroneros no hayan capturado huachinangos menores a los 100 mm, cuando sí lo hacen para otras especies (e.g. tríglicos, lenguados y múlidos entre otros peces demersales), y el que los organismos representantes del grupo 0+ hayan sido, probablemente, los mayores de dicha edad, pues el resto no estarían aún **reclutados al área**.

El gran porcentaje de organismos con sexo indeterminado es congruente con lo anterior, ya que la mayoría de los huachinangos inferiores a 300 mm, y aún más de los inferiores a 250 mm, se encontraron sexualmente indiferenciados. De estas observaciones se infiere que la talla de primera madurez de *Lutjanus peru* puede encontrarse entre los 250 y 300 mm, que correspondería a una edad entre los 2 y 3 años (Tablas B1, B2 y B3). Si se considera que la mayor proporción de la pesquería se lleva a cabo sobre organismos

de 2 a 4 años, se desprende que se está pescando una proporción importante de la población que no se ha reclutado al efectivo reproductivo. La importancia de este tipo de explotación, aunada a la de los barcos camaroneros sobre organismos de un año de edad, deben ser evaluadas a bien de prevenir los efectos deletéreos que puedan estar causando a la población de huachinango.

Por otra parte, la determinación del sexo de especímenes potencialmente diferenciados bajó de 73.8% en el campo a 48.7% en pescaderías. En el caso del conejo *Caulolatilus affinis*, que también se muestreó en pescaderías, se pudo determinar el sexo a más del 84% de los peces (Díaz y Ruiz, 1989). Es posible que esto se deba a la diferencia en el tamaño de las gónadas de ambas especies, ya que una gónada grande es más fácil de extirpar en su totalidad que una pequeña, además de que estos organismos maduran a tallas relativamente pequeñas (observaciones personales). No obstante, la proporción de sexos puede considerarse representativa de la población (1,268 organismos con sexo determinado), siempre que la aparición de restos de gónada identificables en los organismos eviscerados y su identificación misma **no se encuentren sesgadas** hacia alguno de los sexos, lo cual es muy probable. Además, proporciones similares se han observado en poblaciones de huachinango de otros estados de la vertiente del Pacífico mexicano: 1:0.75 [$n = 398$] (Anónimo, 1985), 1:0.82 [$n = 785$] (Ruiz-Luna et al., 1985) y 1:0.94 [$n = 970$] (Cruz-Romero et al., 1988).

La predominancia de los machos sobre las hembras es un fenómeno frecuentemente observado en los lutjánidos: 27 de los 55

ratios sexuales compilados por Grimes (1987) a nivel mundial presentan esta tendencia.

Los resultados de los experimentos de aclarado reiteran que las técnicas utilizadas para este fin pueden ser consideradas particulares para cada especie (e.g. Penttilla y Dery, 1988). El horneado de otolitos, que resultó exitoso para *Caulolatilus affinis*, no lo fue para *Lutjanus peru*. La imposibilidad de poder contrastar mediante esta técnica el centro de los otolitos medianos y grandes y los otolitos pequeños por entero puede ser resultado de que el rápido crecimiento del huachinango a las edades tempranas conlleva una mayor difusión de proteína en estos huesos, como sucede en el bacalao del Atlántico *Gadus morhua* (Penttilla et al. 1988).

En lo referente a los colorantes utilizados en los experimentos de tinción, la alizarina es el único del que se tiene conocimiento que ha sido utilizado para la determinación de la edad con resultados favorables en vértebras de peces (Berry et al., 1977; Johnson, 1984). La falta de éxito en su aplicación a los otolitos de *L. peru* puede deberse a la diferente naturaleza mineral de los huesos esqueléticos, compuestos principalmente de fosfato de calcio [apatita] (Prosser, 1973), y de los huesos óticos, formados principalmente de carbonato de calcio [aragonita] (Strong et al., 1986). Adicionalmente, el hecho de que los otolitos sean huesos acelulares (Blacker, 1974) debe contribuir significativamente a que su estructura difiera de la de los huesos esqueléticos. Sin embargo, no se tiene conocimiento de que se haya documentado

alguna afinidad diferencial de la alizarina para distintas sales de calcio.

El que no se haya identificado antes a la imbibición en glicerina como un tratamiento adecuado y suficiente para aclarar los otolitos de huachinango se debió a que su utilización fue secundaria para la observación de los resultados de los experimentos de horneado y tinción. De esta forma, los otolitos no permanecieron inmersos el tiempo suficiente para observar cambios sustanciales.

La utilización de la glicerina para la observación de otolitos y otras estructuras duras es un procedimiento usual en la determinación de la edad (e.g. Johnson, 1983; Anónimo, 1982; Manooch, 1987; Manickchand-Dass, 1987), su efecto incide, más que en una acción diferencial sobre anillos hialinos y opacos, como en el caso del horneado o la tinción, en rehidratar las estructuras (Hunt, 1980) y en incrementar la diferencia en la difracción de la luz al atravesar los anillos opacos y hialinos que poseen diferentes índices de refracción y reflexión.

Por otra parte, cabe puntualizar que la facilidad de identificar el patrón de marcado de los otolitos aumentó en proporción a las horas de observación, por lo que la práctica y la inspección de un gran número de estructuras contribuyeron en gran medida a aclarar dicho patrón.

Las ventajas del método de aclarado se reflejaron en los resultados de la determinación de la edad. El gran tamaño que alcanzan los otolitos de *Lutjanus peru* fue un factor importante que limitó la lectura de los pertenecientes a peces mayores, ya que

los anillos marginales se encontraban demasiado cercanos unos de otros y resultaba muy difícil seguirlos alrededor del otolito. Además, los anillos centrales eran poco visibles debido a la gran cantidad de material depositado sobre ellos, ya que los otolitos crecen por sobreposición de capas concéntricas de material calcáreo (Everhart y Youngs, 1981). La determinación de la edad de estos organismos precisa de técnicas tales como el corte y preparación de secciones transversales de los huecesillos. Sin embargo, la implementación de este método hubiera requerido de un estudio de validación colateral y su comparación con los resultados obtenidos con otolitos enteros. Esto hubiera prácticamente doblado el tiempo del estudio, con una ganancia potencial de sólo 2.21% de datos adicionales, lo que resulta incosteable en términos de eficiencia, aunque biológicamente quizás no lo sea tanto. En cualquier caso, esto abre camino para estudios ulteriores tocantes a los tiempos de vida máximo y promedio de la especie.

El porcentaje de otolitos deformes y con calcificación anormal (2.29%) resultó superior al encontrado por Díaz y Ruiz (1989) para el conejo (0.99% -incluyendo rotos y extraviados-), pero inferior al reportado para *Pollachius virens* (2.9%), especie en la que se determinó que dicho porcentaje crecía con el tamaño de los organismos (Strong et al., 1986). En el huachinango no se observó ninguna correlación entre la frecuencia de ocurrencia de otolitos aberrantes con la talla.

Aunque los porcentajes de coincidencia entre las tres rondas de lectura no fueron muy altos, el procedimiento seguido permitió determinar la edad al 92.34% de los organismos cuyos otolitos

fueron legibles (e.g. que no se encontraban rotos ni descalcificados). Este porcentaje es alto comparado con los obtenidos para otras especies de lutjánidos: 76% para *Lutjanus synagris* (Manooch y Mason, 1984), 82.1% para *Ocyurus chrysurus* (Manooch y Drennon, 1987), 84% para *L. analis* (Mason y Manooch, 1985), 90% para *L. campechanus* (Nelson y Manooch, 1982) y 91% para *L. griseus* (Manooch y Matheson, 1981).

La determinación de la naturaleza del borde de los otolitos presentó problemas, sobre todo en los otolitos mayores, y fue la causa principal de discordancia entre las tres rondas de lectura. El hecho de que la mayoría de las discrepancias en los otolitos a los que se les determinó sólo el borde, se hayan presentado en organismos pequeños y medianos responde al hecho de que éstos se encontraron más representados y no a que el borde de sus otolitos fuera más difícil de identificar, lo cual se contrapone al hecho de que los anillos se encuentren más distanciados y mejor definidos dada la mayor tasa de crecimiento de los peces más jóvenes.

Hasta ahora sólo se cuenta con tres trabajos en los que se han comparado los otolitos de un mismo pez: el trabajo de Nelson y Manooch (1982) sobre *Lutjanus campechanus* ($n = 8$), el de Díaz y Ruiz (1989) sobre *Caulolatilus princeps* ($n = 50$) y el de Radtke y Hourrigan (1990) sobre *Nototheniops nudifrons* ($n = 32$). En el caso de *L. peru*, los resultados de la comparación de los otolitos de un mismo pez nos llevan a concluir, al igual que Díaz y Ruiz (1989), que el hecho de que ambas estructuras sean prácticamente iguales no sólo es prueba de una consistencia en la información que contienen

sino que resulta de utilidad pues da pie a que cuando no se pueda leer uno de ellos, se pueda usar el otro.

La utilización de cualquier estructura anatómica para determinar la edad requiere de la verificación de que las marcas que se consideran *annuli* reflejen las variaciones periódicas del crecimiento, para poder adjudicar alguna escala de tiempo a la depositación de los anillos (Shirvell, 1981; Anónimo, 1982). Esta verificación adquiere una mayor trascendencia en los peces tropicales, ya que éstos presentan marcas que no son de crecimiento que deben distinguirse de las que se forman a intervalos de tiempo regulares (Manooch, 1987; Ezenwa e Ikusemiju, 1981). Esta verificación o validación es tan importante en la Biología Pesquera como lo son la utilización de soluciones estándar o el calibrado de instrumentos en otras ciencias (Beamish y McFarlane, 1983; Casselman, 1983).

Establecer la relación que guardan el crecimiento del pez y el incremento en tamaño de la estructura utilizada para determinar su edad es un criterio de validación esencial y un paso indispensable para realizar el retrocálculo a edades pretéritas (Manooch, 1987). El crecimiento de los otolitos de huachinango se encuentra estrechamente ligado al del organismo en todas sus dimensiones. Esta relación puede ser descrita satisfactoriamente por los modelos lineal y potencial. Sin embargo, el análisis de las curvas correspondientes (Figs. 9 y 10) revela que para organismos menores que 200 mm, el modelo lineal se aleja notoriamente de los datos observados mientras que el potencial ofrece mayor posibilidad de

ajuste, inclusive para tallas que no están representadas, razón por la cual se utilizó este último para el retrocálculo.

El hecho de que el crecimiento del otolito guarde una relación alométrica con el del pez, indica que la tasa de crecimiento de estas estructuras disminuye en mayor proporción que la del organismo al avanzar la edad.

A diferencia de las escamas, cuyo crecimiento puede detenerse en ausencia de alimentación y que pueden ser reabsorbidas en condiciones de "stress", los otolitos crecen a lo largo de toda la vida del animal, y su crecimiento puede volverse alométrico porque la depositación de material ocurre sobre todo en su superficie externa (Campana y Neilson, 1985; Beamish y McFarlane, 1987). Este tipo de crecimiento tiene un efecto directo sobre la determinación de edades a partir de los otolitos enteros ya que, entre más acentuada sea la diferencia entre las tasas de crecimiento de los otolitos y de los peces, la confiabilidad de las determinaciones de edad disminuirá para las edades mayores, como en el caso de varias especies de lenguados (Williams y Bedford, 1973).

El grado de alometría de la relación otolito-pez está dado por la magnitud del exponente de la relación potencial, y será menor conforme este valor se acerque a la unidad. El exponente obtenido para el huachinango fue de 1.48 (Ec. 5) que es mayor que el obtenido para *Caulolatilus affinis* [1.12] (Díaz y Ruiz, 1989), pero similar al obtenido para otros lutjánidos: 1.34 para *Lutjanus griseus* (Manooch y Matheson, 1981), 1.43 para *L. synagris* (Manooch y Mason, 1984) y 1.62 para *Ocyurus chrysurus* (Manooch y Drennon, 1987).

La determinación del período de marcación de las estructuras anatómicas es la que permite asignar una escala cronológica a las marcas que se han identificado de crecimiento periódico (Shirvell, 1981). Cuando se utiliza el análisis de la variación mensual del tipo de borde para este fin, no existe un común acuerdo acerca de qué porcentaje debe considerarse como mayoritario para establecer el período de marcación cuando ambos tipos de bordes (opaco y hialino) se presentan durante todo el año. Díaz y Ruiz (1989) establecen que el período de marcación del borde hialino para *Caulolatilus affinis* en la Bahía de La Paz es de Septiembre a Marzo, con base en porcentajes superiores al 50% de bordes hialinos, aunque en el resto de los meses de su estudio dicho porcentaje varió entre el 20 y el 40%. Barger (1985) determina que cerca del 100% de los otolitos de *Micropogonias undulatus* presentan bordes hialinos de Junio a Noviembre en el Océano Atlántico.

La mayoría de los estudios de edad y crecimiento de lutjánidos han sido validados por el método del incremento marginal e inclusive en estos trabajos se observa que las diferencias entre los períodos considerados de marcación con respecto al resto del tiempo pueden no ser muy conspicuas (Nelson y Manooch, 1982; Manooch y Drennon, 1987; Johnson, 1983).

Lo anterior responde a la naturaleza del crecimiento de los peces tropicales cuyas tasas varían en menor proporción a las especies de aguas templadas, en las que el período de marcación de sus estructuras esqueléticas se encuentra más delimitado.

En el caso del huachinango, se identificó la temporada de marcación considerando porcentajes mensuales superiores al 25%, más

de la cuarta parte del máximo obtenido en Julio de 76.67%. Esto respondió al hecho de que los meses de Mayo y Septiembre delimitan la época de actividad reproductiva en el área de estudio, cuyo pico coincide con el mayor porcentaje de bordes hialinos.

Por otra parte, se observó que el mes de Julio marcó el inicio de la temporada de lluvias en la Bahía de La Paz en los dos años del estudio (Tabla XII).

Tabla XII. Volumen de precipitación total (mm) para los años 1989 y 1990 registrados en la estación meteorológica de La Paz, B.C.S. (INAP= inapreciable) [Fuente= Comisión Nacional del Agua].

MES	AÑOS	
	1989	1990
ENE	73.9	INAP
FEB	21.0	5.0
MAR	0.0	1.0
ABR	0.0	0.0
MAY	0.0	0.0
JUN	0.0	0.0
JUL	9.0	53.3
AGO	65.8	34.5
SEP	16.5	20.7
OCT	0.0	1.5
NOV	INAP	41.1
DIC	56.0	59.5

Es probable que este tipo de reproducción se encuentre sincronizado para introducir las larvas en ciclos de producción locales, creados por condiciones oceanográficas y meteorológicas favorables. Dichas condiciones podrían darse como consecuencia de las lluvias y del subsecuente escurrimiento de nutrientes y enriquecimiento del mar que, a su vez, propiciaría el aumento de la producción primaria (Grimes, 1987).

Las marcas de crecimiento reportadas para muchas especies tropicales han sido relacionadas con la actividad reproductiva (e.g. Pannella, 1971; Manooch y Huntsman, 1977; Ross y Huntsman, 1982; Johnson, 1983; Manickchand-Dass, 1987; Díaz y Ruiz, 1989; Beckman et al., 1990 y Manickchand-Heilman y Kenney, 1990).

En el caso de la población de *Lutjanus peru* de la Bahía de La Paz, este fenómeno resultó muy marcado. Aguilar-Salazar (1986) encontró en las costas de Michoacán, Guerrero y en parte del estado

de Oaxaca, que las escamas de *L. peru* se marcan en Septiembre y Abril que son las épocas de desove masivo en esas latitudes. Sin embargo, es riesgoso atribuir una relación de causa a efecto a tal coincidencia ya que el mismo patrón de depositación se presentó en peces sexualmente inmaduros, como se ha observado también en *Archosargus probatocephalus* (Beckman et al., 1990). En los organismos inmaduros, la marcación podría responder al efecto de factores externos, como en el caso de los juveniles de *Sciaenops ocellatus* (Beckman et al. 1989), *Pogonias cromis* (Beckman et al., 1990a) y *Micropogonias undulatus* (Barger, 1985); o bien a ritmos intrínsecos.

En efecto, la presencia de *annuli* formados simultáneamente en organismos reproductivamente activos e inactivos puede indicar que, en estos últimos, el estímulo para la marcación proviene de algún ritmo fisiológico innato regulado por los factores externos que inducen a la madurez y a la actividad reproductiva, como se ha propuesto que sucede en los juveniles de la merluza *Merluccius merluccius* (Hickling, 1935).

Menon (1953) sugiere que existe un ritmo fisiológico inherente que, posiblemente, es el causante de la formación de marcas periódicas en las estructuras duras de los teleósteos.

Más recientemente, con el descubrimiento de las marcas diarias de crecimiento en los otolitos, se ha propuesto la existencia de ritmos circadianos en el crecimiento de estos huesos (Pannella, 1971 y 1973; Campana y Neilson, 1985).

En todo caso, si bien las correlaciones del período de marcación periódica con ciclos endógenos o exógenos no establecen

necesariamente relaciones causales, al menos ayudan a establecer las bases biológicas de dicha marcación (Brothers, 1979).

La distribución de frecuencias de los radios a los *annuli* suele revelar la presencia de una moda para cada anillo de crecimiento que refleja la consistencia en el marcado de los otolitos para las edades consideradas en el análisis. Generalmente es útil hasta peces de 10 años máximo (Manooch, 1987).

Al igual que para las estructuras utilizadas en los estudios de *Pagrus pagrus* (Manooch y Huntsman, 1977), *Lutjanus campechanus* (Nelson y Manooch, 1982) y *Ocyurus chrysurus* (Manooch y Drennon, 1987), los otolitos de *L. peru* poseen un patrón de marcado bien definido y similar para los peces de cualquier edad. Esto comprueba que los anillos considerados de crecimiento se depositan, dentro de ciertos límites, en sitios recurrentes de la estructura, por lo que es poco probable que se hayan considerado marcas que no fueran de crecimiento periódico. Una evidencia de esto es que la disminución de la tasa de crecimiento del pez se refleja en dicho patrón en la forma de un mayor traslapo entre las curvas al avanzar la edad y en la disminución del distanciamiento de las modas de los *annuli* sucesivamente mayores.

Del análisis de los criterios de validación se desprende que la determinación de la edad de *Lutjanus peru* mediante sus otolitos puede considerarse válida.

Sin embargo, Beamish y McFarlane (1983 y 1987) han sido enfáticos en que:

"la validación es considerada exitosa cuando todas las edades presentadas han sido validadas, es decir que no se presentan edades mayores que la edad máxima validada".

En el caso del huachinango, los análisis de la relación otolito-pez y de estacionalidad se llevaron a cabo utilizando todas las edades reportadas, inclusive considerando otolitos de peces cuya edad no fue posible determinar debido a su gran tamaño. El único criterio en el que se restringió el número de edades fue el de consistencia del marcado, que se llevó a cabo hasta los 10 años. No obstante, este límite lo impone la naturaleza misma de la prueba ya que el grado de traslapo de las curvas a edades mayores reduce *per se* su utilidad (Manooch, 1987). La única alternativa que proponen aquellos autores para validar las marcas de crecimiento de los organismos de mayor edad son los estudios de marcado y recaptura, cuya inversión de tiempo, dinero y esfuerzo los hacen prácticamente inaccesibles.

Por otra parte, es también cierto que:

"la validación adecuada sólo puede alcanzarse después de varios años de estudio" (Beamish y McFarlane, 1987).

Bajo esta perspectiva, se puede considerar que la validación de la determinación de la edad del huachinango a partir de sus otolitos ha sido exitosa, dentro de los límites impuestos por la metodología, por lo que dicha determinación puede ser utilizada para estudiar el crecimiento de esta especie.

La integración de la F.C.V.B. a partir de su expresión derivada asume un crecimiento isométrico, esto es que el exponente b de la ecuación (1) es igual a 3 (Pauly, 1979). Sin embargo, el modelo puede ser utilizado en especies con crecimiento alométrico (Pauly, 1984). De hecho, la mayoría de los trabajos en los que se reportan relaciones entre el peso y la longitud no indican si los valores de b son **significativamente** diferentes de 3 (e.g. Bar-ger, 1985; Manooch y Matheson, 1981; Manooch y Drennon, 1987; Mason y Manooch, 1985; Johnson, 1983; Murphy y Taylor, 1990).

Carlander (1977) ha demostrado, con base en múltiples relaciones entre el peso y la longitud de una gran variedad de especies de peces, que valores del exponente inferiores a 2.5 o superiores a 3.5 indican que las muestras son insuficientemente representativas de todo el intervalo de tallas y pesos o bien que dichos valores son erróneos.

Las variaciones en el exponente b pueden ser atribuidas a diferentes factores tales como cambios en las proporciones corporales (Hile, 1936), cambios en el contenido de grasas (Kohler, 1960) o a cambios debidos a la actividad reproductiva (Hart, 1967). Ricker (1979) menciona que los valores de b inferiores a 3 suelen observarse en poblaciones en las que los organismos mayores carecen de una fuente de alimentación adecuada.

La relación entre el peso y la longitud obtenidos para la población de *Lutjanus peru* de la Bahía de La Paz indican que el crecimiento de esta especie es alométrico negativo, lo cual concuerda con lo observado en poblaciones que habitan aguas de otros estados del Pacífico mexicano (Tabla XIII).

Tabla XIII. Parámetros de las relaciones entre el peso total y la longitud de *Lutjanus peru* obtenidos en diferentes estudios realizados en el Pacífico mexicano.

Trabajo	A	B	C	D	E	F
Estado(s)	Michoacán	Michoacán	Michoacán Guerrero Oaxaca	B.C.S.	Colima	B.C.S.
Factor (a)	0.02	0.024	0.0219	(*)	0.034	0.0234°
Exponente (b)	2.87	2.804	2.88	3	2.96	2.905
n	150	398	252		194	844
r² **	>0.81	NP	0.904		0.96	0.98 ***
Longitud e	total	total	patrón		patrón	total
intervalo (mm)	170-520	170-650	170-420		100-715	102-992

A. Ruiz et al. (1985)

B. Anónimo (1985)

C. Aguilar-Salazar (1986)

D. Castro (1981)

E. Cruz-Romero et al. (1988)

F. este trabajo

(*) este autor asume un crecimiento isométrico.

° factor convertido a kg

** coeficientes de determinación lineal de las regresiones de los logaritmos del peso vs. los logaritmos de la longitud.

*** R² regresión no lineal.

Otras especies de lutjánidos muestran también crecimiento alométrico negativo: *Lutjanus campechanus* [$b= 2.953$] (Nelson y Manooch, 1982), *L. synagris* [$b= 2.6524$] (Manooch y Mason, 1984), *Ocyurus chrysurus* [$b= 2.6504$; 2.76] (Manooch y Drennon, 1987; Johnson, 1983), *L. griseus* [$b= 2.9122$] (Manooch y Matheson, 1981).

Los coeficientes de determinación obtenidos en el ajuste de la F.C.V.B. indican que el modelo describe satisfactoriamente el crecimiento de *Lutjanus peru*, ya que menos del 0.5% de la variación observada resultó ser inexplicada o residual.

La razón por la que se decidió utilizar tanto las longitudes observadas como las retrocalculadas, cuando tradicionalmente se utilizan estas últimas si se encuentran a disposición, es que se complementan en diferentes aspectos:

i. Los grupos de edad 1+ y 2+ se encuentran representados por sólo un macho y dos hembras, respectivamente, por lo que las longitudes medias observadas son realmente representativas a partir del grupo 3+, mientras que las retrocalculadas son particularmente importantes en estas primeras edades.

ii. Si se considera que las tallas medias por grupo de edad representan la talla media de los organismos a la edad en cuestión (llamémosle n), no se estará considerando la fracción de tiempo (sea i) comprendida desde la formación del último anillo (cuyo número determina el grupo de edad al que pertenece el organismo) hasta el momento de la captura. Por consiguiente, las longitudes medias observadas no representan la longitud media a la edad n sino la longitud a la edad $n + i$, lo que explica el hecho de que las longitudes retrocalculadas **tiendan a ser** menores a las observadas para el grupo de edad correspondiente. Ahora bien, este período i puede variar desde 1 hasta 364 días (1 año), por lo que si la longitud media ponderada se calculó con organismos de todo un ciclo anual y se ha comprobado que cada anillo de crecimiento se deposita anualmente (Fig. 12), resulta razonable asignar un valor promedio de 0.5 (6 meses) a dicho período adicional.

Conforme a este orden de ideas, la utilización de ambos grupos de longitudes medias, observadas y retrocalculadas, a edades sucesivas de 0.5 años, incrementa el número de datos utilizados para el ajuste de la F.C.V.B., lo que proporciona parámetros más representativos y acordes, tanto a la información de crecimiento proveniente de los otolitos, como al crecimiento observado en los peces.

Ricker (1975, 1979) hace énfasis en la diferencia existente en la utilización de longitudes medias observadas para grupos de edad sucesivos y de longitudes retrocalculadas para la determinación de tasas de crecimiento. De acuerdo a este autor, el crecimiento que presentan las longitudes observadas de los organismos sobrevivien-

tes de cada edad corresponde a una **tasa de crecimiento poblacional**. Esta tasa se verá afectada si los peces más grandes de una clase anual presentan una mayor mortalidad que los menores, lo que ocasionaría una disminución en la talla promedio de los sobrevivientes y una subestimación de la tasa de crecimiento esperada si la mortalidad no dependiera de la talla.

Contrariamente a esto, las longitudes retrocalculadas reflejan la tasa de crecimiento del pez de manera individual, dicha tasa de crecimiento es llamada **tasa de crecimiento verdadera**. Con base en este tipo de argumentación es que la mayoría de los estudios de edad y crecimiento determinan los parámetros de la F.C.V.B. con longitudes retrocalculadas.

Una de las consecuencias más notorias de la mortalidad selectiva de los organismos más grandes es el fenómeno de Rosa Lee (Bagenal y Tesch, 1978), que no se encontró en este estudio.

La presencia de una mortalidad diferencial de los peces de crecimiento más rápido, se manifiesta también en la forma de un alejamiento progresivo de la normalidad en las curvas de distribución de frecuencias de tallas de los grupos de edad, al avanzar la edad (Duncan, 1980). Aunque no se aplicó ninguna prueba estadística para su comprobación, la inspección de las claves edad - talla (Tablas B1, B2 y B3) indica que no existen evidencias de dicha desviación de la normalidad, por lo que es probable que las tasas de crecimiento "poblacional" y "verdadera" no sean muy diferentes en el huachinango.

Una evidencia de esto es que ambos grupos de datos se complementan (e.g. las longitudes se alternan), permitiendo que

ambas puedan ser utilizadas simultáneamente para modelar el crecimiento.

La utilización de un valor de L_0 para el ajuste de la F.C.V.B. responde a que t_0 puede ser considerado como un parámetro con significado biológico y no sólo como un factor de ajuste. López-Veiga (1979) puntualiza que t_0 existe porque L_0 existe, esto es que la ordenada al origen de la F.C.V.B. no es cero sino una longitud positiva correspondiente a la longitud al eclosionar, por lo que el valor de t_0 debe ser negativo y muy pequeño, dada la talla de los peces al nacer.

Por otra parte, Pauly (1979) argumenta que tanto L_0 como t_0 carecen de significado biológico puesto que los peces no crecen durante toda su vida de acuerdo a la F.C.V.B. sino que lo empiezan a hacer a partir de una talla que él llama L_x que sería la correspondiente a la metamorfosis.

La F.C.V.B. es generalmente utilizada para modelar el crecimiento de los peces por encima de 1 año de edad, cuando el punto de inflexión de crecimiento en talla ha sido usualmente pasado (Ricker, 1979). De esta forma, la **escala de tiempo** del período en el que se presenta el crecimiento que no es descrito por la F.C.V.B. (e.g. semanas hasta la metamorfosis) se ve enmascarada por la del tiempo en el que se utiliza dicho modelo (e.g. años en este caso). Por lo que, si la utilización de un L_0 provee un mejor ajuste de los datos de crecimiento y un valor de t_0 que puede interpretarse biológicamente, su utilización puede ser válida y justificarse.

Los valores de t_0 obtenidos en este estudio fueron de 9 y 16 días para machos y hembras, respectivamente. Estos son demasiado grandes para representar el período de incubación que, en los lutjánidos, varía entre 17 y 36 horas dependiendo de la temperatura (Leis, 1987). Sin embargo, Richards y Saksena (1980) encontraron que las larvas de *Lutjanus griseus* crecieron en cautiverio de 4.1-4.2 mm de longitud notocordal a 6.2-6.3 mm de longitud estándar, entre los 9 y 15 días a partir de la eclosión. Así, este período representa el tiempo en el que se llevó a cabo la flexión y postflexión de la larva.

En otros estudios se ha observado que, a una longitud determinada, las larvas mantenidas en cautiverio se encuentran menos desarrolladas que las de vida libre y que, además, experimentan la metamorfosis a menores longitudes (Houde et al. 1970).

Por lo anterior, es posible que en las poblaciones naturales las larvas se desarrollen más lentamente y que el tiempo de flexión y postflexión sea mayor. De ser así, los valores de t_0 podrían corresponder al inicio de la flexión de las larvas de *Lutjanus peru* mientras que la metamorfosis sucedería posteriormente.

La correlación del valor de t_0 con algún cambio en el desarrollo de los peces provee un sentido biológico a dicho parámetro. Sin embargo, su significado biológico inequívoco con base en consideraciones teóricas no es un problema de fácil solución y requiere de estudios más profundos que sobrepasan el alcance de este trabajo.

Las ecuaciones de crecimiento de *Lutjanus peru* indican que esta especie crece lentamente y puede alcanzar longitudes importantes. El mayor tiempo de vida de la especie no pudo ser determinado

debido a limitaciones metodológicas. No obstante, la presencia de un organismo de 992 mm, cuando el único espécimen de 15 años midió 792 mm, indica que la especie puede vivir quizás hasta 20 años.

Este organismo de casi un metro de longitud puede considerarse un registro excepcional ya que es el único de esa magnitud del que se tiene conocimiento. En estudios realizados en el área de San José del Cabo y Todos Santos, al Sur del estado de Baja California Sur, se ha encontrado que la talla máxima registrada de *Lutjanus peru* es de 600 mm y corresponde a un organismo capturado en aguas cercanas a Todos Santos (Ochoa-Báez, com. pers.⁶).

El hecho de que se haya encontrado un organismo superior a las longitudes asintóticas obtenidas para la población es natural ya que, como lo indica Ricker (1979):

"En la práctica es una talla asintótica promedio la que se estima, para los peces individuales la asíntota puede ser mayor o menor que el promedio ... usualmente se encontrarán algunos individuos muy viejos que serán considerablemente mayores que la longitud asintótica calculada para la población."

Los parámetros de crecimiento y las longitudes observadas para cada edad de este estudio se comparan con los de distintos trabajos realizados en otros estados del Pacífico mexicano en la Tabla XIV.

⁶ R.I. Ochoa-Báez. Laboratorio de morfofisiología. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, I.P.N. A.P. 592, 23000 La Paz B.C.S. (Septiembre 1991).

Tabla XIV. Comparación de parámetros de crecimiento y longitudes medias por edad de *Lutjanus peru* de estudios realizados en el Pacífico mexicano (F-W= Ford-Walford, N.L.= regresión no lineal, ?= dato desconocido, obs.= observada, ret.= retrocalculada, N.P.= no presentado).

Trabajo	A		B	C	D	E	F	
Estado(s)	Michoacán		Michoacán	Michoacán Guerrero Oaxaca	B.C.S.	Colima	B.C.S.	
Longitud Estructura Ajuste	total escamas F-W		total escamas F-W	patrón escamas F-W y Gulland	total escamas ?	patrón (*) ELEFAN I	total otolitos N.L.	
L [∞] (mm)	815	795	755.25	662.64	667.1	760	908.11	
K	196	191	148.6	110	230	600	131.4	
t0 **	725.4	786.1	661	1480	-540	693	33.7	
n	1068	412	398	175	?	1222	1171	314
Tipo de datos	obs.	ret.	ret.	obs.	?	obs.	obs.	ret.
Edad	Longitudes a la edad							
1	232	239	160	211	201	N.P.	187	111
2	305	324	250	300	297	tallas	250	209
3	420	436	328	372	374	variaron	321	291
4	489	499	395	***	435	entre	400	379
5	544	523	453		483	100 y	464	448
6	583	596	503		521	715 mm	515	508
7	615	635			551		567	558
8					575		607	602
9					594		645	643
10							660	671
11							700	698
12							738	726
13							751	744
14							787	754
15							800	

A. Ruiz et al. (1985)

B. Anónimo (1985)

C. Aguilar-Salazar (1986)

D. Castro (1981)

E. Cruz-Romero et al. (1988)

F. este trabajo

(*) este autor utilizó un método indirecto de análisis de frecuencias de talla.

° valores tabulados $\times 10^{-3}$ ** valores tabulados $\times 10^{-3}$

*** este autor encontró marcas de crecimiento semestrales, en cuyo caso, los 6 grupos de edad que presenta corresponden a 3 edades anuales cuyas tallas medias se encuentran tabuladas.

De esta tabla se desprende que este es el único trabajo de edad y crecimiento de *Lutjanus peru* del que se tiene conocimiento que se han utilizado otolitos para determinar la edad.

Las menores longitudes asintóticas obtenidas en el resto de los trabajos responden al corto intervalo de tallas considerado en los ajustes. De acuerdo a Aguilar-Salazar (1986), la pesca del huachinango en Michoacán, Guerrero y parte del estado de Oaxaca se lleva a cabo con redes escameras de arrastre (redes de trasmallo) de 88 pies de largo con 3 paños de 12, 10 y 8.5 cm de luz de malla, por lo que es posible que las muestras obtenidas con este arte de pesca se encuentren sesgadas hacia los organismos de tallas intermedias y los mayores a 600 ó 650 mm no se capturen.

y Esta hipótesis la apoya el hecho de que Cruz-Romero *et al.* (1988) dan longitudes máximas superiores (715 mm de longitud patrón) para el estado de Colima, donde la pesca se lleva a cabo tanto con redes agalleras como con anzuelos (palangres y línea de mano). Esta mayor vulnerabilidad de los pargos más grandes a la pesca con anzuelo que a las redes o trampas se ha encontrado también en especies del Golfo de México (e.g. Manooch y Drennon, 1987).

Las tasas de crecimiento obtenidas en los diferentes estudios se encuentran dentro del intervalo de 0.11 y 0.196 en 4 de los 6 trabajos presentados. El valor de K más cercano al de este estudio es el obtenido por la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M. (Anónimo, 1985) en el que las longitudes medias para cada edad son muy semejantes a las observadas en esta investigación.

La tasa de crecimiento obtenida por Cruz-Romero *et al.* (1988) es muy poco verosímil y esto responde a que se utilizó un método de análisis de frecuencias de tallas para determinar las longitudes medias por edad. Es reconocido por muchos autores (e.g. Bagenal y Tesch, 1978; Brothers, 1979; Anónimo, 1982; Royce, 1984; Manooch, 1987 y MacDonald, 1987) que estos métodos son útiles sobre todo para especies que muestran un período reproductivo y un reclutamiento limitados, cuyos organismos crecen individualmente a tasas similares. Esto rara vez sucede en peces tropicales tales como en huachinango, por lo que los resultados de ese trabajo deben ser tomados con mucha cautela.

Estudios recientes han demostrado que las edades determinadas mediante la lectura de escamas de algunas especies han resultado en

subestimaciones de la edad (Beamish y McFarlane, 1987; Chilton y Bilton, 1986), que pueden ser reflejo de las diferentes funciones que desempeñan ambas estructuras (Campana y Neilson, 1985). Se recomienda que el uso de escamas para determinar la edad de peces de crecimiento lento debe tratarse con precaución, e incluso evitarse, pues puede incorporar serios errores sistemáticos que ocasionarían que la edad se encuentre subestimada (Casselman, 1983).

Por otra parte, los otolitos se forman previamente a las escamas (McKern et al., 1974) y, en muchas circunstancias, proveen un registro de crecimiento más representativo que éstas (Campana y Neilson, 1985; Radtke y Hourrigan, 1990).

Si se toma a las tallas medias por edad de este trabajo como referencia, se verá que las presentadas por Ruiz et al. (1985), por Aguilar-Salazar (1986) y por Castro (1981) [edades 1 a 6 años] son todas superiores, por lo que las edades podrían estar subestimadas. Sin embargo, las tallas obtenidas en el estudio de la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M. (Anónimo, 1985) son cercanas a las de esta tesis.

El hecho de que las escamas de *Lutjanus peru* subestimen o no la edad de la especie no puede comprobarse a la luz de la información disponible, aunque existen indicios de que esto sucede.

Es necesario un estudio específico que se avoque a comparar y validar el patrón de marcado de escamas y otolitos para el mismo grupo de organismos, y a determinar si la marcación de ambas estructuras es simultánea, para poder concluir si las escamas son adecuadas para la determinación de la edad de esta especie.

Dadas las importantes diferencias metodológicas entre los trabajos comparados resulta difícil formular alguna conclusión válida acerca de las poblaciones de *Lutjanus peru* que habitan el Pacífico mexicano, a no ser por el hecho de que en Baja California Sur parece explotarse un intervalo de tallas mucho mayor que en el resto de los estados. Además, la mayoría de la biomasa corresponde a organismos superiores a los 500 mm. Se ha notado que la presencia de una fracción importante de la biomasa total presente en organismos grandes y de mayor edad es indicativa de sistemas sujetos a poca explotación (Regier et al., 1979).

La comparación intraespecífica de los modelos de crecimiento indica que los machos poseen una longitud asintótica menor a la de las hembras y que la alcanzan más rápidamente. Los organismos que se encontraron sexualmente diferenciados por debajo de los 300 mm fueron todos machos, por lo que es muy probable que éstos maduren a tallas menores que las hembras. Aunque la mortalidad no es sujeto de estudio de esta tesis, la diferencia entre las estructuras de edades de ambos sexos (Fig. 18 A y B) sugiere una mortalidad mayor para los machos, lo que sería consistente con el hecho de que poseen un K más alto (Gerking, 1957; Beverton y Holt, 1957), como sucede en *Micropogonias furnieri* (Manickchand-Heilman y Kenny, 1990) y en *Sciaenops ocellatus* (Murphy y Taylor, 1990).

Grimes (1987) observa que, en términos generales, los machos de la familia Lutjanidae maduran a tallas ligeramente menores que las hembras. Además, este autor menciona que los estudios en los que se ha muestreado un amplio recorrido de tallas muestran la tendencia de las hembras a ser preponderantes entre los organismos

de mayor talla y edad, a la vez que se ha encontrado que la desviación de la proporción de sexos de 1:1 responde a diferencias en las tasas de crecimiento y mortalidad entre machos y hembras.

Todas estas tendencias relativas al crecimiento, a la reproducción y a la mortalidad de los lutjánidos han sido encontradas para *Lutjanus peru* en la Bahía de La Paz.

En relación a otras especies, las longitudes asintóticas del huachinango son comparables con las de *Lutjanus campechanus* 878.4-921.6 mm de longitud total (LT) (Nelson y Manooch, 1982; Nelson et al., 1985), *L. purpureus* 977-989 mm de LT (Lima, 1965; Menezes y Gasteira, 1974) y *L. sanguineus* 927-965 de LF (Lai y Liu, 1974 y 1979).

Los valores de K de *Lutjanus peru* (0.1312 a 0.1406) son también parecidos a los de otros lutjánidos: 0.1009 para *L. griseus* (Manooch y Matheson, 1981), 0.1337 para *L. synagris* (Manooch y Mason, 1984), 0.139 para *Ocyurus chrysurus* (Manooch y Drennon, 1987), 0.1534 para *L. analis* (Mason y Manooch, 1985) y 0.16 y 0.17 para *L. campechanus* (Nelson y Manooch, 1982).

Grimes (1978) ha propuesto que los valores más altos de K se encuentran en especies que se alimentan de organismos de los niveles tróficos menores. Los peces que se sostienen de niveles tróficos mayores, como es el caso de muchos lutjánidos, poseen valores de K alrededor de 0.1. En estas especies, al igual que en otras de hábitats rocosos con tasas de crecimiento entre 0.1 y 0.19, el crecimiento es rápido inicialmente y disminuye de manera constante conforme se alcanzan las tallas máximas asociadas con una

alta esperanza de vida (Nelson y Manooch, 1982; Matheson et al., 1986).

Edwards (1984) sugiere que las tasas de crecimiento menores encontradas en las especies tropicales, con respecto a sus contrapartes ecológicas de aguas templadas, puede relacionarse con los mayores costos metabólicos involucrados en los hábitats tropicales. Este autor también ha sugerido que las especies de lutjánidos que habitan áreas arrecifales tienden a crecer más rápidamente que las de aguas profundas debido a la menor disponibilidad de fuentes de alimento adecuadas (Edwards, 1985). En el caso del huachinango la tasa de crecimiento es baja, sin embargo es una especie que se pesca en aguas costeras en donde se le encuentra generalmente asociada a arrecifes o "bajos". La biología de *Lutjanus peru* es todavía muy poco conocida para poder asociarla a algún patrón del tipo propuesto por este autor.

Al igual que las especies de reciente explotación, como el conejo *Caulolatilus affinis* (Díaz y Ruiz, 1989), algunas que han sido tradicionalmente pescadas, como el huachinango *Lutjanus peru*, aún carecen de estudios elementales sobre su biología.

Es necesario adoptar una actitud responsable en el aprovechamiento de estos recursos no renovables, para lo cual es necesario conocer diversos aspectos relativos a sus ciclos de vida ya que, como lo expresan Beamish y McFarlane (1983):

"puesto que las poblaciones han tenido que sobrevivir miles de años en ecosistemas cambiantes, los parámetros que gobiernan sus ciclos de vida son adaptativos. La adaptación a estos ambientes se ha efectuado mediante cambios en ciertas características de sus ciclos

de vida ... estas características son importantes y deben ser comprendidas cuando la población responde a condiciones de 'stress' impuestas por la pesca. La clave para definir estos parámetros reside en la exactitud con la que se determine la edad".

Así, el conocimiento de la biología de cualquier especie sujeta a explotación es un elemento fundamental para poder formular cualquier propuesta relativa a su administración y evitar, de esta forma, el desplome de las poblaciones naturales cuya dinámica se ha forjado durante miles de años de procesos evolutivos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El análisis de los resultados de esta investigación y su comparación con los de otros trabajos nos permiten llegar a las siguientes conclusiones:

- 1.- La obtención de muestras provenientes de artes de pesca con diferentes selectividades permitió la integración de una colección de datos representativa de la mayor parte del recorrido de tallas de la especie en el área de estudio.
- 2.- Si bien más del 60% de la biomasa de *Lutjanus peru* que se pesca en la Bahía de La Paz corresponde a organismos de más de 5 años, la importancia numérica de las clases de edad de 2 a 4 años indican que se está explotando una proporción considerable de la población que no se ha reclutado al efectivo reproductivo.
- 3.- La determinación de la edad de esta especie mediante sus otolitos es un procedimiento válido ya que: (1) estas estructuras crecen de una forma determinada, predecible y constante en relación al pez, (2) presentan marcas de crecimiento periódicas que se depositan anualmente y (3) el patrón de marcado es consistente en los peces de cualquier edad y las marcas se depositan, dentro de ciertos límites, en sitios recurrentes de la estructura. De esta forma la hipótesis planteada se contrasta favorablemente.
- 4.- El tamaño que pueden alcanzar los otolitos de esta especie impone un límite superior a la utilización de estas estructuras enteras para la determinación de la edad.

- 5.- Existen indicios de que las escamas del huachinango subestiman su edad.
- 6.- El crecimiento de *Lutjanus peru* en la Bahía de La Paz es alométrico negativo, al igual que el de otras poblaciones del Pacífico mexicano.
- 7.- El modelo de von Bertalanffy describió satisfactoriamente el crecimiento del huachinango y sus parámetros indican que esta especie crece lentamente y puede alcanzar longitudes importantes. Con lo que se da cumplimiento al objetivo del trabajo.
- 8.- Las diferencias observadas entre los machos y las hembras de huachinango en la Bahía de La Paz, tocantes a la probable talla de madurez, a la mortalidad y al crecimiento; coinciden con tendencias generales encontradas en las especies de la familia Lutjanidae.

La realización de un trabajo científico no sólo conlleva al cumplimiento de los objetivos y a la contrastación de las hipótesis planteadas, sino que es fuente de nuevas interrogantes que retroalimentan el quehacer de la ciencia. Esta tesis no es la excepción y entre los problemas que quedan aún por resolver destacan:

- A. La evaluación de las poblaciones de huachinango en la Bahía de La Paz. Que nos permitirá aclarar los efectos del tipo de explotación actual y de los arrastres de los barcos camaroneeros. En estos estudios se podrá también contrastar la hipótesis de las migraciones reproductivas de la especie.
- B. La determinación de la edad. Si bien la lectura de los otolitos fue validada, queda aún por resolver el problema de

la determinación de la edad en los peces mayores, para lo cual se requiere trabajar con secciones transversales de estos huesos. La evaluación adecuada de las escamas y otolitos como estructuras alternativas para determinar la edad de la especie es también una tarea imperativa.

- C. El crecimiento. Un aspecto importante que se desprende de la determinación de la edad de los peces mayores es la estimación de los tiempos de vida máximo y promedio, a la vez que dicha determinación permitirá mejorar la estimación de la asíntota de la ecuación de crecimiento.
- D. Otros aspectos de la biología básica. Finalmente, son necesarios estudios de reproducción y de hábitos alimenticios que permitan esclarecer **porqué** esta especie crece como lo hace. Son también importantes los estudios de las primeras fases de desarrollo, tanto a nivel descriptivo como analítico, para poder discutir, por ejemplo, el sentido biológico de t_0 sobre bases más firmes.

VI. REFERENCIAS.

- AGUAYO, M. 1971. Determinación de la edad en la merluza (*Merluccius gayi* (Guichenot) 1848), mediante la lectura de otolitos. Bol. Científ. Inst. Fom. Pesq., Santiago de Chile 16: 1-50.
- AGUILAR-SALAZAR, F.A. 1986. Determinación de la edad y estimación de la tasa de crecimiento del huachinango del Pacífico mexicano *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922), por el método de lectura de escamas. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. Univ. Nal. Autón. de México. 74pp.
- ALLEN, G.R. 1987. Synopsis of the circumtropical fish genus *Lutjanus* (Lutjanidae). En: J.J. Polovina y S. Ralston (eds.). Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Westview Press Inc., Boulder: 33-87.
- ANDERSON, W.D., JR. 1987. Systematics of the fishes of the family Lutjanidae (Perciformes: Percoidae), the snappers. En: J.J. Polovina y S. Ralston (eds.). Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Westview Press Inc., Boulder: 1-31.
- ANDRADE, K.G. y C.P. SMITH. 1988. Pollock, *Pollachius virens*. En: J. Penttila y L.M. Dery (eds.). Age Determination Methods for Northwest Atlantic Species. NOAA Tech. Rep. NMFS 72: 37-40.
- ANONIMO. 1981-1990. Anuarios estadísticos de pesca. Depto. de Pesca. Dir. Gral. Secretaría de Pesca. Planeación Informática y Estadística.
- . 1982. Métodos de recolección y análisis de datos de talla y edad para la evaluación de poblaciones de peces. FAO Circ. Pesca (736). 101 pp.
- . 1985. Estudio de la biología y parámetros poblacionales de Lutjánidos (Pisces) de importancia comercial para las pesquerías del estado de Michoacán. Reporte de Biología de Campo. Fac. de Ciencias. Univ. Nal. Autón. de México.
- . 1988. Estudio del transporte causado por la marea en la Bahía de La Paz y sus consecuencias en la calidad del agua y la distribución del plancton. Reporte Técnico. Depto. de Oceanología. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. I.P.N. La Paz, B.C.S. Diciembre de 1988.
- BAGENAL, T.B. y F.W. TESCH. 1978. Age and growth. En: T.B. Bagenal (ed.). Methods for assessment of fish population in freshwaters. Blackwell Scientific: 101-136.

- BALBONTIN, F. y W. FISCHER. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar. Inst. Oceanol. Univ. Valparaíso 17(3): 285-334.
- BARGER, L.E. 1985. Age and growth of Atlantic croakers in the northern Gulf of Mexico, based on otolith sections. Trans. Am. Fish. Soc. 114: 847-850.
- BASSOLS-BATALLA, A. 1976. Geografía Económica de México. 3a. ed. Trillas, México D.F. 454 pp.
- BEAMISH, R.J. y G.A. MCFARLANE. 1983. The forgotten requirement for age validation in Fisheries Biology. Trans. Am. Fish. Soc. 112(6): 735-743.
- y G.A. MCFARLANE. 1987. Current trends in age determination methodology. En: R.C. Summerfelt y G.E. Hall (eds.). Age and Growth of Fish. Iowa State Univ. Press., Ames: 15-42.
- BECKMAN, D.W., C.A. WILSON y A.L. STANLEY. 1989. Age and growth of red drum, *Sciaenops ocellatus*, from offshore waters of the Northern Gulf of Mexico. Fish. Bull. 87: 17-28.
- , A.L. STANLEY, J.H. RENDER y C.A. WILSON. 1990a. Age and growth rate estimation of sheepshead *Archosargus probatocephalus* in Louisiana waters using otoliths. Fish. Bull. 89: 1-8.
- , A.L. STANLEY, J.H. RENDER y C.A. WILSON. 1990b. Age and growth of black drum in Louisiana waters of the Gulf of Mexico. Trans. Am. Fish. Soc. 119: 537-544.
- BERMUDEZ-ALDAMA, B. y G. GARCIA-LAGUNA. 1985. Hábitos alimenticios en los peces de zonas rocosas de la Bahía de La Paz, B.C.S. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. Univ. Nal. Autón. de México. 256 pp.
- BERRY, F.H., D.W. LEE y A.R. BERTOLINO. 1977. Age estimates in Atlantic bluefin tuna. An objective examination and an intuitive analysis of rhythmic markings on vertebrae and otoliths. Int. Comm. Atl. Tunas, Collect. Vol. Sci. Pap., Madrid 6(2): 305-317.
- BEVERTON, R.J.H. y S.J. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. Lond. Ser. II 19. 533 pp.
- BLACKER, R.W. 1974. Recent advances in otolith studies. En: F.R. Harden-Jones (ed.). Sea Fisheries Research. John Wiley & Sons, N.Y.: 67-90.
- BOISCLAIR, D. y W.C. LEGGETT. 1989a. Among-population variability of fish growth: I. Influence of the quantity of food consumed. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46(2): 457-467.

- BOISCLAIR, D. y W.C. LEGGETT. 1989b. Among-population variability of fish growth: II. Influence of prey type. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46(2): 468-482.
- BROTHERS, E.B. 1979. Age and growth studies on tropical fishes. En: S.B. Salia y P.H. Roedel (eds.). Stock Assessment for tropical small fisheries. Proceedings of International Workshop Hall, The Univ. Rhode Island, Kingstone R.I.: 119-136.
- BUESA, R.J. 1987. Growth rate of tropical demersal fishes. Mar. Ecol. Prog. Ser. 36(2): 191-199.
- CAMPANA, S.E. y J.D. NEILSON. 1985. Microstructure of fish otoliths. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42(5): 1014-1032.
- CANTARELL, E.D. 1982. Determinación de la edad y el ritmo de crecimiento del Pargo Canané (*Ocyurus chrysurus*, Bloch 1971) en el litoral del estado de Yucatán, México, 1980/1981. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. Univ. Nal. Autón. de México. 180 pp.
- CARLANDER, K.D. 1977. Handbook of freshwater fishery biology. Vol. II. Iowa State Univ. Press.
- CARMONA, R., J. ELORDUY y J. GUZMAN. 1988. Abundancia mensual de *Fregata magnificens* en la Bahía de La Paz B.C.S. e hipótesis sobre su patrón de dispersión. Mem. VII Simposium de Biología Marina. La Paz Baja Calif. Sur.
- CASSELMAN, J.M. 1983. Age and growth assessment of fish from their calcified structures. Techniques and Tools. En: L.M. Pulos (ed.). Proceedings of the International Workshop on Age Determination of Oceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes and Sharks. NOAA Tech. Rep. NMFS 8: 1-17.
- CASTRO, C.F. 1981. Determinación de la edad y crecimiento (*Lutjanus peru*). Rev. Cienc. del Mar Univ. Aut. Sin. 1: 4-8.
- CHILTON, D.E. y H.T. BILTON. 1986. New method for ageing chinook salmon (*Onchorhynchus tshawytscha*) using dorsal fin rays, and evidence of its validity. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43(8): 1588-1594.
- CRUZ-ROMERO, M., E. ESPINO-BARR y A. GARCIA-BOA. 1988. Aspectos biológico-pesqueros de tres especies de lutjánidos del litoral Colimense. Reporte Técnico del Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo Col., I.N.P., Sría. de Pesca. 31 pp.
- CUSHING, D.H. 1968. Fisheries Biology. The University of Wisconsin Press, Madison. 200 pp.
- . 1975. Marine Ecology and Fisheries. Cambridge University Press, Cambridge. 278 pp.

- DERISO, R.B. 1980. Harvesting strategies and parameters estimation for an age-structured model. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 268-282.
- DERY, L.M. 1988. Atlantic herring, *Clupea harengus*. En: J. Penttila y L.M. Dery (eds.). Age Determination Methods for Northwest Atlantic Species. NOAA Tech. Rep. NMFS 72: 17-22.
- y J.P. MAYO. 1988. Black sea bass, *Centropristis striata*. En: J. Penttila y L.M. Dery (eds.). Age Determination Methods for Northwest Atlantic Species. NOAA Tech. Rep. NMFS 72: 59-70.
- DIAZ, J.G. y S.S. RUIZ. 1989. Edad y crecimiento del "conejo" *Caulolatilus affinis* Gill 1865, (Pisces: Branchiostegidae) en la Bahía de La Paz y sus alrededores, Baja California Sur, México. Tesis Profesional. Depto. de Biología Marina. Univ. Autón. Baja Calif. Sur. 99 pp.
- DRAPER, N.R. y H. SMITH. 1981. Applied regression analysis. 2nd. ed. John Wiley & Sons, N.Y. 709 pp.
- DUNCAN, K.W. 1980. On the back-calculation of fish lengths; modifications and extensions to the Fraser-Lee equation. J. Fish Biol. 16: 725-730.
- EDWARDS, R.R.C. 1984. Comparisons of growth in weight of temperate and tropical marine fish counterparts. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 1381-1384.
- . 1985. Growth rates of Lutjanidae (snappers) in tropical Australian waters. J. Fish Biol. 26: 1-4.
- EHRHARDT, N.M., P.S. JACQUEMIN, F. GARCIA B., G. GONZALEZ D., J.M. LOPEZ B., J. ORTIZ C. y A. SOLIS N. 1983. On the fishery and biology of the giant squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico. En: J.F. Caddy (ed.). Advances in assessment of world cephalopod resources. FAO Fish. Tech. Pap. (231): 306-431.
- EVERHART, W.H. y W.D. YOUNGS. 1981. Principles of Fishery Science. 2nd. ed. Cornell Univ. Press Ltd., London: 349 pp.
- EZENWA, B.I.O. y K. IKUSEMIJU. 1981. Age and growth determinations in the catfish, *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacépède) by use of the dorsal spine. Fish Biol. 19: 345-351.
- GARCIA-LAGUNA, G. y J.M. OROZCO-ZORRILLA. 1988. Hábitos alimenticios del pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) y cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosacea*) en la Bahía de La Paz. Res. I Congr. Nal. Ictiol., La Paz Baja Calif. Sur: 30.

- GERKING, S.D. 1957. Evidence of ageing in natural populations of fishes. Gerontologia 1: 287-305.
- GOODWIN, J.M. y A.G. JOHNSON. 1986. Age, growth and mortality of blue runner, *Caranx crysos* from the northern Gulf of Mexico. Northeast Gulf Sci. 8(2): 107-114.
- GORELOVA, T.A. 1979. Experimental data on the digestion rate in fingerlings of the snapper *Lutjanus peru*. J. Ichthyol. 19(6): 161-164.
- GRIMES, C.B. 1978. Age, growth, and length-weight relationship of vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens*, from North Carolina and South Carolina waters. Trans. Am. Fish. Soc. 107: 454-456.
- . 1987. Reproductive biology of the Lutjanidae: A review. En: J.J. Polovina y S. Ralston (eds.). Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Westview Press Inc., Boulder: 239-294.
- HART, J.L. 1967. Fecundity and length-weight relationship in lingcod. J. Fish. Res. Bd. Can. 24(11): 2485-2489.
- HICKLING, C.G. 1935. Seasonal changes in the ovary of immature hake, *Merluccius merluccius* L. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 21: 311-318.
- HILE, R. 1936. Age and growth of the cisco (*Leucichthys artedi*) in the lakes of the northeastern highlands, Wisconsin. Bull. U.S. Bur. Fish. 19: 211-317.
- HOUDE, E.D., C.R. FUTCH y R. DETWYLER. 1970. Development of the lined sole, *Achirus lineatus*, described from laboratory-reared and Tampa Bay specimens. F/A Dep. Nat. Resour. Mar. Lab. Tech. Ser. 62: 1-43.
- HUNT, J.J. 1980. Guidelines for age determination of Silver Hake, *Merluccius bilinearis*, using otoliths. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 1: 65-80.
- HUNTSMAN, G.R., C.S. MANOOCH III y C.B. GRIMES. 1983. Yield per recruit models of some reef fishes of the U.S. South Atlantic Bight. Fish. Bull. 81(4): 679-695.
- JOHNSON, A.G. 1983. Age and growth of yellowtail snapper from South Florida. Trans. Am. Fish. Soc. 112: 173-177.
- . 1984. Comparison of dorsal spines and vertebrae as ageing structures for little tunny *Euthynnus alletteratus* from the Northeast Gulf of Mexico. NOAA Tech. Rep. NMFS 8: 111-115.
- JOHNSON, G.D. 1985. The limits and relationships of the Lutjanidae and associated families. Bull. Scripps Inst. Ocean. 24. 114 pp.

- JORDAN, D.S. y B.W. EVERMANN. 1898. The fishes of North and middle America: A descriptive catalogue of the species of fish-like vertebrates found in waters of North America, north of the Isthmus of Panama. Bull. U.S. Natl. Mus. 47 (Part 2): i-xxx + 1241-2183.
- KOHLER, A.C. 1960. The growth, length-weight relationship, and maturity of haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.) from the region of Lockport, N.S. J. Fish. Res. Bd. Can. 17(1): 41-60.
- LAI, H.-L. y H.-L. LIU. 1974. Age determination and growth of *Lutjanus sanguineus* (C and V) in the South China Sea. J. Fish. Soc. Taiwan 3: 39-57.
- y H.-L. LIU. 1979. Age and growth of *Lutjanus sanguineus* in the Arafura Sea and North West Shelf. Acta Oceanogr. Taiwanica, Sci. Rep. Natl. Taiwan Univ. 10: 164-175.
- LANGE, A.M.T. y M.P. SISSENWINE. 1983. Squid resources of the Northwest Atlantic. En: J.F. Caddy (ed.). Advances in assessment of world cephalopod resources. FAO Fish. Tech. Pap. (231): 21-54.
- LEIS, J.M. 1987. Review of the early life history of tropical groupers (Serranidae) and snappers (Lutjanidae). En: J.J. Polovina y S. Ralston (eds.). Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Westview Press Inc., Boulder: 189-238.
- LIMA, F.R. 1965. Crescimento do "pargo" (*Lutjanus aya*, Bloch 1795): Aspectos quantitativos. Bol. Estud. Pesca 5: 33-42.
- LLEONART, J., B. MORALES y P. SANCHEZ. 1981. Crecimiento de *Merluccius capensis* (División 1.5) de 1977 a 1980: comparación de distintos métodos de estimación de parámetros. Colln. Scient. Pap. Int. Commn. SE. Atl. Fish. 8: 131-139.
- LOPEZ-CUEVAS, A. y M. GARDUÑO-DIONATE. 1987. Edad, crecimiento y mortalidad de rubia *Ocyurus chrysurus* (Bloch) Pisces: Lutjanidae, en el banco de Campeche. Res. IX Congr. Nal. Zool., Villahermosa Tabasco: 28.
- LOPEZ-VEIGA, E.C. 1979. Fitting von Bertalanffy growth curves in short-lived species: A new approach. Inv. Pesq. 43(1): 179-186.
- MACDONALD, P.D.M. 1987. Analysis of length-frequency distributions. En: R.C. Summerfelt y G.E. Hall (eds.). Age and Growth of Fish. Iowa State Univ. Press., Ames: 371-384.

- MADRID, V.J., A.M. FLORES, S.M. HERRERA, R.M.E. MACIAS y P.A.F. MOTA. 1987. Dinámica de poblaciones de algunas especies de importancia comercial en las costas de Michoacán y el puerto de Mazatlán, Sinaloa. Res. IX Congr. Nal. Zool., Villahermosa Tabasco: 25.
- MADRID, V.M., C.A. MAUPOME y S.M. HERRERA. 1988. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de las especies de la familia Lutjanidae (Perciformes: Percoidea). Res. I Congr. Nal. Ictiol., La Paz Baja Calif. Sur: 38.
- MAEDA-MARTINEZ, A.N. 1981. Composición, abundancia, diversidad y alimentación de la ictiofauna, en tres lagunas costeras del Golfo de California. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias Biológicas. Univ. Autón. de Nuevo León. 140 pp.
- MANICKCHAND-DASS, S. 1987. Reproduction, age and growth of the lane snapper, *Lutjanus synagris* (LINNAEUS), in Trinidad, West Indies. Bull. Mar. Sci. 40(1): 22-28.
- MANICKCHAND-HEILMAN, S.C. y J.S. KENNY. 1990. Reproduction, age, and growth of the whitemouth Croaker *Micropogonias furnieri* (Desmarest 1823) in Trinidad waters. Fish. Bull. 88: 523-529.
- MANOOCH, C.S. III. 1987. Age and growth of snappers and groupers. En: J.J. Polovina y S. Ralston (eds.). Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Westview Press Inc., Boulder: 329-374.
- y C.L. DRENNON. 1987. Age and growth of yellow-tail snapper and queen triggerfish from the U.S. Virgin Islands and Puerto Rico. Fish. Res. 6: 53-68.
- y G.R. HUNTSMAN. 1977. Age, growth and mortality of the red porgy, *Pagrus pagrus*. Trans. Am. Fish. Soc. 106(1): 26-33.
- y D.L. MASON. 1984. Age, growth and mortality of lane snapper from southern Florida. N.E. Gulf. Sci. 7(1): 109-115.
- y R.H. MATHESON, III. 1981. Age, growth and mortality of gray snapper collected from Florida waters. Proc. Ann. Conf. S.E. Assoc. Fish & Wildl. Agencies 35: 331-344 .
- MASON, D.L. y C.S. MANOOCH, III. 1985. Age and growth of mutton snapper along the east coast of Florida. Fish. Res. 3: 93-104.
- MATHESON, R.H. III, G.R. HUNTSMAN y C.S. MANOOCH, III. 1986. Age, growth, mortality, food and reproduction of the scamp *Mycteroperca phenax*, collected off North Carolina and South Carolina. Bull. Mar. Sci. 38(2): 300-312.

- MCKERN, J.L., H.F. HORTON y K.V. KOSKI. 1974. Development of the steelhead trout (*Salmo gairdneri*) otoliths and their use for age analysis and for separating summer from winter races and wild from hatchery stocks. J. Fish. Res. Bd. Can. 31: 1420-1426.
- MENEZES, M.F. DE y T.C.V. GESTEIRA. 1974. Age and growth of the paro, *Lutjanus purpureus* Poey, of the north and northeast of Brazil. Arg. Cienc. Mar. 14: 81-85.
- MENON, M.D. 1953. The determination of age and growth of fishes of tropical and subtropical waters. J. Bombay Nat. Hist. Soc. 51: 633-635.
- MEXICANO-CINTORA, G. y F. ARREGUIN-SANCHEZ. 1987. Estimación de edad y crecimiento del pargo canané *Ocyurus chrysurus* del litoral de Yucatán, México. Res. IX Congr. Nal. Zool., Villahermosa Tabasco: 30.
- MOREAU, J. 1987. Mathematical and biological expressions of growth in fishes: Recent trends and further developments. En: R.C. Summerfelt y G.E. Hall (eds.). Age and Growth of fish. Iowa State Univ. Press., Ames: 81-113.
- MURPHY, M.D. y R.G. TAYLOR. 1990. Reproduction, growth and mortality of Red Drum *Sciaenops ocellatus* in Florida waters. Fish. Bull. 88: 531-542.
- NELSON, J.S. 1984. Fishes of the world. 2nd. ed. John Wiley & Sons, Inc. N.Y. 523 pp.
- NELSON, R.S. y C.S. MANOOCH, III. 1982. Growth and mortality of red snappers in the West-Central Atlantic Ocean and Northern Gulf of Mexico. Trans. Am. Fish. Soc. 111: 465-475.
- , C.S. MANOOCH III y D.L. MASON. 1985. Ecological effects of energy development on reef fish of the Flower Garden Banks Reef fish bioprofiles. Final Report. Southeast Fish. Cent. Beaufort Lab. N.M.F.S., N.O.A.A., Beaufort N.C. 28516-9722.
- NICHOLS, J.T. y R.C. MURPHY. 1922. On a collection of marine fishes from Peru. Bull. Am. Mus. Natl. Hist. 46(9): 501-516.
- NICHY, F.E. 1969. Growth patterns on Otoliths from young silver hake (*Merluccius bilinearis*, Mitch.). INCAF Res. Bull. 6: 107-117.
- NIKOLSKY, G.V. 1963. The Ecology of Fishes. Academic Press, London: 352 pp.
- PANNELLA, G. 1971. Fish otoliths: daily growth layers and periodic patterns. Science 173: 1124-1127.

- PANNELLA, G. 1973. Otolith growth patterns: an aid in age determination in temperate and tropical fishes. En: T.B. Bagenal (Ed.). The ageing of fish. Unwin Brothers, LTD, Surrey: 28-39.
- PARRISH, J.D. 1987. The trophic biology of snappers and groupers. En: J.J. Polovina y S. Ralston (eds.). Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Westview Press Inc., Boulder: 405-464.
- PAULY, D. 1979. Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of von Bertalanffy's growth formula. Ber. Ins. Meereskunde Univ. Kiel. (63). 156 pp.
- . 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM Studies and Reviews (8). 325pp.
- PENTTILA, J. 1988. Haddock, *Melanogrammus aeglefinus*. En: J. Penttila y L.M. Dery (eds.). Age Determination Methods for Northwest Atlantic Species. NOAA Tech. Rep. NMFS 72: 23-30.
- y L.M. DERY (eds.). 1988. Age Determination Methods for Northwest Atlantic Species. NOAA Tech. Rep. NMFS 72. 134pp.
- , A. JEARLD y S. CLARK. 1988. Introduction & Glossary of terms. En: J. Penttila y L.M. Dery (eds.). Age Determination Methods for Northwest Atlantic Species. NOAA Tech. Rep. NMFS 72: 3-6.
- PITCHER, T.J. y P.J.B. HART. 1982. Fisheries Ecology. AVI Publ. Co. Inc., Westport. 414 pp.
- POLOVINA, J.J. 1987. Assessment and management of deepwater bottom fisheries in Hawaii and the Marianas. En: J.J. Polovina y S. Ralston (eds.). Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Westview Press Inc., Boulder: 505-532.
- y S. RALSTON (eds.). 1987. Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Westview Press Inc., Boulder. 659 pp.
- PROSSER, C.L. (ed.). 1973. Comparative animal physiology. 3rd. ed. W.B. Saunders, Philadelphia. 966 pp.
- RADTKE, R.L. 1987. Age and growth information available from the otoliths of the hawaiian snapper, *Pristipomoides filamentosus*. Coral Reefs 6: 19-25.
- . 1989. Strontium-calcium concentrations ratios in fish otoliths as environmental indicators. Comp. Biochem. Physiol. 92A(2): 189-193.

- RADTKE, R.L. y T.F. HOURRIGAN. 1990. Age and growth of the Antarctic fish *Nototheniops nudifrons*. Fish. Bull. 88: 557-571.
- RAMIREZ-RODRIGUEZ, E.M. 1987a. Análisis preliminares de las pesquerías artesanales del área de Bahía Magdalena, B.C.S., durante 1982 y 1983. Mem. V Simposium de Biología Marina. La Paz Baja Calif. Sur: 149-154.
- 1987b. Importancia relativa y variación temporal de catorce especies de peces en el área de Bahía Magdalena, B.C.S., México. En: E.M. Ramírez-Rodríguez (ed.). Mem. Simposium Investigación de Biología y Oceanografía Pesquera en México, La Paz Baja Calif. Sur: 103-110.
- REGIER, H.A., J.E. PALOHEIMO y V.F. GALLUCCI. 1979. Factors that influence the abundance of large piscivorous fish. En: H. Clepper (ed.). Predator-prey systems in fishery management. Sport Fishing Institute, Washington D.C.: 333-341.
- RICHARDS, W.J. y V.P. SAKSENA. 1980. Description of larvae and early juveniles of laboratory-reared gray snapper, *Lutjanus griseus* (Linnaeus) (Pisces, Lutjanidae). Bull. Mar. Sci. 30: 515-521.
- RICKER, W.E. 1973. Linear regresions in fishery research. J. Fish. Res. Bd. Can. 30: 409-434.
- 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Can. (191). 382 pp.
- 1977. The historical development. En: J.A. Gulland (ed.). Fish Population Dynamics. John Wiley & Sons, Chichester: 1-26.
- 1979. Growth rates and models. En: W.S. Hoar, D.J. Randall y J.R. Brett (eds.). Fish Physiology. Vol VIII. Academic Press: 677-743.
- RODRIGUEZ-MEDRANO, M. DEL C. 1990. Composición de la captura artesanal de escama de la Isla Cerralvo, B.C.S., México. Tesis Profesional. Depto. de Biología Marina. Univ. Autón. Baja Calif. Sur. 61 pp.
- ROSS, J.L. y G.R. HUNTSMAN. 1982. Age, growth and mortality of Blue-line Tilefish from North Carolina and South Carolina. Trans. Am. Fish. Soc. 111: 585-592.
- ROYCE, W.F. 1984. Introduction to the Fishery Science. Academic Press, San Diego. 428 pp.

- RUIZ-LUNA, A., E. GIRON, J. MADRID y A. GONZALEZ. 1985. Determinación de edad, crecimiento y algunas constantes biológicas del huachinango del Pacífico, *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922). Mem. VIII Congr. Nal. Zool., Saltillo Coahuila: 188-201.
- SCHNUTE, J. 1987. A general fishery model for a size-structured fish population. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44: 924-940.
- SHAKLEE, J.B. y P.B. SAMOLLO. 1984. Genetic variation and population structure in a deepwater snapper, *Pristipomoides filamentosus*, in the Hawaiian archipelago. Fish. Bull. 82(4): 703-713.
- SHIRVELL, C.S. 1981. Validity of fin-ray ageing for brown trout. J. Fish Biol. 18: 377-383.
- SOKAL, R.R. y F.J. ROHLF. 1981. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. 2nd. ed. W.H. Freeman & Co., San Francisco. 859 pp.
- STEEL, R.G.D. y J.H. TORRIE. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. 2nd. ed. McGraw Hill Book Co., N.Y. 633 pp.
- STRONG, M.B., J.D. NEILSON y J.J. HUNT. 1986. Aberrant crystallization of Pollock (*Pollachius virens*) otoliths. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 1457-1463.
- TASHIRO, J.E. 1979. Annotated bibliography and subject indices for Western Atlantic snappers (Lutjanidae). NOAA Tech. Memo. NMFS 8. 93 pp.
- TAYLOR, C.C. 1958. Cod growth and temperature. J. Cons. Int. Explor. Mer 23: 366-370.
- TORRES-LARA, R. 1987. Fecundidad de la rubia *Lutjanus synagris* de las costas de Yucatán. Res. IX Congr. Nal. Zool., Villahermosa Tabasco: 47.
- y E.A. CHAVEZ. 1987. Evaluación y diagnóstico de la pesquería de rubia (*Lutjanus synagris*) en el estado de Yucatán. Ciencias Marinas 13(1): 7-29.
- y S. SALAS-MARQUEZ. 1990. Crecimiento y mortalidad de la rubia *Lutjanus synagris* de las costas de Yucatán durante las temporadas de pesca 1983-1985. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. U.N.A.M. Méx. 17(2): 205-214.
- , L.A. AYALA-PEREZ y S. SALAS-MARQUEZ. 1990. Determinación de algunos parámetros de la reproducción de la rubia *Lutjanus synagris* en las costas de Veracruz en 1983. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. U.N.A.M. Méx. 17(2): 157-161.

- VASCONCELOS-PEREZ, J., M. GARDUÑO-DIONATE y A. LOPEZ-CUEVAS. 1987a. Reproducción y alimentación de la rubia, *Ocyurus chrysurus* (BLOCH, 1791) en el banco de Campeche. Res. VII Congr. Nal. Oceanogr., Ensenada Baja Calif.: 233.
- , A. LOPEZ-CUEVAS y M. GARDUÑO-DIONATE. 1987b. Edad, crecimiento y mortalidad de rubia, *Ocyurus chrysurus* (Pisces: Lutjanidae), en el banco de Campeche. Res. VII Congr. Nal. Oceanogr., Ensenada Baja Calif.: 19.
- VILLAVICENCIO-GARAYZAR, C.J. 1985. Abundancia y distribución de la ictiofauna demersal de importancia económica en la Bahía de La Paz, B.C.S. Tesis Profesional. Depto. de Biología Marina. Univ. Autón. Baja Calif. Sur. 57 pp.
- VON BERTALANFFY, L. 1938. A quantiative theory of organic growth. II. Inquiries on growth laws. Hum. Biol. 10: 181-213.
- WELDON, P.J. 1988. Feeding reponses of Pacific snappers (genus *Lutjanus*) to the yellow-bellied sea snake (*Pelamis platurus*). Zool. Sci. 5: 443-448.
- WHITELAW, A.W. y K.J. SAINSBURY. 1986. Tag loss and mortality rates of a small tropical demersal fish species, *Lutjanus carponatus* (Pisces: Lutjanidae), tagged with dart and anchor tags. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 37: 323-327.
- WILLIAMS, T. y B.C. BEDFORD. 1973. The use of otoliths for age determination. En: T.B. Bagenal (ed.). The ageing of fish. Unwin Brothers LTD, Surrey: 114-123.
- WILSON, C.A. y J.M. DEAN. 1983. The potential use of sagittae for estimating age of Atlantic swordfish, *Xiphias gladius*. En: E.D. Prince y L.M. Pulos (eds.). Proceedings of the International Workshop on Age Determination of Oceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes and Sharks. NOAA Tech. Rep. NMFS 8: 151-156.

A P E N D I C E A

Tabla A1. Datos mensuales de la estructura de tallas (longitud total en mm) de los muestreos biológico y masivo de *Lutjanus peru* en la Bahía de La Paz, B.C.S. de Marzo de 1989 a Marzo de 1991 (M.C.= marca de clase; TOT.= totales).

	1 9 8 9										1 9 9 0										1 9 9 1			
M.C.	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR			
120																					5	13		
160																					61	23		
200					8	5	7	4	15			11		3			1	7		1	187	82		
240			14	22	57	108	47	52	134			19	3	22	20	15	12	20		10	42	36		
280		1	37	76	73	263	100	56	93		2	2	24	43	8	11	8	14	9		9	19		
320	7	5	70	52	58	281	230	39	85		5	1	6	6	2	1	6	5	27		16	39		
360	5	3	6	6	18	285	209	146	82		8	1	9		3	1	24	3	12		27	4		
400			1	5	27	115	106	84	106		2	3	19			4	14	3	3		22			
440	1	6		12	50	44	31	17	60			3	1			7	1	4	3		8			
480	1	6		23	37	40	20	13	31						1	7		2			5			
520	1	8		16	48	65	15	1	7									1			5			
560		5		14	39	89	22	2	2															
600		1		13	68	75	7	3																
640		3		19	62	67	10	2																
680		1		16	90	21																		
720				17	60	13	1									1								
760	1			7	70	2						1												
800				3	35	4																		
840				1	11	1																		
880						1																		
920																								
960																								
1000						1																		
TOT.	16	39	128	302	811	1480	805	419	615	17	10	90	52	39	52	68	45	81		103	357	154		

Tabla A2. Datos mensuales de la estructura de tallas (longitud total en mm) de *Lutjanus peru* en la Bahía de La Paz, B.C.S. correspondientes al año típico (M.C.= marca de clase; TOT.= totales).

M.C.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
120		5	13									
160		61	23									
200	1	187	93		3		8	5	7	4	16	7
240	10	42	55	3	36	22	57	108	67	67	146	20
280	11	21	24	44	45	76	73	263	111	64	107	9
320	21	40	13	11	72	54	58	283	231	45	90	27
360	35	5	14	3	9	6	18	285	210	170	85	12
400	24	3	19		1	5	27	116	110	98	109	3
440	8	3	2	6		12	50	44	38	18	64	3
480	5		1	6	1	23	37	40	27	13	33	
520	5		1	8		16	48	65	15	1	8	2
560				5		14	39	89	22	2	2	
600				1		13	68	75	7	3		
640				3		19	62	67	10	2		
680				1		16	90	21				
720						17	60	13	2			
760			2			7	70	2				
800						3	35	4				
840						1	11	1				
880								1				
920												
960												
1000								1				
TOT.	120	367	260	91	167	304	811	1483	857	487	660	83

Tabla A3. Datos de la estructura de tallas (longitud total en mm) de machos, hembras y sexos combinados de *Lutjanus peru* en la Bahía de La Paz, B.C.S. del período Marzo 1989 - Marzo 1991 (M.C.= marca de clase; TOT.= totales).

M.C.	MACHOS	HEMBRAS	COMBINADOS
120			18
160			84
200	1		331
240	5	5	633
280	24	24	848
320	70	72	945
360	164	98	852
400	112	86	515
440	72	65	248
480	56	44	186
520	39	25	169
560	38	26	173
600	28	23	167
640	22	24	163
680	19	19	128
720	18	22	92
760	9	27	81
800	6	14	42
840	2	7	13
880		1	1
920			
960			
1000	1		1
TOT.	686	582	5690

Tabla A4. Datos de la estructura de edades (años) de los muestreos biológico y masivo de *Lutjanus peru* en la Bahía de La Paz, B.C.S. de Marzo de 1989 a Marzo de 1991 (TOT.= totales).

GRUPO DE EDAD	1 9 8 9										1 9 9 0												1 9 9 1			
	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	SEP	OCT	NOV	DIC		ENE	FEB	MAR			
0+																										
1+			2	3	15	20	13	11	32				12	0	6	3	2	3	9				6	11		
2+	0	1	28	49	76	199	86	64	143		1	1	26	20	20	19	15	15	21				2	225	99	
3+	8	7	89	98	117	571	386	156	207		10	3	30	31	10	11	25	16	38				38	53	4	
4+	4	5	8	18	59	273	214	147	153		6	4	19	0	2	7	23	6	11				35	4		
5+	1	8	0	22	58	81	47	28	59		0	2	2		1	8	3	3	2				10	0		
6+	1	8		20	55	74	21	6	17			0	0		0	2	0	1	0				5			
7+	0	5		17	58	80	17	2	4				0		0	0		0					1			
8+	0	3		18	74	74	10	2	1						0	0		0					0			
9+		2		16	64	45	6	1	0							0										
10+	0	1		16	76	37	4	1	0				0			0		0					0			
11+	0	0		9	47	12	1	0					0			0										
12+	0	0		6	34	6	0	0					0			0										
13+	1			5	44	2	0						1			0										
14+	0			3	30	3	0						0			0										
15+					0	3	1																			
TOT.	16	39	128	302	811	1478	805	419	615		17	10	90	52	39	52	68	45	81				103	357	154	

NOTA: Los valores tabulados como 0 corresponden a frecuencias menores que 1.

Tabla A5. Datos de la estructura de edades (años) de los muestreos biológico y masivo de *Lutjanus peru* en la Bahía de La Paz, B.C.S. del año típico (G.E.= grupo de edad; TOT.= totales).

G.E.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0+		6	11									
1+	2	225	112	0	8	3	15	20	15	13	34	9
2+	13	69	65	20	49	49	76	199	105	78	158	21
3+	47	56	42	38	100	100	117	573	397	182	223	38
4+	41	8	23	6	10	19	59	273	222	170	159	11
5+	10	2	4	8	1	22	58	82	54	31	62	2
6+	5	0	1	8	0	20	55	74	23	6	18	1
7+	1		0	5	0	17	58	80	17	2	4	1
8+	0		0	3	0	18	74	74	11	2	1	0
9+				2		16	64	45	6	1	0	
10+	0		0	1		16	76	37	4	1	0	0
11+			0	0		9	47	12	1	0		
12+			0	0		6	34	6	1	0		
13+			1			5	44	2	0			
14+			0			3	30	3	0			
15+						0	4	1				
TOT.	120	367	260	91	167	304	811	1481	857	487	660	83

NOTA: Los valores tabulados como 0 corresponden a frecuencias menores que 1.

Tabla A6. Datos de la estructura de edades (años) de machos, hembras y sexos combinados de *Lutjanus peru* en la Bahía de La Paz, B.C.S. del período Marzo 1989 - Marzo 1991 (G.E.= grupo de edad; TOT.= totales).

G.E.	MACHOS	HEMBRAS	COMBINADOS
0+			17
1+	1		456
2+	33	5	904
3+	144	133	1912
4+	225	157	1001
5+	80	100	336
6+	61	28	212
7+	37	30	186
8+	35	22	182
9+	20	22	134
10+	21	19	137
11+	12	14	70
12+	7	15	46
13+	3	20	53
14+	4	13	36
15+		3	5
TOT.	683	581	5688

A P E N D I C E B

Tabla B1. Clave edad-talla y longitudes medias ponderadas por edad (L.M.P.) con sus desviaciones estándar (D.E.) de la submuestra de crecimiento de *Lutjanus peru* correspondiente a machos.

MARCA DE CLASE	E D A D															TOTAL	
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+		15+
120																	1
160																	3
200		1															4
240			3														7
280			3	1													33
320			1	6													33
360				12	20	1											31
400				6	24	3											23
440					14	15	2										22
480					4	10	8	1									25
520						1	15	6									23
560						2	6	10	5	2							16
600							1	2	15	2	2	1					17
640								3	2	5	5	1					13
680								1	2	6	5	3					5
720								1	3	1	2	3	2	1			3
760											1	1	1	1	1		
800													1		1		
840																	3
TOTAL		1	7	25	62	32	32	24	27	16	16	9	4	2	2		259
L.M.P.		200	269	357	401	456	515	572	615	645	675	689	750	740	780		
D.E.		0	28	32	36	41	36	56	48	44	53	45	33	20	20		

Tabla B2. Clave edad-talla y longitudes medias ponderadas por edad (L.M.P.) con sus desviaciones estándar (D.E.) de la submuestra de crecimiento de *Lutjanus peru* correspondiente a hembras.

MARCA DE CLASE	E D A D																TOTAL
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+	
120																	
160																	
200																	
240			2														2
280																	
320				1													1
360				6	13	2											21
400				5	16	3											24
440				1	10	22											33
480					3	13	4										20
520					1	2	10	4	1								18
560						2	1	8	2								13
600						1	1	3	5	2	1						13
640							1	1	4	5	3	1	1				16
680										4	8	2					14
720									1	4	1	4	4	1			15
760								1				2	1	9			13
800													2		2	1	5
840															1		1
TOTAL																	209
L.M.P.			2	13	43	45	17	17	13	15	13	9	8	10	3	1	
D.E.			240	378	406	458	525	574	609	667	668	711	735	756	813	800	
			0	30	40	45	41	56	47	40	29	37	49	12	19	0	

Tabla B3. Clave edad-talla y longitudes medias ponderadas por edad (L.M.P.) con sus desviaciones estándar (D.E.) de la submuestra de crecimiento de *Lutjanus peru* correspondiente a sexos combinados.

MARCA DE CLASE	E D A D																TOTAL
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+	
120	14	3															17
160	2	63															65
200		86	15														101
240		14	74	11													99
280			40	59													99
320			4	87	6												97
360				42	50	4											96
400				20	66	7											93
440				2	38	45	5										90
480					11	41	23	2	1								78
520					1	7	42	19	4		1						74
560						6	10	27	10	5	1						59
600						2	5	8	28	7	5	1					56
640							1	7	9	14	12	2	1				46
680								1	4	10	16	7					38
720								1	5	6	4	9	7	3	1		36
760								1			1	3	2	10	1		18
800											1		3		3	1	8
840															1		1
TOTAL	16	166	133	221	172	112	86	66	61	42	41	22	13	13	6	1	1171
L.M.P.	125	187	250	321	400	464	515	567	607	645	660	700	738	751	787	800	
D.E.	13	26	27	42	39	45	39	52	52	48	50	40	43	17	38	0	

A P E N D I C E C

Tabla C1. Longitud total media observada (obs.) y calculada (calc.) a partir de la F.C.V.B. para machos, hembras y sexos combinados por edad.

EDAD (años)	MACHOS		HEMBRAS		COMBINADOS	
	OBS. (mm)	CALC. (mm)	OBS. (mm)	CALC. (mm)	OBS. (mm)	CALC. (mm)
0.0	2.13	3.01	2.13	5.44	2.13	4.02
1.0	113.74	117.80	113.55	118.10	111.32	115.34
1.5	<u>200.00</u>	169.41	-	169.13	186.75	165.75
2.0	<u>216.35</u>	217.53	219.39	216.91	208.87	212.96
2.5	268.57	262.38	240.00	261.66	249.92	257.16
3.0	306.48	304.19	313.54	303.57	299.04	298.56
3.5	356.80	343.16	378.46	342.82	321.27	337.32
4.0	379.43	379.48	388.41	379.57	379.05	373.61
4.5	401.29	413.34	405.58	414.00	400.23	407.60
5.0	447.73	444.90	452.69	446.23	448.19	439.43
5.5	456.25	474.32	457.78	476.42	463.57	469.23
6.0	511.46	501.74	509.60	504.69	507.81	497.14
6.5	515.00	527.30	524.71	531.17	515.35	523.27
7.0	556.87	551.13	561.18	555.97	558.31	547.75
7.5	571.67	573.34	574.12	579.19	566.67	570.66
8.0	602.24	594.04	606.67	600.93	602.16	592.12
8.5	614.81	613.34	609.23	621.30	607.21	612.21
9.0	645.42	631.33	647.45	640.37	642.69	631.03
9.5	645.00	648.09	666.67	658.23	644.76	648.65
10.0	668.87	663.72	672.64	674.96	670.57	665.15
10.5	675.00	678.29	667.69	690.63	660.49	680.60
11.0	685.44	691.87	707.99	705.30	698.49	695.07
11.5	688.89	704.53	711.11	719.03	700.00	708.61
12.0	710.15	716.32	736.21	731.90	725.58	721.30
12.5	750.00	727.32	735.00	743.95	738.46	733.18
13.0	721.42	737.57	757.04	755.23	744.32	744.30
13.5	740.00	747.13	756.00	765.80	750.77	754.72
14.0	-	756.04	<u>802.17</u>	775.70	753.99	764.47
14.5	780.00	764.34	<u>813.33</u>	784.97	786.67	773.61
15.5	-	779.29	<u>800.00</u>	801.78	<u>800.00</u>	790.17

Los datos subrayados no se consideraron para el ajuste ya que representan sólo a un organismo.

Tabla C2. Peso total observado (obs.) y calculado (calc.) a partir de la F.C.V.B. para machos, hembras y sexos combinados por edad.

EDAD (años)	MACHOS		HEMBRAS		COMBINADOS	
	OBS. (g)	CALC. (g)	OBS. (g)	CALC. (g)	OBS. (g)	CALC. (g)
1.5	105.32	64.50	-	65.42	89.56	63.34
2.5	251.68	234.92	180.52	231.93	208.81	226.87
3.5	582.63	519.22	676.36	507.70	433.07	498.96
4.5	824.51	899.83	826.69	877.42	820.02	864.67
5.5	1204.82	1351.34	1174.40	1318.53	1256.54	1301.65
6.5	1723.32	1847.84	1744.51	1807.57	1709.08	1786.56
7.5	2346.03	2366.36	2264.74	2323.23	2251.78	2298.21
8.5	2908.81	2888.21	2690.19	2847.67	2752.42	2818.79
9.5	3351.39	3399.09	3493.43	3366.80	3276.53	3334.24
10.5	3833.27	3888.72	3509.04	3870.08	3514.11	3834.04
11.5	4071.06	4350.23	4212.45	4350.01	4160.24	4310.70
12.5	5233.38	4779.47	4636.06	4801.68	4859.60	4759.30
13.5	5029.86	5174.42	5030.71	5222.21	5098.64	5176.96
14.5	5876.46	5534.62	6218.64	5610.29	5839.57	5562.38
15.5	-	5860.74	-	5965.80	6131.76	5915.43