



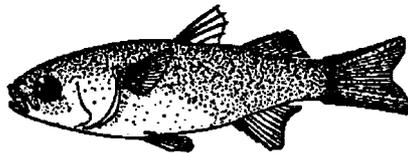
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS

DEPARTAMENTO DE PESQUERIAS Y BIOLOGIA MARINA

EDAD, CRECIMIENTO Y FECHAS DE NACIMIENTO DE JUVENILES DE LISA
Mugil curema (Pisces: Mugilidae) EN EL ESTERO EL CONCHALITO, LA PAZ
BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO.



Juvenil de 25.5 mm LE

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

PRESENTA

BIOL. MAR. JUAN RAMÓN LÓPEZ-OLMOS

LA PAZ, B. C. S., AGOSTO DEL 2000

ÍNDICE	i
GLOSARIO	ii
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABLAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	5
2.1 Determinación de Edad	5
2.2 Supervivencia	6
2.3 Estudios sobre Lisas	6
III. JUSTIFICACIÓN	7
IV. OBJETIVOS	8
4.1 General	8
4.2 Específicos	9
V. MATERIAL Y METODOS	9
5.1 Área de Estudio	9
5.2 Muestreo	11
5.3 Determinación de Edad	12
5.4 Crecimiento	14
5.5 Distribución de Frecuencias de Fechas de Nacimiento (DFFN)	15
5.6 Corrección por Mortalidad a la DFFN	15
VI. RESULTADOS	16
6.1 Muestreos	16
6.2 Distribución de Tallas y Edades	19
6.3 Crecimiento	22
6.4 Distribución de Frecuencias de Fechas de Nacimiento (DFFN)	24
6.5 La DFFN Corregidas por Mortalidad	27
6.6 Relación del Crecimiento y la Mortalidad	29
VII. DISCUSIÓN	30
7.1 Muestreo	30
7.2 Distribución de Tallas y Edades	32
7.3 Crecimiento	34
7.4 Distribución de Frecuencias de Fechas de Nacimiento (DFFN)	35
7.5 La DFFN Corregidas por Mortalidad	37
7.6 Relación del Crecimiento y la Mortalidad	38
VIII. CONCLUSIONES	40
IX. RECOMENDACIONES	41
X. BIBLIOGRAFÍA	42

ÍNDICE

Página

ÍNDICE	i
GLOSARIO	ii
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABLAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	5
2.1 Determinación de Edad	5
2.2 Supervivencia	6
2.3 Estudios sobre Lisas	6
III. JUSTIFICACIÓN	7
IV. OBJETIVOS	8
4.1 General	8
4.2 Específicos	9
V. MATERIAL Y METODOS	9
5.1 Área de Estudio	9
5.2 Muestreo	11
5.3 Determinación de Edad	12
5.4 Crecimiento	14
5.5 Distribución de Frecuencias de Fechas de Nacimiento (DFFN)	15
5.6 Corrección por Mortalidad a la DFFN	15
VI. RESULTADOS	16
6.1 Muestreos	16
6.2 Distribución de Tallas y Edades	19
6.3 Crecimiento	22
6.4 Distribución de Frecuencias de Fechas de Nacimiento (DFFN)	24
6.5 La DFFN Corregidas por Mortalidad	27
6.6 Relación del Crecimiento y la Mortalidad	29
VII. DISCUSIÓN	30
7.1 Muestreo	30
7.2 Distribución de Tallas y Edades	32
7.3 Crecimiento	34
7.4 Distribución de Frecuencias de Fechas de Nacimiento (DFFN)	35
7.5 La DFFN Corregidas por Mortalidad	37
7.6 Relación del Crecimiento y la Mortalidad	38
VIII. CONCLUSIONES	40
IX. RECOMENDACIONES	41
X. BIBLIOGRAFÍA	42

GLOSARIO

Anádromos.- Peces diádromos que pasan casi toda su vida en el mar y que migran a los ríos para la reproducción (ejemplo el salmón).

Anfidromos.- Peces diádromos que emigran del mar al agua dulce y viceversa, pero no con fines de reproducción.

Anfidromo marino.- Desplazamiento de peces diádromos en el medio marinos, no dados con fines de reproducción, en los que la incursión en aguas dulces no es obligada.

Bajamar.- Nivel mínimo de la marea.

Bióticas.- Condiciones biológicas del medio ambiente que permiten el desarrollo de la vida.

Catádromos.- Peces diádromos que se pasan casi toda la vida en agua dulce y emigran al mar para la reproducción (ejemplo algunas anguilas).

Diádromos.- Peces que pasan del medio marino al dulce o viceversa con propósitos de reproducción, incluye a los anádromos y a los catádromos.

Distribución por edades.- Proporción en la población de cada clase de edad.

Eurihalinos.- Organismos con la capacidad de soportar grandes cambios en la concentración de sales en el medio.

Flujo de marea.- Movimiento del agua que se presenta entre una bajamar y una pleamar, aumento de la marea siguiendo el ciclo lunar (dirección de la corriente al entrar las masas de agua a cuencas, lagunas y zonas de inundación).

Gregarios.- Tendencia de peces a vivir agrupados en cardúmenes.

Índice de mortalidad.- Valor numérico que permite inferir el ritmo de disminución de una población.

Larvas de peces.- Estadio de desarrollo de peces marinos ovíparos, desde el momento de la eclosión del huevo, hasta el desarrollo (postflexión) del esqueleto caudal.

Marea semidiurna.- Marea caracterizada por presentar dos pleamares y dos baja mares en un día (una pleamar superior, una bajamar superior, una pleamar inferior y una bajamar inferior).

Microestructura del otolito.- Estructura microscópica de la sucesiva depositación de cristales de carbonato de calcio (Aragonita), inmersa en una matriz orgánica de proteína tipo Queratina (Otolina) que producen dos zonas, una clara y una oscura (marca de crecimiento) que en muchas especies de peces se ha identificado como un incremento diario.

Migración.- Partida y retorno periódicos de los individuos de una población.

Otolitos.- Tres pares de estructuras calcáreas (óseas) de diferente tamaño, que en los peces teleósteos, están relacionadas con el sentido de equilibrio y audición. *Sagittae*, generalmente los más grandes; *Asteriscus*, de mediano tamaño; y *Lapilli*, generalmente los más pequeños.

Peces juveniles.- Estadio de desarrollo comprendido entre la postflexión del esqueleto caudal, hasta la edad de la primera madurez (desarrollo de las gónadas). Entendido como individuos pre-reproductivos.

Pleamar.- Nivel máximo de la marea.

Población.- Agregación de organismos de la misma especie que viven en la misma área.

Postflexión.- Estadio larval de peces, basado en el grado de flexión de la sección terminal del notocordio, durante la formación de la aleta caudal.

Reflujo de marea.- Movimiento del agua que se presenta entre una pleamar y una bajamar, provocado por el descenso de la marea (salida del agua de cuencas, lagunas y zonas de inundación).

Tasa de crecimiento específico.- Ganancia en talla o peso de los organismos por unidad de tiempo.

Tasa de mortalidad.- Ritmo de disminución de una población (número de individuos que mueren por unidad de tiempo).

Ventana de supervivencia.- Momento en la vida de larvas y peces juveniles, en el que las condiciones ambientales favorecen su crecimiento y desarrollo corporal permitiendo evadir a sus depredadores con mayor éxito, en comparación con otras larvas y juveniles de su misma edad.

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I. P. N.
DONATIVO

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Localización geográfica de la zona de estudio. El Estero El Conchalito forma parte de la Ensenada de La Paz, la cual se encuentra en el margen sur-oeste del Golfo de California	3
Figura 2. Microestructura de la <i>sagitta</i> derecha de un juvenil de lisa <i>Mugil curema</i> de 22 mm LE y 45 días de edad, a 400 (a) y 200 (b) aumentos con luz transmitida. Se observa la forma de crecimiento “en roseta” que presenta la especie	13
Figura 3. Distribución de frecuencias de tallas del total de juveniles de lisa <i>Mugil curema</i> , capturados en el Estero El Conchalito, La Paz, B. C. S., de mayo de 1997 a mayo de 1998	17
Figura 4. Distribución mensual de frecuencias de tallas de juveniles de lisa <i>Mugil curema</i> , capturados en el Estero El Conchalito, B. C. S., de mayo de 1997 a mayo de 1998	20
Figura 5. Relación entre el diámetro mayor (DM) del otolito con la longitud estándar (LE) de juveniles de lisa <i>Mugil curema</i> , capturados en El Estero El Conchalito de mayo de 1997 a mayo de 1998. Se muestra la línea de regresión y los intervalos de confianza al 99%	21
Figura 6. Distribución mensual de frecuencias de edades de juveniles de lisa <i>Mugil curema</i> , capturados en el Estero El Conchalito, B. C. S., de mayo de 1997 a mayo de 1998	23
Figura 7. Valores edad-LE y línea de ajuste del modelo de Gompertz de los juveniles de lisa <i>Mugil curema</i> , capturados en el Estero El Conchalito de mayo de 1997 a mayo de 1998	24

Figura 8. Distribución de frecuencias de fechas de nacimientos de la lisa <i>Mugil curema</i> , capturadas en el Estero El Conchalito de mayo de 1997 a mayo de 1998 y su relación al cambio estacional de la temperatura superficial del agua (A) y a la altura de marea (B)	26
Figura 9. Estructura por edades del total de juveniles de lisa <i>Mugil curema</i> , capturados en el Estero El Conchalito de mayo de 1997 a mayo de 1998	27
Figura 10. Corrección por diferencia en la mortalidad acumulada para cohortes de 5 días y por grupos de edad. La suma de las barras vacías y llenas son la frecuencia sin corrección y la barra llena representa la frecuencia corregida. Los valores encima de los histogramas son la edad promedio por cohorte	28
Figura 11. Relación de la tasa de crecimiento y la mortalidad por grupos de edad de la lisa <i>Mugil curema</i> , capturados en el Estero El Conchalito de mayo de 1997 a mayo de 1998	30

LISTA DE TABLAS

Página

Tabla 1. Información general de la colecta de juveniles de lisa <i>Mugil curema</i> , capturados en el Estero El Conchalito de mayo de 1997 a mayo de 1998	18
Tabla 2. Intervalo y promedio de la longitud estándar y edad de los juveniles de lisa <i>Mugil curema</i> , capturados en el Estero El Conchalito de mayo de 1997 a mayo de 1998	22
Tabla 3. Estimación de la tasa de crecimiento ($\text{mm} \cdot \text{día}^{-1}$) por intervalo de cinco días de la lisa <i>Mugil curema</i> , capturadas en el Estero El Conchalito de mayo de 1997 a mayo de 1998	25

RESUMEN

Se estimaron las fechas de nacimiento de juveniles de lisa (*Mugil curema*) capturados mensualmente en el Estero El Conchalito, B. C. S., durante mayo de 1997 a mayo de 1998. Se construyeron las distribuciones de frecuencias de fechas de nacimiento (DFFN) a diferentes intervalos de edad (20-40, 40-60, 60-80, >80 días) y se corrigieron por diferencias en la mortalidad acumulada. El cociente de la DFFN a una cierta edad con respecto a la DFFN a una edad anterior se utilizó como un índice relativo de supervivencia de los juveniles agrupados en periodos de 14 días de fechas de nacimiento. Los resultados muestran que la lisa desova durante todo el año en la Bahía de La Paz y el periodo más favorable para la supervivencia de los juveniles fue de octubre a febrero. Las variaciones estacionales de la supervivencia relativa de los grupos de edad (20-40, 40-60, 60-80) se correlacionaron significativamente a las variaciones en crecimiento. Un rápido crecimiento resultó en alta supervivencia, mientras que un menor crecimiento presentó baja y alta supervivencia. Esto último se observó cuando los juveniles utilizan el estero, después de 40 días de edad, indicando que la zona es utilizada principalmente como refugio. La reincorporación a la zona costera puede explicar la disminución de juveniles mayores de 80 días de edad en el estero.

ABSTRACT

The hatchdate frequency distribution (HFD) of white mullet juvenile (*Mugil curema*) sampled at monthly intervals in the Estero El Conchalito, during May 1997 to May 1998, was reconstructed for different age intervals (20-40, 40-60, 60-80, >80 days) and corrected for aliasing due to differences in the accumulated mortality. The ratio of the HFD at a given age to the HFD at an earlier age was used as an index of the relative survival of juvenile grouped into 14 days hatchdate cohorts. The results show that the white mullet spawns during the whole year in the Bahía de La Paz, and the period with higher survival rate of juvenile was from October to February. Seasonal variations of the relative survival of the age groups (20-40, 40-60, 60-80) were correlated significantly to the variations in growth. A fast growth resulted in high survival and a slow growth presented low and high survival. This last one was observed when the juvenile use the estero, after 40 days of age, indicating that the area is used mainly like refuge. Return to the coastal area can explain the decrease of juvenile bigger than 80 days of age in the estero.

I. INTRODUCCIÓN

La lisa *Mugil curema* (Valenciennes, 1836) se distribuye en ambas costas del continente americano. En el Pacífico se distribuye desde la costa occidental de la Península de Baja California Sur y el Golfo de California, hasta Chile (Fischer & Krupp, 1995). Las lisas del género *Mugil*, son peces comunes en la pesca ribereña en las zonas templadas y tropicales, se capturan utilizando redes de enmalle, chinchorros y atarrayas comúnmente en zonas de rompientes, esteros y playas someras (Chávez-Herrera, 1993).

En los reportes oficiales de pesca del estado de Baja California Sur se registra en la captura como lisa, incluyendo muy posiblemente en su conjunto las especies *Mugil curema* y *M. cephalus* (Anónimo, 1998). La serie de estadísticos de captura muestran un promedio al rededor de 400 t de peso fresco de 1985 a 1991. En 1992 la captura promedio descendió a 244 t y posteriormente se incrementó alcanzando 740 t en 1996. En 1996 las lisas no se incluían en las diez especies con mayor importancia en volúmenes de captura, contrario a lo que se observa para los estados de Colima, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Oaxaca y Sinaloa donde las capturas anuales las ubican dentro de las cinco a diez especies de mayor importancia. En el estado de Tamaulipas en 1995, fueron el segundo grupo en importancia después del camarón con volúmenes de 5575 t. Para Baja California Sur se registraron en 1997, 1059 t. Disminuyendo en 1998 a 904 t ubicándose en la posición doce en importancia.

Lozano-Cabo (1978), describe a las lisas como peces alargados provistos de dos aletas dorsales claramente separadas. La primera de cuatro radios espinosos. Las aletas ventrales son de posición abdominal avanzada. A veces sin dientes.

El régimen alimenticio es variado, pero se consideran herbívoras. Tienen transformado el estómago en un órgano moedor como una adaptación especial, es de tamaño reducido pero de paredes gruesas y musculosas, semejante a la molleja de las aves de corral. El intestino es muy absorbente con paredes modificadas o plegadas longitudinalmente, con una gran cantidad de glándulas digestivas a lo largo del tubo digestivo. Se les ha visto ingerir fango, por lo que se alimentan también de abundantes restos de animales y vegetales que existen en los fondos y de materia orgánica (detritus) (Lagler *et al*, 1984).

En la Bahía de La Paz, Baja California Sur, la lisa *Mugil curema* se reproduce de abril a julio, de acuerdo con el desarrollo de gónadas en hembras adultas, quedando la posibilidad de que los desoves ocurran también en invierno, puesto que una hembra con desarrollo avanzado de gónadas fue capturada en invierno, en las proximidades de la isla Espíritu Santo (Chávez, 1985).

Las larvas de lisa son predominantemente neustónicas y todas las especies se caracterizan por una fuerte pigmentación del cuerpo durante su desarrollo temprano, la cual puede ser una adaptación a elevados niveles de radiación ultravioleta en la capa superficial del agua (Powles, 1981). La reproducción es mar adentro y las larvas y juveniles, entran a estuarios siguiendo gradientes de turbidez (Blaber, 1987). Algunas veces entran a los ríos y arrecifes de coral (Lozano-Cabo, 1978).

Las ensenadas, lagunas costeras y las zonas de manglar son utilizadas por diversas especies como refugio y crianza (Odum, 1972; Yáñez-Arancibia, 1976) donde permanecen por periodos hasta de varios meses, tal es el caso del Estero El Conchalito

que forma parte de la Ensenada de La Paz (Fig. 1), que temporalmente alberga y alimenta grupos de aves (Carmona-Islas, 1997) y peces (González-Acosta, 1998).

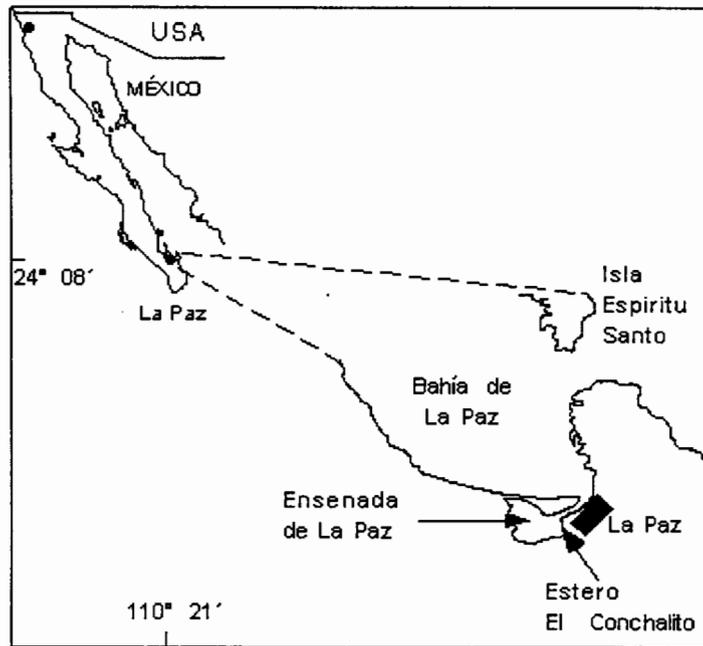


FIGURA 1. Localización geográfica de la zona de estudio. El Estero El Conchalito forma parte de la Ensenada de La Paz, la cual se encuentra en el margen sur-oeste del Golfo de California.

Odum (1972), dice que las curvas de supervivencia de especies que no cuidan a sus crías, presentarán alta mortalidad durante las etapas jóvenes y éstas presentarán la forma exponencial negativa que podría variar con la densidad de la población. Este es el caso de las lisas que tienen una fecundación externa y los productos sexuales son liberados al medio.

Las lisas son peces gregarios, que forman cardúmenes pequeños o grandes, y los juveniles son comunes en aguas costeras. El papel de depredadores tales como otros peces, aves y reptiles, es considerado un factor importante en el desarrollo de estrategias

de supervivencia de los juveniles de lisa. El movimiento de los juveniles dentro de aguas poco profundas reduce la depredación por peces, pero hace a los juveniles más accesibles a la depredación por aves. La mortalidad por depredación tiende a verse afectada por cambios diurnos y estacionales en capacidad de natación, mediado por cambios hemáticos y respiratorios ante los factores ambientales físicos. Aunque, para la mayoría de las especies, el ingreso a los estuarios o aguas dulces en su ciclo de vida es facultativo, tales áreas proveen las condiciones más apropiadas para crecer y sobrevivir (Blaber, 1987).

McDowall (1988), dice que los Mugílidos entran en los ríos por lo que se les considera Catádromos. En regiones con poco o nulo aporte de aguas continentales, presentaran un comportamiento de Anfídromos Marinos, más que de Catádromos.

Las lisas son peces eurihalinos, de aguas dulces, salobres e hipersalinas de lagunas y estuarios. Son descritas también como “típicamente estuarinas”. En el estero El Conchalito la lisa blanca *Mugil curema*, es una especie común durante las cuatro estaciones climáticas del año, presentando una distribución de tallas bimodal indicando la posible existencia de dos grupos de reclutas (González-Acosta, 1998).

El crecimiento de estas especies puede ser muy rápido, alcanzando una talla aproximada de 25 cm al cabo de un año. La madurez en las especies de lisa puede ser alcanzada en el primer año (Anónimo, 1978). No existen estudios que aborden el crecimiento de la lisa *Mugil curema* en el área de la Bahía de La Paz, utilizando la información contenida en los otolitos.

II. ANTECEDENTES

2.1 Determinación de Edad

La determinación de la edad en peces, contando el número de incrementos anuales de crecimiento en estructuras duras, data desde los experimentos pioneros de Hederström (1759), quien determinó la edad utilizando la vértebra central en la anguila europea. El primer registro de la utilización de incrementos anuales de crecimiento en otolitos de peces fue de Reibisch (1899).

Un avance importante en la biología pesquera fue el descubrimiento de incrementos diarios en otolitos (Pannella, 1971). La naturaleza diaria de los incrementos fue confirmada por primera vez por Brothers *et al.*, (1976) en la anchoveta norteña. Desde esa fecha, la depositación diaria de los incrementos a sido descrita para muchas especies de peces (Wild & Foreman, 1980; Brothers & McFarland, 1981; Campana & Neilson, 1985; Jones, 1986; Stevenson & Campana, 1992).

Actualmente se sabe que existe la formación de incrementos diarios de crecimientos en otolitos de larvas de peces de agua dulce y marinos, especies con distribución desde los polos a zonas tropicales (Stevenson & Campana, 1992). El análisis de esos incrementos ha demostrado su utilidad en la determinación de la edad, identificación de periodos de estrés, evaluación del crecimiento individual y estimación de la fecha de nacimiento de las larvas de peces (Wright & Bailey, 1996).

2.2 Supervivencia

Hjort (1914) planteó que las fluctuaciones del reclutamiento en poblaciones de peces marinos son determinadas por variaciones de la supervivencia durante el desarrollo larval, más que por las variaciones durante la etapa adulta. Una gran mayoría de las larvas de peces de una cohorte no sobrevive hasta su primer año de vida (Gulland, 1965). En consecuencia, los estudios interesados en las variaciones en abundancia de las poblaciones de peces se han concentrado durante los primeros meses de vida de los mismos (Campana, 1996; Quiñonez-Velázquez, 1997).

Las diferencias entre los individuos que sobreviven a diferentes etapas de su desarrollo ontogenético, serán identificadas a través de la distribución de frecuencias de las fechas de nacimiento de los supervivientes; esto nos permitirá estudiar las condiciones asociadas a periodos favorables de crecimiento y de supervivencia (Yoklavich & Bailey 1990).

2.3 Estudios sobre lisa

Los estudios de lisas han sido particularmente sobre aspectos de fisiología (Alvarez-Lajonchere 1982; Ciurcina & Chung, 1983), ciclo de vida (Anderson, 1957; Alvarez-Lajonchere, 1976; Angell, 1973; Yáñez-Arancibia, 1976), alimentación de juveniles entre 25-73 mm (Austin & Austin, 1971), su importancia en la pesca artesanal (Saucedo-Barron & Ramírez-Rodríguez, 1994), como especies indicadoras de ciertos contaminantes y hábitos alimenticios (Odum, 1972), distribución y abundancia de larvas y juveniles (Alvarez-Lajonchere, 1980; Ditty & Shaw, 1996). Con relación a estudios sobre

edad y crecimiento; Radtke (1984) validó la formación diaria de los incrementos en otolitos de la lisa *Mugil cephalus* y Li *et al.* (1993) en *Mugil so-iuy*. La determinación de edad en peces adultos de *Mugil semeli* y *Mugil capito* fue reportada por Salem & Mohammad (1983). Para la lisa *Mugil curema*, Marín-Espinoza (1996), reporta aspectos de edad y reclutamiento de juveniles en distintas áreas en las costas de Venezuela, utilizando la información contenida en los otolitos.

III. JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de los procesos responsables de las variaciones anuales del reclutamiento es una de las metas más importantes de la Biología Pesquera. Las variaciones en abundancia de las poblaciones de peces son determinadas durante las fases tempranas del desarrollo de los peces (Hjort, 1914; Houde, 1987).

De entre las hipótesis planteadas para explicar los cambios en abundancia de las poblaciones de peces marinos durante los últimos 30 años, cabe destacar la hipótesis de match-mismatch (Cushing, 1975) y la hipótesis de crecimiento-mortalidad (Shepherd & Cushing, 1980), que son en la actualidad las más sólidas a la luz de los resultados de un gran número de trabajos (Anderson, 1988). Estas hipótesis establecen que el reclutamiento esta en función del tiempo que las larvas permanezcan vulnerables a sus potenciales depredadores planctónicos. La vulnerabilidad de larvas y juveniles de los peces variará en función a la tasa de crecimiento y esta última estará en función a la disponibilidad de alimento y a la temperatura.

El desove de la lisa *Mugil curema* en la Bahía de La Paz ocurre durante varios meses en primavera-verano (Chávez, 1985). A causa de este prolongado periodo de desove, las larvas nacerán en diferentes condiciones ambientales y de alimentación, lo que influirá en la tasa de crecimiento y en consecuencia la probabilidad de supervivencia. La determinación de la edad en días y la fecha de captura nos permite calcular la fecha de nacimiento de las larvas y juveniles supervivientes a diferentes etapas del desarrollo. Si además conocemos las condiciones bióticas y abióticas durante los periodos de nacimiento de los supervivientes podremos caracterizar los periodos más favorables para el crecimiento larval (Methot, 1983).

El presente proyecto de tesis esta enfocado a describir el crecimiento de los peces juveniles de la lisa *Mugil curema* y su relación al ambiente físico en el Estero El Conchalito. Se probó la hipótesis de que el crecimiento esta asociado a la supervivencia. Para esto, se contrastará el promedio de la tasa de crecimiento con el promedio de la supervivencia entre grupos de peces.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

Identificar los periodos favorables para el crecimiento y supervivencia de las larvas de lisa *Mugil curema*, durante el ciclo de reproducción, a través de la Distribución de Frecuencias de Fechas de Nacimiento (DFFN) de los juveniles capturados en el Estero El Conchalito, durante un ciclo anual de mayo de 1997 a mayo de 1998 y su relación al ambiente físico en el estero.

4.2 Específicos

4.2.1 Descripción del crecimiento utilizando los datos edad-LE y el modelo de crecimiento de Gompertz.

4.2.2 Elaboración de claves mensuales de edad-LE para la asignación de edad y obtención de un índice de mortalidad para corregir la sobre-representación de juveniles que nacieron tarde en la época de reproducción.

4.2.3 Construcción de la DFFN total y por grupos de edad de 20-40 días, 40-60 días, 60-80 días y > 80 días.

4.2.4 Identificación de los periodos favorables al crecimiento y supervivencia de las larvas de lisa y su asociación a factores ambientales.

4.2.5 Estimación, por grupo de edad, de las tasas de crecimiento y mortalidad para cohortes de peces que nacieron durante un periodo de 14 días.

V. MATERIAL Y METODOS

5.1 Área de Estudio

La Bahía de La Paz, se caracteriza zoogeográficamente como subtropical, tipificada por la presencia de Mugílidos y Gérridos. Se localiza en un área de transición entre las provincias Mexicana y la de Cortés. Carece de aportes fluviales continuos. La dirección del viento promedio anual es Sudoeste con un valor de 2.0 m/seg. (Morales & Cabrera-Muro, 1982).

La Ensenada de La Paz esta ubicada en la porción sur de la Bahía de La Paz abarcando un área de 45 km². Se encuentra separada del resto de la bahía por una barrera arenosa denominada El Mogote y se conecta a esta en su región noreste, por un canal que forman la boca de la ensenada, con un ancho de 1.2 km y una longitud de aproximadamente 4 km (Carmona-Islas, 1997).

En el canal de navegación, se han reportado velocidades de corrientes de marea superiores a 1 m/seg. La marea de la Bahía de La Paz depende de la oscilación de la marea del Golfo de California y ésta a su vez, de la del Océano Pacífico. La marea en la Bahía de La Paz, es de carácter semidiurno al igual que en la mitad sur del Golfo de California, el reflujos que se encuentra entre la pleamar superior y la bajamar inferior, es el más intenso ocasionando corrientes de marea muy fuertes, mayores que las que se observan en el caso del flujo (Castro-Aguirre & Balart, 1997).

La Ensenada de La Paz presenta márgenes de inundación con longitudes entre 100 a 1500 m predominando las márgenes con sedimento areno-limoso. Al norte predominan casi 100% con arena, y al sudeste con arena-limo-arcilla (Carmona-Islas, 1997).

El estero El Conchalito se encuentra en la parte sudoriental de la Ensenada de La Paz (Fig. 1), colindando al este con la zona urbana de la Ciudad de La Paz y al oeste con el CICIMAR. El estero es un manglar de cuenca que presenta las especies: Mangle rojo (*Rizophora mangle*), Mangle negro (*Avicenia germinans*) y Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). Presenta una zona de inundación que va de los 60 a los 250 m, zona que se inunda periódicamente por efecto de las mareas y la cual nunca se vacía totalmente. La

salinidad promedio anual en el Estero El Conchalito es de 39.08 ‰, en general puede decirse que se comporta en este aspecto como antiestuario (González-Acosta, 1998).

5.2 Muestreo

Los juveniles de lisa fueron colectados mensualmente, de mayo de 1997 a mayo de 1998, en la boca del estero El Conchalito (coordenadas geográficas 24° 07' 53" N y 110° 21' 00" W). Los muestreos se efectuaron en el máximo y durante el descenso de la pleamar más alta del mes. Con la finalidad de capturar el mayor intervalo de tallas de los juveniles en el estero, se utilizaron tres tipos de redes: Una red fija del tipo Flume Net, con dos cortinas de 15 m de largo unidas en un copo colector de cuatro metros de largo, la caída de cortinas, caída y ancho del copo es de 1.5 m, la luz de malla de 6 mm; y dos chinchorros de 15 m de largo y 1.5 m de alto, con luz de malla de 6 mm y 3 mm respectivamente. Ambos con un copo colector en su parte central de 2 m.

Durante cada colecta se registró la temperatura ambiental, la de superficie del agua y la salinidad, utilizando un analizador portátil Horiba U-10.

Las muestras de peces se mantuvieron en hielo dentro de bolsas de polietileno etiquetadas hasta que fueron llevadas al laboratorio de edad y crecimiento del CICIMAR. En el laboratorio se separaron los juveniles de lisa del resto de la muestra. Las lisas fueron separadas en dos grupos de tamaño relativo (<50 mm y >50 mm) y preservadas en alcohol al 96%. Para evaluar un potencial efecto del alcohol en las tallas de los juveniles, previo a la preservación en alcohol se seleccionó una submuestra del grupo de peces <50 mm procurando tener representadas todas las tallas y se les midió la longitud estándar

(LE) usando un vernier electrónico a una precisión de 0.01 mm, y se preservaron individualmente en alcohol al 96% hasta el procesamiento del total de la muestra.

5.3 Determinación de Edad

Mensualmente, del total de juveniles colectados, se seleccionó al azar una submuestra de hasta tres juveniles por intervalo de 0.5 mm de LE. A los peces seleccionados se les extrajeron los otolitos *sagittae*, para la determinación de edad. El par de otolitos se montaron en porta-objetos utilizando pegamento instantáneo. Para la determinación de edad se utilizó el otolito derecho, quedando el otolito izquierdo como reserva. Las marcas de crecimiento en los otolitos (Fig. 2), no fueron visibles, para evidenciar su presencia, se requirió lijar su superficie sobre el plano sagital hasta hacer visible el núcleo usando papel lija de 0.2 a 12 micras de tamaño de grano.

El conteo de incrementos de crecimiento se realizó por el mismo lector, en dos ocasiones distintas, con un intervalo de treinta días entre cada una. Fortier & Quiñonez-Velázquez (1998), recomiendan que los dos conteos no difieran más de un 6% como error permisible y usar el promedio de ambos para asignar la edad. Se elaboraron claves edad-longitud por mes para la asignación de edad al total de juveniles capturados (Holden & Raitt, 1975).

Para asignar la edad se empleó el criterio de que la marca de eclosión es la primera en formarse como es descrito por Radtke, (1984) para el caso de *Mugil cephalus* y que las marcas se forman día con día desde ese momento. Este criterio fue usado por

Marín-Espinoza (1996) con excelentes resultados al trabajar con otolitos de *Mugil curema* en costas de Venezuela.

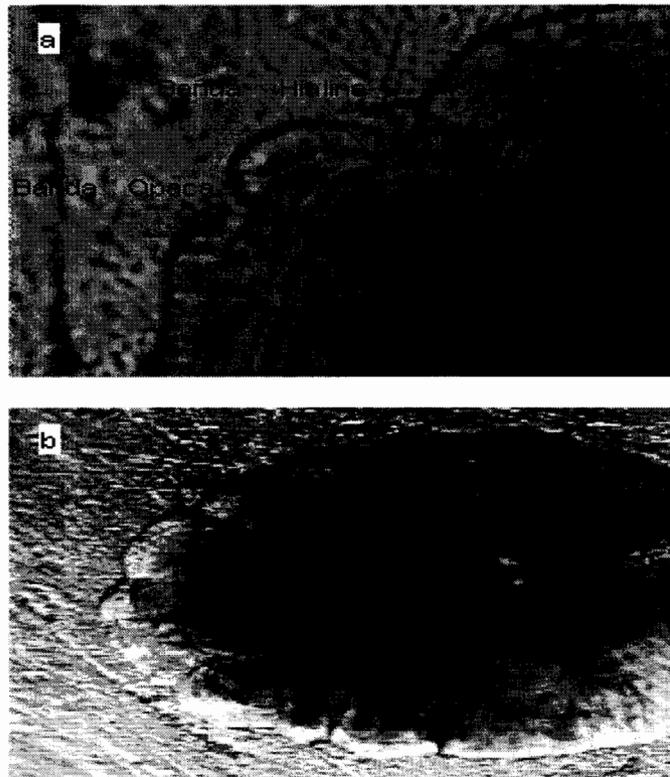


FIGURA 2. Microestructura de la *sagitta* derecha de un juvenil de lisa *Mugil curema* de 22 mm LE y 45 días de edad, a 400 (a) y 200 (b) aumentos con luz transmitida. Se observa la forma de crecimiento “en roseta” que presenta la especie.

Para elegir la medida del otolito que mejor describa el crecimiento corporal del pez, se hicieron regresiones entre el diámetro y radio del otolito contra la LE. La LE deberá ser corregida en caso necesario por efecto de la preservación en alcohol. El criterio de decisión entre las medidas del otolito será el coeficiente de determinación.

Las distribuciones mensuales de frecuencia de longitud y edad para su comparación, se estandarizaron transformando las frecuencias absolutas a frecuencias relativas, agrupando el número de juveniles en intervalos de clase de 1 mm LE y de 5 días de edad respectivamente.

5.4 Crecimiento

Se utilizó la curva de crecimiento de Gompertz para describir el crecimiento de juveniles de lisa, ya que se ha visto que este modelo es más adecuado que la curva logística y la curva de crecimiento de von Bertalanffy, en la descripción del crecimiento promedio de larvas y juveniles de peces menores de un año (Zweifel & Lasker, 1976; Ricker, 1979; Gluyas-Millan, *et al.*, 1998). Se empleó la siguiente ecuación de la curva de acuerdo a Quiñonez-Velázquez (1999), usando datos de edad-longitud:

$$L_t = L_0 e^{k(1 - e^{-at})}$$

Donde:

L_t = Longitud a la edad t

L_0 = Longitud a $t=0$

k = parámetro adimensional, tal que $ka=A_0$ y es la tasa específica de crecimiento para $t=0$, y en consecuencia $A_t=A_0e^{-at}$;

a = tasa de crecimiento específica, cuando $t=t_0$

t_0 = la edad cuando la tasa de crecimiento empieza a decrecer, que es el punto de inflexión del modelo (Ricker, 1979).

Los parámetros del modelo fueron calculados, utilizando el módulo NONLINE del programa para computadora STATISTICA (StatSoft, 1995). Las tasas de crecimiento ($\text{mm} \cdot \text{día}^{-1}$), se calcularon de la diferencia en LE estimada para intervalos de edad de 5 días.

5.5 Distribución de Frecuencias de Fechas de Nacimiento (DFFN)

Las fechas de nacimiento se estimaron sustrayendo la edad de cada pez a la fecha de captura. Los juveniles de lisa fueron agrupados en cohortes de 5 días de nacimiento y se calculó la frecuencia absoluta (número de juveniles) para cada cohorte. Se construyó la DFFN para el total de juveniles y por grupos de juveniles en intervalos de 20-40, 40-60, 60-80 y >80 días de edad.

5.6 Corrección por mortalidad de la DFFN

Se estimó la tasa total de mortalidad (Z), utilizando la curva de captura linealizada con intervalos de tiempo constante (intervalos de 5 días), de acuerdo a Sparre & Venema (1995):

$$\ln C_{(t_1, t_2)} = g - Zt$$

Donde:

$\ln C_{(t_1, t_2)}$ = Logaritmo natural de la captura total (frecuencia de juveniles) en el intervalo de edad t_1 a t_2 ;

g = constante e intercepto al origen de la línea de regresión;

Z = pendiente de la recta (-b) y mortalidad total (a estas edades solo mortalidad natural);

t = limite superior del intervalo de edad.

Esta tasa de mortalidad se aplicó a cada cohorte de 5 días en los diferentes grupos de peces (20-40, 40-60, 60-80, y >80 días). Para un intervalo de edad dado, la sobre representación de nacimientos tardíos en la DFFN, fue corregida por reducción de la abundancia de las cohortes de 5 días, en proporción a la mortalidad media que debieron haber sufrido durante el tiempo resultante entre la edad promedio de los juveniles en la

cohorte de 5 días y el límite superior del intervalo de edad considerado. Por ejemplo: para el intervalo de 20-40 días de edad, para un grupo de peces con edad promedio de 27 días, ese número de peces fue disminuido durante 13 días [40 (límite máximo del intervalo menos) – 27 (promedio de edad)] utilizando el valor de Z.

La supervivencia de una cohorte de 5 días fue definida como el cambio del número de juveniles de la cohorte de un intervalo de edad a otro intervalo de edad previo (cociente entre las frecuencias corregidas). Cuando el resultado fue >1 (resultado de la incorporación tardía al estero) se asignó un valor de 1. Para obtener un estimado de la mortalidad de la cohorte, el valor de la supervivencia se restó de uno.

Para la comparación del crecimiento y la mortalidad de los juveniles de lisa en el Estero El Conchalito, las cohortes se ampliaron a 14 días de fechas de nacimiento. La finalidad de ampliar el intervalo fue reducir los huecos entre las distribuciones de los grupos de 20-40, 40-60 y 60-80 días de edad.

VI. RESULTADOS

6.1 Muestreo

De mayo de 1997 a mayo de 1998, se realizaron 13 muestreos en la boca del estero El Conchalito. Se colectaron 1,080 juveniles de lisa *Mugil curema* con un intervalo de 16.2 a 102.5 mm de longitud estándar (LE) (Fig. 3). Se decidió incluir en el análisis los juveniles <50 mm LE (1,019) ya que estos representaron el 96% del total colectado. Esta decisión se fundamenta en la poca representación de juveniles >50 mm LE y además, a partir de esa talla los juveniles depositan núcleos accesorios en los otolitos (Marín-

Espinoza, 1996) lo que dificulta la lectura de marcas diarias de crecimiento. El número de juveniles (<50 mm LE) colectados por muestreo se presentan en la Tabla 1. Las colectas con los chinchorros (3 y 6 mm de luz de malla) se presentan combinadas, ya que las tallas capturadas fueron similares (Prueba KS, $P > 0.05$). Las colectas más numerosas se obtuvieron durante diciembre de 1997 a abril de 1998, con una ligera disminución en febrero de 1998. En septiembre de 1997 se colectaron tan solo 5 juveniles de lisa y tres meses antes, en junio de 1997, no se colectaron juveniles de lisa <50 mm. En la mayoría de las veces, la red de flujo capturó más juveniles. En los dos últimos meses del periodo de estudio, abril y mayo de 1998, no fue posible utilizar la red de flujo, a causa de su deterioro.

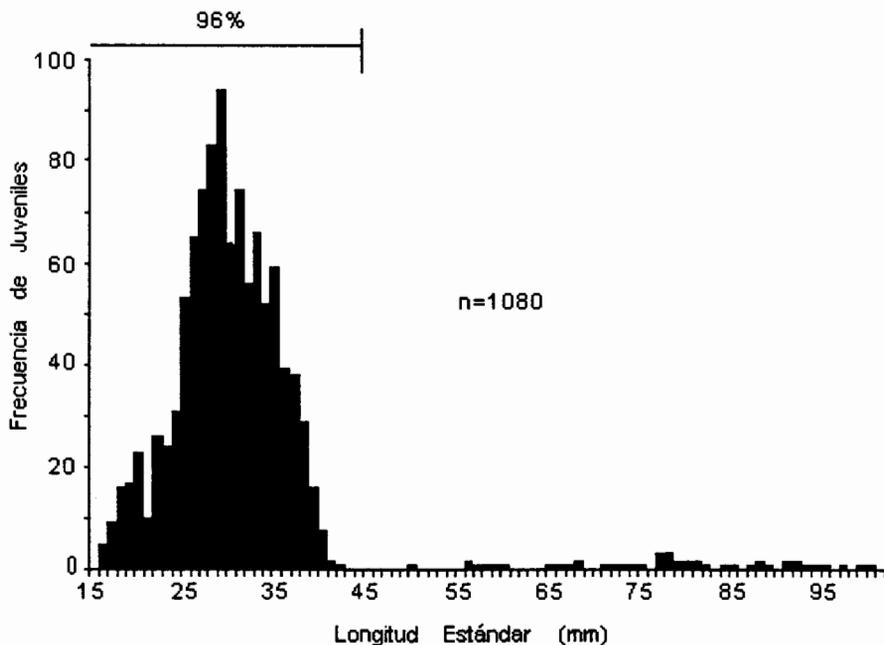


FIGURA 3. Distribución de frecuencias de tallas del total de juveniles de lisa *Mugil curema*, capturados en el Estero El Conchalito, La Paz, B. C. S., de mayo de 1997 a mayo de 1998.

Tabla 1. Información general de la colecta de juveniles de lisa *Mugil curema*, capturados en el Estero El Conchalito de mayo de 1997 a mayo de 1998.

Fecha	Red de captura	No. de juveniles Capturados
May-97	A	8
May-97	B	26
Jun-97	A	*
Jun-97	B	*
Jul-97	A	21
Jul-97	B	*
Ago-97	A	16
Ago-97	B	11
Sep-97	A	2
Sep-97	B	3
Oct-97	A	31
Oct-97	B	*
Nov-97	A	46
Nov-97	B	*
Dic-97	A	177
Dic-97	B	*
Ene-98	A	148
Ene-98	B	*
Feb-98	A	40
Feb-98	B	8
Mar-98	A	74
Mar-98	B	236
Abr-98	B	87
May-98	B	85
		1019

* No se capturaron juveniles <50 mm LE; A Red de Flujo de 6 mm de luz de malla
 B Chinchorros de 2 y 6 mm de luz de malla

6.2 Distribución de tallas y edades

Para evaluar el efecto del alcohol en la talla de los juveniles de lisa durante la preservación se analizaron las tallas en fresco y después de la preservación de 101 juveniles entre 16.2 a 34.0 mm LE en fresco. El efecto potencial se exploró a través de la regresión $LE_f = b * LE_p$, donde LE_p es la talla después de la preservación y LE_f es la talla en fresco. El valor de la pendiente fue 1.02 y no es significativamente diferente de 1 ($P > 0.01$). En consecuencia, no fue necesario corregir la tallas (LE) a causa de la preservación en alcohol.

La distribución mensual de frecuencias de longitud presenta dos grupos de larvas que muestran una tendencia ascendente en la talla promedio (Fig. 4). El primero de esos grupos se identifica desde mayo de 1997 hasta septiembre de 1997 y el segundo grupo de juveniles se identifica desde octubre de 1997 hasta mayo de 1998, cuando se concluyó el muestreo. El intervalo de las tallas promedio de los grupos es muy semejante, de 24-34 mm en uno y de 27-33 mm en otro respectivamente.

La relación entre el diámetro máximo del otolito y la LE presentan un coeficiente de correlación de 0.94 (Fig. 5). La alta proporcionalidad entre el otolito y la talla del pez justifica la utilidad de esta estructura en la descripción del crecimiento y para la determinación de la edad. Además, esta alta relación es consistente con los resultados de Radtke (1984) respecto a depositación diaria de las marcas de crecimiento.

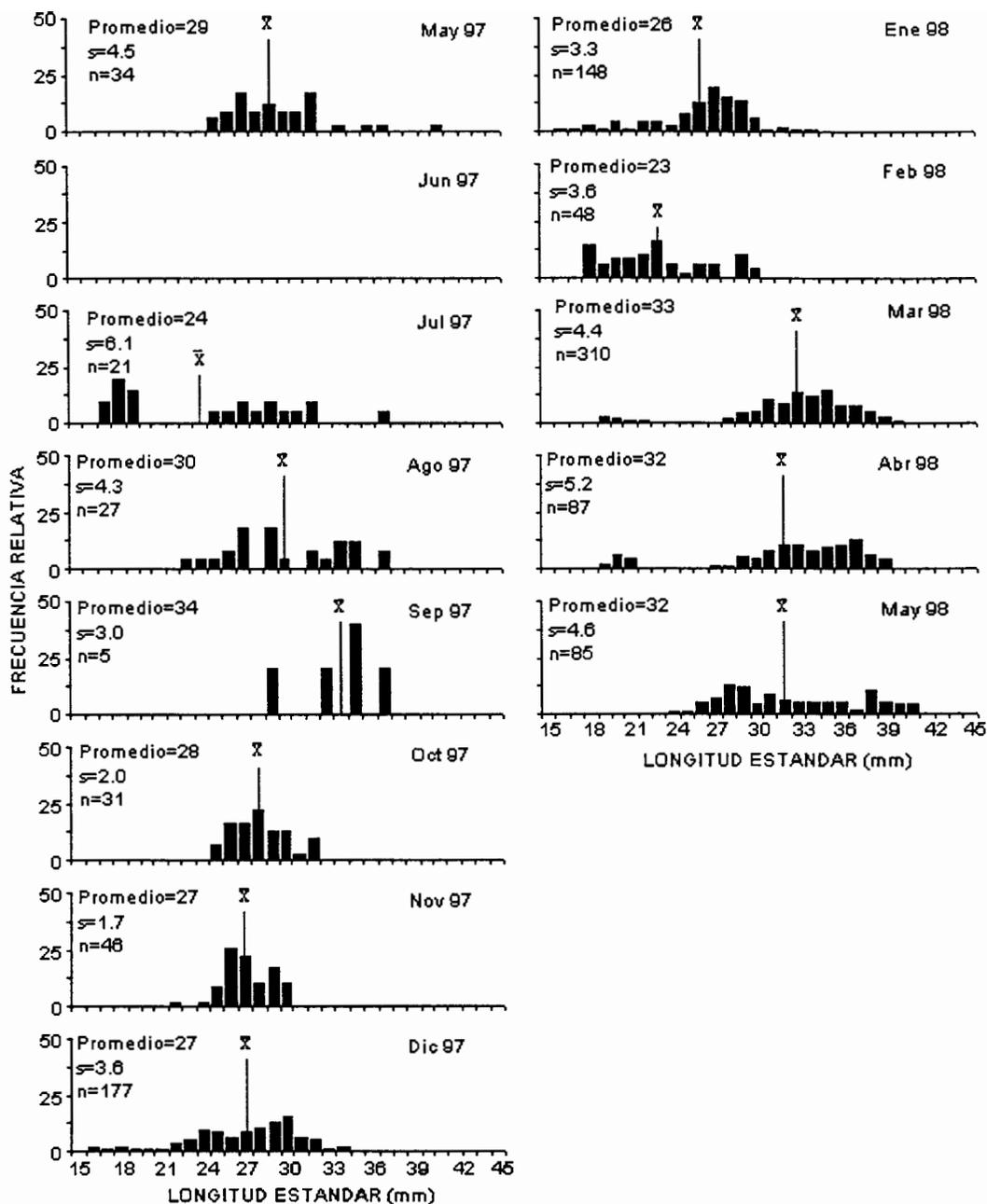


FIGURA 4. Distribución mensual de frecuencias de tallas de juveniles de lisa *Mugil curema*, capturados en el Estero El Conchalito, B. C. S., de mayo de 1997 a mayo de 1998.

La submuestra de juveniles seleccionados para la determinación de edad fue de 254, que representa un 25% del total de juveniles capturados (Tabla 2). La microestructura del otolito mostró zonas opacas y traslúcidas, y de acuerdo a Radtke

(1984) representan una marca diaria de crecimiento (Fig. 2). La talla promedio de los juveniles en la submuestra para edad, varió entre 22.8 a 33.9 mm LE y la edad promedio entre 47 a 81 días. El promedio de la temperatura superficial del agua varió entre 17.9 a 31.8 °C, el periodo de máxima temperatura coincidió con los juveniles que presentaron las mayores tallas (29 a 37 mm) y edades (67 a 90 días) (Tabla 2). La distribución mensual de frecuencias de edad presenta la misma tendencia que la distribución de frecuencias de longitud, conformando dos grupos de peces con edades entre 20 y 100 días de edad (Fig. 6). La presencia de organismos más jóvenes se observó en julio de 1997 y desde diciembre de 1997 hasta abril de 1998, coincidiendo con la presencia en el estero de los juveniles de lisa de menores longitudes (Fig. 4 y 6).

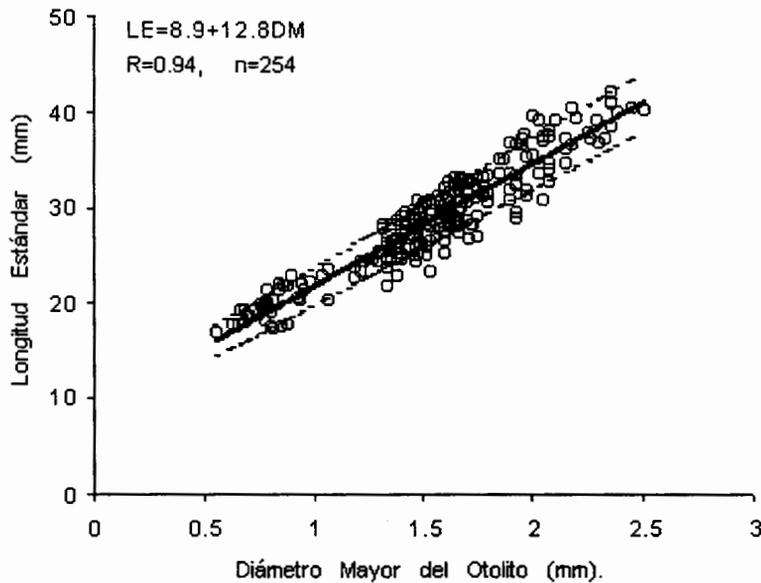


FIGURA 5. Relación entre el diámetro mayor (DM) del otolito con la longitud estándar (LE) de juveniles de lisa *Mugil curema*, capturados en El Estero El Conchalito de mayo de 1997 a mayo de 1998. Se muestra la línea de regresión y los intervalos de confianza al 99%.

Tabla 2. Intervalo y promedio de la longitud estándar y edad de los juveniles de lisa *Mugil curema*, capturados en el Estero El Conchalito de mayo de 1997 a mayo de 1998.

Fecha	Temp (°C)	Juveniles		Intervalo		Promedio	
		Total	Submuestra para edad	LE (mm)	Edad (días)	LE (mm)	Edad (días)
23-May-97	25.8	34	18	24.7-40.8	55-76	28.1	63
29-Jun-97	29.4	-	-	-	-	-	-
20-Jul-97	30.4	21	11	16.6-36.9	28-90	25.9	56
19-Ago-97	31.5	27	15	22.9-37.6	43-86	29.1	66
17-Sep-97	31.8	5	5	29.1-36.9	67-91	33.9	81
18-Oct-97	28.1	31	13	24.8-32.3	52-75	28.0	64
15-Nov-97	24.4	46	13	22.8-30.5	45-70	26.3	61
13-Dic-97	17.9	177	33	15.9-34.1	22-78	27.2	60
13-Ene-98	18.9	148	35	16.1-34.2	26-69	26.0	55
11-Feb-98	19.5	48	23	17.7-29.9	29-74	22.8	47
12-Mar-98	21.0	310	35	18.4-42.1	29-109	31.0	69
14-Abr-98	19.0	87	29	19.2-39.3	28-94	30.6	67
12-May-98	26.1	85	24	25.5-41.4	51-98	32.3	74
Total		1019	254				

6.3 Crecimiento

Para describir el patrón general de crecimiento se utilizó el modelo de Gompertz y los datos edad-LE (Fig. 7). El modelo describió adecuadamente el crecimiento ($R^2=0.94$, $n=254$). El incremento en longitud presenta una tendencia positiva en el intervalo de edad analizado. De acuerdo con el modelo, el promedio de la tasa relativa de crecimiento durante los primeros 40 días fue de $0.24 \text{ mm} \cdot \text{día}^{-1}$, entre 40 a 60 días de $0.29 \text{ mm} \cdot \text{día}^{-1}$, entre 60 a 80 días de $0.32 \text{ mm} \cdot \text{día}^{-1}$, después de 80 días fue de $0.34 \text{ mm} \cdot \text{día}^{-1}$ y entre

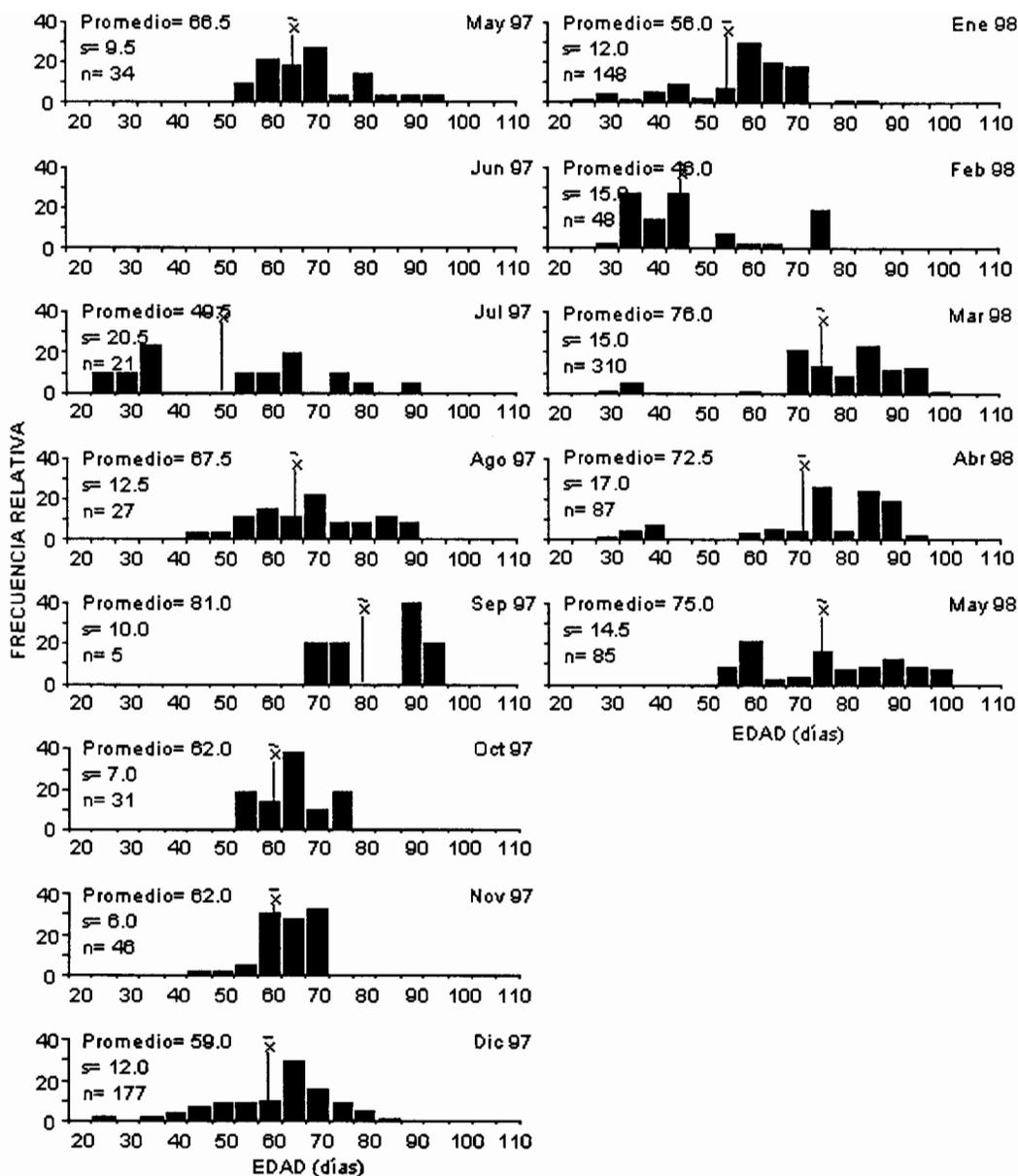


FIGURA 6. Distribución mensual de frecuencias de edades de juveniles de lisa *Mugil curema*, capturados en el Estero El Conchalito, B. C. S., de mayo de 1997 a mayo de 1998.

105-110 días de $0.37 \text{ mm} \cdot \text{día}^{-1}$ (Tabla 3). Proyectando las estimaciones de crecimiento mas allá de las edades analizadas, la tasa máxima de crecimiento se presentaría entre los días 160-165 después de la eclosión y sería de $0.39 \text{ mm} \cdot \text{día}^{-1}$. De acuerdo a las edades

estimadas para los juveniles capturados en el estero, a esa edad los peces ya habrán abandonado el estero reincorporándose a la zona costera.

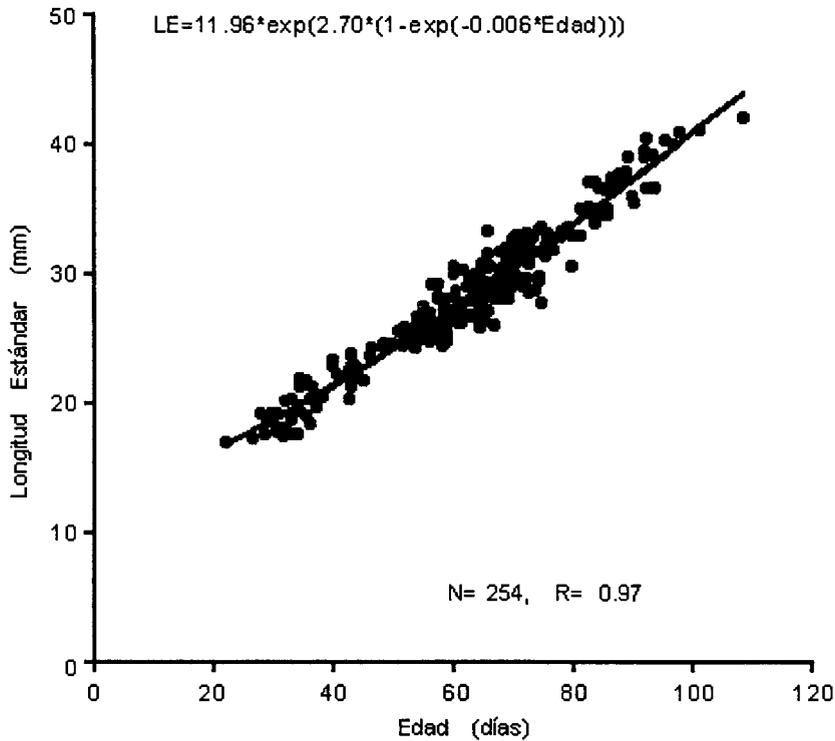


FIGURA 7. Valores edad-LE y línea de ajuste del modelo de Gompertz de los juveniles de lisa *Mugil curema*, capturados en el Estero El Conchalito de mayo de 1997 a mayo de 1998.

6.4 Distribución de Frecuencias de Fechas de Nacimiento (DFFN)

De acuerdo a la distribución de frecuencias de fechas de nacimiento en intervalos de cinco días, la lisa *Mugil curema* se reproduce durante todo el año (Fig. 8). Se observó el máximo de frecuencias durante otoño-invierno y durante el resto del año las frecuencias son menores no superando valores de 20 juveniles. Se observó una estrecha relación entre la DFFN con la temperatura (Fig. 8A) y con la altura de marea (Fig. 8B). Estas dos

Tabla 3. Estimación de la tasa de crecimiento ($\text{mm}\cdot\text{día}^{-1}$) por intervalo de cinco días de la lisa *Mugil curema*, capturadas en el Estero El Conchalito de mayo de 1997 a mayo de 1998.

Edad (días)	Tasa de Crecimiento ($\text{mm}\cdot\text{día}^{-1}$)
0-5	0.20
5-10	0.21
10-15	0.22
15-20	0.23
20-25	0.24
25-30	0.25
30-35	0.26
35-40	0.27
40-45	0.28
45-50	0.28
50-55	0.29
55-60	0.30
60-65	0.31
65-70	0.32
70-75	0.33
75-80	0.33
80-85	0.34
85-90	0.35
90-95	0.35
95-100	0.36
100-105	0.36
105-110	0.37
110-115	0.37
115-120	0.38

variables (temperatura y altura de marea) muestran un patrón estacional inverso. La temperatura presentó valores mínimos en diciembre-enero, la marea presentó valores máximos y durante los mismos meses se observa el máximo de la DFFN. Esta DFFN incluye la sobre-representación de juveniles que nacieron más próximos a las fechas de los muestreos. Estos habrán sido expuestos a las causas de mortalidad (inanición, depredación, etc.), por un menor periodo que los juveniles que nacieron antes. Para

descendente de la distribución a partir de los 70 días de edad, obteniéndose un valor de 0.036 de mortalidad diaria.

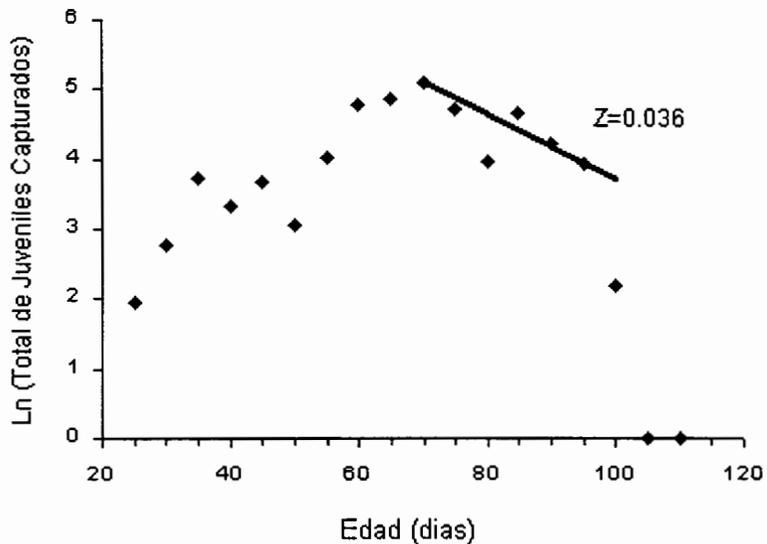


FIGURA 9. Estructura por edades del total de juveniles de lisa *Mugil curema*, capturados en el Estero El Conchalito de mayo de 1997 a mayo de 1998.

6.5 La DFFN corregidas por mortalidad

El total de juveniles de lisa se agrupó en intervalos de edad (20-40, 40-60, 60-80, >80 días) y se obtuvieron sus DFFN corregidas por mortalidad diferencial (sobre-representación) (Fig. 10). La DFFN de juveniles entre 20-40 días de edad, es muy diferente a la DFFN de juveniles de 40-60 días de edad. Pero ésta última, es muy similar a la de juveniles de 60-80 días de edad. La DFFN de los juveniles >80 días es diferente a las anteriores y está poco representada. Estos resultados sugieren que la mortalidad de los juveniles se estabiliza (presenta poca variación) después que los juveniles se incorporan al estero a la edad de 30 días en promedio. La forma de la DFFN de los

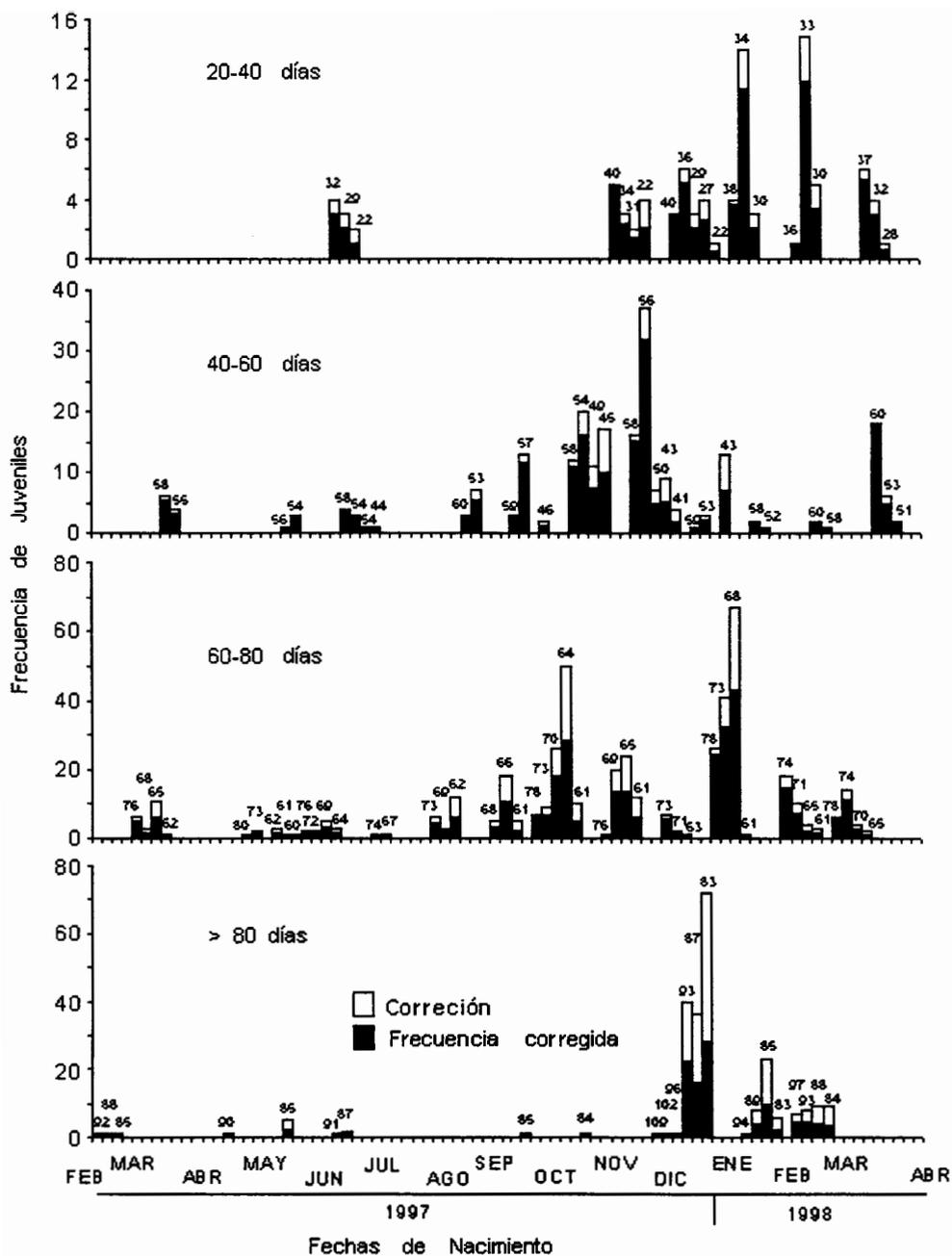


FIGURA 10. Corrección por diferencia en la mortalidad acumulada para cohortes de 5 días y por grupos de edad. La suma de las barras vacías y llenas son la frecuencia sin corrección y la barra llena representa la frecuencia corregida. Los valores encima de los histogramas son la edad promedio por cohorte.

juveniles >80 días, creemos, que es el resultado de la re-incorporación diferencial de los juveniles a la zona costera y no a la mortalidad.

El número de juveniles en el intervalo de 20-40 días de edad fue el menos abundante respecto al resto de los intervalos de edad. Eso fue el resultado de la casi nula presencia de juveniles entre 20-40 días de edad en el estero durante primavera-verano de 1997. Esto sugiere que las condiciones de supervivencia fueron más favorables durante otoño de 1997 e invierno de 1997-98 para los juveniles de 20-40 días de edad. Los juveniles capturados con edades de 40-60 días ($n = 233$), y de 60-80 días ($n = 457$), muestran DFFN's con periodos de nacimiento muy semejantes (representan las mismas cohortes). Además, eso sugiere que los juveniles a estas edades fueron vulnerables al muestreo durante la mayor parte del año. En el intervalo >80 días ($n = 236$), se observan las mismas fechas de nacimiento que los dos grupos de edad anteriores, pero su poca representación es el resultado de un abandono asincrónico del estero, a los 80 días de edad aproximadamente.

6.6 Relación del crecimiento y la mortalidad

Para explorar la relación entre el crecimiento y la mortalidad, los juveniles se reagruparon en intervalos de fechas de nacimiento de 14 días (Fig. 11). Se aprecian dos eventos importantes: el primero, una relación significativa entre la tasa de crecimiento y la mortalidad ($R = 0.60$, $P < 0.01$), grupos de juveniles con altas tasas de crecimiento presentan valores bajos de mortalidad. El segundo, los valores a la izquierda de la línea quebrada (>40 días de edad), corresponden a juveniles durante su estancia en el estero y se observan menores tasas de crecimiento, pero también mínimos valores de mortalidad.

Esto sugiere que los individuos que se incorporan al estero, son los de rápido crecimiento durante su temprana vida en el medio costero (<20 días de edad) y no obstante una disminución en el crecimiento durante su permanencia en el estero (después de 40 días de edad), la supervivencia se incrementa. Lo anterior sugiere que los juveniles de lisa utilizan el estero principalmente como zona de refugio.

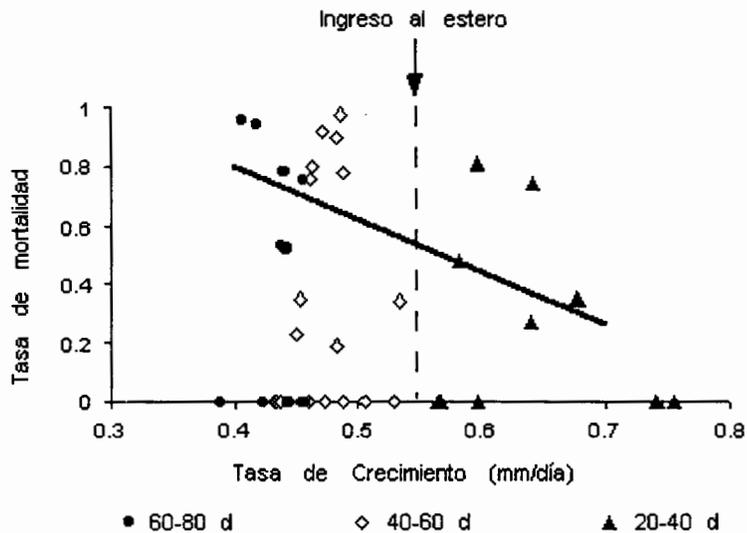


FIGURA 11. Relación de la tasa de crecimiento y la mortalidad por grupos de edad de la lisa *Mugil curema*, capturados en el Estero El Conchalito de mayo de 1997 a mayo de 1998.

VII. DISCUSIÓN

7.1 Muestreo

Los juveniles de lisa *Mugil curema* capturados durante los 13 muestreos en el Estero El Conchalito, son el resultado de la probabilidad de la presencia de los peces en el lugar y la probabilidad de ser retenidos por las redes empleadas (Hamman & Rosales-

Casian, 1989; Sparre & Venema, 1995). Además del comportamiento de la especie de penetrar a zonas de esteros y lagunas durante sus etapas tempranas (Odum, 1972; Yáñez-Arancibia, 1976; Powles, 1981; Ferrer-Montaña, 1994; Ditty & Shaw, 1996). En este caso, la utilización de redes con diferentes luz de malla (selectividad) y el muestreo sistemático nos aseguró poder tener representadas las tallas de los peces juveniles que entran en el estero El Conchalito.

Como estrategia de supervivencia la lisa *M. curema* penetra a esteros y lagunas para evitar a potenciales depredadores en la zona costera. Las tallas mejor representadas en este estudio estuvieron entre 29-30 mm LE y esta moda también fue detectada durante 1996 por González-Acosta (1998) en el Estero El Conchalito. Sin embargo, en colectas en la Bahía de La Paz las tallas mejor representadas estuvieron entre 70-90 mm LE (Chávez, 1985). Lo anterior sugiere que la presencia de juveniles en el estero con esas tallas es un patrón consistente y juveniles <50 mm LE tendrán mayores posibilidades de supervivencia en las zonas protegidas de esteros y lagunas que si permanecen en la zona costera. Lo anterior fue evidenciado por el incremento en la supervivencia durante la permanencia en el estero no obstante la disminución de la tasa de crecimiento. Además, el planteamiento de que los individuos de 100 días de edad (45-50 mm LE) estarían poco representados en el estero a causa de haber iniciado su regreso a la zona costera se refuerza con los resultados de Chávez (1985) que presenta frecuencias mínimas de peces <50 mm LE y un incremento significativo en número para >50 mm LE.

González-Acosta (1998) y en el presente trabajo, reportan a la lisa *Mugil curema* como la única representante de la familia Mugilidae dentro del Estero El Conchalito, a

diferencia de Chávez (1985) que reporta a *Mugil curema*, *M. cephalus* y *M. hospes* para la Bahía de La Paz. Esto posiblemente se deba a que la lisa *M. cephalus* presenta hábitos más oceánicos (Yáñez-Arancibia, 1976) y que *M. hospes* tiene preferencialmente una distribución más sureña (Chávez, 1985) y la Bahía de La Paz podría representar su extremo norte de distribución.

La migración de las larvas de lisa *Mugil curema* del mar hacia la zona costera debe ocurrir después de la metamorfosis (Yáñez-Arancibia, 1976; Marín-Espinoza, 1996). Las estructuras de tallas y edades analizadas sugieren que el desove ocurre fuera de la costa y que los juveniles recién transformados requieran en promedio de 20 a 40 días para incorporarse a la Ensenada de La Paz. Se asume que los juveniles de lisa *Mugil curema*, con edades entre 40 a 80 días son residentes permanentes en la ensenada y presentan cambios estacionales en abundancia. Además, que los juveniles capturados en el estero El Conchalito representan adecuadamente al grupo de peces dentro de la Ensenada de La Paz.

7.2 Distribución de tallas y edades

En el estero El Conchalito, las tallas más pequeñas de la lisa *Mugil curema* se capturaron en diciembre de 1997 y enero de 1998 y estuvieron en el intervalo de 16 mm LE. Ditty & Shaw (1996), reportan para el norte de la plataforma del Golfo de México larvas y juveniles de lisa *Mugil curema* con tallas entre 2-26 mm LE colectadas con red Bongo y de Neuston. Asumimos que los juveniles de lisa *Mugil curema* migran hacia esteros y lagunas después de la metamorfosis (7.0 a 7.2 mm LE, de acuerdo a Anónimo (1978)) y en promedio tardarán 30 días, periodo durante el cual crecerán hasta alcanzar

16 mm LE. Este incremento en longitud es posible de acuerdo al crecimiento observado (0.25 mm/día) en el Estero el Conchalito para juveniles de lisa <20 mm LE. Ditty & Shaw (1996), además mencionan la presencia de huevos de la lisa *Mugil curema* lo cual demuestra que la especie desova fuera de la costa.

La presencia de grupos bien definidos de juveniles con promedio de talla de 30 mm LE y edad de 60 días durante mayo-septiembre de 1997 y de octubre de 1997 a mayo de 1998, sugiere la existencia de dos picos de reproducción en el transcurso de un año, similar a lo encontrado en las costas de Venezuela por Marín-Espinoza (1996).

En el presente trabajo, las mayores colectas de juveniles en El Estero El Conchalito se obtuvieron durante otoño e invierno. Sin embargo, González-Acosta (1998) menciona que la abundancia de juveniles de lisa *Mugil curema* <50 mm LE disminuye en invierno. Esta diferencia debe ser el resultado del incremento de la temperatura superficial del mar en la región debido al "Fenómeno El Niño" 1997-98 resultando en un potencial aumento en el desarrollo de huevos y larvas con saco vitelino, ya que la temperatura tiene un efecto directo en la duración del desarrollo del embrión y de la larva con saco vitelino (Ahlstrom & Moser, 1976). Este aumento potencial en la tasa de desarrollo durante la etapa de larva pudo dar como resultado un aumento en la supervivencia, previo a la metamorfosis, manifestándose en un incremento del número de juveniles <60 días de edad, desde diciembre de 1997 hasta abril de 1998. Houde (1987) plantea que un aumento en la tasa de crecimiento durante la etapa de larva, permite evadir a un mayor número de potenciales depredadores planctónicos, aumentando la supervivencia a causa de una reducción del tiempo de exposición a los depredadores. Otra causa posible del

incremento de juveniles en diciembre 1997 a enero 1998, es la presencia de las mareas más altas en esta época lo que aumenta el volumen de agua que inunda la zona del estero, incrementando el hábitat disponible y siendo las diferencias interanuales de las mareas de invierno, las que determinan el reclutamiento de la lisa en el estero El Conchalito. Víctor (1983) detecta una relación positiva en el número de juveniles de *Thalassoma bifasciatum* que se incorporan a la zona arrecifal en la Isla de San Blas, Panamá, con los periodos de luna llena, y detecta los mayores reclutamientos al arrecife durante octubre-noviembre de 1980.

7.3 Crecimiento

El modelo de crecimiento de Gompertz ha demostrado ser eficaz en la descripción del crecimiento durante las etapas de larva y juvenil de los peces, periodo que se caracteriza por una inflexión en la trayectoria del crecimiento (Zweifel & Lasker, 1976; Quiñónez-Velázquez, 1999). El modelo estima una tasa ascendente de crecimiento para la lisa *Mugil curema* durante su estancia en el estero, hasta una edad de 110 días después de la eclosión. El fundamento principal de este modelo es que el crecimiento temprano de los peces es exponencial hasta un punto determinado en el cual se presenta un decaimiento exponencial de la tasa de crecimiento específica a la edad (Zweifel & Lasker, 1976; Ricker, 1979). La tasa máxima de crecimiento fue estimada a ser $0.39 \text{ mm} \cdot \text{día}^{-1}$ y de acuerdo al modelo de crecimiento este punto de inflexión en el crecimiento se presentaría a la edad de 160 días después de la eclosión. De acuerdo a nuestros resultados, a esa edad los juveniles de lisa *Mugil curema* habrían abandonado las zonas protegidas del estero y ensenada adquiriendo una vida costera, presentando tallas

aproximadas de 65-70 mm LE. Esto coincide con Chávez (1985) que presenta máximas frecuencias de tallas de lisa entre el intervalo de 60-90 mm LE en colectas en la Bahía de La Paz.

Respecto a la tasa de crecimiento, Anónimo (1978), menciona que la lisa *Mugil curema* en las costas de Florida, EUA, presenta una tasa de crecimiento de $17 \text{ mm} \cdot \text{mes}^{-1}$, lo cual es superior a la estimada en el presente trabajo de $0.30 \text{ mm} \cdot \text{día}^{-1}$. Marín-Espinoza (1996) en la Laguna La Restinga, Venezuela, estima un crecimiento promedio de $0.26 \text{ mm} \cdot \text{día}^{-1}$ durante los cuatro primeros meses de vida de la lisa *Mugil curema*, resultado muy semejante al estimado para la lisa en el Estero El Conchalito. La diferencia de estos resultados con los de Anónimo (1978), se puede deber a que este último recopila información de varios autores para describir el desarrollo temprano de la Familia Mugilidae.

7.4 Distribución de Frecuencias de Fechas de Nacimiento (DFFN)

La lisa *Mugil curema* es una especie con presencia permanente de organismos juveniles en el Estero El Conchalito (González-Acosta, 1998). De acuerdo a la DFFN para cohortes de 5 días, la lisa se reproduce en la Bahía de La Paz durante todo el año. Esto es semejante a lo reportado por Marín-Espinoza (1996) para la misma especie en las costas de Venezuela. Dicho autor encuentra que los máximos periodos de eclosión ocurrieron durante diciembre-marzo, coincidiendo con bajos valores de temperatura a consecuencia de moderados picos de surgencias. En el presente trabajo el máximo de la DFFN coincide también con los valores más bajos del ciclo estacional de temperatura y

con los máximos niveles de marea. La reproducción durante todo el año en especies de afinidad tropical es una característica común (Bond, 1979; Lagler, et al., 1984), y se ha documentado que el desove de muchas especies coincide con periodos de surgencias (Cury & Roy, 1989; Suthers & Sundby, 1993; Marín-Espinoza, 1996).

La turbidez en el agua genera baja intensidad de luz a poca profundidad, esto ha sido señalado como un factor ecológico importante en la supervivencia de los peces que utilizan esteros y lagunas durante un periodo de su ciclo de vida (Blaber & Blaber, 1980). Blaber (1987) comenta para la costa de Africa, que las lisas, con objeto de evadir depredadores, deben entrar y salir de las lagunas a través del fondo aprovechando las corrientes de marea que aumentan la turbidez del agua y reducen la penetración de luz. En la Ensenada de La Paz, la boca de acceso es muy reducida y la profundidad máxima en el canal es de 8.5 m, en consecuencia la entrada y salida de juveniles de peces deberá estar asociada al patrón de las mareas. La acción de las mareas asociada con los vientos y los márgenes de inundación con poca profundidad dentro de la Ensenada de La Paz, creará corrientes que generen gran turbidez en el agua y estas corrientes orientarán a los juveniles en sus desplazamientos al interior y exterior de los esteros afectando la supervivencia. Este mecanismo maximizará la supervivencia en invierno cuando se presentan las mareas más altas y en consecuencia el área de inundación aumentará el hábitat disponible.

Fortier & Quiñonez-Velázquez (1998), discuten las causas que originan incertidumbre en la reconstrucción de DFFN. Ellos, al aplicar la técnica de la reconstrucción de las DFFN en el "pollock" *Pollachius virens* y el "haddock"

Melanogrammus aeglefinus del Atlántico noroeste, encuentran que una subestimación proporcional de la edad (sesgo en edad), moverá la DFFN a la derecha de la secuencia ontogénica, mientras que una sobrestimación sistemática la desplazará a la izquierda. Comentan también que la DFFN será afectada por la mortalidad y dispersión, manifestándose en la “curtosis” de la DFFN, además de los problemas inherentes al muestreo, como discontinuidad y bajo tamaño de muestra, que afectan la precisión al presentar huecos mayores en la DFFN.

7.5 La DFFN corregidas por mortalidad

La utilización de la curva de captura como un método indirecto de estimación de mortalidad es de uso común, siendo la edad un mejor descriptor que las tallas. El logaritmo del número de peces capturados respecto a la edad, es empleado para describir la disminución de la población (Ricker, 1975; Campana & Jones, 1992; Sparre & Venema, 1995). En el presente trabajo, los juveniles de lisa muestran una estructura por edades con distribución normal. Sparre & Venema (1995) comentan respecto a la decisión de qué grupos de edad excluir para la determinación de la mortalidad. Dicen que es algo subjetivo y difícil dar una regla general que justifique la exclusión de un punto. Los tres últimos puntos observados a la derecha de la distribución (edad de 100, 105 y 110 días), no se utilizaron en la estimación del índice de mortalidad, ya que estos grupos de edad, de acuerdo a nuestros resultados, estarían sub-representados a causa de un regreso asincrónico de los juveniles hacia la zona costera. Es decir, la mortalidad puede ser aparente por desplazamiento de más de un grupo de edad (Lagler, *et al.*, 1984; MacCall, 1990; Fortier & Quiñonez-Velázquez, 1998).

En la reconstrucción de las DFFN corregidas por mortalidad, se aprecia que en otoño e invierno se registraron el mayor número de nacimientos (máxima ventana de supervivencia). Esto es el resultado de lo favorable de las condiciones ambientales durante ese periodo, que favoreció la supervivencia de los peces juveniles en la zona costera, previo a incorporarse a la ensenada, seguramente por el aumento del volumen de agua (mareas máximas) que penetra a la zona de estudio. La marea ha sido señalada como un factor ecológico importante en el reclutamiento de especies asociadas a la costa o a la plataforma continental (Larrañeta, 1996, Quiñonez-Velázquez, 1997). Las abundancias de nacimientos detectada para juveniles de lisa *Mugil curema* por Marín-Espinoza (1996) en costas de Venezuela, fueron mayores de diciembre a marzo, coincidiendo con periodos de surgencias y el inicio de la estación de lluvias.

7.6 Relación del crecimiento y la mortalidad

Ferrer-Montaña (1994), comenta para la lisa *Mugil curema*, que es una especie muy elástica y sus juveniles, rara vez, son vistos fuera de áreas estuarinas en Lago Maracaibo, Venezuela. Por eso se podría asumir que la fase de vida dentro del estero podría no ser del todo obligatoria. Sin embargo, los resultados en el presente trabajo muestran que la permanencia en la Ensenada de La Paz incrementa la supervivencia de los juveniles.

El crecimiento ligado a la supervivencia es sin duda una relación muy compleja (Anderson, 1988). En los peces, esta relación comienza desde la fecundación del huevo (viabilidad genética, enfermedades) y esta estrechamente relacionada a la temperatura en

la que se desarrolla el embrión y la larva. La asociación de la depredación y la tasa de crecimiento, se asocia a la capacidad de evasión de las larvas y juveniles (Sheperd & Cushing, 1980). También esta asociación se ha entendido como resultado de la competencia intra-específica en la que un rápido crecimiento debe maximizar la supervivencia larval (May, 1974). La relación crecimiento–supervivencia ha sido enfocada de dos formas: como un análisis de supervivencia por selección de talla en el crecimiento individual de las larvas y peces juveniles, y como variaciones estacionales de la supervivencia y del crecimiento. Al analizar el crecimiento en asociación a la supervivencia en este trabajo, se observa una relación significativa y acorde al marco teórico de la hipótesis crecimiento-mortalidad de Sheperd & Cushing, (1980).

En el Estero El Conchalito, las condiciones de turbidez del agua y variaciones en temperatura y salinidad son causadas por efecto de las mareas. Siendo éste uno de los factores más importantes en la dinámica hidrológica del estero, determinando el flujo de nutrientes y la energía dentro del sistema, permitiendo la formación de hábitats específicos (González-Acosta, 1998). La turbidez en el agua al salir la marea, crea una zona de refugio ante la depredación por peces ictiófagos (Blaber & Blaber, 1980; Blaber, 1987), ya que la depredación estará en función de la distancia a la cual las presas serán detectadas visualmente (contraste de las presas en el medio) y el tamaño del depredador (Folkvord & Hunter, 1986). Estas condiciones y los resultados de crecimiento y supervivencia soportan nuestra hipótesis de que el Estero El Conchalito es utilizado principalmente como zona de refugio por los juveniles de lisa *Mugil curema* durante los 20 a los 80 días de edad.

VIII. CONCLUSIONES

1.-Con fundamento en la Distribución de Frecuencias de Fechas de Nacimiento se concluye que la lisa *Mugil curema* presenta actividad reproductora, durante todo el año en la Bahía de La Paz.

2.-El Estero el Conchalito es utilizado, temporalmente, por juveniles de lisa con tallas entre 20 a 25 mm LE y edades de 20 a 40 días.

3.-La mayor abundancia de juveniles de lisa en el Estero El Conchalito se presenta en otoño e invierno, coincidiendo con los mayores volúmenes de agua que inundan al estero. Estos máximos volúmenes aumentan el hábitat disponible y promueven la supervivencia.

4.-Los juveniles que se incorporan al estero presentan altas tasas de crecimiento y durante su estadía, 70 días en promedio, la tasa de crecimiento disminuye pero aumenta la supervivencia.

5.-Al llegar a la edad de 80 días y tallas de 45 mm LE en promedio los juveniles inician el regreso permanente al hábitat costero.

6.- Los resultados apoyan la hipótesis de que una alta tasa de crecimiento favorece la supervivencia para los juveniles que llegan al estero. Durante la estadía en la zona protegida del estero se observa una disminución en el crecimiento y bajas y altas tasa de supervivencia. Esto nos hace suponer que el objetivo principal de los juveniles de lisa al permanecer en el estero es para fines de protección.

IX. RECOMENDACIONES

De acuerdo con el presente trabajo se recomienda para futuros estudios evaluar el crecimiento y supervivencia obteniendo una corrección por mortalidad acumulada y una por efecto de mareas (dispersión), por estación climática para identificar la influencia de la temperatura en el crecimiento y realizar una comparación con años en los que no se presente el Fenómeno El Niño, lo cual permitirá conocer a detalle la relación crecimiento-supervivencia con base en la influencia de parámetros ambientales.

Reconociendo la importancia del Estero El Conchalito, como zona de crianza y protección durante los primeros meses de vida de la lisa *Mugil curema* y seguramente de otras especies de peces y aves, se recomienda realizar estudios que permitan evaluar posibles variaciones debidas a las cercanías de la zona urbana de la Ciudad de La Paz (efectos antropogénicos) y su posible respuesta en el reclutamiento de la lisa.

El presente trabajo de investigación evidencia la necesidad de identificar posibles factores que influyen en el crecimiento y mortalidad de larvas y juveniles en zonas de crianza, se espera que sirva para enriquecer el conocimiento que se tiene sobre la especie en el área de la Bahía de La Paz y sirva a futuros trabajos en el conocimiento de especies con importancia en pesquerías artesanales y comercial.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Ahlstrom, E. H. & H. G. Moser. 1976. Eggs and larvae of fishes and their role in systematic investigations and in fisheries. Rev.Trav. I.S.T.P.M. 40 (3 and 4): 379-398.
- Alvarez-Lajonchere, L. 1976. Contribución al estudio del ciclo de vida de *Mugil curema* Valenciennes (Pisces: Mugilidae). Ciencs. Ser. 8, Invest. Mar., 28:3-130.
- Alvarez-Lajonchere, L. 1980. Composición por especies y distribución de las postlarvas y juveniles de Lisas (Pisces, Mugilidae) en Tunas de Zaza, Cuba. Rev. Invest. Mar., Cuba, 1 (2-3): 28-60.
- Alvarez-Lajonchere, L. 1982. The fecundity of mullet (Pisces, Mugilidae) from cuban waters. J. Fish Biol., 21: 607-613.
- Anderson, W. W. 1957. Early development, spawning, growth and occurrence of the silver mullet (*Mugil curema*) along the south Atlantic Coast of the United States. US Nat. Mar. Fish. Serv. Fish. Bull., 57 (120): 415-425.
- Anderson, J.T. 1988. A review of size-dependent survival during pre-recruit stages of fishes in relation to recruitment. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 8: 55-66.
- Angell, Ch. 1973. Algunos aspectos de la biología de la lisa, *Mugil curema* Valenciennes, en aguas hipersalinas del nororiente de Venezuela. Mems. Soc La Salle Cienc. nat., 51: 223-238.

- Anónimo. 1978. Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight an atlas of eggs, larval and juvenile stages. Vol. VI. Stromateidae through Ogcocephalidae. Biological Services Program. Fish and Wildlife Service, U. S. Department of the Interior. 59-86.
- Anónimo. 1998. Anuario Estadístico De Pesca. SEMARNAP. Mexico. 244.
- Austin, H. & S. Austin. 1971. The Feeding habits of some juvenile marine fishes from the mangroves in western Puerto Rico. Carib. J. Sci., 11 (3-4). 171-178.
- Blaber, S.J.M. 1987. Factor influencing recruitment and survival of mugilids in estuaries and coastal waters of Southeastern Africa. In: Common strategies of anadromous and catadromus fishes. M. Dadswell, R. Klauda, C. Saunders, R. Rulifson & J. Cooper (eds.). Proceedings of a International Symposium held in Boston. Massachusetts, USA. March 9-13, 1986.
- Blaber, S.J.M. & T.G. Blaber. 1980. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. J. Fish Biol., 17: 143-162.
- Bond, C. E. 1979. Biology of fishes. Saunders College Publishing, Philadelphia, U.S.A. 514.
- Brothers, E. B., C. P. Mathews, & R. Lasker. 1976. Daily growth increments in otoliths from larval and adult fishes. Fish. Bull., U.S. 74(1): 1-8.
- Brothers, E. B. & W. N. McFarland. 1981. Correlation between otolith microstructure, growth, and life history transitions in newly recruited French grunts [*Haemulon flavolineatum* (Demarest), Haemulidae], p. 369-374. In R. Lasker & K Sherman (eds.), The early life history of fish. Rapp. R.-v. Réun. Cons. int. Explor., Mer. 178.

- Campana, S.E. 1996. Year-class strength and growth rate in young Atlantic cod *Gadus morhua*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 135:21-26.
- Campana, S. E. a. C. M. J. (1992). Analysis of otolith microstructure data, p. 73-100. In D. K. Stevenson and S. E. Campana (eds.), Otolith microstructure examination and analysis. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 117: 126 p.
- Campana, S. & J.D. Neilson. 1985. Microstructure of fish otoliths. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 1014-1032.
- Carmona-Islas, C. 1997. Relación entre la abundancia de aves playeras y organismos bentónicos en la playa "El Conchalito", Ensenada de La Paz, B. C. S., durante un ciclo anual. Tesis de Maestría. CICIMAR: 61.
- Castro-Aguirre, J. L. & E. F. Balart. 1997. Contribución al conocimiento de la Ictiofauna de fondos blandos y someros de la Ensenada y Bahía de La Paz, B. C. S. La Bahía de La Paz, investigación y conservación. Urbán, R. J. y M. Ramírez R. (Eds) UABCS-CICIMAR-SCRIPPS. 139-149.
- Chávez, H. 1985. Aspectos biológicos de las lisas (*Mugil spp*) de Bahía de La Paz, B.C.S., México, con referencia especial a juveniles. Inv.Mar.CICIMAR, 2(2): 1-112.
- Chávez-Herrera, D. 1993. Aspectos biológicos de *Mugil curema* CUVIER VALENCIENNES, *Mugil cephalus* LINEO y *Mugil hospes* JORDAN y CULVER; en dos lagunas costeras del Sur de Sinaloa. Tesis Licenciatura. CICIMAR-IPN. México.

- Ciurcina, P. & K.S. Chung. 1983. Efectos de la temperatura ambiental y la temperatura de aclimatación sobre la tolerancia térmica en ejemplares juveniles de lisa *Mugil curema*, Bol. Inst. Oceanogr., Univ. Oriente, 22 (1/2): 35-42.
- Cury, P., & C. Roy. 1989. Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 46: 670-680.
- Cushing, D. H. 1975. Marine Ecology and Fisheries. Cambridge University Press.
- Ditty J.G. & R.F. Shaw. 1996. Spatial and temporal distribution of larval Striped Mullet (*Mugil cephalus*) and White Mullet (*M. curema*, Family: Mugilidae) in the northern Gulf of Mexico, with notes on Mountain Mullet, *Agnostomus monticola*. Bulletin of Marine Science, 59 (2): 271 - 288.
- Ferrer-Montaña, O.J. 1994. Recruitment of White Mullet in Lake Maracaibo, Venezuela. North Am. J. Fish. Management, 14: 516-521.
- Fischer, W. & F. Krupp. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental, Roma, FAO. III: 1201-1813.
- Folkvord, A. & J. R. Hunter. 1986. Size-Specific vulnerability of northern anchovy, *Engraulis mordax*, larvae to predation by fishes. Fishery Bulletin: Vol. 84, No.4, 859-869.
- Fortier, L. & C. Quiñonez-Velázquez. 1998. Dependence of survival on growth in larval pollock *Pollachius virens* and haddock *Melanogrammus aeglefinus*: a field study based on individual hatchdates. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol.174: 1-12.

- Gluyas-Millan, M. G., M. Castonguay & C. Quiñonez-Velázquez. 1998. Growth of juvenile Pacific mackerel, *Scomber japonicus* in the Gulf of California. *SCI. MAR.*,62 (3): 225-231.
- González-Acosta, A. 1998. Ecología de la comunidad de peces asociada al manglar del estero El Conchalito, Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. CICIMAR. 126.
- Gulland, J. A. 1965. Survival of the youngest stages of fish, and its relation to year class strength. *ICNAF Spec. Bull.*, 6:363-371.
- Hammann, G. & J. A. Rosales- Casian. 1989. Taxonomía y estructura de peces del estero de Punta Banda y Bahía de Todos Santos, Baja California, México.153- 152. En: Rosa-Vélez, J. & F. González- Farías (Eds.) Temas de oceanografía biológica en México. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada. 337.
- Hederström, H. 1759. R4n om Fiskars Older. *Handl. Kungl. Vetenskapsakademin* (Stockholm), Vol. XX: 222-229. In *Inst. Freshwater Research Drottingholm*, 1959:11-14.
- Hjort, J. 1914. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer*, 20:1-228.
- Holden, M. J. & D. F. S. R. Raitt. 1975. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. *Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2*, FAO.
- Houde, E. D. 1987. Fish early life dynamics and recruitment variability. *Am. Fish. Soc. Symp.* 2:17-29.

- Jones, C. 1986. Determining age of larval fish with the otolith increment technique. Fish. Bull. U. S. 84: 91-103.
- Lagler, K. F., J.E. Bardach, R. R. Miller, & D. R. May-Passino. 1984. Ictiología. AGT Editor. S. A. México. 489p.
- Larrañeta, M.G. 1996. Ecología de la Relación *Stock*-Relutamiento en los Peces Marinos. *Oceánides*, 11(2): 55-187.
- Li, Ch., S. Xueshen, Y. Feng, Y. Chunwu & H. Ruidong. 1993. Daily growth increments in otoliths of mullet larva, *Mugil so-iuy* Basilewsky and determination from field-collected ones. *Ocean. Limnol. Sinica*, 24(4): 345-349.
- Lozano-Cabo, F. 1978. Oceanografía, Biología Marina y Pesca. Tomo II Cuarta parte: La flora y la fauna Marinas. Paraninfo. Madrid. 391p.
- MacCall, A. D. 1990. Dinamic Geography of Marine Fish Populations. Univerity of Washington Press. 153p.
- Marin-Espinoza, B. J. 1996. Transport et recrutement du muge argenté, *Mugil curema*, dans une lagune côtière tropicale. Tesis de Doctorado. Universidad Laval, Quebec, Can. 120 p.
- May, R. C. 1974. Larval mortality in marine fishes and the critical period concept, p. 3-19. In: The early life history of fish. J. H. S. Blaxter (ed.) Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- McDowall, R. M. 1988. DIADROMY IN FISHES Migration between Freshwater and Marine Environments. Timber Press. Portland, Oregon. 308p.

- Methot, R.D. 1983. Seasonal variation in survival of larval Northern Anchovy, *Engraulis mordax*, estimated from the age distribution of juveniles. Fish. Bull. 81(4). U.S.A.
- Morales, B., E.T. & H. Cabrera-Muro. 1982. Aplicación de un modelo numérico unidimensional a la Ensenada de La Paz, B.C.S. Ciencias Marinas 2(8): 69-89.
- Odum, W. E. 1972. Utilization of the direct grazing and plant detritus food chains by the striped mullet, *Mugil cephalus*. pp. 222-240. In: Marine Food Chains. J.H. Steele (ed.). Univ. Calif. Press. Berkeley.
- Pannella, G. 1971. Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns. Science, New York 173: 1124 - 1127.
- Powles, H. 1981. Distribution and movements of neustonic young of estuarine dependent (*Mugil spp.*, *Pomatomus saltratrix*) and estuarine independent (*Coryphaena spp.*) fishes off the southeastern united states. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. explor. Mer., 178: 207-209.
- Quiñonez-Velázquez C. 1997. Survie relative et trajectoires de croissance de la ponte à la métamorphose chez la goberge *Pollachius virens* et l'aglefin *Melanogrammus aeglefinus* du Plateau Néo-Ecossais. Thèse Doctorat, Université Laval, Canadá. 136 p.
- Quiñonez-Velázquez, C. 1999. Age validation and growth of larval and juvenile haddock, *Melanogrammus aeglefinus*, and pollock, *Pollachius virens*, on the Scotian Shelf. Fish. Bull. 97: 306-319.
- Radtko, R. L. 1984. Formation and Structural Composition of Larval Striped Mullet Otoliths. Transactions of the American Fisheries Society. 113: 186-191.

- Reibisch, J. 1899. Über die Eizahl de Pleuronectes platessa und die Alterbestimmung dieser form aus den Otolithen. Wiss. Merres. Ab. Kiel [N.F.] 4:231-248.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of the biological statistics of fish population. J. Fish. Res. Board Can. 191: 203-233.
- Ricker, W. E. 1979. Grow Rates and Models, 678-744. In: Fish Phisiology. Vol. VIII, W.S. Hoar, D.J. Randall & J.R. Brett (eds.).
- Salem, S.A. & S.Z. Mohammad. 1983. Studies on *Mugil semeli* and *Mugil capito* in Lake Timsah. I. Age and growth. Bull. Institute Ocean. Fish., ARE, 8(1): 31-64.
- Saucedo-Barron, J. & C. Ramírez-Rodríguez, 1994. Peces de importancia comercial en el sur del estado de Sinaloa, México (Pesca artesanal). Inv. Mar. CICIMAR. 9(1):51-54.
- Shepherd, J.G., & D. H. Cushing. 1980. A mechanism for density-dependent survival of larval fish as the basis of a stock-recruitment relationship. J. Cons. int. Explor., Mer, 1980. 39: p. 160-167.
- Sparre, P. & S. V. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca No. 306.1 Rev.1., 440 pp.
- StatSoft, Inc. 1995. STATISTICA for Windows [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 2325 East 13th Street, Tulsa, OK 74104, (918) 583-4149, fax: (918) 583-4376.
- Stevenson, D.K. & S.E. Campana [ed.]. 1992. Otolith microstructure examination and analysis. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 117-126.

- Suthers, I. M. & S. Sundby. 1993. Dispersal and growth of pelagic juvenile Arcto-Norwegian cod (*Gadus morhua*) inferred from otolith microstructure and water temperature. ICES J. Mar. Sci. 50: 261-270.
- Victor, B. C. 1983. Recruitment and population dynamics of a coral reef fish. Science 219: 419-420.
- Wild, A. & T. J. Foreman. 1980. The relationship between otolith increments and time for yellowfin and skipjack tuna marked with tetracycline. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. 17: 509-597.
- Wright, P.J., & M.C. Bailey. 1996. Timing of hatching in *Ammodytes marinus* from Shetland waters and its significance to early growth and survivorship. Marine Biology. 126: 143-152.
- Yáñez-Arancibia, A. 1976. Observaciones sobre *Mugil curema* Valenciennes en áreas naturales de crianza, México. Alimentación, crecimiento, madurez y relaciones ecológicas. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nac. Autón. México, 3 (1): 92-124.
- Yoklavich, M. M., & K. M. Bailey. 1990. Hatching period, growth and survival of young walleye pollock *Theragra chalcogramma* as determined from otolith analysis. Mar. Ecol. Prog. Ser. 64: 13-23.
- Zweifel, J.R. & R. Lasker. 1976. Prehatch and Posthatch Growth of Fishes- A General Model. Fishery Bulletin: Vol. 74, No. 3, 609-621.