



UNIVERSIDAD DE COLIMA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

POSGRADO INTERINSTITUCIONAL EN CIENCIAS PECUARIAS

ESTUDIO SOBRE EL CRECIMIENTO Y ASPECTOS REPRODUCTIVOS
DE LA LEBRANCHA *Mugil curema* Cuvier y Valenciennes, 1836,
EN LA LAGUNA DE CUYUTLAN, COLIMA.

TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS PECUARIAS
PRESENTA:

Esther Guadalupe Cabral Solís

TUTOR
Dr. Ana Laura Ibáñez Aguirre

PICP

Manzanillo, Colima, México.

junio de 1999.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Colima y la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por la oportunidad que me brindó para estudiar la Maestría en Ciencias Pecuarias.

Un reconocimiento para el Dr. Miguel Angel Galina Hidalgo y al M. en C. Alfredo González Becerril por su tenaz labor en favor de la ciencia y la superación académica.

A CONACyT por su apoyo económico para realizar mis estudios y al Instituto Nacional de la Pesca por brindarme el tiempo necesario.

Al Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo por las facilidades para la realización de mis estudios y por permitirme utilizar y procesar la información producto de las muestras de campo, a fin de elaborar este trabajo.

A los pescadores de las Sociedades Cooperativas de Miguel Sandoval y CTM-Manzanillo por permitirme pacientemente hacer los muestreos, un agradecimiento muy especial al LARM Enrique Trejo Orendain quien colaboró en los muestreos de campo.

A la Dra. Ana Laura Ibáñez Aguirre, directora de tesis, por sus consejos y atenciones.

Al Comité tutorial: Dr Arturo Ruíz Luna, Dr. Xavier Chiappa Carrara y Dra. Alicia Jiménez Ramón por sus valiosas aportaciones y orientaciones.

Así mismo a quienes revisaron el manuscrito y lo enriquecieron con sus observaciones y correcciones cM. en C. Mirna E. Cruz Romero quien también me apoyó en la lectura de las escamas, cM. en C. Martín Salgado Mejía y M.en C. Heriberto Santana Hernández.

Un agradecimiento muy especial a la M en C. Elaine Espino Barr que en todo momento me brindó asesorías, orientaciones y apoyo constante, infinitas gracias.

A todos mis compañeros del CRIP-Manzanillo, que siempre me brindaron su apoyo y orientaciones.

DEDICATORIA

A mi hijo Eder Iván mi razón de ser, por su paciencia y apoyo.

A mis padres Raquel † y Fortino † por sembrar en mí el espíritu de superación.

A mi hermana y hermanos, y a toda mi familia por su aliento para seguir siempre adelante.

A mis tíos por estar siempre.

*"Al amor que no destruye, sino fortalece
Raíz fundamental de mis acciones"*

1.- RESUMEN

Se estudió la dinámica de la población de *Mugil curema* en la laguna de Cuyutlán, Colima. Se analizan aspectos relacionados con: la forma (1); edad y crecimiento (2); reproducción (3); indicadores morfofisiológicos de la condición de los peces (4) y mortalidad total (5). Se llevó a cabo un muestreo anual con periodicidad mensual, tomando los ejemplares de las capturas comerciales desembarcadas en las Sociedades Cooperativas Miguel Sandoval y CTM-Manzanillo de la laguna de Cuyutlán. Se obtuvo mensualmente una muestra representativa de estos organismos. Se registraron las medidas morfométricas, el peso y se extrajeron las escamas. Posteriormente, los ejemplares se disectaron con el objeto de identificar el sexo y determinar su estadio de madurez sexual, obtener los diversos pesos (eviscerados, vísceras, gónadas e hígado). Para el análisis de la forma y el crecimiento relativo se empleó la ley de alometría de Teissier (1948), se obtuvo la relación talla vs. peso entero por medio del modelo multiplicativo. Se determinó la variación mensual del factor de condición para peso entero y peso eviscerado. La determinación de la edad se llevó a cabo a través del análisis de la de frecuencia de tallas (Bhattacharya, 1967 y ELEFAN contenido en el FISAT) así como por medio de la lectura de escamas. Las constantes de la ecuación del crecimiento de von Bertalanffy, se calcularon a través de los métodos propuestos por Ford (1933) y Walford (1946). Se determinó la variación mensual de los estadios de desarrollo gonádico. Se obtuvo la relación de talla y peso vs fecundidad. Se analizó la variación mensual del índice gonadosomático y el índice hepatosomático mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Zar 1996). Se estimó la mortalidad total por medio del método de la curva de captura convertida a tallas, la mortalidad natural por medio del método de Taylor y mortalidad por pesca. En relación a los temas antes mencionados los resultados más importantes son (1) Estudio de la forma: en *M. curema*, la longitud total (cm) sobre las variables morfométricas determinadas presentaron una alta correlación, las diferencias estadísticamente significativas entre el valor de la pendiente $b=1$ y las pendientes resultantes de estas regresiones se determinaron mediante una prueba t, se presentaron en la longitud a la primera dorsal, longitud a la preanal, altura máxima, altura mínima, longitud cefálica, el grosor en altura máxima y diámetro ocular que presentó el coeficiente de determinación más bajo y la diferencia significativa más grande lo que supone un mayor grado de error, posteriormente se analizó el crecimiento relativo (2) Edad y crecimiento: a través de la lectura de los anillos de crecimiento de las escamas se pudieron obtener seis grupos de edad. El crecimiento en longitud de la especie es mayor durante los meses de abril y mayo. El menor incremento marginal coincidió con la época de presencia del mayor número de organismos que presentaron madurez gonádica. Se calcularon las constantes del crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy. Los parámetros del crecimiento obtenidos son los siguientes: $L_{\infty} = 35.89$ cm, $W_{\infty} = 486.67$ g, $k=0.2152$, $t_0 = - 0.55$. La longevidad ó edad límite $A_{(0.95)} = 18.62$ años. (3) Reproducción: el desove se presentó durante casi todo el año con un fuerte pulso en julio y agosto y otro menor en enero y febrero, las hembras alcanzan la madurez sexual entre los 27.1 y 28.0 cm que corresponden a una edad de 6 años. La fecundidad absoluta calculada para la especie estuvo dentro del intervalo de 302 542 a 408 066 ovocitos, para hembras de entre 26.7 a 30.5 cm de talla, la maduración de la gónada femenina se inició en julio y alcanzó sus mayores valores en agosto y febrero. (4) Índices morfofisiológicos: Los valores del índice gonadosomático presentaron su mayor intervalo de variabilidad en los meses de agosto y febrero coincidiendo con los picos de desove, los valores más altos presentados por el índice hepatosomático fueron en el mes de julio que coinciden con el mayor número de organismos muestreados en fase de desove, el factor de condición y el índice hepatosomático tienen una relación estrecha con el periodo de desove. (5) Mortalidad: el valor de la mortalidad total fue de 0.80, la mortalidad natural de 0.22 y mortalidad por pesca calculado 0.58.

2.- INTRODUCCIÓN

Los cuerpos de agua litorales semiprotegidos como bahías y lagunas costeras, constituyen ecosistemas importantes, tanto desde el punto de vista biológico como económico, principalmente porque gran diversidad de especies encuentran en estos ecosistemas un hábitat óptimo, alimento en abundancia y protección contra sus depredadores (Juárez, 1985).

En México se tiene un registro de 124 lagunas costeras (Contreras, 1985) las cuales son definidas como depresiones de la zona costera por debajo del promedio mayor de las mareas más altas teniendo una comunicación con el mar permanente o efímera, pero protegida de las fuerzas del mar por algún tipo de barrera (Yáñez-Arancibia, 1986). Conjuntamente con los esteros abarcan una superficie total de aproximadamente 1'567 300 hectáreas en ambas costas tanto del Golfo de México como del Pacífico mexicano (Yáñez-Arancibia, 1977).

La lisa y la lebrancha o liseta, representan un recurso de consumo tradicional, tanto en las costas del Golfo de México como en la costa del Pacífico, constituyendo así un constante renglón en los registros estadísticos de captura. De origen netamente artesanal, la pesquería de lisa significa para el Pacífico mexicano una producción que ha oscilado entre las 3 y 9 mil toneladas anuales en años recientes (1982-1997), debiendo señalarse que los registros engloban por lo menos las especies *Mugil curema* y *M. cephalus* que son las más comunes en estas costas mexicanas (SEMARNAP, 1998).

La producción de lisa en el Pacífico, con relación a la captura nacional, ha fluctuado entre el 30 y 50% durante el periodo antes señalado. El renglón económico no representa grandes ingresos por ser una especie de bajo valor comercial (actualmente se cotiza a \$5.00 ó \$6.00 por kilogramo en playa). Sin embargo, junto con otras especies de escama, su extracción genera una actividad importante en las comunidades ribereñas.

La laguna de Cuyutlán es una de las más importantes fuentes de recursos pesqueros en el estado de Colima, además de representar para las especies marinas que ingresan a la laguna áreas de crianza, protección y reproducción. Entre las especies de mayor extracción a nivel comercial en este ecosistema, se tiene a la mojarra (*Gerres cinereus*), lisa y lebrancha (*Mugil cephalus* y *M. curema*), cuatete (*Arius seemanii*), jaiba (*Callinectes* spp.) y camarón (*Litopenaeus californiensis* y *L. vannamei*). Estas especies dependen directamente de la capacidad de entrada de agua marina que las transporta, así como de la supervivencia una vez que penetran en la laguna (Salgado *et al.*, 1994).

Conocida comúnmente como lisa, liseta, lebrancha, *Mugil curema* es capturada en la Laguna de Cuyutlán, mediante el uso del arte de pesca conocida como red agallera y atarraya, actualmente con una abertura de luz de malla de 2 ¼ y/ó 2 ½ pulgadas.

La pesca se desarrolla en embarcaciones menores provistas con motor fuera de borda construidas de madera o fibra de vidrio de 5 a 6 m de eslora por 1.20 m de manga. También se utiliza la atarraya para la captura, a pie de playa.

La laguna de Cuyutlán es un cuerpo de agua con dos comunicaciones artificiales con el medio marino. Ha estado sujeta a modificaciones por el hombre tales como un terraplén para el tendido de la vía de ferrocarril, obra que además de fraccionar seriamente la laguna, contribuyó a incrementar el azolve y contaminación. En 1937 se construyó el túnel de comunicación con la Bahía de Manzanillo, que resultó insuficiente para resolver el problema de aporte de agua marina (Zárate *et al.*, 1994).

Posteriormente, con el propósito de resolver los requerimientos de un gasto de agua aproximado de 50 m³/seg para enfriamiento de las turbinas de la Planta Termoeléctrica Manzanillo, la Comisión Federal de Electricidad construyó el Canal de Ventanas. Aunado a esto, se colocaron en gran parte de la laguna, 38 bases de concreto para ubicar las torres eléctricas, las cuales constituyen hoy día un obstáculo para la circulación del agua. En 1980, con el proyecto de ampliar el Puerto Interior de Manzanillo, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes construyó un terraplén

sobre la Laguna para que sirviera de base a la tubería de dragado, con lo cual, nuevamente el cuerpo de agua sufrió otra división, un tercio de la laguna se encuentra dividida por un oleoducto que conduce combustible de un extremo de la laguna a la planta termoeléctrica situada en la barra (Zárate *et al.*, 1994).

En 1989, la Secretaría de Pesca (SEPESCA) inició la construcción de un canal de intercomunicación en Tepalcates con el fin de rehabilitar la laguna, dicho canal así como los canales interiores se encuentran en proceso de construcción (Zárate *et al.*, 1994). Estas obras han influido directamente en la modificaciones físicas, geomorfológicas, biológicas y ecológicas por lo que es necesario realizar constantemente estudios de dinámica poblacional en el embalse.

Con la finalidad de conservar, preservar e inducir un aprovechamiento racional de las poblaciones de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas que habitan y se desarrollan temporal o permanentemente en las aguas de jurisdicción federal de todo el país, la entonces SEPESCA, basándose en la evidencia científica proporcionada por el Instituto Nacional de la Pesca (INP), determinó períodos y zonas de veda para la captura de estos recursos publicándose en el Diario Oficial del 12 de marzo de 1990 (TABLA 1).

TABLA 1 Período de veda de *M. curema* y *M. cephalus* en el área.

ESPECIE	PERIODO DE VEDA	LUZ DE MALLA	TALLA MINIMA DE CAPTURA
<i>Mugil curema</i>	15 de mayo a 15 de julio	2 3/4"	26 cm
<i>Mugil cephalus</i>	1º de noviembre a 31 de diciembre	3 1/2"	30 cm

Fuente: Diario Oficial de la Federación del 12 de marzo de 1990.

Esta medida de regulación de los recursos pesqueros en ocasiones no cubre todas las expectativas deseadas, ello lo muestra el Diagnóstico de la Pesquería de la lisa (*Mugil*

cephalus) en Sinaloa, en donde se concluye que la especie presenta signos de sobre-explotación que coinciden con la disminución en su producción durante los últimos años en dicho estado (Briones, 1992).

La laguna de Cuyutlán en Colima, la de mayor extensión en el estado, soporta una extracción anual, principalmente de lebrancha, del orden de las 20 a las 100 toneladas, cantidades que representan una proporción del 0.29 al 2.55 % con respecto a la producción del Pacífico (SEMARNAP, 1998).

El interés de llevar a cabo un estudio sobre *Mugil curema* (Familia Mugilidae) se origina, por un lado, de la demanda que tiene como producto para consumo humano y carnada, y por otro, de la necesidad de cubrir diversos aspectos de su biología que aún son desconocidos, considerando también que su hábitat es un ecosistema sometido a diversas alteraciones ambientales. Actualmente, este sistema es objeto de un proyecto de ordenamiento, cuyos resultados permitirán un mejor manejo y aprovechamiento de este y otros recursos.

En dicho programa de ordenamiento (Ordenamiento Pesquero de la laguna de Cuyutlán), que se lleva a cabo en el Centro Regional de Investigación Pesquera en Manzanillo (CRIP-Manzanillo), se tiene como objetivo principal el establecer el patrón de sistematización de las pesquerías que se llevan a cabo en la laguna. El estudio sobre crecimiento y aspectos reproductivos de la lebrancha (especie de importancia comercial) en dicha laguna, coadyuvará a esto; además, existe interés del Sector Productivo de este puerto con el objeto de un aprovechamiento integral de la lebrancha.

En general, la producción pesquera en esta laguna presenta una tendencia aparentemente cíclica, ya que la producción decae y luego se recupera. En los últimos 16 años la captura de la lisa (*Mugil spp.*), que es una especie que se encuentra presente todo el año integra entre el 6 y el 31% de la captura total de la laguna.

Las modificaciones y alteraciones que se han hecho en el cuerpo de la laguna, han influido de alguna manera en el nicho ecológico de los organismos acuáticos existentes en la laguna, así como el uso de redes de luz de malla no reglamentaria. Por lo tanto este estudio sobre la edad, crecimiento y ciclo reproductivo de *M. curema* permitirá ratificar o rectificar el periodo de veda establecido en la región y así prevenir una situación crítica del recurso. Además de coadyuvar mediante los diversos procedimientos de determinación y validación de los métodos que aquí se describen, para posteriores estudios integrales de las diversas especies de interés comercial de la laguna o de la costa de Colima.

La información generada sobre el estudio biológico de la lebrancha junto al de otras especies, como la jaiba y el camarón se integrará para el establecimiento del ordenamiento pesquero de la laguna.

3.- OBJETIVOS

3.1.- GENERAL

Determinar la edad, el crecimiento y aspectos reproductivos de la lebrancha (*M. curema* Cuvier y Valenciennes 1836) en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México, para el período comprendido entre marzo de 1997 a febrero de 1998.

3.2.- PARTICULARES

1. Analizar la morfometría y el crecimiento relativo de *M. curema*.
2. Determinar los diferentes grupos de edad de *M. curema* por métodos directos e indirectos y obtener los parámetros del crecimiento.
3. Analizar el ciclo de madurez gonádica, la temporada de reproducción, la talla de primera madurez sexual y la fecundidad absoluta de la especie.
4. Determinar los índices gonadosomático y hepatosomático.
5. Determinar mortalidad total, natural y por pesca.

4.- REVISIÓN DE LITERATURA

Con respecto a su hábitat, alimentación y otros aspectos biológicos, así como a su potencial pesquero y comercial se han realizado los siguientes estudios de la especie:

Desde 1960, Berdegué (Ortega-Ojeda *et al.*, 1983) señaló que las lisas constituyen uno de los recursos pesqueros más importantes en el país, por su amplia distribución en ambas costas de nuestro país como en cuerpos de agua continentales, además de su aceptación en el mercado, esta opinión fue sustentada también por Carranza 1963 (Ortega-Ojeda *et al.*, 1983). Estas especies se localizan en el mar, lagunas costeras y esteros, y durante su desarrollo llegan a invadir aguas dulces, donde pueden permanecer hasta la época en que se aproxima el desove, pueden ser considerados como visitantes temporales sin olvidar que son propias de la región costera, ya que el desove de la lisa se realiza en el mar y no en el interior de la laguna (Ortega-Ojeda *et al.*, 1983).

Autores como Amezcua-Linares (1971) y Yañez-Arancibia (1978), registran la presencia de juveniles en sistemas costeros. Yañez-Arancibia (1976) menciona que *M. curema* utiliza las lagunas como áreas naturales de crianza y que la alimentación se basa principalmente en el detritus de sedimentos inorgánicos y algas filamentosas clorofíceas. Según Chávez (1982) *M. curema* en estudio realizado en la laguna de Cuyutlán se alimenta básicamente de detritus.

Ibáñez-Aguirre (1990 y 1993) contribuye al conocimiento de los ciclos de vida de *M. curema* y *M. cephalus*, así como la coexistencia de ambas especies en la costa lagunar del Golfo de México.

En el ámbito pesquero, el incremento de la población ribereña y la falta de recursos económicos para adquirir pescados y mariscos de precio elevado, que tradicionalmente se consumían, han obligado a una mayor diversificación de especies y productos

pesqueros que constituyen la dieta alimenticia con igual contenido proteico a menor costo, los cuales son aportados por los cuerpos de aguas continentales (Rodríguez-Guerrero *et al.*, 1986).

En el mercado, las lisas en especial la *M. cephalus* son apreciadas por sus productos de desove ("hueva") y la cantidad de carne que proporcionan como la *M. curema*, se puede incrementar su valor agregado es decir, no sólo ofrecer carne fresca o enhielada al consumidor sino también, ahumada o la hueva deshidratada para su conservación y mayor distribución y consumo (Kobelkowsky- Díaz, 1971).

Entre las investigaciones más importantes e nivel internacional se encuentran las siguientes: Dahl (1971) en un estudio realizado en Colombia reporta algunos datos sobre la alimentación de *Mugil curema* según la edad: cuando juveniles son carnívoros y cuando adultos hervíboros; también aporta datos sobre el crecimiento. Guitart (1975) señala que *M. curema* es una de las especies más importantes del género de las lisas en Cuba, por su abundancia.

Alvarez-Lajonchere (1974) aporta datos sobre la reproducción y las relaciones largo-peso de *Mugil curema* y señala la necesidad de tener en cuenta no sólo la localidad de procedencia de los individuos sometidos a estudio, sino su sexo y estadio de desarrollo sexual con vista a determinaciones que requieren un alto grado de precisión. Coincide con Bullock *et al.* (1992) no sólo para esta especie sino para cualquiera que se desee estudiar su edad crecimiento y reproducción. Benetti y Neto (1991) reportan resultados preliminares sobre la aceptación de alimento artificial en *M. curema* y *M. liza*, Vidy y Franc (1992) reportan la presencia de crías de lisa en las costas de Túnez.

Asimismo, Alvarez-Lajonchere (1976) realiza estudios con el fin de contribuir al ciclo de vida de *M. curema* y señala que la especie desova en la superficie, sobre aguas profundas, en mar abierto lejos de la costa y que la fertilización es externa descargando los productos sexuales en la superficie del agua. También marca la talla a la madurez sexual de 200 a 230 mm de longitud horquilla para los machos y las hembras

respectivamente, señala que la intensidad del desarrollo sexual se acentúa con el aumento del tamaño del pez, lo cual es característico de las especies de alta fecundidad y cita que se presentan dos épocas de desove, en verano de junio a agosto y en invierno de noviembre a enero. En Brasil, Cunningham y Paola (1983) y también Camargo y Miguez (1983) aportan datos referentes al ciclo de vida de *Mugil curema*.

Como antecedentes en el ámbito nacional, en el área correspondiente a la costa del Golfo de México, Reséndez-Medina (1970) capturó algunos especímenes de *M. curema* en la laguna de Tamiahua, Ver. y reporta datos biométricos de ellos, así como de las condiciones ambientales y fisicoquímicas en las cuales se capturaron. Describe la importancia comercial de esta especie mencionando que la misma, junto con *M. cephalus* constituyen el recurso pesquero número uno de la pesca de escama en la laguna.

García (1982) reporta los resultados de la Laguna Madre, Tamps., sobre las pesquerías de *Mugil curema* y *Mugil cephalus*, señalando que la talla de primera maduración sexual de *M. curema* es de 235 mm en machos y de 255 mm en hembras, cita también que la temporada de reproducción es de febrero a marzo y de diciembre a febrero. Para *M. cephalus* indica que las tallas de primera madurez sexual van de 332 mm para machos y de 374 mm para hembras.

Polanco *et al.* (1987) hacen un análisis de la producción de la lebrancha para el periodo de 1981-87 en el Pacífico y Golfo de México; Rodríguez-Guerrero *et al.*, (1986) manejan algunos datos estadísticos sobre producción y mencionan las medidas de regulación vigentes para la especie y *M. cephalus*.

Algunos parámetros de crecimiento y madurez fueron evaluados por Dueñas (1981) quien realizó un trabajo en Tamaulipas y aporta parámetros poblacionales de *M. curema*, señala que la talla de primera madurez es de 189 mm en machos y de 219 mm en hembras y que la época de desove es entre febrero y abril.

Orozco-Alvarez (1986) realiza un estudio poblacional de *M. curema* en la laguna de La Mancha, Ver., y reporta una fecundidad relativa de 11,245 ovocitos/g de gónada y una talla de primera madurez a los 260mm de longitud total, también señala que el desove se lleva a cabo en los meses de marzo a abril. Santa Cruz-Montes (1986) trata aspectos poblacionales de la especie *M. curema* en la laguna de Tampamachoco, Ver.

Los estudios más recientes en la Laguna de Tamiahua, Ver., han sido publicados por Ibáñez-Aguirre y Gallardo-Cabello (1996a), encontrando los parámetros de crecimiento siguientes: $L_{\infty} = 461.4$ mm, $W_{\infty} = 844.7$ g, $k = 0.14$ y $t_0 = -2.62$ para *M. curema*. En este estudio se determinaron seis grupos de edad, un periodo de reproducción de febrero a mayo, talla de desove de 181 y 208 mm para machos y hembras respectivamente, con un valor de mortalidad total de 0.85 y una mortalidad natural de 0.16.

En la Costa del Océano Pacífico Central, algunos de los primeros estudios sobre la lebrancha son reportados por Yáñez-Arancibia (1976), entre ellos los de Ramírez-Hernández y Arvizu (1965) y Ramírez-Hernández y Paez en el mismo año, señalan que la especie es muy abundante en la costa de Guerrero.

Yáñez-Arancibia (1976) aporta datos sobre la alimentación, crecimiento, madurez y relaciones ecológicas de *M. curema* en las costas de Guerrero y señala que la especie desova en el mar a los 2 años y medio de edad entre los meses de marzo a junio.

Ramos-Cruz (1985) hace la determinación de algunos parámetros poblacionales de la lebrancha para los estados de Oaxaca y Chiapas; entre otros resultados señala que en esa región, hay una continua actividad desovante durante todo el año, con un máximo durante mayo-junio, estima la longitud infinita (L_{∞}) y la constante de crecimiento (k) de acuerdo al modelo de von Bertalanffy.

Villaseñor-Talavera (1991) lleva a cabo un estudio en Nayarit y describe macroscópicamente a las gónadas de *M. curema*, diferencia 7 estadios de desarrollo

sexual, identifica 6 tipos de ovocitos, señala que el período reproductivo abarca de abril a julio y aprecia la relación que existe entre el desove y las concentraciones elevadas de oxígeno disuelto en el agua.

En Sinaloa, Amezcua-Linares (1971) realiza estudios sobre el crecimiento de *M. curema*. Específicamente para la laguna de Cuyutlán, Col., Baltierra (1988) determina los parámetros de crecimiento para esta especie empleando el modelo de von Bertalanffy y aspectos reproductivos.

De acuerdo a esta tabla la temporada de desove varía de acuerdo a la región y época donde se llevó a cabo el estudio.

Se han reportado épocas de desove, crecimiento, alimentación, inducción a la maduración gonádica con uso de hormonas sintéticas y naturales, y producción de crías en zonas estuarinas, lo que corrobora la importancia que tienen los mugílidos en México y en el mundo (Márquez, 1974; De Silva, 1980; Bardach *et al.*, 1986 y Shaegyun y Shuyan, 1989, entre otros).

Con base en la información sobre producción pesquera contenida en el anuario estadístico de SEMARNAP (1998) se encontró que las lisas, por ser especies con un amplio margen de adaptabilidad, distribución y sobre todo por su aceptación en el mercado han sido objeto de una explotación pesquera permanente. En la TABLA 3 se observa la producción que representa en la captura a lo largo de 16 años en el área del Pacífico mexicano.

En la TABLA 2 se muestran los periodos de desove determinados por varios autores.

TABLA 2 Periodos de desove de *M. curema* en México.

AUTOR	AÑO	ZONA	DESOLVE
Jacot (citado por Ibáñez-Aguirre 1995)	1920	Pacífico	mayo-junio
Yáñez-Arancibia	1976	Sistema Lagunar costero de Guerrero	marzo-junio
Viera-Muñoz	1979	San Patricio, Jalisco	de verano a principios de invierno
Vidaurri	1982	Laguna de Cuyutlán, Col.	agosto-septiembre
Ortega-Ojeda <i>et al.</i>	1983	Coyuca y Tres Palos, Guerrero	mediados de enero finales de febrero
Chávez	1985	Bahía de la Paz, B.C.S.	de primavera a primera mitad de verano
Baltierra	1988	Laguna de Cuyutlán, Col	de octubre a abril máximo enero.
Lucano	1991	Laguna costera de Agua Dulce, Jalisco	marzo a julio
Villaseñor-Talavera y Vega-González	1991	San Blas Nayarit	abril a julio
Rivera-Bernal	1981	Pueblo Viejo, Veracruz	marzo a abril
Ruíz-Durá	1985	Tamiahua, Veracruz	fines de marzo principios de abril
Cuervo	1993	Laguna de Tamiahua, Veracruz	Febrero a mayo
Alvarez-Lajonchere	1981	Complejo lagunar de Tunas de Zaza, Cuba	Dos épocas a mediados y fines del año.
Ibáñez-Aguirre	1995	Laguna de Tamiahua, Veracruz	Febrero a Junio

Con referencia particular a la zona de estudio, en la laguna de Cuyutlán, Col., la captura de lisa que incluye tanto *M. curema* como *M. cephalus*, en los avisos de arribo, ha representado una producción de hasta el 30% de la captura total en el estado de Colima (FIGURA 1). En esta figura la captura de lisa de la laguna de Cuyutlán se muestra con la escala de 0 a 100 t anuales (eje izquierdo) ; comparativamente la captura total de lisa en el estado se muestra en el otro eje (derecho) y su escala va de 0 a 800 t anuales.

TABLA 3 Serie histórica de Producción de lisa (toneladas).

AÑO	Producción Nacional (t)	Producción Pacífico (t)	Laguna de Cuyutlán, Col. (t)	Proporción %	
				Pacífico/Nal	Colima/Pacif
1982	13 087	9 505	73.3	72.6	0.8
1983	11 127	6 613	54.8	59.4	0.8
1984	12 407	5 817	82.9	46.9	1.4
1985	14 473	7 047	83.2	48.7	1.2
1986	14 147	8 428	38.7	59.6	0.5
1987	14 260	6 666	19.3	46.7	0.3
1988	13 947	5 080	19.4	36.4	0.4
1989	12 875	4 877	40.7	37.9	0.8
1990	12 573	3 786	64.5	30.1	1.7
1991	10 071	4 442	94.2	44.1	2.1
1992	10 279	3 738	92.1	36.4	2.5
1993	10 273	3 635	92.4	35.4	2.5
1994	9 623	3 835	48.4	39.9	1.3
1995	12 028	3 872	39.1	32.2	1.0
1996	12 131	3 640	45.9	30.0	1.3
1997	10 737	3 326	36.1	31.0	1.1

Fuente: SEMARNAP, 1998.

Debido a la importancia que representa en la producción pesquera total de la laguna esta especie, se propuso realizar el estudio actual en lo que se refiere a sus parámetros poblacionales y coadyuvar al establecimiento de las bases de un ordenamiento pesquero en la laguna de Cuyutlán.

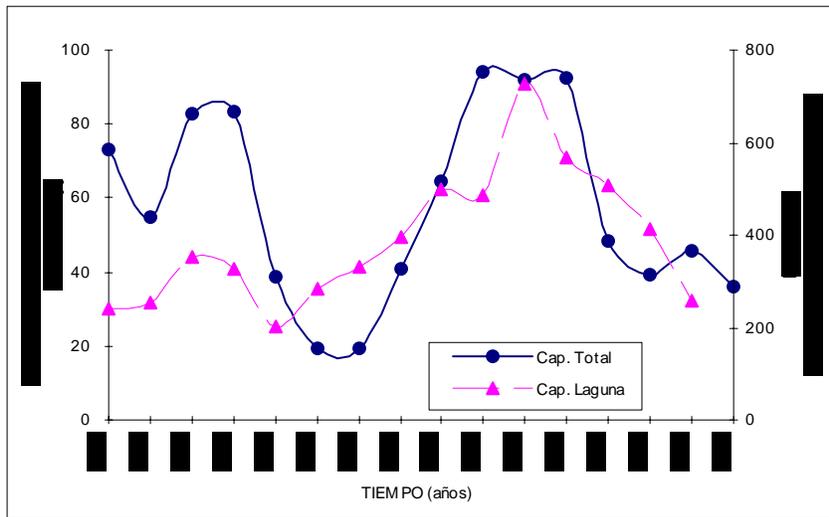


FIGURA 1 Comportamiento de la captura en toneladas de *M. curema* y *M. cephalus* con respecto a la captura total en toneladas en la laguna de Cuyutlán, Colima, en los últimos 16 años (Fuente: Delegación SEMARNAP, Colima)

5.- DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT

La lebrancha *M. curema* es una especie cosmopolita, principalmente americana, distribuyéndose desde Cabo Cod, E.U.A. hasta Brasil en el Atlántico y en el Pacífico desde Bahía Magdalena, Baja California, México hasta Brasil (Jordan y Everman 1896, citados por Ibáñez-Aguirre, 1995; Fischer *et al.*, 1995). Sin embargo, otros autores agregan a esta distribución la presencia de *M. curema* en la costa occidental de Africa (Álvarez-Lajonchere, 1976; Castro-Aguirre, 1978; Yáñez-Arancibia, 1978) (FIGURA 2).

En México, *M. curema* es muy abundante en la Laguna de Términos, Campeche y la Laguna Madre, Tamps., en el Golfo de México, mientras que en el Pacífico se localiza en la mayor parte de las bahías y lagunas costeras (Yáñez-Arancibia, 1976 y 1978).

M. curema es una especie eurihalina ya que se le encuentra en salinidades desde 0 a 38 ‰. También es resistente a la variación de la temperatura, ya que se encuentra desde 3 a 35° C (Bardach *et al.*, 1986). Las lebranchas son peces de talla pequeña a mediana, que se encuentran principalmente en zonas estuarinas y marinas, siempre costeras (Fischer *et al.* 1995). Sus tallas van de 25 a 45 cm promedio. Tienen una gran movilidad y realizan desplazamientos locales de mayor o menor amplitud. Tienen en conjunto una considerable importancia pesquera artesanal y como alimento para consumo humano son muy apreciadas en muchas localidades.

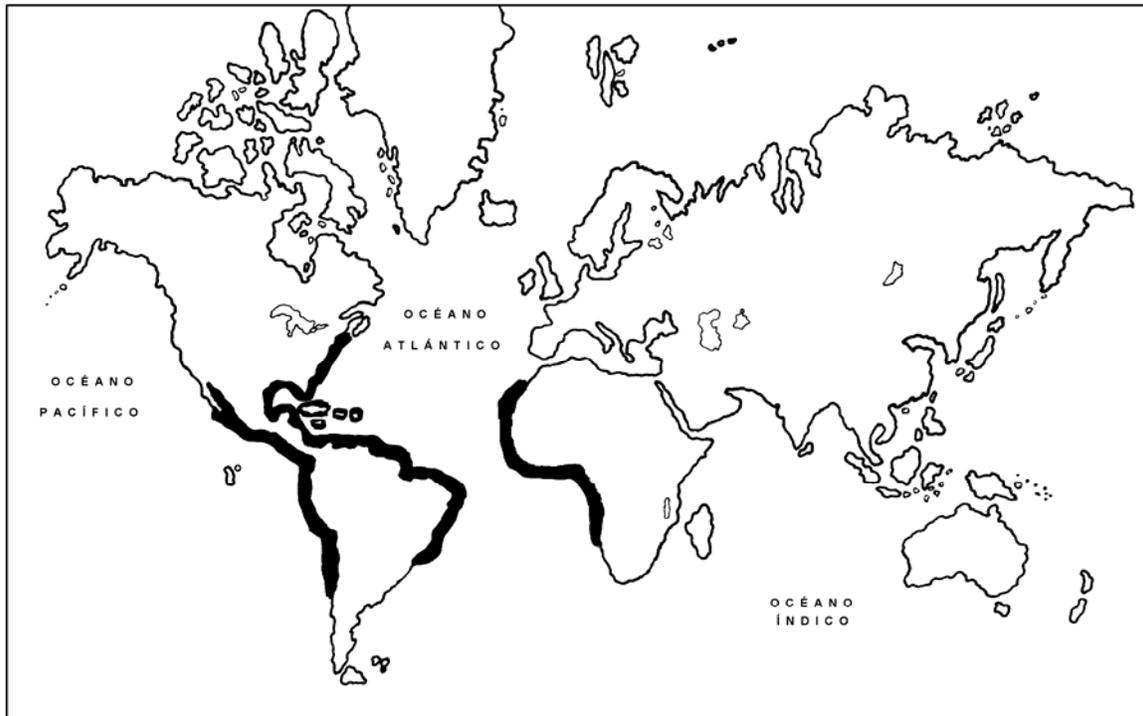


FIGURA 2 Distribución mundial de la lebrancha (*M. curema*). (modificado de Fischer *et al.*, 1995).

5.1.- POSICIÓN TAXONÓMICA DE *M. curema*

Se presenta la clasificación de *Mugil curema* Cuvier y Valenciennes, 1836, para las categorías taxonómicas desde Phylum hasta familia según Berra (1981). Para las categorías de género y especie se empleó la clasificación de Jordan y Everman, 1896 (citado por Ibáñez-Aguirre, 1995) y Fischer *et al.*, (1995) :

PHYLLUM	Chordata
SUB-PHYLLUM	Vertebrata
CLASE	Osteichthyes
SUBCLASE	Actinopterygii
SUPERORDEN	Acanthopterygii
ORDEN	Perciformes
SUBORDEN	Mugiloidei
FAMILIA	Mugilidae
GENERO	<i>Mugil</i> Linnaeus, 1758.
ESPECIE	<i>M. curema</i> Cuvier y Valenciennes, 1836.
NOMBRE COMUN:	Lebrancha, Lisa o lisa plateada.



FIGURA 3 *Mugil curema* (tomado de Espino-Barr *et al.*,1998).

5.2.- DIAGNÓISIS DE *Mugil curema*.

Según Yáñez-Arancibia (1978), es una especie de cuerpo oblongo y robusto, línea ventral más convexa que el dorso (FIGURA 3). Cabeza moderada, baja, suavemente comprimida, en general más alta que amplia, 3.5 a 4.3 en la longitud patrón; hocico corto y a menudo amplio 6.5 a 7.1 en la longitud cefálica; ojos de tamaño variable 3.8 a 4.5 en la cabeza con párpado adiposo en los adultos; el maxilar alcanza el margen anterior de la órbita, 4.0 a 4.7 en la longitud cefálica; dientes secundarios simples y en filas uniseriales o dispersos detrás de la fila principal y no presentes en la mandíbula inferior; mejillas con dos hileras de escamas. Altura máxima 3.8 a 4.4 en la longitud patrón. Escamas en una serie longitudinal 35 a 40. Branquiespinas muy numerosas sobre la rama inferior del primer arco, variando con la edad llegando hasta 65. Pectorales no sobrepasan el origen de la primera dorsal, 1.7 a 2.2 en la longitud cefálica. La segunda dorsal y anal escamadas.

Color: el dorso es pardo oscuro, sin rayas oscuras longitudinales en los flancos, vientre ligeramente plateado pálido. Aletas pélvicas y anal pálidas. El resto de las aletas oscuras; base y axila de las pectorales oscuras, opérculo plateado.

6.- ZONA DE ESTUDIO

La Laguna de Cuyutlán se localiza en el litoral del Océano Pacífico, en la planicie costera del Estado de Colima, entre los 103°57' y 104°19' Oeste y los 18°57' y 19°50' Norte, colindando al Norte con la Bahía de Manzanillo y al Sur con el Río Armería (FIGURA 4).

La laguna de Cuyutlán tiene una forma alargada que cubre una superficie cercana a las 7200 hectáreas (Contreras, 1985), corre a lo largo de la línea de costa y cuenta con una barra de 5 a 6 km de ancho. El eje mayor de la laguna está orientado de Sureste hacia Noroeste con aproximadamente 32 km de largo y está formada principalmente por cuatro cuerpos de agua: la Laguna Chica, Mediana, Grande y el Cuerpo de las Salinas.

La comunicación con el mar es a través del Canal de Ventanas en la parte Noroeste, un túnel construido por la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (SCOP) en 1937, ambos artificiales, que desembocan en la Bahía de Manzanillo y en la parte suroeste se realiza de manera natural, por la desembocadura del Río de Armería, actualmente azolvada (Zárate *et al.*, 1994).

El clima de la región es Awo(w), que significa cálido subhúmedo con lluvias en verano (García, 1973). El promedio mensual de la temperatura media varía en los meses de invierno de 19.3 a 17.5 °C (enero-febrero) y en los de verano o más cálidos de 33.9 a 34.2 °C (julio-agosto).

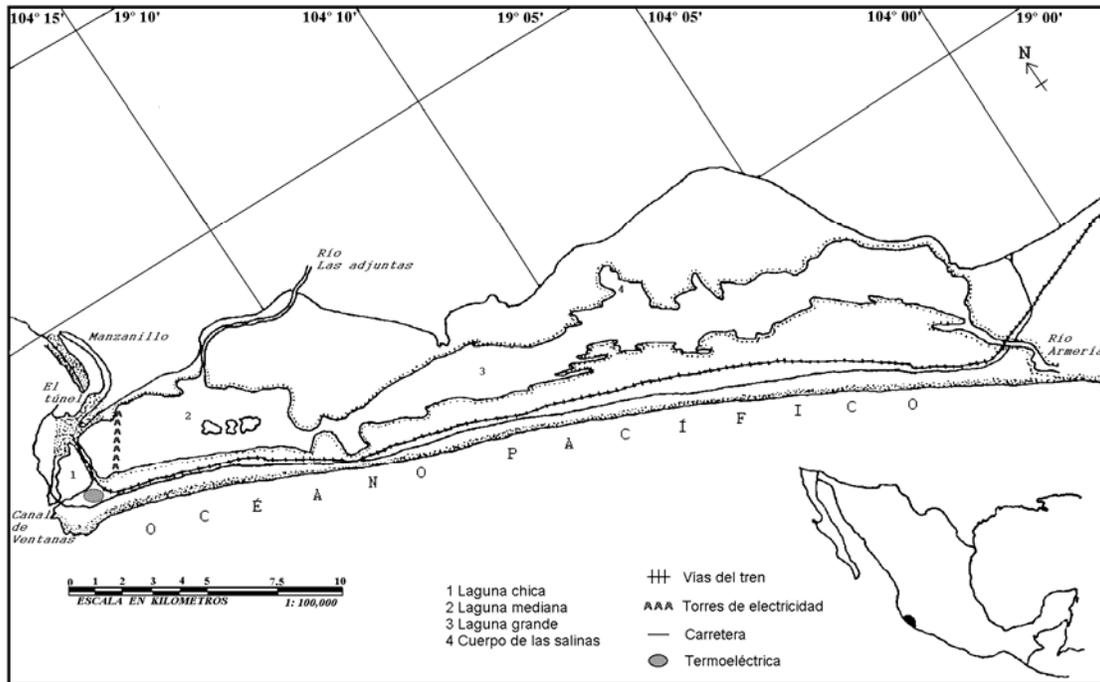


FIGURA 4 Localización de la laguna de Cuyutlán, Colima.

El ciclo de lluvias comprende de junio a octubre observándose su máximo en agosto y septiembre, decreciendo en octubre (Nuñez, 1981). La precipitación media anual es de 1050 mm. La precipitación media mensual que se ha registrado en un período de 10 años (1980-1990) en el mes de agosto es de 214.1 mm y en septiembre de 297.4 mm. El período de estiaje se presenta de diciembre a mayo, siendo el mes de abril el más seco, presentando un valor de 0.1 mm (Centro Meteorológico Nacional de Tacubaya, 1980-1990).

La laguna de Cuyutlán pertenece a la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur. Limita con el Eje Neovolcánico y con el Océano Pacífico. El lado Oeste del Sistema Lagunar de Cuyutlán (la zona continental), se encontraba sumergido durante la era Arcaica y surge hasta la era Paleozoica, formando parte de una faja continental unida a la Península de Baja California y las Islas Marías. Al finalizar este período vuelve a sumergirse hasta la era Mesozoica (SEDUE, 1980). La formación de la barrera que las

separa del mar se inició a partir de la estabilización del nivel del mar hace aproximadamente 5 000 años (Contreras, 1985).

De acuerdo a la clasificación tectónica de costas y a su origen geológico según Inman y Shepard (1971 y 1973, citado por respectivamente, Contreras, 1985), probablemente el origen de la laguna se debió a que la costa ha emergido continuamente a través de los años, y la forma y condiciones han ido variando a través del tiempo.

Los datos geológicos más recientes que se tienen del área muestran que la laguna no presentaba comunicación directa con el mar y probablemente mantenía una columna de agua dulce por los escurrimientos y filtraciones; el aporte de agua era escaso y la laguna estaba principalmente formada por llanuras de inundación, las cuales en temporadas de estiaje se encontraban semisecas (Contreras, 1985).

De acuerdo a la clasificación de Lankford (1977, citado por Contreras, 1985), la Laguna de Cuyutlán es del tipo III. Esta clasificación corresponde a su origen como Plataforma de Barrera Interna, que son depresiones inundadas en los márgenes internos del borde continental, al que rodean superficies terrígenas y al que protegen del mar barreras arenosas producidas por corrientes y olas (Zárate *et al.*, 1994).

7.- MATERIAL Y MÉTODOS

La información se recopiló durante el periodo comprendido de marzo de 1997 a febrero de 1998. El trabajo de campo se llevó a cabo con los organismos de lebrancha de las capturas comerciales desembarcadas en las Sociedades Cooperativas con permiso específico en la Laguna de Cuyutlán: "Miguel Sandoval" y "CTM- Manzanillo" que son los principales centros de acopio del producto extraído de la laguna. Se muestreó un promedio de 350 organismos la tercera semana de cada mes, midiendo con un ictiómetro convencional, la longitud total y la longitud estándar hasta 0.1 cm. También se registró el peso total con una balanza portátil, con precisión de 0.1 g.

El tamaño de muestra se determinó mediante la fórmula descrita por Daniel (1991):

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{d^2}$$

donde:

z = coeficiente de confiabilidad (en tabla para 95% con un $\alpha = 0.05 = 1.96$),
distribución normal

d = grado de exactitud

n = tamaño de muestra

σ^2 = varianza

Para determinar el margen de error permisible en el muestreo, se realizaron varias pruebas con diferentes valores de exactitud 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 y 0.5 cm de longitud como error permisible. Al tamaño de muestra estimado mensualmente, se le calculó la media, varianza y desviación estándar, lo mismo se hizo redondeando las medidas de longitud del organismo con diferentes exactitudes.

Después de determinar el tamaño de muestra con mínima varianza, se calculó el valor de la anomalía, que representa la diferencia entre el número de organismos muestreados y el tamaño de muestra calculado con mínima varianza.

Una muestra mensual de 50 individuos fue llevada al laboratorio y se le determinó los datos morfométricos y biológicos siguiendo las indicaciones de la FIGURA 5:

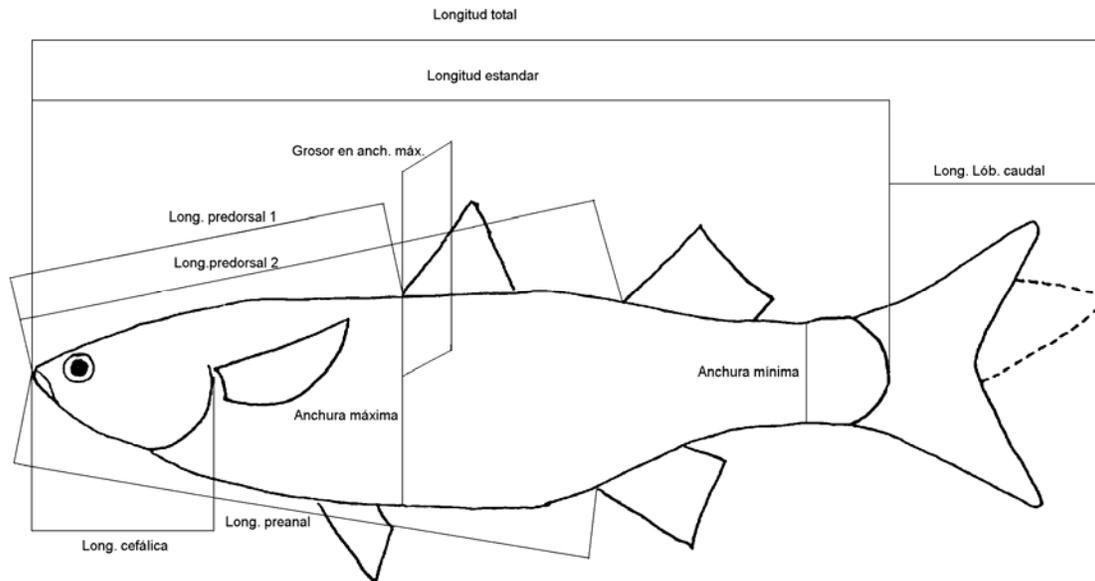


FIGURA 5 Medidas morfométricas tomadas a *M. curema* (tomado de Ibáñez-Aguirre, 1995).

Se midieron: longitud total, longitud estándar, longitud a la primera aleta dorsal, longitud a la segunda aleta dorsal, longitud a la aleta anal (cm) con la ayuda del ictiómetro.

Con vernier se midió: altura máxima, altura mínima, longitud cefálica, diámetro ocular, longitud aleta caudal, grosor en altura máxima, el ancho y largo del estómago (cm).

También se obtuvieron: peso entero, peso eviscerado, peso de las vísceras, peso de la gónada y peso del hígado (g).

Visualmente se determinó: sexo, estadio de madurez sexual y parásitos en el tracto digestivo.

7.1.- ANÁLISIS MORFOMÉTRICO

Con base en las medidas corporales se estimaron las relaciones entre las variables morfométricas regresiones lineales con los valores transformados a logaritmos de la longitud total (x) en relación a cada una de las medidas (y), empleando la ley de alometría de Teissier (Pérez-García e Ibáñez-Aguirre, 1992) y posteriormente se analizó el crecimiento relativo de la especie mediante el modelo:

$$y = a * x^b$$

donde:

x = longitud total (cm)

a = ordenada en el origen o factor de condición

b = pendiente o coeficiente de alometría

Se estableció una regresión de la relación talla-peso con una muestra de 579 individuos, la longitud total (cm) como variable independiente y el peso total (g) como variable dependiente mediante el modelo multiplicativo, con un intervalo de confianza del 95%, para analizar la curva de ajuste al modelo que guarda el peso del organismo con respecto a su longitud total y determinar su isometría ó alometría en sus diferentes tallas.

Los parámetros de esta relación longitud total-peso, describen el “estado” del individuo en cuanto a condición y alometría (Safran, 1992 y Rodríguez, 1992). Si el valor de la pendiente "b" es cercano a 3 (según Ehrhardt 1981, va de 2.8 a 3.2), indicará que existe crecimiento isométrico de la longitud total sobre el peso para la especie.

También se analizaron los valores residuales de esta regresión, los cuales indicaron la desviación de los datos observados con respecto a los puntos calculados en la regresión (Steel y Torrie, 1988).

Para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas en la relación talla-peso entre ambos sexos, se utilizaron los valores del factor de condición "a", calculados mensualmente, el cual ofrece una nueva oportunidad de entender su significado biológico en la relación talla-peso, para la validación de esta relación se aplicó la prueba t :

$$t = \frac{a_1 - a_{10}}{S} \sqrt{SC_x}$$

donde:

t = estadístico t

a_1 = Factor de condición de la especie

a_{10} = Factor de condición de machos y/o hembras

S = error típico de la regresión

SC_x = Suma de cuadrados

El cálculo del factor de condición se hizo para peso entero y peso eviscerado (Fulton 1902 y Clark 1928, ambos citados por Ibáñez-Aguirre, 1995), se graficaron y se calcularon su valor máximo, promedio y mínimo con un intervalo de confianza del 95% , con la finalidad de conocer la influencia del peso de la gónada y de las vísceras.

7.2.- EDAD Y CRECIMIENTO

Existe una relación entre la edad y la talla, si se conoce esta relación, la descomposición de una muestra de frecuencias de tallas se pueden convertir en grupos de edad (cohortes).

Hay varias técnicas para separar los grupos de tallas y convertirlos en grupos de edad, desde las técnicas llamadas “de lápiz y papel” (Petersen, Bhattacharya, Cassie, principalmente; citados en Holden y Raitt, 1975; Pereiro, 1982; Gulland, 1983; Gulland y Rosenberg, 1992; Sparre y Venema, 1995), hasta las que utilizan lotes cronológicos de distribuciones de frecuencias de talla como ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis), que rastrea la mejor curva de crecimiento a través de dichas distribuciones, por método iterativo (Pauly y David, 1980; Gayanilo *et al.*, 1993).

También para el cálculo de la edad se suelen utilizar las partes duras del cuerpo del pez, ya que el crecimiento diario marca anillos en estas estructuras óseas donde la composición química y apariencia del anillo depende de la cantidad de alimento disponible y por lo tanto son estacionales (Sparre y Venema, 1995).

7.2.1.- Distribución de frecuencias de tallas (Método indirecto)

Para determinar el grupo de edad para cada talla, se integró una base de datos con las longitudes totales (cm) de 4 492 organismos de *Mugil curema*. Se agruparon los datos mensualmente y se determinó su frecuencia de longitudes a fin de utilizarse el método indirecto para determinar edad y crecimiento. Se elaboraron los histogramas correspondientes, distribuyendo los organismos en clases de 0.5 cm (con este intervalo se observó mejor la distribución y la separación de las modas que con intervalo de 1 cm) y las gráficas se ordenaron cronológicamente.

En este trabajo se utilizaron los métodos de Bhattacharya y ELEFAN. En ambos análisis se utilizó el paquete FISAT (FAO- ICLARM Stock Assessment Tools). El método Bhattacharya consta de una parte gráfica mostrando el incremento de los logaritmos de las frecuencias contra las marcas de clase de cada intervalo, se traza una línea recta para cada moda que pasa por el origen cuando cambia la pendiente,

otra parte analítica separa los grupos modales de las distribuciones de frecuencia de talla y asigna un grupo de edad.

La rutina del ELEFAN, identifica las oscilaciones estacionales de un grupo de datos de frecuencias de tallas y por medio de las iteraciones que realiza el programa utilizando como un criterio el valor de R_n (que indica el cociente de la suma de los picos disponibles sobre la suma de los picos explicados), que indicará el mejor ajuste de la curva de crecimiento, con un valor de L_∞ y k (Gulland y Rosenberg, 1992).

Con el análisis de progresión modal (método de Bhattacharya) y la rutina ELEFAN, se obtuvieron los valores teóricos para cada grupo de edad, los cuales se utilizaron para obtener los parámetros del crecimiento utilizando el Método de Ford-Walford (Sparre y Venema, 1995).

7.2.2.- Lectura de escamas (Método directo)

La utilización de métodos directos para la determinación de grupos de edad y crecimiento de los peces se basan en el análisis de las partes duras de los peces (escamas, otolitos, vértebras, opérculos), mediante el recuento de las marcas o anillos de crecimiento que se forman a través del tiempo en estas estructuras. Así, entre otros están los trabajos de Heald y Griffiths (1967), Hedgepeth and Jolley (1983), Lee *et al.* (1983), Espino-Barr (1996), Schwartz (1983) y Chiappa-Carrara *et al.*, (1997).

La parte seleccionada en este estudio son las escamas, basado en los dos conceptos fundamentales citados por Ruiz-Durá y Arenas (1970) para demostrar que las escamas de la mayoría de las especies presentan anillos o marcas anuales y que las distancias de separación entre dichos anillos o marcas anuales guardan una relación directamente proporcional con el incremento en longitud del cuerpo del espécimen.

Oren (1981) refiere que en Mugílidos, la estructura más recomendada para la obtención de la edad, son las escamas.

Para la lectura de escamas y los anillos de crecimiento como un indicador de crecimiento, se siguieron los criterios citados por Espino-Barr (1996), ya que dichas marcas o anillos se forman en estas estructuras, debido a cambios en la tasa de crecimiento a lo largo del año. Dichas marcas deben asociarse a periodos regulares, con reservas para los peces marinos tropicales, ya que pueden deberse a variaciones de factores tan diversos como el genético, fisiológico y ambiental entre otros.

Según Manooch (1987), dichas marcas no parecen tener relación con la temperatura en particular, como sucedería en latitudes templadas, por lo que es necesario validar y evaluar dicho carácter periódico.

Sin embargo Fowler (1990) opina que la influencia de los cambios de temperatura son determinantes en peces de arrecife. En Baja California Sur, Rocha y Gómez (1993) validaron el uso de otolitos y relacionaron la formación de *annulus* con el periodo de actividad reproductiva del huachinango, *Lutjanus peru*. Pawson (1989) utilizó el peso del otolito para determinar la edad del pez.

Lux (1971) hizo hincapié en lo sencillo pero laborioso que resulta usar escamas para contar marcas o anillos. Las escamas se forman cuando el pez recién eclosionado completa sus estadios larvales y rápidamente cubren el cuerpo, a manera de abrigo protector (Lagler *et al.*, 1984).

El crecimiento de la escama principia en el centro o foco y avanza hacia afuera, alrededor del foco. La parte anterior o margen embebida en la dermis crece con más rapidez. Delgados bordes llamados *circuli* se agregan en un patrón circular alrededor del foco, conforme el crecimiento progresa. Anualmente se agrega un número elevado de *circuli*, en algunos casos diariamente (Lagler *et al.* 1984).

Con un patrón anual, la fijación del *annulus* o anillo varía, de tal manera que en cierta época del año se detiene el crecimiento pero sigue agregándose el material de la

escama con una tasa menor de depósito; esto produce una franja gruesa, oscura o clara según la forma en que incide la luz en el objeto, hasta que se reinicia el crecimiento normal (Heald y Griffiths, 1967).

El crecimiento de la escama se considera proporcional al tamaño del pez, por lo que se pueden utilizar métodos de retrocálculo en la determinación de edades anteriores, si se demuestra la validez de dicha proporcionalidad (Bartlett *et al.*, 1984).

Para el presente trabajo, las escamas fueron obtenidas de la parte superior de la línea lateral a la altura de la primera aleta dorsal de ambos lados, aproximadamente 30 escamas en total, ya que en esta área se considera que existen las escamas más representativas (Ehrhardt 1981). Se seleccionaron las escamas que fueran factibles de leer y se desecharon las escamas de reposición o foco falso.

Se analizaron las escamas de 549 organismos de *M. curema*, éstas se lavaron previamente con solución jabonosa con un cepillo de cerdas suaves, se enjuagaron y secaron, se montaron ocho escamas por individuo en un portaobjetos cubierto con otro, unidos fuertemente con cinta adhesiva y provistos con la etiqueta de identificación del número del organismo y mes de muestreo. La lectura se hizo con un Microproyector Ken-A-Vision Modelo Tech A-II con el objetivo 16 mm KAV, por ser el que mejor se ajustó al tamaño de la escama. El objetivo amplifica 30x la escama.

Se proyectó la escama sobre una papeleta especialmente marcada para señalar cada anillo o marca considerados desde el foco de la escama al borde de la misma, la lectura fue realizada por dos personas por separado, utilizando cuatro escamas al azar de cada portaobjetos por persona, es decir ocho lecturas que se promediaron. Cuando no se coincidía en el número y distancia de las marcas se leyeron nuevamente por separado luego se comparaban, y si no existía acuerdo se desechaba el portaobjetos y se procedía a la lectura de otras escamas de otro organismo.

Para la validación de la lectura de escamas se determinó primeramente la existencia de una relación entre la longitud del radio máximo de la escama (cm proyectados) con respecto a la longitud total (cm) de cada individuo.

La distancia del último anillo al borde de la escama, llamado incremento marginal se analizó con datos de cada individuo, se graficó el valor máximo, promedio y mínimo mensualmente con un intervalo de confianza del 95% a través del año de muestreo. Para determinar el mes en que se dio el menor incremento marginal. Se realizó un análisis de varianza por medio de los intervalos múltiples (Mendenhal, 1987).

Se utilizó la ecuación modificada de Lee (1920, citado por Bartlett *et al.*, 1984) para determinar mediante el retrocálculo la longitud total del pez a cada uno de los anillos proyectados.

$$L_n = \left(\frac{R_n * L_t - C}{R_t} \right) + C$$

donde:

R_n = el radio de la escama en cualquier anillo,

R_t = el radio total de la escama a la captura del pez,

L_n = longitud total del pez con radio "n"

L_t = la longitud total del pez cuando se captura.

C = ordenada al origen de la regresión entre el radio (R_0) de la escama (en milímetros de la proyección) y la longitud total (cm) del pez.

La fórmula de proporcionalidad descrita arriba, "transforma" las medidas proyectadas de las líneas de las escamas a longitudes del pez (L_n) a una "edad" dada.

Se analizó la relación entre la talla y el número de anillos; se determinaron las diferencias significativas en longitud entre edades consecutivas; los valores de las tallas

por edades retrocalculadas y las tallas a esa misma edad de las lecturas directas, que deben ser iguales.

Por otro lado, se utilizó el método de Tanaka *et al.*, (1981, en Bullock *et al.*, 1992 y Davis and West, 1992), que se refiere al también denominado índice de complemento (C), el cual estandariza los valores del incremento marginal, dividiendo para ello éste (incremento marginal IM_n) la distancia entre el penúltimo y último anillo (IM_{n-1}). Se obtuvieron mensualmente los valores máximo, promedio y mínimo con el cálculo del intervalo de confianza al 95%.

Para representar matemáticamente la función del crecimiento se empleó el modelo de von Bertalanffy, cuyo principio básico considera que la tasa de crecimiento es la diferencia entre las funciones de anabolismo y catabolismo (Ehrhardt, 1981). Este modelo supone que el crecimiento del organismo es isométrico, es decir, que hay proporcionalidad entre la longitud y el volumen, al cual se asocia el peso, y en general cuando todas las partes del cuerpo crecen de manera proporcional y constante, y las proporciones se mantienen a lo largo de su ciclo de vida (Sparre y Venema 1995). La expresión matemática que describe esta función es:

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

donde:

L_t = longitud al tiempo t

L_∞ = longitud infinita o asintótica, valor teórico que limita la curva de crecimiento.

k = factor de crecimiento o de velocidad a la que la curva alcanza la asíntota, controla la forma de la curva.

t = tiempo

t_0 = longitud teórica en la edad 0. La cual es una constante de integración sin significado biológico.

Con los resultados de la lectura de escamas, mediante la fórmula de Ford-Walford (Sparre y Venema, 1995), se determinaron los parámetros longitud infinita (L_{∞}) y la velocidad del crecimiento (k), dada por la relación:

$$L_{(t+1)} = a + b (L_t)$$

donde

$L_{(t+1)}$ = longitud total al tiempo $t + 1$

L_t = longitud total al tiempo t

a = ordenada al origen

b = pendiente de la relación

en donde:

$$a = L_{\infty} * (1 - b) \quad \text{y} \quad b = e^{-k+1}$$

despejando,

$$k = -\ln b \quad \text{y} \quad L_{\infty} = \frac{a}{(1 - b)}$$

El parámetro t_0 se obtuvo substituyendo “ k ” y “ L_{∞} ” en la fórmula despejada:

$$t_0 = t + \frac{1}{k} * \ln \frac{(L_{\infty} - L_t)}{L_{\infty}}$$

Dos métodos utilizados con fines de comparación directa de las curvas de crecimiento son los de Weisberg y Frie (1987) y Pauly (1991), que constan de una relación gráfica

entre los parámetros de k y L_{∞} , representativa del conjunto de parámetros obtenidos para la especie con diferentes métodos y periodos.

Asimismo para cada grupo de datos de los parámetros de crecimiento calculados k y L_{∞} se calculó phi prima (ϕ') mediante la fórmula de Pauly (1979 descrita en Sparre y Venema 1995; Longhurst and Pauly, 1987), el cual es un indicador de que los parámetros estimados pertenecen a la misma especie, e indicará si el nuevo par de k y L_{∞} concuerda con los resultados anteriores. El nuevo ϕ' deberá estar cercano a los estimados previos, ya que ϕ' es constante en la regresión del $\log k$ versus $\log L_{\infty}$, se expresa como:

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

7.3.- REPRODUCCIÓN

En poblaciones sometidas a explotación, es de suma importancia, realizar estudios sobre el ciclo reproductivo de las especies, ya que ello permite conocer el comportamiento durante este proceso biológico que aporta elementos de juicio para la administración y mejor aprovechamiento de los recursos. Los aspectos que se analizaron fueron los siguientes:

7.3.1.- Fases de madurez gonádica.

Se determinó el desarrollo de los órganos sexuales mediante observaciones macroscópicas, examinando tamaño, color y forma de la gónada, de acuerdo a la clave de madurez sexual de *Mugil cephalus* de Díaz-Pardo y Hernández-Vázquez (1980, citado por Ibáñez-Aguirre,1995).

FASE I	Gónadas indiferenciadas, se observan a manera de filamentos alargados blanquecinos y de menos de 2 mm de diámetro. Exclusivas de los juveniles.
FASE II	Las gónadas ocupan hasta 1/3 de la cavidad abdominal, los ovarios son de color rosado y los óvulos no están individualizados. Los testículos son de color blanquecino.
FASE III	Las gónadas ocupan desde 1/2 hasta 3/4 de la cavidad abdominal. Los ovarios tienden a ser de color amarillento y no hay todavía individualización de los óvulos. Los testículos siguen de color blanquecino.
FASE IV	Gónadas que ocupan de 3/4 hasta la totalidad de la cavidad abdominal y son turgentes. Los ovarios son de color amarillento, estando los óvulos ya individualizados. Los testículos son completamente de color blanco. Estadio previo al desove.
FASE V	Las gónadas ocupan la totalidad de la cavidad abdominal siendo muy turgentes y por cualquier presión suave sobre el vientre del pez hay expulsión de gametos. Los ovarios son de color amarillento y los óvulos están totalmente individualizados. Los testículos muy blancos. Estadio de desove.
FASE VI	Gónadas en degeneración, laxas. Pueden ocupar la mitad de la cavidad abdominal o ser simples filamentos. Los ovarios vuelven a ser de color rosado pero existe un líquido lechoso amarillento en donde no se identifican óvulos individualizados. Los testículos son de color blanquecino con un líquido lechoso y cremoso.

7.3.2.- Talla de Primera Madurez.

Se manejaron los datos biológicos de 579 organismos. Se clasificaron según su estadio de madurez gonádica eliminándose para ello las hembras que se encontraron en fase II por representar organismos en fase de madurez inicial, para posteriormente analizarse el número de organismos por intervalo de clase y el porcentaje que representaban.

Se realizó otra determinación eliminando organismos en fase VI, debido a que en ésta se presentaron organismos con un amplio intervalo de talla.

Finalmente con el intervalo de las hembras encontradas en fases III, IV y V, se concentró en una tabla el número y porcentaje encontrados por intervalo de clase de longitud total (cm). Con base en la frecuencia acumulada, se determinó la talla mínima de primera madurez, la talla en la que el 25% de la población (L_{25}) presenta fase de reproducción, así como la talla en la que el 50% de la población (L_{50}) se puede encontrar en las mencionadas fases de madurez y la talla en que el total de las hembras están aptas para la fase reproductiva (L_{100}).

7.3.3.- Fecundidad absoluta

Para la determinación de la fecundidad se utilizó el Método Gravimétrico, mencionado en Cruz *et al.* (1991) y CIP (1979), las gónadas maduras encontradas en fase V en el muestreo se preservaron en formol al 10 % hasta su procesamiento, etiquetadas con sus datos de identificación.

Para pesar la submuestra con un peso total de 0.3 g (± 0.1 mg) se colocó la gónada en un papel secante para eliminar el líquido conservador. Se obtuvieron tres porciones cada una de 0.1 g de peso; una de la parte superior, otra central e inferior de cada gónada, se pesaron en una balanza analítica con 0.1 mg de precisión. Se colocaron por separado en un fluido de Gilson modificado (Simpson, 1951, citado por Cuervo, 1993), el cual es un fijador usado satisfactoriamente para la preservación de huevos de varias especies, que ayuda a la liberación de los óvulos del tejido del ovario. Para que el fluido actuara con mayor rapidez se agitó vigorosamente después de haber introducido los ovarios. Después de 24 a 48 horas se vertieron el total de óvulos en una caja de Petri para su recuento, para evitar que se secan los óvulos se humedecieron con agua destilada.

Para el cálculo del total de óvulos que tiene una hembra se utilizó la siguiente expresión:

$$F = \frac{n * P}{p}$$

donde:

F = la fecundidad estimada del individuo

n = el número de óvulos de la submuestra

P = el peso de la totalidad de los óvulos en gramos

p = el peso en gramos promedio de la submuestra.

Asimismo, para determinar la relación de la fecundidad (número de huevos) entre las variables longitud total (cm) y/o peso entero (g) de los organismos se efectuó una regresión lineal transformada a logaritmos por presentar mejor ajuste mediante la siguiente fórmula :

$$F = a * x^b$$

donde:

F = la fecundidad

x = el peso o longitud del organismo

a = ordenada al origen o número inicial de ovocitos

b = pendiente o tasa de cambio en el número de ovocitos

Según Ricker (1971) si el valor de b es cercano a 3 la fecundidad se relaciona con la longitud y si es cercano a 1 se relaciona con el peso.

También se estimó el coeficiente de determinación "R²" que indica la varianza que presenta el modelo (Daniel, 1991).

7.4.- INDICES MORFOFISIOLOGICOS

Del análisis biológico se obtuvieron los datos para calcular los indicadores morfofisiológicos que reflejan el peso relativo de órganos y tejidos en relación con el peso del cuerpo y que poseen una relación estrecha con el metabolismo del pez.

Estos son: los índices gonadosomático (IGS) y el hepatosomático (IHS), relación entre el peso de las gónadas y el hígado con el peso del pez respectivamente. El factor de condición ("a") resultante de la relación talla-peso también es un indicador del "estado" del pez. Este último se calculó empleando tanto el peso del pez entero como eviscerado (mencionado en el apartado 7.1.- Análisis morfométrico).

El índice gonadosomático (IGS) e índice hepatosomático (IHS) se determinaron de acuerdo a la fórmula (Rodríguez, 1992):

$$IGS = \frac{Wg}{Wt} * 100$$

en donde:

IGS = Índice Gonadosomático

Wg = Peso de la gónada

Wt = Peso del ejemplar

$$IHS = \frac{Wh}{Wt} * 100$$

en donde:

IHS = Índice Hepatosomático

Wh = Peso del hígado

Wt = Peso del ejemplar

Para el análisis de varianza del IGS e IHS entre los meses, se elaboraron las curvas de distribución de frecuencias para ambos índices por separado. Una vez que se comprobó que no se cumplían con los principios de normalidad y homocedasticidad se utilizó una prueba no paramétrica por rangos de Kruskal-Wallis para ambos índices, que basa su análisis en la asignación de rangos a cada valor del índice en forma ascendente (Zar, 1996 y Sidney, 1991). Se ordenaron los datos mensualmente, después de asignar su rango y se realizó el análisis de varianza. La fórmula utilizada fue:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$$

donde:

$$N = \sum_{i=1}^k n_i$$

y donde

$$R_i = \sum_n^i rangos$$

Para el análisis de la varianza, en ambos casos se estableció la hipótesis nula (H_0) de igualdad en la variación intramensual del IGS y la variación intramensual del IHS y se determinó que si existían diferencias significativas entre estos valores por medio de la prueba de comparaciones múltiples de Dunnett (Zar, 1996) y tiene como objetivo determinar si la media de un grupo designado como "control", difiere significativamente de las medias de los otros grupos involucrados ($k-1$) con este grupo "control".

Conociendo k , que es el número total de grupos en el experimento y v los grados de libertad, la tasa de error α denota la probabilidad de ocurrencia del error tipo I de todos los pares de las comparaciones hechas. El error estándar para la prueba de Dunnett fue considerando que el tamaño de los grupos son diferentes:

$$SE = \sqrt{S^2 \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_{control}} \right)}$$

donde:

SE = error estándar

S^2 = varianza de la muestra

n_A = tamaño de la muestra alterna

$n_{control}$ = tamaño de la muestra control

La prueba estadística, análoga de esta ecuación es:

$$q = \frac{\bar{X}_{control} - \bar{X}_A}{SE}$$

donde :

q = el estadístico de prueba

$\bar{X}_{control}$ = la media del grupo control

\bar{X}_A = la media de cada uno de los grupos involucrados con el control

SE = error estándar

El valor crítico de $q'_{\alpha(1),v,\kappa}$ fue buscado en la Tabla respectiva en Zar (1996).

7.5.- MORTALIDAD TOTAL

En biología pesquera la manera de expresar el aumento o disminución de un grupo de edad es a través del uso de las tasas de mortalidad instantánea (Pauly, 1983). La mortalidad total (Z) es el coeficiente de proporcionalidad que toma en cuenta el total de organismos que mueren en una población en un tiempo determinado. Los componentes de Z son: la tasa de mortalidad natural (M) y la tasa de mortalidad por pesca (F), por lo tanto tendremos que $Z = M + F$.

El método empleado para la determinación de mortalidad total (Z) fue el de "*curva de captura convertida a tallas*" (Sparre y Venema, 1995) utilizando la ecuación de crecimiento inversa de von Bertalanffy para convertir las tallas en edades, bajo la siguiente ecuación:

$$t(L) = t_0 - \frac{1}{k} * \ln \left(1 - \frac{L}{L_{\infty}} \right)$$

donde:

$t(L)$ = edad a la longitud L

t_0 = tiempo a la edad cero

k = Tasa de crecimiento

L_t = Longitud a la edad t

L_{∞} = Longitud infinita

La información utilizada fue la lectura de escamas, en donde a cada intervalo de edad y a un intervalo de talla se calculó un incremento de la longitud. Posteriormente se aplicó la siguiente ecuación:

$$\ln \frac{C(t,t+\Delta t)}{\Delta t} = c - Z * \left(t + \frac{\Delta t}{2} \right)$$

donde:

$C(t,t+\Delta t)$ = Intervalo de edad

c = Frecuencia de organismos

t = Tiempo

Z = Mortalidad total

obteniéndose un mejor ajuste con la regresión lineal transformada a logaritmos en el punto donde declina la pendiente, indicando el estimado de Z . También se calcularon los límites de confianza del valor de Z (Sparre y Venema, 1995).

La mortalidad natural (M) de los peces está correlacionada con la tasa de crecimiento (k) e índices catabólicos, así como también la talla, ya que los organismos grandes y viejos tienen menos depredadores que los organismos pequeños. Se estimó con el método de Taylor (1960 citado en Ibañez-Aguirre y Gallardo-Cabello, 1996b). Este método considera que para aquellos peces cuya longevidad es baja, la tasa promedio de mortalidad natural debe ser alta. Así mismo, la mortalidad natural es proporcional al total de individuos presentes en el tiempo t (Beverton y Holt, 1959), por lo que M es una función de la tasa de crecimiento (k). Considerando la edad límite $A_{0.95}$ como el tiempo requerido para alcanzar el 95% de L_{∞} , se tiene:

$$A_{0.95} = \frac{-\ln(1-0.95)}{k+t_0}$$

donde:

$A_{0.95}$ = tiempo requerido para alcanzar el 95% de L_{∞} (la edad límite)

k = tasa de crecimiento estimada

t_0 = talla teórica a la edad cero

La ecuación, a partir de la cual Taylor 1960 (Ibáñez-Aguirre y Gallardo-Cabello, 1996b) obtiene mortalidad natural (M) es:

$$M = \frac{-\ln(1-0.95)}{A_{0.95}}$$

donde:

M = mortalidad natural

$A_{0.95}$ = tiempo requerido para alcanzar el 95% de L_{∞} (la edad límite)

Para la obtención del valor de mortalidad por pesca (F), se consideró la ojiva de selectividad la cual está claramente relacionada (Ricker 1948 y 1975; Beverton y Holt, 1959; Pauly y David, 1980; Sparre y Venema, 1995). El cálculo se realizó mediante la substracción:

$$F = Z - M$$

donde:

F = mortalidad por pesca

Z = mortalidad total

M = mortalidad natural

8.- RESULTADOS

La TABLA 4 resume los valores de la longitud total promedio (cm), desviación estándar y varianza del total de organismos muestreados mensualmente durante el periodo comprendido de marzo de 1997 a febrero de 1998. El tamaño de muestra estimada (n) que presentó varianza mínima con exactitud de 0.2 cm fue de 321 organismos que se tenían que medir por mes, sólo en el mes de junio no se cubrió el tamaño de muestra, por problemas logísticos (ya que la lebrancha se encuentra en veda). Sin embargo, en los demás meses se rebasó el tamaño de muestra estimado, representado por el valor de la anomalía que se calculó durante el periodo antes mencionado.

En la misma tabla se puede observar que el arte de pesca empleado en la captura de la lebrancha presenta menor luz de malla que la que se establece en la Ley Federal de Pesca de 2 $\frac{3}{4}$ pulgadas lo que implica una posible pesca de organismos juveniles o inmaduros.

TABLA 4 Valores mensuales de longitud total promedio (cm), varianza, arte de pesca y luz de malla empleada en la captura, tamaño de muestra (n), organismos muestreados y la anomalía calculada durante el muestreo de la lebrancha (*M. curema*) en la Laguna de Cuytlán, Col.

Mes	Longitud total promedio (cm)	Varianza	Arte de Pesca	n estimada	Organismos muestreados	Anomalía
Marzo	23.95	2.536	Agallera 2 1/4	243	580	259
Abril	25.42	2.342	Agallera 2 1/4	225	529	208
Mayo	26.19	1.666	Agallera 2 1/4	160	374	214
Junio	25.31	5.133	Agallera 2 1/4 y 2 pulg.	493	141	-180
Julio	28.42	3.689	Agallera 2 1/4	354	353	32
Agosto	28.06	4.486	Agallera 2 1/4	526	354	33
Septiembre	26.36	5.478	Agallera 2 1/4	430	359	38
Octubre	26.16	1.738	Agallera 2 1/4	167	348	27
Noviembre	26.18	1.818	Agallera 2 1/4	183	367	46
Diciembre	26.12	1.915	Agallera 2 1/4 y 2 1/2	174	351	30
Enero	28.48	3.178	Agallera 2 1/2	305	351	30
Febrero	28.65	3.719	Agallera 2 1/2	357	385	64

8.1.- ANÁLISIS MORFOMÉTRICO

Con las 11 medidas morfométricas registradas en cada organismo de *M. curema* llevado al laboratorio, se integró la TABLA 5 con los resultados de las regresiones lineales transformadas a logaritmos de la relación entre la longitud total (Lt), tomada como variable independiente, sobre cada una de las 10 variables determinadas consideradas como variables dependientes.

TABLA 5 Valores del coeficiente de correlación (r), coeficiente de determinación (R^2) pendiente de la relación (b), ordenada al origen (a), estadístico (t) de las regresiones lineales transformadas a logaritmos entre la longitud total (cm) con cada una de las variables determinadas y su alometría.

Variables	r	R^2 %	a	b	t	Alometría
Lt/Ls	0.992	98.4	0.782	1.009	1.738	=
Lt/LPD	0.968	93.6	0.338	1.030	2.714*	+
Lt/LSD	0.974	94.9	0.568	0.999	-0.101	=
Lt/LPA	0.974	94.9	0.410	1.087	8.294*	+
Lt/A. máx.	0.888	78.8	0.270	0.914	-4.343*	-
Lt/A. mín.	0.907	82.3	0.106	0.933	-3.735*	-
Lt/Lc	0.941	88.5	0.254	0.912	-6.464*	-
Lt/LLc	0.884	78.1	0.209	0.975	-1.149	=
Lt/D. oc.	0.658	43.3	0.175	0.570	-15.857*	-
Lt/G.a.máx.	0.914	83.5	0.126	1.008	0.431	=

Lt	Longitud total	A. máx.	Altura máxima
Ls	Longitud estándar	A. mín.	Altura mínima
LPD	Longitud a la Primera Dorsal	Lc	Longitud cefálica
LSD	Longitud a la Segunda Dorsal	LLc	Longitud Lóbulo caudal
LPA	Longitud a la Preanal	D. oc.	Diámetro ocular
G.a.máx.	Grosor en altura máxima		

* Valores significativamente diferentes por medio de la Prueba de t.

El modelo aplicado presentó un buen ajuste en casi todos los casos. Se observó que existe un alto coeficiente de correlación entre la longitud total de los organismos y cada una de las variables determinadas. El coeficiente de determinación aquí representado indica que ambas variables covarían en un alto porcentaje indicado por la varianza explicada.

Asimismo, se puede observar que el valor del factor alométrico en la relación Lt/Ls tiende a 1 indicando que el pez presenta un crecimiento proporcional con relación a estas dos variables. Se aplicó la prueba *t* student para el cálculo de las diferencias significativas para las pendientes ($p \leq 0.05$), presentándose ésta en las relaciones de la longitud total sobre longitud a la primera aleta dorsal, longitud a la aleta preanal, altura máxima y mínima, longitud cefálica y diámetro ocular.

Donde la *t* de student indica diferencia significativa con 1 en la pendiente, se determinó que cuando ésta es mayor a 1 la alometría es positiva y viceversa si la pendiente es menor a uno.

En el caso de la relación longitud total-diámetro ocular, el coeficiente de correlación es bajo; debido a que esta medida contiene mayor error de medición, cuando las piezas son muy pequeñas o irregulares tridimensionalmente, lo más cómodo es trabajar sobre la imagen plana trasladada a papel a un tamaño adecuado, ya que el valor de la desviación estándar que presenta esta dimensión con respecto a la longitud total en anatomía comparada puede dar una ubicación en la clasificación taxonómica de la especie errónea (Gállego *et al.*, 1993).

Las relaciones de longitud estándar, longitud a la segunda dorsal, longitud lóbulo caudal, grosor en altura máxima con respecto a la longitud total presentaron crecimiento isométrico (*t*-student, $p < 0.05$), esto indica que la forma del pez se conserva en las diferentes edades.

El grosor en anchura máxima aumenta con la talla en *M. curema*. Esta relación varía considerablemente de acuerdo a la época del año, disponibilidad y características del alimento, estado sanitario de los organismos, edad y etapa de madurez sexual, sobre todo en el caso de las hembras (Everhart y Young, 1975).

La altura y el grosor del pedúnculo caudal contribuyen a la fuerza impulsora que se origina con el batido de la aleta caudal (Drake *et al.*, 1984). En los juveniles de *M. curema* este carácter se incrementa.

Se presentó alometría positiva en la relación de la longitud a la primera aleta dorsal y la longitud a la aleta preanal con respecto a la longitud total, el comportamiento del crecimiento relativo le permite un equilibrio y desplazamiento hidrodinámico.

La altura máxima presenta alometría negativa con respecto a la longitud total, así como altura mínima, longitud cefálica y diámetro ocular, es decir que el crecimiento relativo disminuye al aumentar las tallas lo cual podría deberse a la edad u otros factores biológicos relacionados con la alimentación. En general, los juveniles, presentan una dieta más zoófaga, mientras que en los adultos su dieta es más fitófaga y detritívora (Drake *et al.*, 1984). La diferencia en el crecimiento relativo de la cabeza en etapa juvenil y adulta, puede deberse a que el tamaño de los alimentos en los primeros sean relativamente de mayor tamaño que en los adultos.

En estudios anteriores concluyen que con valores mayores del coeficiente de correlación a 0.5 que presente la especie, significa que los parámetros morfométricos considerados varían conjuntamente y a partir de las variaciones en crecimiento relativo prueba que la especie presenta adaptaciones específicas (Pérez-García e Ibañez-Aguirre, 1992). En el presente estudio los valores mínimos encontrados en el coeficiente de correlación fue de 0.658 con un coeficiente de determinación del 43.3 %.

8.1.1.- Relación Talla-Peso.

Se realizó un análisis de regresión por medio del modelo multiplicativo dando la curva de mejor ajuste a la relación de longitud total como variable independiente y el peso vivo como variable dependiente de 579 organismos de lebrancha de la captura comercial de la laguna de Cuyutlán (FIGURA 6).

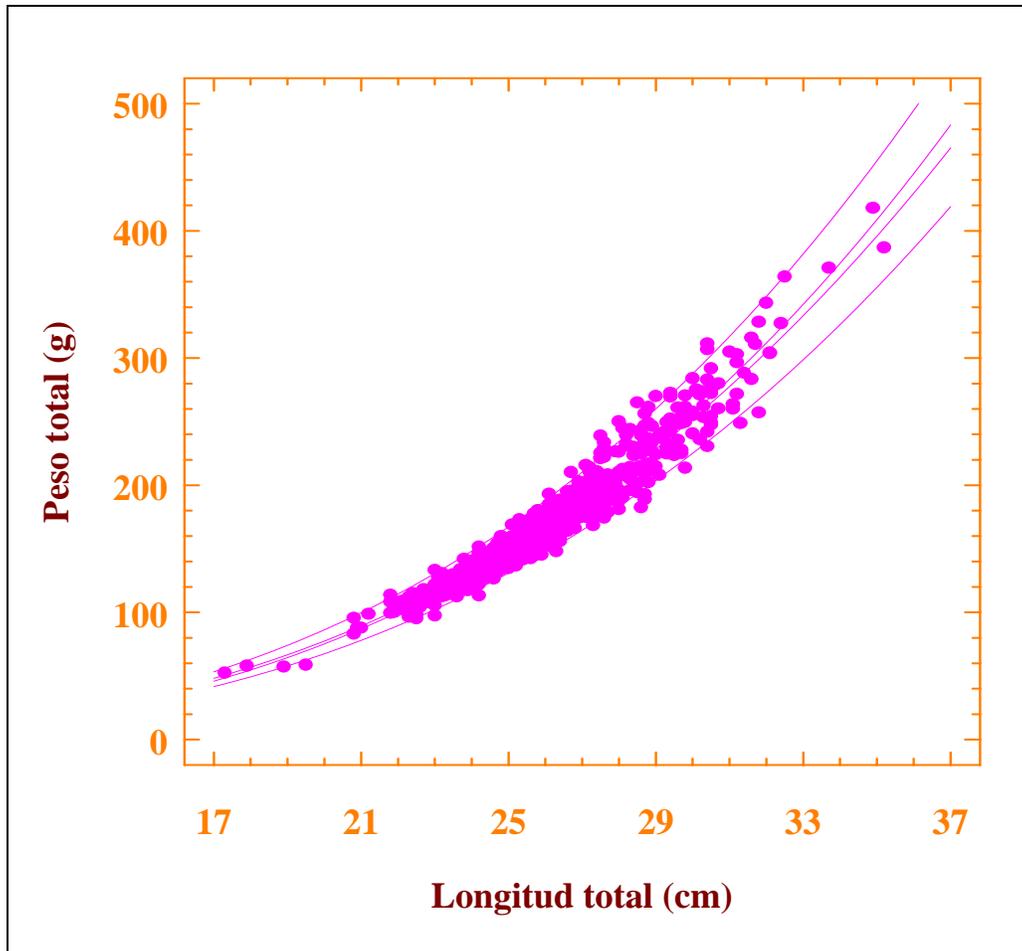


FIGURA 6 Relación talla-peso de *M. curema*.

La ecuación calculada con un cinturón de confianza de un 95% para el total de organismos es como sigue:

$$W_t = 104.22 \times 10^{-4} (L_t)^{2.98}$$

En la FIGURA 7 se observa el análisis de residuos. El margen en que se distribuyen los valores va de + 0.21 a - 0.19, presentan una distribución aleatoria y sus valores se encuentran alrededor del 0, lo que indica que el modelo aplicado es el apropiado. Así mismo, se realizó un análisis de residuos de la regresión talla-peso de machos y hembras por separado y presentaron el mismo comportamiento e intervalo.

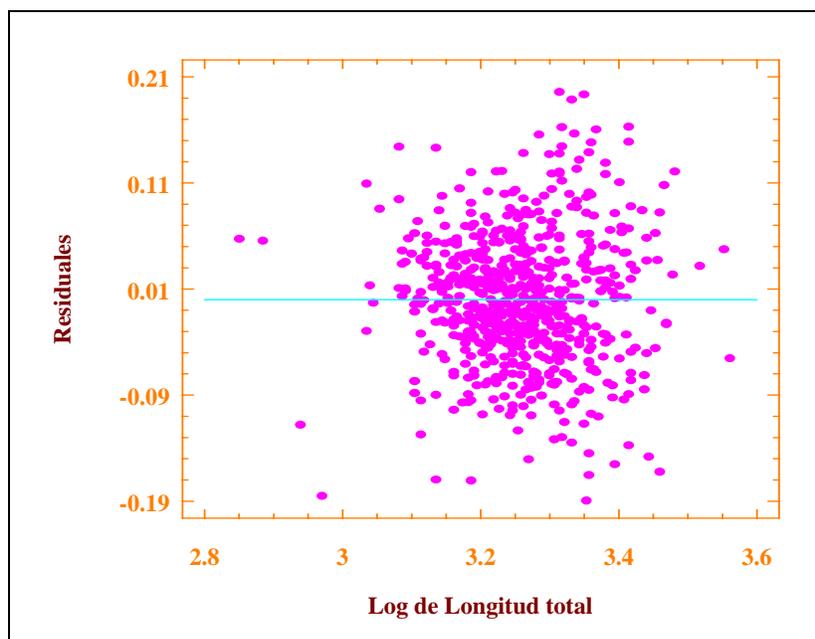


FIGURA 7 Análisis de residuos en la regresión talla-peso.

Se determinaron los valores de la ordenada en el origen “a”, valor de la pendiente “b”, coeficiente de correlación “r” y estadístico “t”, para la especie, para hembras y machos obteniéndose los resultados presentados en la TABLA 6:

TABLA 6 Valores de ordenada en el origen (“a”), la pendiente (“b”), coeficiente de correlación y prueba t de *M. curema* con datos agrupados y sexos separados .

VARIABLE	ESPECIE	HEMBRAS	MACHOS
a	104.22 X 10 ⁻⁴	89.25 X 10 ⁻⁴	149.90X10 ⁻⁴
b	2.98	2.86	3.01
r	0.9709	0.9589	0.9674
t	2.90	2.73	2.64
(p ≤ 0.05)			

Donde el valor de la pendiente "b" muestra que existe una relación isométrica (cerca a 3) entre estas dos variables, siendo éste una de las condiciones necesarias para la aplicación del modelo de crecimiento de Bertalanffy.

En la FIGURA 8 se observan los valores del factor de condición "a" calculados mensualmente mediante regresiones de la relación talla-peso entero, manteniendo constante la pendiente (b=2.98), en dicha figura se pueden observar cambios en la

condición física de los organismos. Estas fluctuaciones son influenciadas por el grado de madurez gonadal representado mediante los índices morfofisiológicos, así como factores del medio ambiente, tales como el cambio de temperatura, salinidad y la abundancia de alimento.

También a los valores de "a" resultantes de la relación talla-peso entero se le calculó el valor máximo, promedio y mínimo con un intervalo de confianza del 95% y se pudo observar que no existen diferencias significativas entre los valores promedio mensuales.

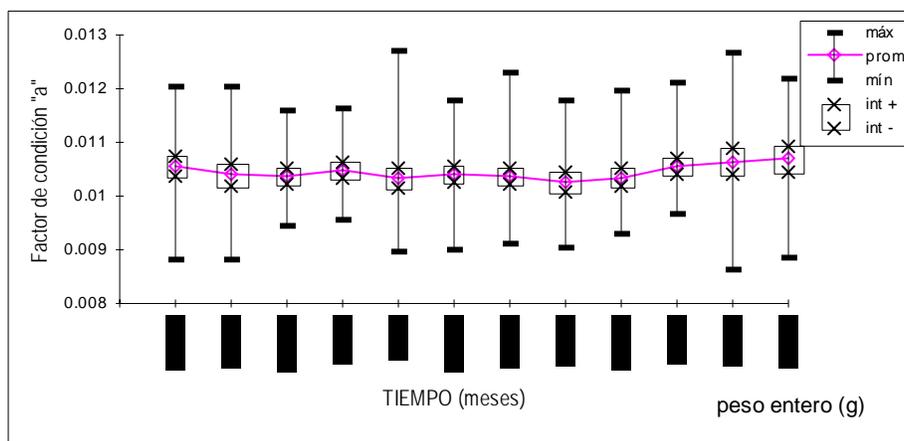


FIGURA 8 Valores máximo, promedio y mínimo del factor de condición "a" de la relación talla-peso entero con un intervalo de confianza del 95%.

En el análisis del factor de condición "a" de la relación talla-peso eviscerado se observa en la FIGURA 9 un incremento en el valor promedio mensual en el mes de diciembre y luego disminuye.

En la misma gráfica se presentan los valores máximo, promedio y mínimo del factor de condición de las relaciones mensuales de la talla-peso eviscerado con un intervalo de confianza del 95% y se observa que existen diferencias en el mes de diciembre, ya que existe un incremento en el valor promedio y mínimo con respecto a los demás meses. El valor mayor se presentó en el mes de junio y diciembre. En el mes de enero y febrero se observa un incremento del valor promedio que podría estar influenciado por

la luz de malla de 2 ½ de pulgada que se utilizó en la captura. Se pudo observar que no existen diferencias significativas entre los valores promedio mensuales.

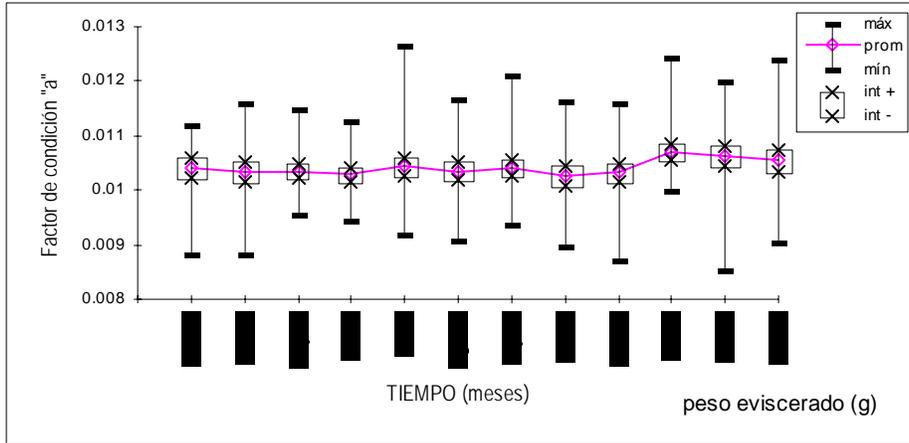


FIGURA 9 Valores máximo, promedio y mínimo del factor de condición "a" de la relación talla-peso eviscerado con un intervalo de confianza del 95%.

8.2.- EDAD Y CRECIMIENTO.

8.2.1.- Método Indirecto para la obtención de Edad.

En la FIGURA 10 se observa, para los meses de marzo a abril el corrimiento de la moda hacia la derecha de 1 cm de 24 a 25 cm, en el mes de mayo se presenta un corrimiento de 1.5 cm de 25 a 26.5 cm. Posteriormente, la moda en el mes de junio se recorre de 26.5 a 27 cm. El muestreo se realizó con pocos organismos directamente capturados de la laguna (período de veda).

Se puede observar también un corrimiento en la moda, en el mes de julio de 1 cm de 27 a 28 cm, mientras que en agosto se mantiene. En los meses de marzo y septiembre se observa la presencia de organismos pequeños con una talla de 20.5 cm y se suponen como periodos de reclutamiento al arte, y la moda en septiembre se presenta a los 24.5 cm.

En los meses de octubre se presenta un corrimiento de 1.5 cm de 24.5 a 26 cm, en noviembre se mantiene la moda en 26 cm y diciembre se presenta un corrimiento nuevamente en la moda de 1 cm de 26 a 27 cm, en el mes de enero se observa un corrimiento de 2 cm a los 29 cm y febrero se observa un incremento de 0.5, en estos dos últimos meses cabe hacer la aclaración que la luz de malla utilizada fue de 2 ½ por motivos de regulación y se puede observar un corrimiento de la moda considerable así como la presencia de tallas mayores.

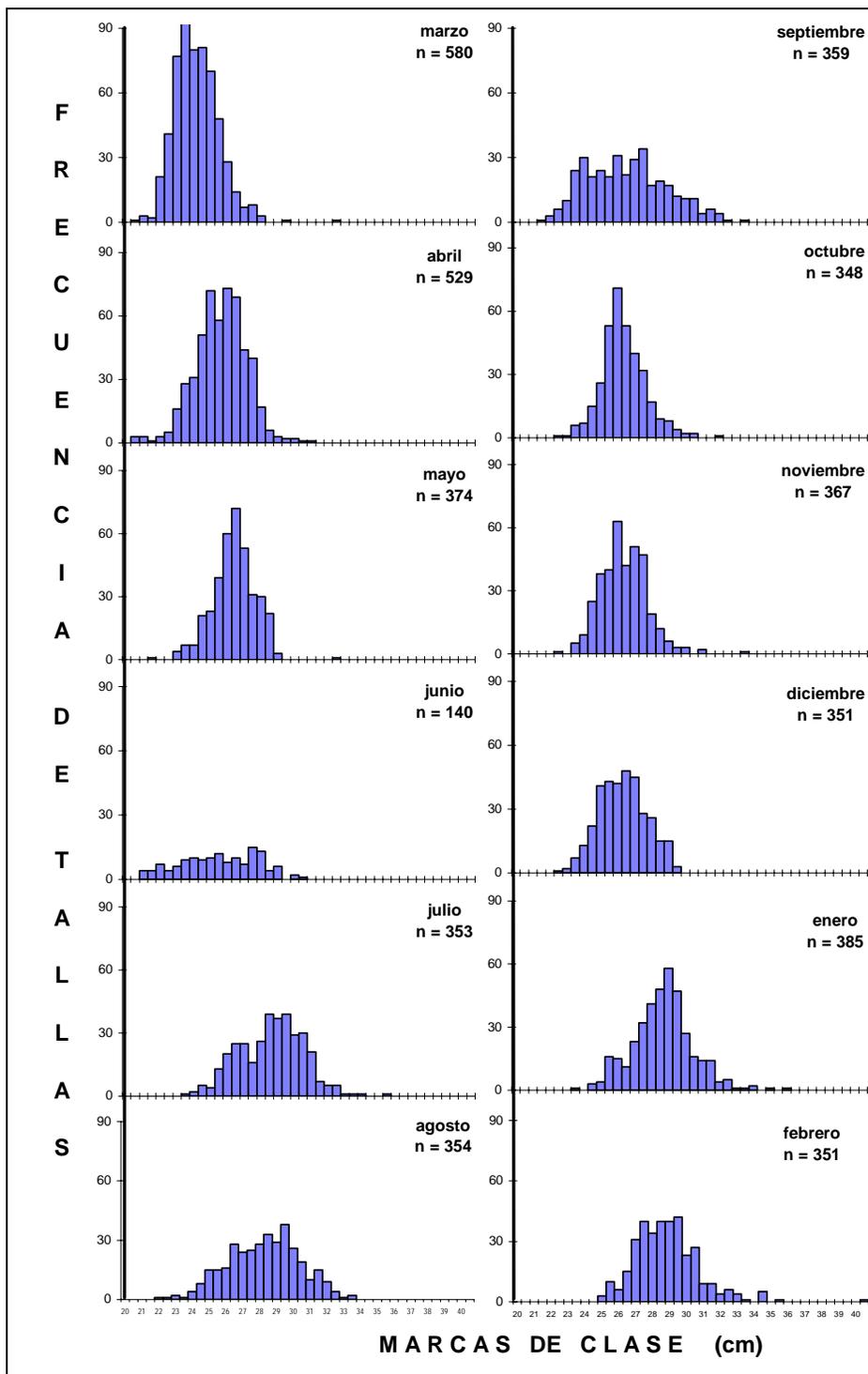


FIGURA 10 Histograma de frecuencia de tallas de marzo 1997 a febrero 1998.

Se seleccionaron los meses que presentaron mayor número de modas, estos son: abril, junio, julio, agosto, septiembre y febrero, los cuales se presentan en las FIGURAS de la

11 a la 16. Los resultados del análisis, con el método de Bhattacharya se muestran las longitudes medias (cm) de cada grupo de edad (TABLA 7).

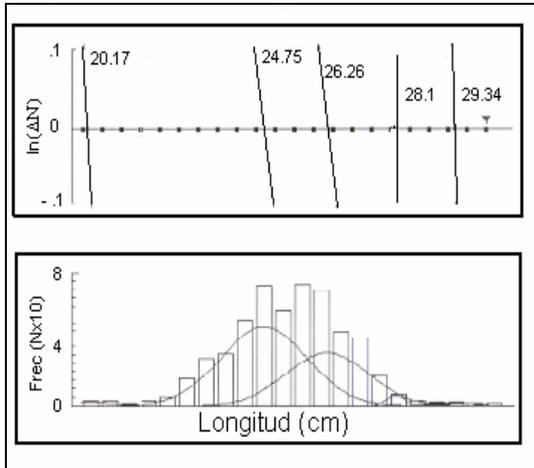


FIGURA 11 Grupos de edad de abril

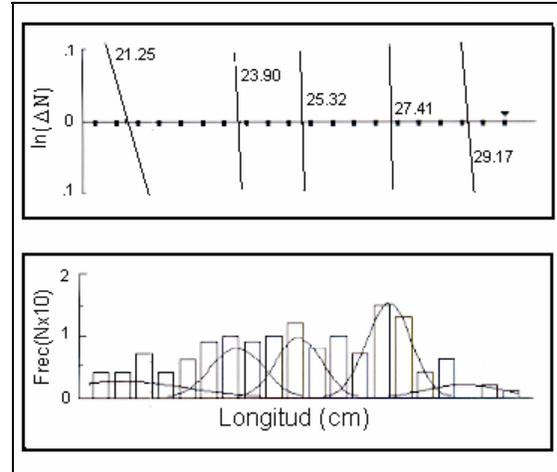


FIGURA 12. Grupos de edad en junio

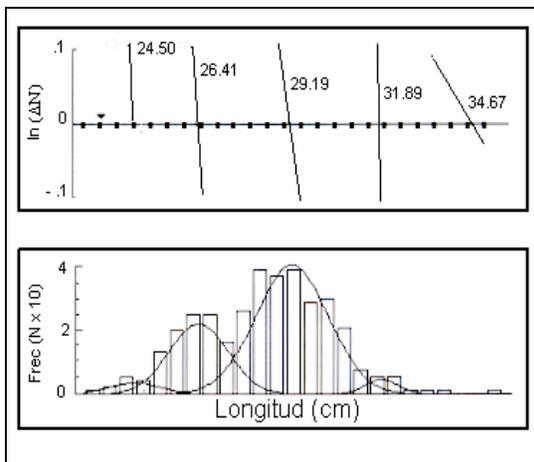


FIGURA 13 Grupos de edad de julio

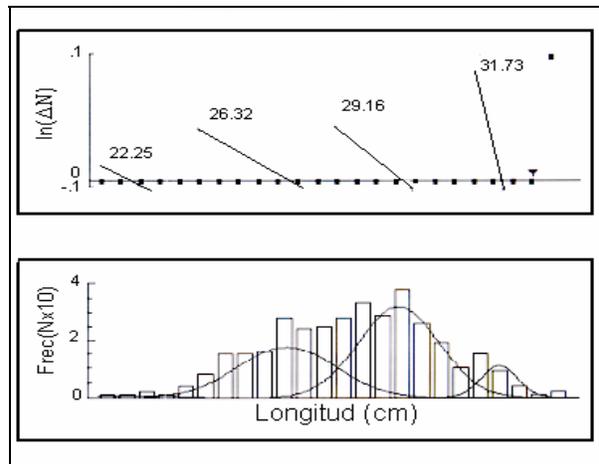


FIGURA 14. Grupos de edad de agosto

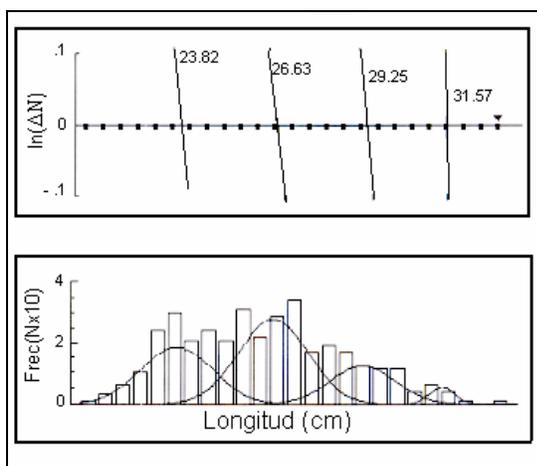


FIGURA 15 Grupos de edad de septiembre

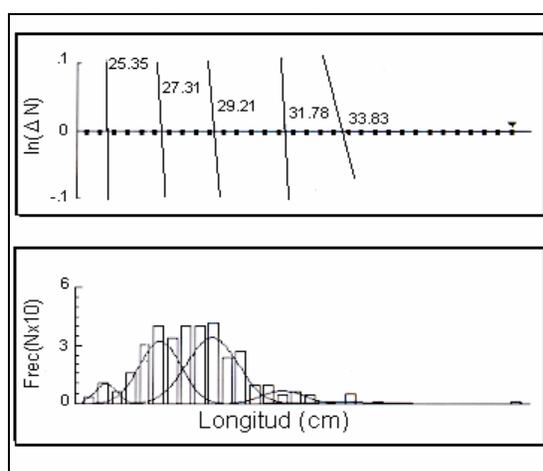


FIGURA 16 Grupos de edad de febrero

Sin embargo, el mes de abril se utilizó para determinar la edad con este método, debido a que en este mes aparecen los organismos más pequeños de todo el muestreo, lo cual indica el reclutamiento al arte de pesca y representadas la mayoría de las tallas encontradas durante el periodo de muestreo.

En el análisis realizado por medio del ELEFAN se obtuvieron siete grupos de edad con un incremento de longitud en el tiempo de la edad 1 a la edad 2 de 8.19 cm, de la 2 a la 3 de 6.44 cm, 3 a 4 fue de 3.99 cm, de 4 a 5 de 3.13 cm, y de la edad 5 a la edad 6 de 2.47 cm.

Los grupos de edad determinados por los dos métodos indirectos antes mencionados se resumen en la TABLA 7:

TABLA 7 Grupos de edad y longitudes medias calculadas por el método de Bhattacharya y ELEFAN contenidos en el FISAT.

GRUPOS DE EDAD	BHATTACHARYA Longitud media (cm)	ELEFAN Longitud media (cm)
0		
1		9.82
2		18.01
3	20.17	24.45
4	24.75	29.52
5	26.26	33.51
6	28.10	36.64
7	29.34	39.11

8.2.2.- Método Directo para obtención de Edad.

Con base a la lectura de escamas y el retrocálculo se integró la TABLA 8 en donde se presenta la clave talla-edad de *M. curema*.

TABLA 8 Frecuencia de individuos por clase de longitud total para cada edad con los resultados de la lectura de las escamas de 548 organismos de *Mugil curema* capturados en la Laguna de Cuyutlán, Colima.

TALLA (cm)	E D A D						n	%	% Acum.
	1	2	3	4	5	6			
6							0	0.00	0.00
7	2						2	0.09	0.09
8	14						14	0.65	0.74
9	74						74	3.41	4.15
10	172						172	7.93	12.08
11	166	5					171	7.89	19.97
12	75	20					95	4.38	24.35
13	31	45					76	3.51	27.86
14	8	113	2				123	5.67	33.53
15	3	128	5				136	6.27	39.81
16	3	113	24				140	6.46	46.26
17		67	45	2			114	5.26	51.52
18		38	85	0			123	5.67	57.20
19		7	90	9			106	4.89	62.08
20		6	100	24	1		131	6.04	68.13
21		3	83	38	1		125	5.77	73.89
22		2	54	72	5	1	134	6.18	80.07
23		1	28	67	15	0	111	5.12	85.19
24			11	74	21	0	106	4.89	90.08
25			4	35	23	1	63	2.91	92.10
26			1	28	27	4	60	2.77	95.76
27			3	16	19	5	43	1.98	97.74
28				4	18	3	25	1.15	98.89
29				0	9	3	12	0.55	99.45
30				1	6	0	7	0.32	99.77
31					2	1	3	0.14	99.91
32						2	2	0.09	100.00
	548	548	535	370	147	20	2168	100.00	

En la FIGURA 17 se observa que los valores de la longitud del pez sobre el número de anillos (o edad en este caso) presentan una relación en forma sigmoideal.

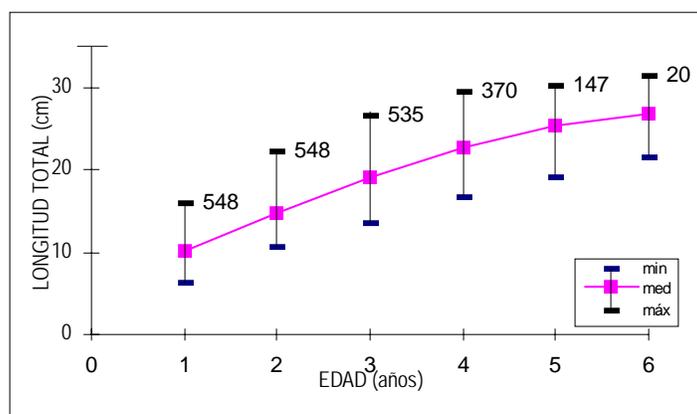


FIGURA 17 Valores mínimos, medios y máximos de longitud total con respecto a la edad calculados mediante la ecuación de Lee (1920).

Con los grupos de edad determinados por medio de la lectura de escamas se integró la TABLA 9.

TABLA 9 Longitud promedio de cada grupo de edad determinado por medio de la lectura de escamas.

GRUPO DE EDAD	ESCAMAS
	Longitud promedio (cm)
0	3.99 *
1	10.18
2	14.85
3	19.24
4	22.64
5	25.33
6	27.07
7	

* El cálculo de la longitud del grupo de edad cero se realizó mediante la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy.

Para validar el uso de escamas se realizó un análisis de regresión cuyos resultados se presentan en la FIGURA 18 donde se puede apreciar la relación entre la longitud total y el radio máximo de las escamas leídas. El modelo lineal tiene un ajuste con valor de 0.7807 representado por su coeficiente de correlación, es decir, existe una relación directa entre la longitud total del pez y la longitud total de la escama. Se puede apreciar la ausencia de organismos pequeños y más grandes, ya que el análisis sólo se hizo en organismos de talla comercial capturados con una luz de malla de 2 ¼ y 2 1/2 de pulgada.

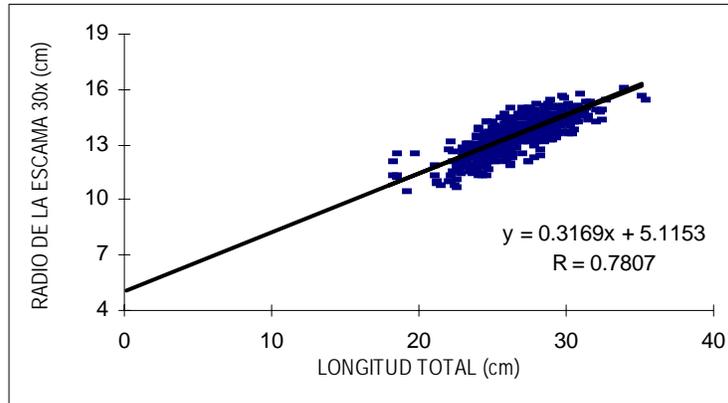


FIGURA 18 Radio de las escamas en cm proyectados con respecto a la longitud total.

Se determinó el incremento marginal del total de las escamas leídas (FIGURA 19) y se calcularon los valores mínimos, promedios y máximos con un intervalo de confianza del 95% durante cada mes. La prueba estadística de la varianza se realizó mediante el análisis de intervalos múltiples y se obtuvieron las mínimas diferencias estadísticamente significativas, resultando el menor incremento promedio marginal en el mes de agosto.

Durante el mes de mayo se pudo observar el mayor incremento marginal. Asimismo esta situación se mantiene en los meses de abril, junio y julio, mientras que en el lapso comprendido entre los meses de octubre a febrero, el incremento es bajo.

Se pudo observar que los períodos con mayor incremento marginal corresponden con aquellos donde se presentaron mayor corrimiento de modas y los meses con menor incremento marginal son los mismos donde se observó el menor corrimiento de modas (FIGURA 10).

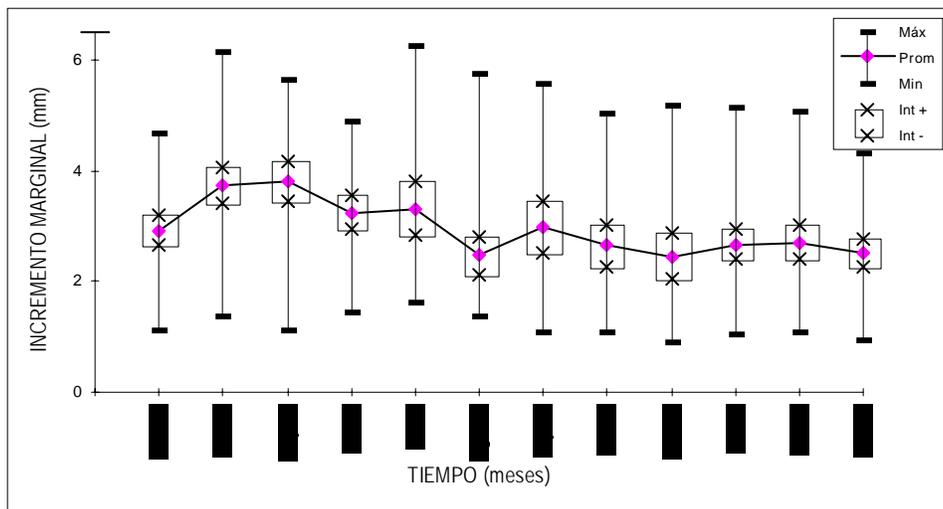


FIGURA 19 Incremento marginal de las escamas de *M. curema* por mes. El valor del incremento marginal está en mm proyectados.

Se transformaron los valores observados (de la imagen proyectada), mediante el retrocálculo lineal con la fórmula de Lee (1920), calculándose la diferencia entre el borde y la última línea o anillo marcado ($R_t - R_n$). En la FIGURA 20 se pueden observar los valores máximos, promedio y mínimo con un intervalo de confianza del 95%. El menor valor promedio del incremento marginal observado fue el mes de agosto, lo cual confirma que en este mes se forma la marca (o anillo).

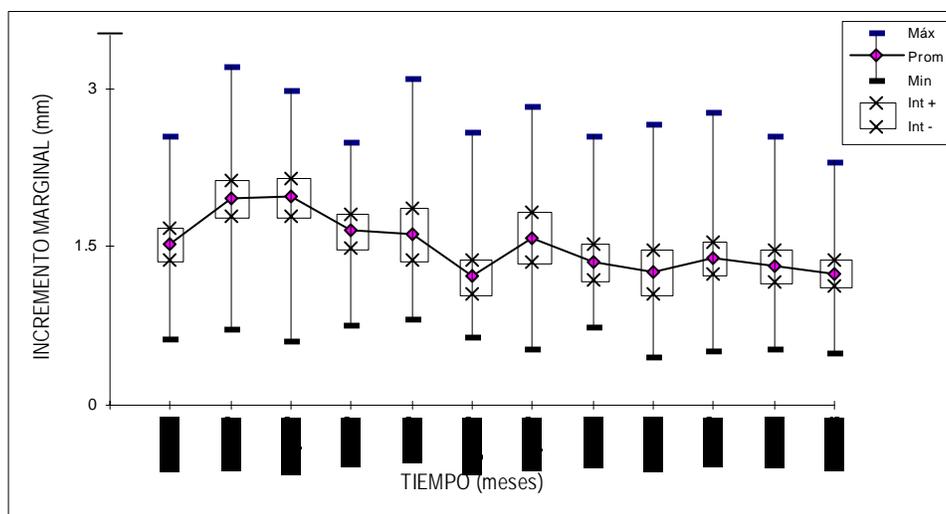


FIGURA 20 Valores mensuales máximos (MAX), mínimos (MIN), promedio (PROM) e intervalo de confianza del incremento marginal (mm) con valores retrocalculados (marzo' 97 a febrero' 98).

En la FIGURA 21 se presenta el cálculo del índice de complemento ($Mn/Mn-1$) por el método de Tanaka (Davis y West, 1992), donde el menor valor observado se presentó en el mes de agosto. También se puede apreciar que los intervalos tanto del valor promedio al mínimo como al valor máximo, son menores que en el mes de noviembre lo que nos permite nuevamente sugerir que la marca recién se formó en el mes de agosto, se realizó análisis de varianza por medio del análisis de intervalos múltiples, corroborando lo anterior.

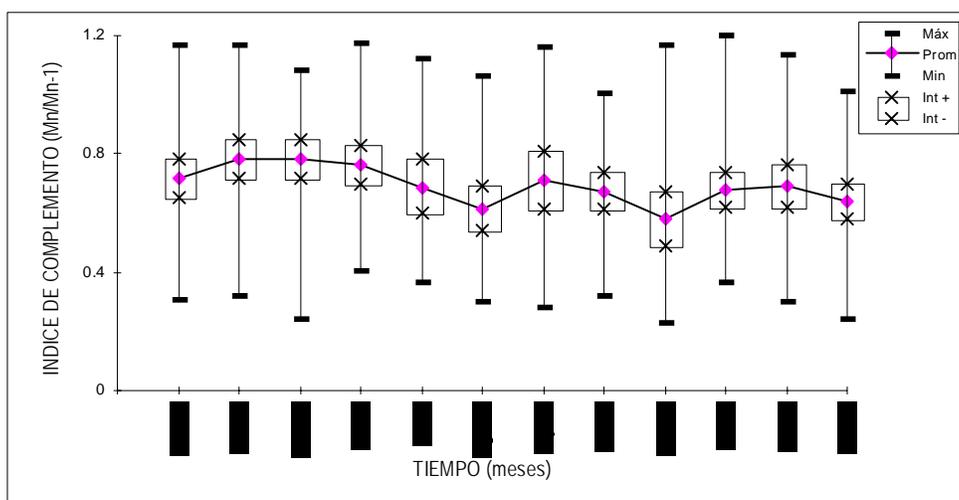


FIGURA 21 Análisis del incremento marginal por el método de Tanaka.

La diferencia entre las edades consecutivas, determinadas por la lectura de escamas, se presenta en la FIGURA 22, donde se observa que hay un decremento constante en el valor promedio de cada edad, exceptuando las últimas edades, de las cuales hay poca representatividad. Teóricamente se espera un incremento mayor en las primeras edades, disminuyendo en las edades posteriores.

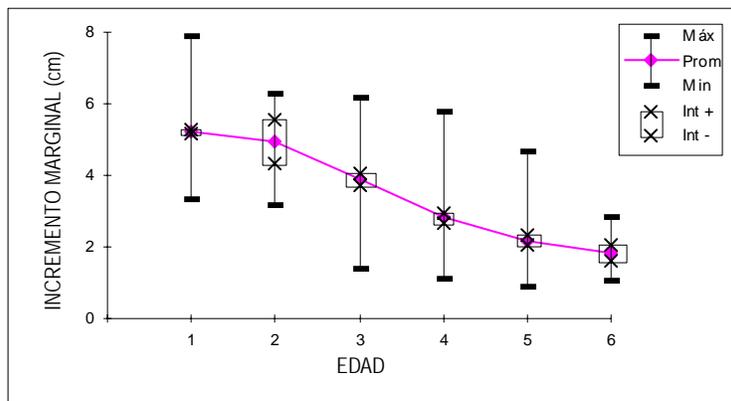


FIGURA 22 Valores máximo, promedio y mínimo del incremento marginal de las escamas con su intervalo de confianza del 95% por grupo de edad.

8.2.3.- Crecimiento.

Considerando los grupos de edad estimados por medio de la lectura de escamas, se observa (FIGURA 23) que el incremento en longitud del organismo a través del tiempo (edad) va disminuyendo, es decir que el pez en el primer año crece rápidamente y posteriormente su crecimiento va siendo más lento.

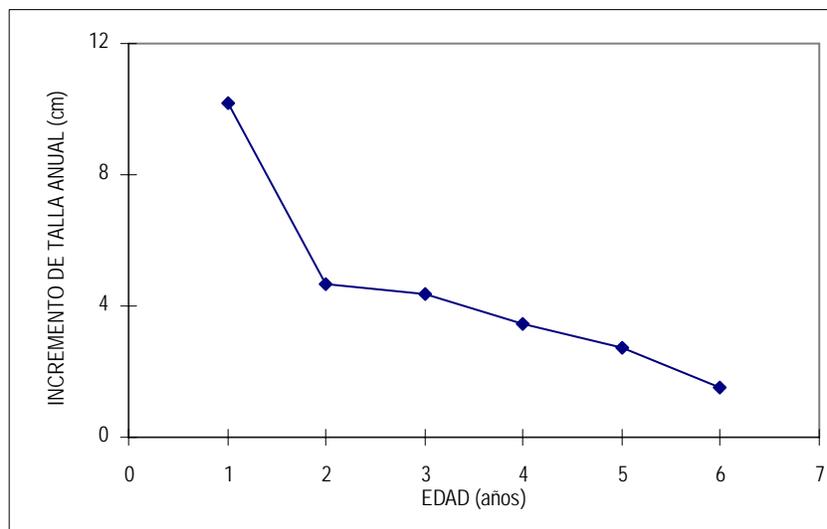


FIGURA 23 Incremento anual en la longitud del pez a través de la edad.

En la TABLA 10 se muestra el resumen de los resultados de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy (L_{∞} , k y t_0) calculados por medio de la ecuación de Ford-Walford para los grupos de edad obtenidos a través de los métodos de Bhattacharya, ELEFAN y escamas del presente estudio, así como los estimados por otros autores. Aquí se puede observar que a pesar de que todos los métodos para la determinación de edad y crecimiento se basan en los mismos principios, se puede encontrar que algunos subestiman el valor de L_{∞} y otros la sobreestiman.

Una forma de deducir cuales estimaciones provienen de una misma población fue mediante los valores de ϕ' . De la cuarta columna de la TABLA 10, se puede apreciar que debido a la proximidad entre todos sus valores, estas estimaciones forman parte de la misma población. Se analizó mediante una prueba de χ^2 ($p \leq 0.05$), dando como resultado la no existencia de diferencias significativas entre los valores estimados de ϕ' por otros autores con los estimados en el presente estudio por métodos directos e indirectos.

TABLA 10 Valores de los parámetros de crecimiento para *M. curema* determinados por diferentes análisis mediante el método de Ford-Walford y otros autores, así como el cálculo de ϕ' .

METODO	L_{∞}	k	t_0	ϕ'
Bhattacharya	30.20	0.55	-0.97	2.70
ELEFAN	48.20	0.24	-0.97	2.75
Escamas	35.89	0.22	-0.55	2.44
Álvarez-Lajonchere (1976)	53.20	0.10	-5.9	2.45
Ibáñez-Aguirre (1995)	46.14	0.14	-2.6	2.47
García-(1982)	43.6	0.16	0.27	2.48
Dueñas (1981)	43.2	0.36	0.89	2.83
Baltierra (1988)	26.0	0.34	2.33	2.36
Ramos-Cruz (1985)	40.0	0.22	-0.33	2.55

En la FIGURA 24 se presentan la relación entre los valores de longitud infinita y la tasa de crecimiento, observándose que a mayor longitud del pez la tasa de

crecimiento va disminuyendo, es decir presentan una relación inversa, los valores más cercanos a la curva calculada corresponden a los de lecturas de escamas.

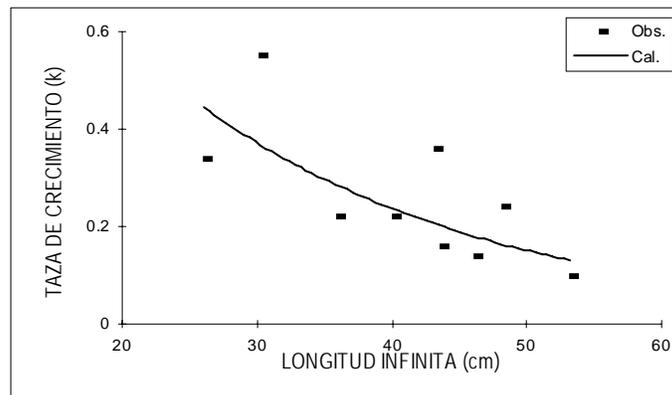


FIGURA 24 Relación entre los parámetros L_{∞} y k , obtenidos por los diferentes análisis.

Los parámetros del crecimiento se calcularon con el Método de Ford-Walford con los grupos de edad estimados por medio del método de Bhattacharya, ELEFAN y lectura de escamas. Se presenta la curva de crecimiento de von Bertalanffy en la FIGURA 25. Asimismo para estimar la curva de mejor ajuste, se realizó una prueba de X^2 ($p \leq 0.05$). El método que presentó la menor suma de las diferencias al cuadrado con respecto a los valores observados fue la determinada mediante la lectura de escamas.

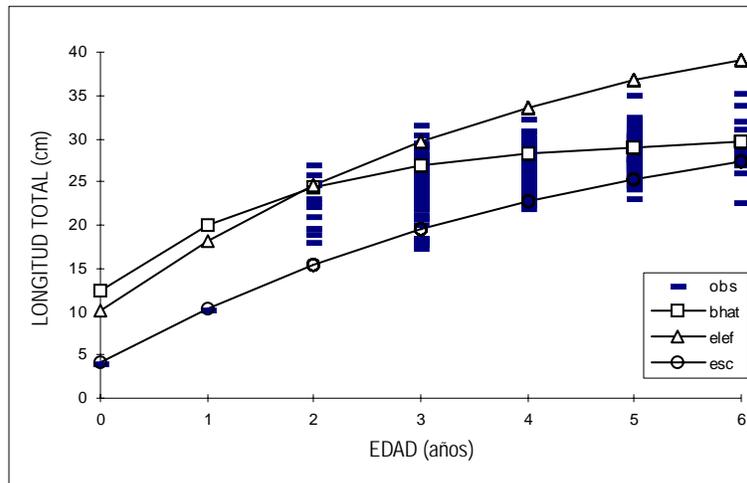


FIGURA 25 Curvas de crecimiento calculadas mediante el método de Bhattacharya, ELEFAN y lectura de escamas: valores observados y curva calculada.

8.3.- REPRODUCCIÓN.

8.3.1.- Estadios de Madurez Gonádica.

En la FIGURA 26 se observa el resultado de 579 organismos sexados encontrándose 219 machos (37.82%), 349 hembras (60.28%) y 12 indiferenciados (1.90%), los cuales fueron considerados en fase I de madurez por ser juveniles.

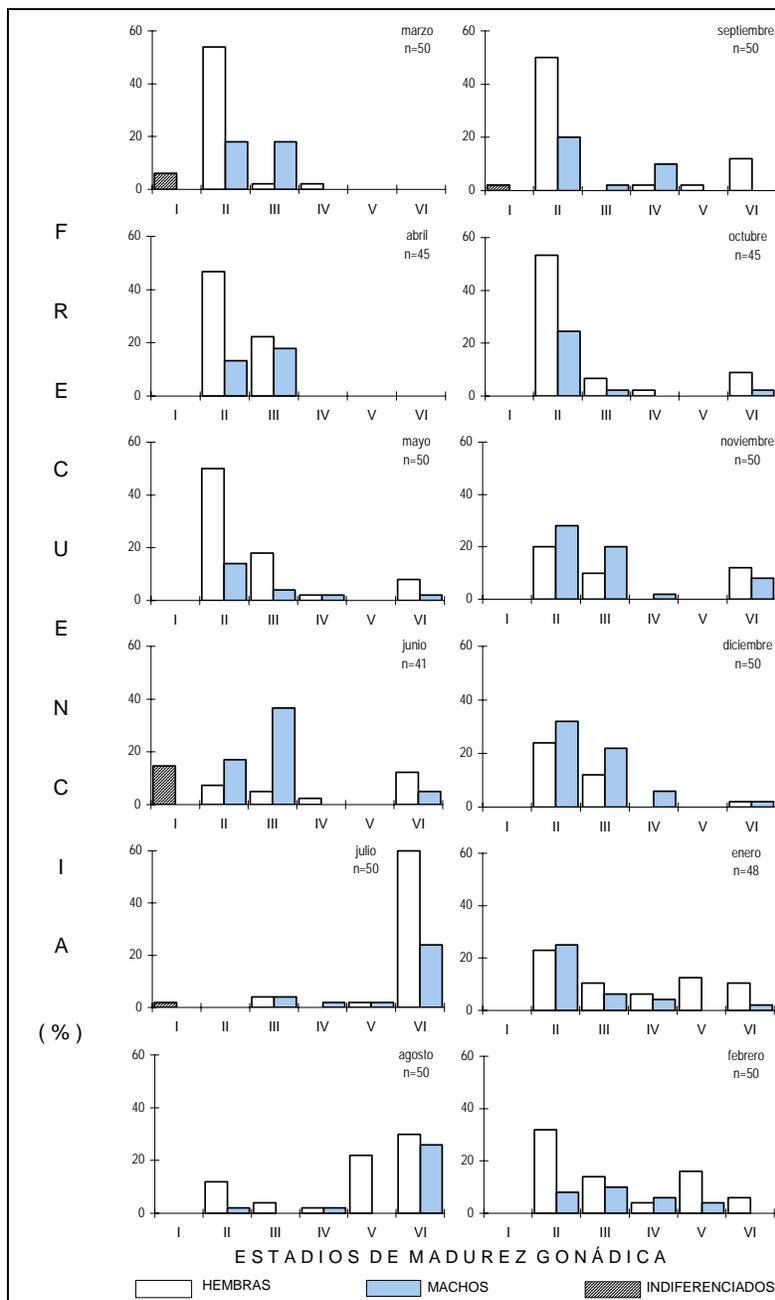


FIGURA 26 Estadios de madurez gonádica de machos y hembras de *M. curema*.

En los meses de marzo, abril y mayo la fase predominante es la II, tanto en hembras con un 54, 47 y 50% respectivamente y 18,13 y 14% de machos. En los meses de mayo y junio se incrementa el porcentaje de organismos fases III y IV y, aunque no se presenta la fase V, hay presencia del 12 y 4% de hembras y machos desovados.

En el mes de junio se puede observar el porcentaje más alto (15%) en la fase I, debido a que utilizó una malla de 2 pulgadas. Aparentemente se podría sugerir que en este mes se incorporan juveniles a la pesquería.

En el mes de julio se encuentra el porcentaje más alto de organismos desovados, 60% de hembras y 24% de machos, sin embargo la fase V tiene un 2%. En el mes de agosto está presente la fase V con un 22%, donde las condiciones ambientales (mayor precipitación pluvial), influye directamente en el vaso principal de la laguna (Núñez, 1981).

En el mes de septiembre nuevamente se presenta tanto en hembras y machos un incremento considerable en fase II, 50 y 20%; también se encuentran organismos en las demás fases de madurez. En los meses posteriores encontramos organismos en fases II a la V, aunque con un pulso importante en fase V en el mes de febrero con un 16% de hembras en fase V.

La presencia de organismos en la fase VI durante casi todo el período de muestreo nos permite suponer que la especie desova durante todo el año, con dos picos máximos, uno en agosto y otro en enero-febrero.

8.3.2.- Talla de Primera Madurez.

En la TABLA 11 se muestra la distribución por clase de talla con intervalos de 1 cm y la frecuencia en que se encontraron las hembras y su porcentaje acumulado. En la segunda columna se presentan primeramente las hembras en fases III, IV, V y VI; y en la columna cinco, las hembras en fases III, IV y V.

TABLA 11 Frecuencia de organismos por intervalo de clase en fases de madurez III, IV, V y VI.

INTERVALO DE CLASE (cm)	NUMERO DE ORGANISMOS III - VI	%	% ACUMULADO	NUMERO DE ORGANISMOS III - V	%	% ACUMULADO
22.1 - 23.0	1	0.6	0.6			
23.1 - 24.0	0	0.0	0.6			
24.1 - 25.0	5	3.0	3.6	3	3.3	3.3
25.1 - 26.0	12	7.1	10.7	12	13.3	16.7
26.1 - 27.0	23	13.6	24.3	15	16.7	33.3
27.1 - 28.0	39	23.1	47.3	22	24.4	57.8
28.1 - 29.0	34	20.1	67.5	16	17.8	75.6
29.1 - 30.0	21	12.4	79.9	9	10.0	85.6
30.1 - 31.0	17	10.1	89.9	7	7.8	93.4
31.1 - 32.0	12	7.1	97.0	4	4.4	97.8
32.1 - 33.0	3	1.8	98.8	1	1.1	98.9
33.1 - 34.0	0	0.0	98.8	0	0	98.9
34.1 - 35.0	1	0.6	99.4	1	1.1	100.0
35.1 - 36.0	1	0.6	100.0			

Se estableció para este estudio como la talla mínima de primera madurez la que incidió el 25% de ejemplares (L_{25}) y en los dos análisis se encontraron hembras entre 26.1 y 27.0 cm de longitud total, correspondientes al intervalo de la edad 6 (TABLA 7). Sin embargo, el organismo de menor talla encontrado en fase VI tuvo una longitud total de 22.4 cm, correspondiente a la edad 4. La talla media de reproducción (L_{50}) se encontró en el intervalo de 27.1 a 28.0 cm, determinada por la edad 6.

8.3.3.- Fecundidad.

Los valores de fecundidad de los 10 organismos obtenidos en fase V fue de 336,181 ovocitos/g en promedio con un intervalo de 302,542 a 408,066. Se determinó la relación entre la fecundidad y la talla (FIGURA 27) mediante una regresión lineal transformada a logaritmos entre la longitud total sobre el número de óvulos de los organismos hembras en fase V donde se puede observar que el organismo que presentó con mayor número de ovocitos se encuentra a una longitud total de 28.5 cm correspondiente al intervalo del grupo de edad seis, que es el menor representado en el periodo de muestreo.

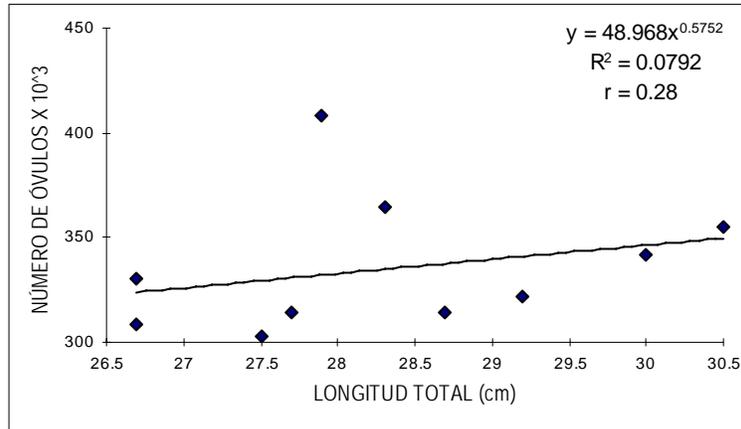


FIGURA 27 Relación longitud total sobre número de óvulos.

En la regresión también con los valores transformados del peso de los organismos sobre el número de óvulos (FIGURA 28), se puede observar que el peso de los organismos capturados con mayor número de óvulos se encuentra arriba del peso promedio que es de 177 g.

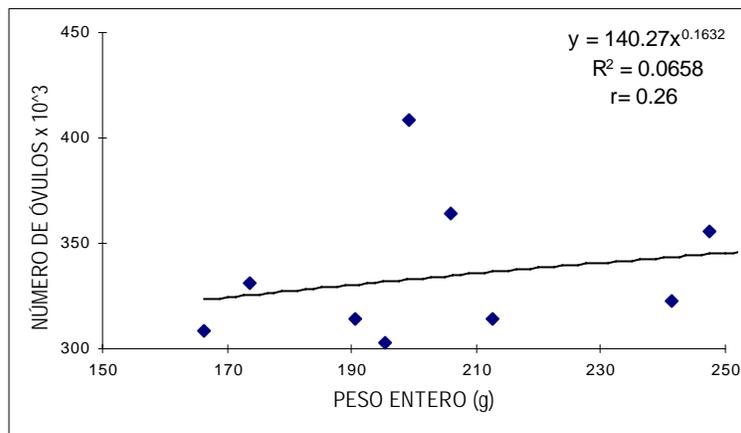


FIGURA 28 Relación del peso total sobre el número de óvulos.

Los bajos valores del coeficiente de correlación (r) y el coeficiente de determinación (R^2) indican que existe una relación muy baja entre la longitud total y el número de óvulos, debido principalmente al bajo número de organismos analizados y a la dispersión de un organismo que a pesar de medir menos de 30 cm y pesar 200 g, contó con más de 400×10^3 óvulos. De hecho, estas relaciones no se cumplen.

8.4.- ÍNDICES MORFOFISIOLÓGICOS.

8.4.1.- Índice Gonadosomático.

Se determinó en el laboratorio el IGS de 579 organismos muestreados mensualmente durante un año. En la FIGURA 29 se puede observar que el intervalo de mayor amplitud se presentó en el mes de agosto; así también el intervalo de la mediana al valor máximo que comprende el 50% de los organismos con los índices calculados, están sobre el valor de la mediana también es el mayor, para ese mes.

En los meses de enero y febrero también se presenta un intervalo amplio de distribución de los índices pero en menor porcentaje de organismos en el intervalo del valor de la mediana al valor máximo, esto indica que en los meses de agosto, enero y febrero el peso de la gónada alcanza también los pesos mayores por encontrarse los organismos en fase de reproducción.

Esto corrobora los dos picos de desove de la especie en la zona como se puede observar en la FIGURA 26 de madurez gonádica.

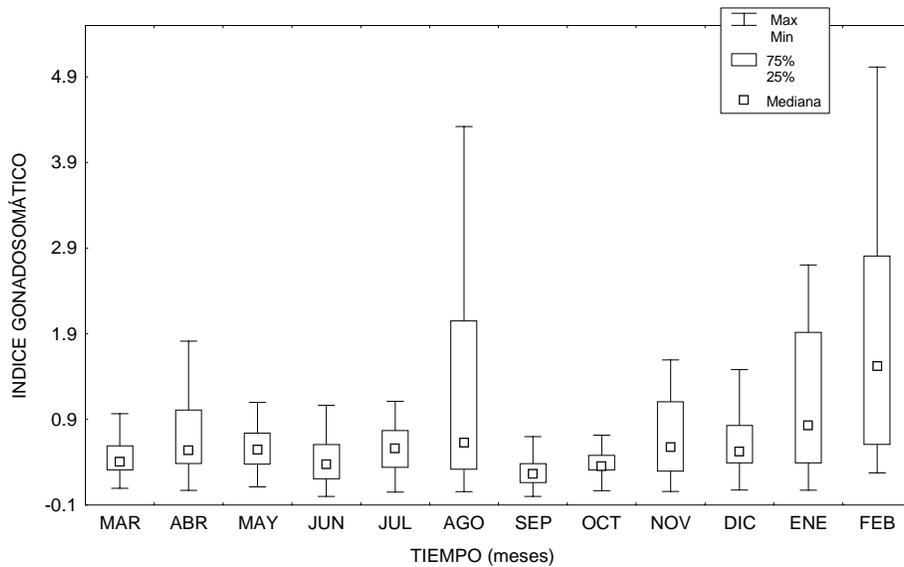


FIGURA 29 Variación mensual del Índice Gonadosomático.

La hipótesis nula (H_0) establecida de igualdad entre los valores de la media fue rechazada, ya que se presentaron diferencias estadísticamente significativas con un valor de $H=93.978$ con 11 grados de libertad ($P=<0.001$) entre un valor y otro, para analizar dichas diferencias se empleó la prueba de comparaciones múltiples de Dunnett (Zar, 1996), donde el mes de septiembre presentó diferencias significativas con los meses de febrero, enero, agosto, abril, mayo, noviembre y diciembre.

En la TABLA 12 también se observa que los meses de enero y agosto presentaron diferencias significativas con los meses de septiembre, octubre y junio. El mes de febrero presentó diferencias con todos los meses exceptuando agosto y enero, ya que en estos meses es cuando se presentó el mayor número de organismos en fase de madurez V (picos de desove) y por lo tanto la gónada tiene mayor peso.

TABLA 12 Resumen del análisis de varianza por intervalos de Kruskal-Wallis por una vía, del índice gonadosomático.

GRUPO	n_i	Mediana	Media	Desv. Est.	Error Est.	R_i Prom. *
marzo	50	0.406	0.835	1.371	0.194	242.7 ^{abc}
abril	45	0.541	1.040	1.313	0.196	308.8 ^{bc}
mayo	50	0.548	1.028	1.618	0.229	305.9 ^{bc}
junio	41	0.380	0.514	0.590	0.092	215.8 ^{ab}
julio	50	0.559	0.809	1.384	0.196	286.9 ^{abc}
agosto	50	0.628	1.963	2.755	0.390	335.6 ^c
septiembre	50	0.264	0.557	0.850	0.120	175.1 ^a
octubre	45	0.355	0.593	1.070	0.159	209.5 ^{ab}
noviembre	50	0.576	1.331	2.482	0.351	299.4 ^{bc}
diciembre	50	0.527	0.827	1.172	0.166	297.3 ^{bc}
enero	48	0.829	1.925	2.597	0.375	354.9 ^{cd}
febrero	50	1.519	2.865	3.547	0.502	431.3 ^d

(*) Una o más letras comunes a manera de superíndices indican que no hay diferencias significativas entre los meses que la llevan; letras diferentes indican diferencias significativas entre estos meses.

8.4.2.- Índice Hepatosomático

En la FIGURA 30 se muestran las variaciones del IHS a través del año, donde el intervalo de mayor amplitud del valor mínimo al máximo se presentó en el mes de julio, que coincide con la época de reproducción, así como el mayor porcentaje de organismos sobre el valor de la mediana.

En el mes de octubre se puede observar el valor mínimo calculado y el mayor porcentaje de organismos se encontraban por debajo del valor de la mediana.

Se pudo observar que el peso del hígado y la gónada en las fases previas a la madurez tienen cierta relación en su peso. En el momento preciso del desove, el hígado incrementa su peso considerablemente con respecto a la gónada que comienza a perder peso.

También se apreció que en la cavidad celómica, esta especie va generando una reserva de grasa. La grasa en el músculo no varía en proporción a la intensidad de alimentación (Tandel *et al.*, 1983). El organismo, por encontrarse en fase de reproducción, disminuye su consumo de alimento fresco, ya que el color del intestino en fases de madurez iniciales presentó un color verde. Conforme avanzaba su estadio, el color verde era cada vez más débil hasta que el intestino se tornaba en color blanco por el contenido de grasa que el organismo absorbía de la reserva de grasa generada en la cavidad celómica, además que la gónada ocupa casi toda la cavidad.

El hígado acelera su función de sintetizar las grasas reservadas e incrementa considerablemente su peso en el momento del desove.

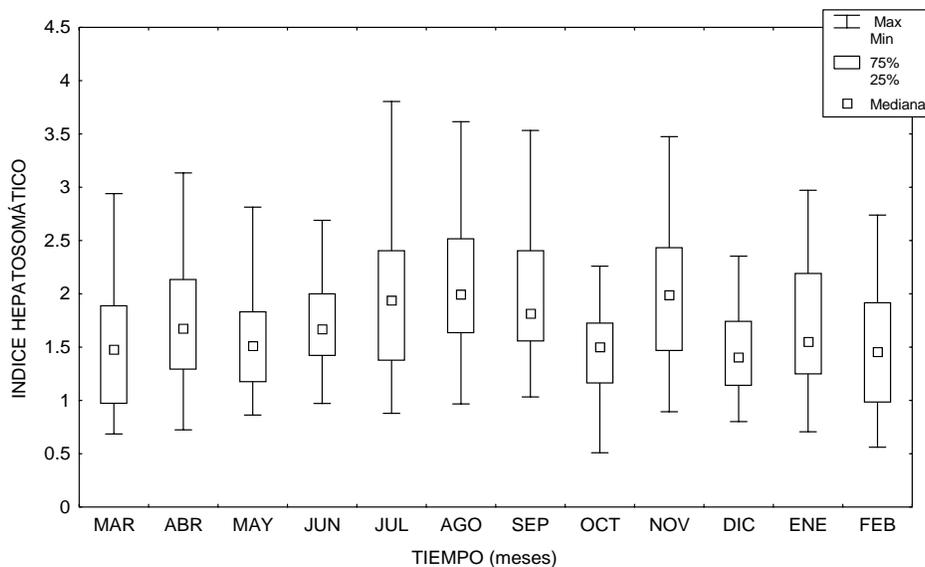


FIGURA 30 Variación mensual del índice hepatosomático en el período de muestreo.

La hipótesis nula (H_0) establecida para el análisis de varianza fue de igualdad entre los valores de la media la cual se rechazó, aquí también se presentaron diferencias estadísticamente significativas. Dichas diferencias se analizaron por medio de la prueba de comparaciones múltiples de Dunnett (Zar, 1997) con un valor de $H=72.568$ con 11 grados de libertad ($P=<0.001$).

Los meses de febrero, diciembre, mayo y abril presentaron diferencias estadísticamente significativas con octubre, enero, noviembre y septiembre. El mes de julio presentó diferencias significativas con octubre, enero y noviembre según se puede observar en la TABLA 13, y en el mes de julio fue cuando se presentó el mayor número de organismos en fase VI (desovados).

TABLA 13 Resumen del análisis de varianza por intervalos de Kruskal-Wallis por una vía, del índice hepatosomático.

GRUPO	n _i	Mediana	Media	Desv. Est.	Error Est.	R _i Prom. *
marzo	50	1.550	1.548	0.668	0.095	274.3 ^{abc}
abril	45	1.456	1.763	0.527	0.079	233.6 ^a
mayo	50	1.475	1.546	0.428	0.061	231.2 ^a
junio	41	1.676	1.735	0.426	0.067	303.2 ^{abc}
julio	50	1.511	2.014	0.756	0.107	238.7 ^{ab}
agosto	50	1.667	2.072	0.566	0.080	301.0 ^{abc}
septiembre	50	1.936	1.970	0.600	0.085	349.5 ^{bc}
octubre	45	1.993	1.495	0.524	0.078	386.4 ^c
noviembre	50	1.817	2.012	0.634	0.090	352.6 ^c
diciembre	50	1.498	1.470	0.417	0.059	229.0 ^a
enero	48	1.987	1.687	0.615	0.089	361.9 ^c
febrero	50	1.406	1.519	0.585	0.083	215.2 ^a

(*) Una o más letras comunes a manera de superíndices indican que no hay diferencias significativas entre los meses que la llevan; letras diferentes indican diferencias significativas entre estos meses.

8.5.- MORTALIDAD TOTAL.

Se observa en la FIGURA 31 la curva que se obtuvo a partir de captura linealizada basada en los datos de composición de tallas, para el cálculo de mortalidad total (Z) para *M. curema*. A partir del punto donde declina la curva, se estimaron los valores de Z, debido a que se encuentran reclutados todos los organismos al arte de pesca. Observándose un mejor ajuste de la regresión en el punto de la pendiente con un valor de 0.8, considerándose éste la mejor estimación de mortalidad total.

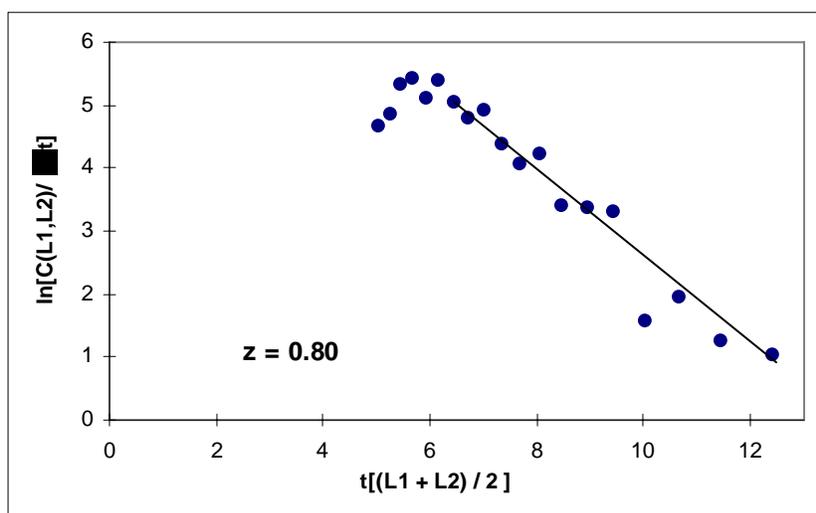


FIGURA 31 Curva de captura linealizada basada en los datos de composición de tallas, indicando la pendiente el estimado de mortalidad total Z.

Para el cálculo de los límites de confianza de la estimación de mortalidad total TABLA 14, se eliminaron los valores cercanos a la longitud promedio de mayor frecuencia y los valores cercanos a la longitud infinita (L_{∞}), determinada durante el periodo de muestreo, corroborándose como valor óptimo un valor de $Z = 0.80$ por presentar la varianza de la pendiente (sb^2) más pequeña (Sparre y Venema, 1995)

TABLA 14 Cálculo de los límites de confianza para los estimados de Z.

Lt (cm)	Z	Número de observaciones n	Distribución de Student 95% t_{n-2}	Varianza de la pendiente sb^2	Límites de confianza de Z $Z \pm k^* t_{n-2} \cdot sb$
28.5		1			
29.0		2			
29.5	0.22	3	12.7	0.16	0.22 ± 5.083
30.0	0.75	4	4.20	0.11	0.75 ± 1.398
30.5	0.68	5	3.18	0.03	0.68 ± 0.593
31.0	0.55	6	2.78	0.02	0.55 ± 0.369
31.5	0.89	7	2.57	0.04	0.89 ± 0.486
32.0	0.82	8	2.44	0.02	0.82 ± 0.332
32.5	0.80	9	2.36	0.01	0.80 ± 0.232
33.0	0.73	10	2.30	0.01	0.73 ± 0.182

Para el cálculo de la mortalidad natural (M), inicialmente se estimó el valor de la edad límite $A_{0.95}$ o sobrevivencia, en la cual el pez alcanza el 95% de L_{∞} , igual a 13.62 años, considerando que M es una función de la tasa de crecimiento (k). Para este cálculo el valor de $t_0 = 0$, obteniéndose $M = 0.22$.

Conociendo el valor de mortalidad total y mortalidad natural y sabiendo que el valor de mortalidad por pesca (F) es la diferencia entre las mismas, se obtuvo el valor de $F = 0.58$.

$$Z = F + M$$

$$0.8 = 0.58 + 0.22$$

9.- DISCUSIÓN

En el presente trabajo se analizaron datos representativos de la población vulnerable a la pesca de lisa de la laguna de Cuyutlán con el objeto de calcular algunos de sus parámetros poblacionales.

Los resultados obtenidos en el análisis de la forma y el crecimiento relativo de la lebrancha presentan similitud en la relación longitud total con la longitud cefálica, con los de Drake *et al.* (1984), Pérez-García e Ibáñez-Aguirre (1992) e Ibáñez-Aguirre (1995). El modelo que presentó mejor ajuste para dicho análisis fue mediante la conversión logarítmica de las variables y se encontró que las correlaciones mayores se presentan entre las longitudes de las aletas, primera y segunda dorsales Así como la preanal, esto debido al crecimiento relativo de la cabeza; ya que según Aleev 1963 (en Drake *et al.* 1984) en los Mugílidos se origina una reducción del tamaño de la boca al pasar de juveniles a adultos, acompañado de un empequeñecimiento de la cabeza. Asimismo en la prueba t empleada se observó, que el valor de la diferencia significativa más alta se presentó con el diámetro ocular con una alométría negativa. Este análisis es utilizado en anatomía comparada para clasificación de las especies y géneros taxonómicos. Gállego *et al.* (1993) sugiere que las medidas corporales pequeñas sean comparadas entre si y no con la longitud total, como por ejemplo diámetro ocular vs longitud cefálica. En el análisis realizado con estas dos variables, no se encontró mejor relación.

Se suponen dos periodos de reclutamiento al arte durante el año, en los meses de marzo y septiembre. Los organismos de una talla 20.5 cm, con una edad de 3 años son los nuevos reclutas a la pesca que se observan en el histograma de frecuencia de tallas e indica el tiempo aproximado que tardan los alevines que se reclutan a la laguna, crecen y se incorporan a la pesquería posteriormente. Lo cual coincide con las épocas de desove encontradas en este estudio (agosto, enero y febrero).

En cuanto a los aspectos de crecimiento, en la lectura de escamas se observó que el menor incremento marginal promedio se presentó en el mes de agosto que coincide con el periodo de mayor precipitación pluvial en el área de estudio, reportado por Núñez (1981) y la época del mayor número de organismos en fase de reproducción (Vidaurri 1982). Botha (1970 y 1971) y Bilton y Robbins (1971) establecen una fuerte correlación entre las bandas de crecimiento y el nivel de alimentación de diversas especies, mostrando que la banda de crecimiento rápido se deposita cuando el pez se alimenta activamente mientras que la banda de crecimiento lento, se deposita en las épocas en que el pez se encuentra en situaciones desfavorables. En el presente estudio la formación de la banda de crecimiento lento coincide con la época de reproducción y considerando que es una especie catádroma, es durante esta época en que el desgaste corporal del pez es mayor por tener que desplazarse hacia el océano para desovar. Para la laguna de Tamiahua (Ibáñez-Aguirre, 1995), es también la época de desove de la especie cuando se lleva a cabo la formación del anillo de crecimiento lento, coincidiendo con lo presentado aquí.

En el mes de mayo presentó el mayor incremento marginal que coincide con cambios ambientales que originan una mayor producción de alimento y el organismo crece rápidamente debido a la disponibilidad de alimento y durante el periodo comprendido del mes de octubre a febrero el crecimiento fue lento posiblemente relacionado con una disminución de la temperatura (García 1973). Es importante considerar el efecto que tienen los factores ambientales en la productividad primaria y otros aspectos biológicos en el ecosistema.

Las tallas muestreadas se restringen a organismos con una longitud total de 20.0 a 40.5 cm, la selectividad del arte no permite capturar organismos de mayor ni menor talla. Esto se observa con el uso de red con malla de 2 1/4 de marzo a diciembre, con una longitud total promedio de 26.21 cm. En enero y febrero se utilizó una red con 2 1/2 pulgadas de luz de malla y se capturaron organismos con una longitud total promedio de 28.56 cm. La escasa diferencia en cuanto a la luz de malla, repercute en más de 2 cm de diferencia en talla y 52 g ganados en peso.

En el presente trabajo se pudo comprobar que los diferentes métodos, tanto directos como indirectos, para la determinación de los diferentes grupos de edad, operan bajo el mismo principio (es decir, a todo incremento en longitud corresponde un incremento proporcional en peso y forma). Si se estiman mediante la lectura de las escamas, como en el presente estudio, pueden considerarse los otros dos métodos, análisis de frecuencia de tallas con ELEFAN y seguimiento modal de Bhattacharya, como validación de resultados.

La determinación de los parámetros de crecimiento por medio de los grupos de edad mediante la frecuencia de tallas se considera sesgada en el presente trabajo ya que se realizó con organismos de la captura comercial, por lo tanto, las tallas menores no están representadas. El análisis por medio del método Battacharya contenido en el programa FISAT analiza la frecuencia de tallas encontradas en el muestreo y asigna a la primera moda la longitud media de la edad 1, y no al grupo de edad 3 como correspondería a la determinada mediante la lectura de escamas.

Existen varios trabajos que confirman la presencia de una marca principal de crecimiento en el año, que se pueden observar en las estructuras óseas, tales como escamas, espinas, vértebras u otolitos. Varios autores coinciden que dichas marcas se relacionan con la época de reproducción (Heald y Griffiths 1967, Ibáñez-Aguirre 1995 y Espino-Barr 1996).

Los valores de k y L_{∞} calculados por diferentes autores se ajustaron por ϕ' y sus valores cercanos afirman que se trata de una misma especie, y que k y L_{∞} son los parámetros más adecuados para estimar el crecimiento mediante la ecuación de von Bertalanffy en biología pesquera.

La talla determinada de primera madurez, de 27.1 a 28.0 cm, corresponde a la edad seis. Si se analizan los histogramas de las frecuencias de tallas se aprecia que se capturan organismos que no han madurado por ser juveniles, lo cual es un problema

para la población ya que se puede pronosticar una explotación de organismos de menor talla promedio y se está disminuyendo el potencial productivo de la especie. La determinación de la talla de primera madurez realizada por otros autores (Anderson 1957 modificado de Oren 1981, citado en Ibáñez-Aguirre 1995)) son: hembras de 20.9 cm con una edad 1; Venezuela hembras 30.3 cm con edad 1 (Edimar 1973), en el Golfo de México se determinó a una longitud de 20.8cm en hembras a una edad cero (Ibáñez-Aguirre 1995), se observa que otros autores han encontrado tallas menores de primera madurez. En la laguna de Cuyutlán debido a la constante captura de lisa la mayor parte de las hembras que desovan aparentemente son jóvenes.

La presencia de la fase VI durante casi todos los meses permite suponer que hay organismos de esta especie que desovan en cualquier mes del año, pero hay dos pulsos de reproducción presentados en el periodo de muestreo, posiblemente vinculados con cambios en las condiciones ambientales: en el mes de agosto con la época de lluvias y en el mes de enero periodo de mayor estabilidad en la laguna y abundancia de alimento.

El periodo de mayor número de organismos en fase de reproducción se presentó en el mes de agosto el cual no coincide con el periodo de veda establecido de 15 de mayo al 15 de julio y la especie se captura precisamente en la fase reproductiva. Este estudio coincide con la investigación realizada en el Atlántico Oeste, donde la reproducción se presentó en los meses de febrero a mayo con un pulso máximo en abril (Jacot 1920, citado en Ibáñez-Aguirre 1995); en Texas se presentó en primavera y principios de verano (Hoese 1965 y Moore 1974) lo mismo en Venezuela en la laguna Campoma se presentó en julio y agosto (Edimar 1973), en la laguna de Cuyutlán también se reporta un pico de reproducción en el mes de agosto en estudio realizado por (Vidaurri 1982). Esto nos permite observar que la época de reproducción de la especie depende mucho del sitio de estudio, latitud, condiciones climáticas, entre otros factores, esto sin considerar los diferentes métodos determinados para su estudio.

A pesar de que la longitud promedio de organismos capturados con una luz de malla de $2 \frac{1}{4}$ fue de 25.21 cm y los capturados con redes de $2 \frac{1}{2}$ de 28.56 cm está diferencia podría estar influenciada por la selectividad del arte; sin embargo analizando las longitudes totales promedio por mes se pudo observar que los organismos de mayor talla se encontraron en los meses de julio, agosto, enero y febrero, meses que corresponden a los pulsos identificados como época de reproducción. En la curva linealizada de captura para el cálculo de mortalidad total muestra que la mayor intensidad de pesca se lleva a cabo en tallas reproductivas y prereproductivas.

Las estimaciones de fecundidad en los mugílidos no son muy abundantes en la bibliografía, posiblemente debido a que regularmente se realiza la estimación a partir de un número pequeño de muestras, este trabajo no es la excepción, el modelo aplicado tanto lineal como exponencial a los datos obtenidos, no explican muy bien la relación existente entre ambas variables, pues presentan un bajo valor en el coeficiente de correlación. El valor de fecundidad absoluta calculada con el recuento de ovocitos de las gónadas de hembras en fase V se encuentra dentro del intervalo reportado para esta especie en el Golfo de México por Cuervo (1993) e Ibáñez-Aguirre (1995).

El valor más alto del factor de condición se presentó en el mes de junio y diciembre que correspondan al periodo predesove, ya que es el momento de mayor proporcionalidad entre la longitud total y el peso entero del organismo (Safran, 1992), es decir, el organismo tiene mayor peso con respecto a la talla.

Los índices morfofisiológicos (IGS, IHS y factor de condición "a") están directamente vinculados con la fase reproductiva de la lebrancha, en el análisis del IGS se observa una relación directa con el factor de condición, presentando sus valores mayores justo en el periodo de reproducción. En lo referente al IHS presenta sus valores más elevados en el mes de julio que coincide con un alto número de organismos desovados, que es el momento en que el hígado aumenta su peso por la actividad fisiológica acelerada que realiza. Estos índices ayudan a predecir la época en que se lleva a cabo la reproducción.

La $A_{0.95}$ de la lebrancha de la laguna de Cuyutlán encontrada coincide con Nikolsky (1963) quien establece que para peces cuya L_{∞} es de 300 a 400 mm, la longevidad es de 10 a 20 años e Ibáñez-Aguirre (1995) en la Laguna de Tamiahua, Ver., encontró un valor similar.

La tasa de mortalidad total calculada (de 0.80), la mortalidad natural (de 0.22) y de mortalidad por pesca (de 0.58), son elevados, lo que significa que si se continúa capturando organismos con esa luz de malla o menor, las tallas serán menores con el consiguiente daño a la población por el hecho de que los organismos son juveniles.

10.- CONCLUSIONES

En el análisis de los aspectos morfométricos se observó que las relaciones de las variables analizadas caracterizan a la especie y se conservan entre sus diferentes medidas.

Mugil curema presentó un crecimiento isométrico entre la longitud total y el peso para la especie y entre hembras y machos.

Para el análisis de edad, el método con el que se obtuvo el mejor ajuste fue mediante la lectura de escamas, ya que mediante el retrocálculo se obtienen las edades anteriores. Las longitudes medias para cada grupo de edad son; edad "0", 3.99 cm; edad "1", 10.18 cm; edad "2", 14.85 cm; edad "3", 19.24 cm; edad "4", 22.64 cm; edad "5", 25.33 cm; edad "6", 27.07 cm.

Los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy para *M.curema* obtenidos fueron: $L_{\infty} = 35.89$ cm, $W_{\infty} = 486.67$ g, $k = 0.2152$, $t_0 = - 0.55$

La época de reproducción de *M. curema* en la Laguna de Cuyutlán muestra dos pulsos importantes: febrero y agosto; siendo este último el más importante, lo que confirma con otros estudios realizados hace más de quince años.

La talla de primera madurez para la especie se determinó entre 27.1 - 28.0 cm, lo cual corresponde a la edad "6".

El valor de fecundidad absoluta calculada con el recuento de ovocitos de las gónadas femeninas en fase V fluctuó de 302,542 a 408,066 ovocitos.

El IGS más alto se presentó en agosto y febrero, que coincide con las épocas de reproducción. El IHS más alto fue en el mes de julio donde se presentó el mayor número de organismos desovados, se pudo observar que los organismos en el momento del desove incrementan su IHS considerablemente.

El valor de mortalidad total obtenido fue 0.80, el valor de mortalidad natural 0.22 y mortalidad por pesca 0.58.

11.- RECOMENDACIONES

Continuar con el estudio biológico-pesquero de la lebrancha como de las especies que componen la pesca multiespecífica que se lleva a cabo en la laguna para establecer las bases de un ordenamiento de la actividad pesquera, para evitar alterar el equilibrio.

Modificar periodo de veda establecido y adecuarlo a la zona exclusivamente. En la laguna de Cuyutlán la veda debería de correr entre los meses de junio y septiembre.

Concientizar a los pescadores de la importancia de capturar con artes de luz de malla legal la cual es de dos pulgadas tres cuartos (2 3/4 pulgadas).

Impartir cursos a los pescadores y sus familias para el manejo y algunos procesos de conservación de su producto para obtener un valor agregado a sus productos.

Redoblar la inspección y vigilancia del área y de las artes de pesca, el decomiso de las artes podrá traer inconformidad de los pescadores para lo que se sugiere crear un programa interinstitucional para otorgar préstamos para la adquisición de artes y equipo adecuado para desempeñar eficientemente la actividad pesquera en la laguna.

Implementar cursos de capacitación en el armado de las artes de pesca utilizados en la laguna ya que algunas veces las redes se arman sin considerar las diferentes especificaciones de armado según las características del material empleado para la elaboración del arte por lo que tal vez no opere eficientemente.

Generar convenios de participación interinstitucional para generar proyectos de inversión con el objetivo principal de mitigar efectos contaminantes que perturben el nicho ecológico y generar una rehabilitación integral de la laguna (Gob. del Edo., Gob. Federal, C.F.E. y usuarios del Tapo).

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez-Lajonchere, L., 1974. Contribución al estudio del ciclo de vida de *Mugil curema Valenciennes* in Cuvier et Valenciennes, 1836 (Teleostomi: Mugilidae). Tesis. *Universidad de la Habana*, Cuba. 116 p, 28 figs. y 64 tablas.
- Alvarez-Lajonchere, L., 1976. Contribución al estudio del ciclo de vida de *Mugil curema Valenciennes* in Cuvier et Valenciennes, 1836 (Pisces, Mugilidae). *Ciencias. Serie 8 Inv. Mar.* (28): 1-130 pp
- Alvarez-Lajonchere, L., 1981. Algunos datos adicionales sobre la reproducción y las relaciones largo-peso de *Mugil curema* (Pisces: Mulidae) en Cuba. *Centro de investigaciones marinas. Fac. De Biología. Universidad de la Habana*, 76-90 p.
- Amezcu-Linares, F., 1971. Generalidades ictiológicas del sistema lagunar costero del Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. *An. Centro de Cienc. Del mar y Limonol. Univ. Nal. Auton. México.* 4 (1); 1-26 pp.
- Baltierra R. J.L., 1988. Algunos Aspectos poblacionales de la lisa (*Mugil curema Valenciennes*) en la laguna de Cuyutlán, Col., México. U.A.B.C. Escuela de Ciencias Marinas. 52 p.
- Bardach, J. E., Ryther, J. H. y McLaren, W. O., 1986. *Acuacultura crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce.* Agt Editor, S.A., México, D.F., 741 p.
- Bartlett, J.R., Randerson, P.F., Williams, R. and Ellis, D.M., 1984. The use of analysis of covariance in the back-calculation of growth in fish. *J. Fish. Biol.* 24:201-213
- Benetti, D.D., Netto, E..B.F., 1991. Preliminary results on growth of mullets (*Mugil liza* and *M. curema*) fed artificial diets. *World-Aquacult.* 22 (4): 55-57.
- Berra, T. M., 1981. *An Atlas of distribution of the Freshwater Fish Families of the world.* Lincoln. Univ. Nebraska Press, 197 pp.
- Beverton, R.J.H. and Holt, S.J., 1959. A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics. *Ciba Found. Symp. On the Lifespan of Animals*, London, 142-177.
- Bilton, H.T. y Robbins., 1971. Effects of feeding level on circulus formation on scales of young sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) *J. Fish Res. Bd. Can.* 28: 861-868.
- Botha, L., 1970. The growth of the Cape hake *Merluccius capensis*. *Investl. Rep. Div. Sea Fish.* S. Afr. 82: 9pp.
- Botha, L., 1971. Growth and otolith morphology of the Cape hakes *Merluccius capensis*, Cast. y *M. paradoux* Franca. *Investl. Rep. Div. Sea Fish.* S. Afr. 97: 32 pp.
- Briones, A. E., 1992. Diagnóstico de la Pesquería de la lisa (*Mugil cephalus*) en Sinaloa. *Contribuciones al 1er. Taller de Evaluación de Pesquerías Ribereñas del Pacífico Mexicano*, 13-15 Dic. 1993, Manzanillo, Col. 130 p.
- Bullock, L.H., Godcharles, M.F. and Mitchell, M.E., 1992. Age, growth and reproduction of jewfish *Epinephelus itajara* in the eastern Gulf of México. *Fishery Bull.* 90:243-249.
- Camargo, E.P. y Miguez, C.F., 1983. Aspectos citológicos do maturacao gonadal do *Mugil liza* e *Mugil curema* NEMAR Atlántica Univ. Fed. Do Santa Catarina, Brazil. 5 (2): 1-20 pp.
- Castro-Aguirre, J.L., 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. *Serie Científica No. 18. SEPESCA*, México.
- Centro Meteorológico Nacional de Tacubaya, 1980-1990. Reportes meteorológicos. *Secretaría de Recursos Hidráulicos*, México, D.F.

- CIP, 1979. *Taller sobre Esfuerzo Pesquero*. Comisión de Métodos y Normas. Consejo Científico. Centro de Investigaciones Pesqueras. Cuba. 18p.
- Contreras, F., 1985. *Lagunas costeras mexicanas*. Centro de Ecodesarrollo, SEPESCA, 1ª Edición, México, D.F.
- Cruz, R. M., Espino, B. E., García, B. A., Obregón, A. L. F. y Girón, B.E., 1991. Biología Reproductiva en tres especies del género *Lutjanus* en la costa de Colima, México. *Informe Final. Clave CONACyT: P220CCOR892739, México*, 118 p
- Cuervo, S. A., 1993. Determinación de aspectos reproductivos de la lebrancha, *Mugil curema* (Valenciennes, 1836) y de la lisa, *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) en la laguna de Tamiahua, Veracruz, México, Tesis licenciatura. Universidad Veracruzana. 80 pp
- Cunningham, P. P. M. y Paola, R. P., 1983. Aspectos do ciclo do vida do *Mugil curema* e *Mugil liza* na lagoa da Conceicao, C. *Atlántica Univ. Fed. Do Santa Catarina, Brazil*. 5 (2): 1-33 pp.
- Chávez, C. J. C., 1982. Consideraciones sobre hábitos alimenticios de algunas especies de peces en la laguna de Cuyutlán, Col. *Instituto Oceanográfico de Manzanillo, Col.*
- Chávez, H., 1985. Aspectos biológicos de las lisas (*Mugil spp*) de la Bahía de la Paz, B.C.S. México, con referencias especiales a juveniles. *Inv. Mar. CICIMAR*. Vol. 2 Núm. 2: 1-22.
- Chiappa-Carrara, X., Gallardo-Cabello, M. y Caso-Chávez, M., 1997. Age determination of *Encrasicholina purpurea* Fowler (Pisces:Engraulidae) bases on otolith analysis. *Hidrobiológica (6)*: 1-8.
- Dahl, G. , 1971. *Los peces del norte de Colombia*. INDERENA. Bogotá. Colombia. 371 p.
- Daniel, W. W., 1991. *Bioestadística*. LIMUSA, S.A., México. 355-414 pp.
- Davis, T.L.O. and West, G.J., 1992. Growth and mortality of *Lutjanus vittus* (Quoy and Gaimard) from the North West Shelf of Australia. *Fish. Bull.*, U.S. 90:395-404
- Drake, P., Arias, A.M., Gállego, L., 1984. Biología de los Mugílidos (Osteichthyes, Mugilidae) en los esteros de las salinas de San Fernando (Cádiz). III. Hábitos alimentarios y su relación con la morfometría del aparato digestivo. *Inv. Pesq.* 48(2) Pags. 337-367.
- Dueñas, C., 1981. Contribución al conocimiento de la biología de la lebrancha (*Mugil curema*, Val) *Simp. de Ocean. Biol. Acapulco, Gro. México*. Esc. Nal. de Cienc. Biol. del I.P.N.
- Edimar, C.L.A., 1973. Algunos aspectos de la biología de la lisa *Mugil curema* en aguas hipersalinas del Nororiente de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. Contrib.* 51: 223-38
- Ehrhardt, N.M., 1981. Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. 1ra. Parte: Estimación de Parámetros Poblacionales. *SIC/INP*, México, 132 pp.
- Espino-Barr, E., 1996. Edad y crecimiento del Huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922), en las costas de Colima, México. Tesis de Maestría. *Universidad Nacional Autónoma de México*. 73 pp.
- Espino-Barr, E., Cruz-Romero, M., García-Boa, A. y Sánchez A., A., 1998. Catálogo de especies de peces marinos con menor valor comercial, capturadas en la costa de Colima, México. *SEMARNAP-INP-Manzanillo*, México. 70p.
- Everhart, W.H., y Young, W.D., 1975. Principles of fishery science. Cornell, Londres. 349 p.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneides, W., Sommer, C., Carpenter, K.E. y Niem, U.H., 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental. Parte 2, Vol. III*. 1201-1813 p.
- Fowler, A.J., 1990. Validation of annual growth increments in the otoliths of a small, tropical coral reef fish. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 64: 25-38
- Gállego, L., Mira, T., Pou, N., Lambea, R. y Bernat, G., 1993 La biometría y la Informática, herramientas para la determinación de piezas anatómicas. 8 pp.

- García, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). *Instituto de Geografía, UNAM, 2ª* De. México, D.F., 246 p.
- García, S.S., 1982. Contribución al conocimiento de la biología de la lebrancha (*Mugil curema* V.) y de la lisa (*Mugil cephalus* L.) del sur de Tamaulipas. Proyecto escama del Golfo de México, zona N.E. *Centro de Investigaciones Pesqueras de Tampico, Tamps. INP.* 41 p.
- Gayanilo, F.C., Sparre and Pauly, D., 1993. The FISAT User's Guide. FAO Coptutarized Information Series Fisheries No. 99 Draft. ICLARM, Philippines, 70 p
- Gulland, J.A., 1983. Fish stock assessment. A manual of basic methods. *FAO/Wiley Serie, Chichester*, 223 p.
- Gulland, J.A. and Rosenberg, A. A., 1992. A review of length-based approaches to assessing fish stocks. Rome, *FAO 323*,100 p.
- Guitart, D., 1975. Sinopsis de los peces marinos de Cuba. Tomo II. La Habana. Academia de Ciencias de Cuba. *Inst. de Oceanología.* 323 p.
- Heald, E.J. y Griffiths, R.C., 1967. La determinación por medio de la lectura de escamas, de la edad de la sardina *Sardinella anchovia*, del Golfo de Cariaco, Venezuela Oriental. *Serie Recursos y Explotación Pesqueros*, 1(10):374-422.
- Hedgepeth, M.Y. and Jolley Jr.,J.W., 1983. Age and Growth of sailfish, *Istiophorus platypterus*, using cross sections from the fourth dorsal fin spine. Proceeding of the International Wokshop on Age Determination of Oceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes and Sharcks. U.S. Departament of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration. National Marine Fisheries Service. NOAA Technical Report NMFS8
- Hoesse, 1965. Citado por Moore, 1974.
- Holden,M.J. y Raitt, D.F.S., 1975. Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. *FAO 115 Rev.1*, 211 p.
- Ibañez-Aguirre, A.L., 1990. Contribución al conocimiento de los ciclos de vida de *Mugil cephalus* y *M. curema* para el complejo lagunar Tamiahua-Tampamochocho, Veracruz. Laboratorio de Producción Acuícola U.A.M. Iztapalapa. 15 pp.
- Ibáñez,-Aguirre, A.L., 1993. Coexistence of *Mugil curema* an *M. cephalus* in a coastal lagoon in the Gulf of México. *J. Fish. Biol.* 42 (6): 959-961
- Ibáñez-Aguirre, A.L.,1995. Algunos aspectos de la dinámica de poblaciones de *Mugil cephalus* (Linneo, 1758) y *M. curema* (Valenciennes, 1836) (Pisces: Mugilidae) en la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Tesis de Doctorado en Ciencias (Biología), *Facultad de Ciencias,UNAM.* México 216 p.
- Ibáñez-Aguirre, A.L. y Gallardo-Cabello, M., 1996a. Determinación de la edad de la lisa *Mugil cephalus* L. y la lebrancha *Mugil curema* V (Pisces: Mugilidae) en la Laguna de Tamiahua, Veracruz. *Ciencias Marinas*, 22(3):329-345.
- Ibáñez-Aguirre, A.L. and Gallardo-Cabello, M., 1996b. Total and natural mortality of *Mugil cephalus* and *M. curema* (Pisces: Mugilidae), in Tamiahua Lagoon, Veracruz.I. Selectivity *Hidrobiológica* Vol 6: 9-16
- Juárez, A. J., 1985. Helmintos de la lisa *Mugil cephalus* Linnaeus 1758 en Topolobampo, Sinaloa. Con algunas consideraciones ecológicas sobre estos parásitos. En Chávez-Bejarano *et al.*, 1989.
- Kobelkowsky-Díaz A., 1971. Estudio comparativo del endoesqueleto de *Mugil cephalus* y *Mugil curema* (Pisces: Perciformes) UNAM. Tesis profesional.
- Lagler, K., Bardach, F., Miller, J. E., R. y Passino, R., May, R. D., 1984. *Ictiología.* AGT Editor, S.A.,México, 489 p.

- Lee, D.W., Prince, E.D. and Crow, M.E., 1983. Interpretation of growth bands on vertebrae and otoliths of Atlantic bluefin tuna, *Thunnus Thynnus* Proceeding of the International Workshop on Age Determination of Oceanic Pelagic Fishes: tunas, Billfishes and Sharcks. U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration. National Marine Fisheries Service. NOAA Technical Report NMFS8.
- Longhurst, A. R. and Pauly, D., 1987. *Ecology of Tropical Oceans*, Acad. Press, Inc. London 407p
- Lucano, R. G., 1991. Estudios sobre madurez gonádica y estructura poblacional de *Mugil curema* Valenciennes 1836 (Lisa) de la Laguna Costera Agua Dulce, Jalisco, México. Tesis de Licenciado en Biología, *Universidad de Guadalajara* 85 p.
- Lux, F.E., 1971. Age determination of Fishes (Revised). *Fish. Leaflet 637*. NOAA. NMFS. 7p.
- Manooch III, C.S., 1987. Age and growth of Snappers and Groupers. In: Polovina, J.J: y S. Ralston (Eds.). *Tropical Snappers and Groupers. Biology and Fisheries Management*. Westview Press/Boulder & London. Pp 329-373
- Márquez, M., R., 1974. Observaciones sobre mortalidad total y crecimiento en longitud de la lisa (*Mugil cephalus*) en la laguna de Tamiahua, Ver., México, *Instituto Nacional de la Pesca*. INP/SC:3, 16p.
- Mendenhall, W., 1987. *Introducción a la probabilidad y la estadística*. Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V., México, D.F., 626 pp.
- Moore, R.H., 1974. General ecology, distribution and relative abundance of *Mugil cephalus* and *Mugil curema* on the south Texas coast. *Contrib. Mar. Sci.* 18:241-55
- Nikolsky, G.V., 1963. Biological basis of mathematical simulation of fish population dynamics. *Vopr. Ikhtiol.*, 3 No. 4 (29)
- Núñez, E., 1981. Estudio Ictiológico de La Laguna de Cuyutlán, Colima, México. Características ambientales y poblacionales. Tesis de Maestría *Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM.
- Oren, O.H.(De). 1981. *Aquaculture of Grey Mulletts*. Cambridge Univ. Press. 507 p.
- Ortega-Ojeda, A., Barrilla-Alvarez C., Zavala Climaco F., 1983. Estudio sobre la viabilidad de implantación de la veda para *Mugil curema* en las lagunas costeras de Coyuca y Tres Palos, Guerrero. *Delegación Federal de Pesca en Guerrero*. 24 pp.
- Orozco-Alvarez, J.I., 1986. Diagnósis poblacional de *Mugil curema* Valenciennes (1836) (Lebrancha) en la laguna de la Mancha, Mpio. De Actopan, Ver. Tesis profesional. *Univ. Veracruzana*. 57 p.
- Pauly, D. and David. N. 1980. A Basic Program for the objective extraction parameters from length frequency data. Draft. *ICLARM, Philippines*, 20 p.
- Pauly, D., 1983. *Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Documento Técnico de Pesca 234, FAO, Roma, 49 p.
- Pauly, D., 1991. Growth performance in fishes: Rigorous description of patterns as a basis for understanding causal mechanisms. *ICLARM, Philippines, No. 793*, Fishbyte 4(3):3-6.
- Pawson, M.G., 1989. Using otolith weight to age fish, *J. Fish Biol.* (1990)36,521-531
- Pereiro, J.A., 1982. Modelos al uso en dinámica de poblaciones marinas sometidas a explotación. Informe Técnico del *Instituto Español de Oceanografía* No. 1, España, 255 p.
- Pérez-García M. A. e Ibáñez-Aguirre A. L., 1992. Morfometría de los peces *Mugil cephalus* y *M. curema* (Mugiliformes: Mugilidae) en Veracruz, México. *Rev. Biol. Trop.* 40(3):335-339.
- Polanco, J.E., Mimbela, R., Beléndez, L., González, P., Flores, M., Pérez, A., Aguilar, N., Pérez, R., Calderón, R., Guerra, J., Romo J., Gómez, H., Mimbela, J., Cabrera, H., Peralta, M., García, J., González, G., 1987. Pesquerías mexicanas. Estrategias para su administración. *Secretaría de Pesca*. México. 1061 p.

- Ramírez-Hernández, E. y Arvizu, 1965. Investigaciones ictiológicas en California. *An. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq.* México, 1:243-358.
- Ramírez-Hernández, E. y Paez, 1965. Investigaciones ictiológicas en las costas de Guerrero. *An. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq.* México, 1:327-358.
- Ramos-Cruz, M. S., 1985. Aspectos biológicos y determinación de algunos parámetros poblacionales de la lebrancha *Mugil curema* Valenciennes, en las costas de los estados de Oaxaca y Chiapas, México. Tesis profesional. *Escuela Superior de Ecología Marina. Universidad Autónoma de Guerrero.* 74 p.
- Resendez-Medina, A., 1970. Estudio de los peces de la laguna de Tamiahua, Ver., *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. México.* 41 Ser. *Cienc. del Mar y Limnol.* (1): 79-146 pp, 58 figs. y 1 tabla.
- Ricker, W.E., 1948. Methods of estimating vital statistics of fish population. *Science Ser.* 15, Ind. Un. Publ., USA, 101p.
- Ricker, W.E., 1971. Methods for assessments of production in freshwaters. *I.B.P. Handbook No.* 3. Oxford, 348 p.
- Ricker, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, (191): 382p.
- Rivera-Bernal, J., 1981. Contribución al estudio biológico de la Lebrancha *Mugil curema* (Valenciennes 1836) con fines de explotación piscícola en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. *Universidad Autónoma de Nuevo León.* Tesis Profesional. 56 pp.
- Rocha O. A. y Gómez M. V. M., 1993. Relación entre el crecimiento individual y el de los otolitos del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1992) en la Bahía de la Paz, B.C.S., *Resúmenes del II Cong. Nal. De Ictiol.*, San Nicolás de las Garza, N.L., México, p.28.
- Rodríguez, G. M., 1992. *Técnicas de Evaluación Cuantitativa de la Madurez Gonádica en Peces.*, Agt Editor, S.A., México, D.F., 79 p.
- Rodríguez-Guerrero, M., Zamudio-Vásquez, R., Carbajal-García, H., 1986. Aspectos de crecimiento y madurez gonadal en la lisa (*Mugil cephalus* Linnaeus 1758), en el estero el Sabalo, en Mazatlán, Sinaloa México. *Universidad Autónoma de Sinaloa.* Memoria. 84 pp.
- Ruiz-Durá, M.F. y Arenas, O., 1970. Líneas de crecimiento en escamas de algunos peces de México. *Inst. Nal. Invest. Biol. Pesc.* SI:11:1-32.
- Ruiz-Durá, M., 1985. *Los recursos pesqueros de las costas de México.* Segunda Edición. Editorial Limusa.
- Safran, P., 1992. Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles. *Mar. Biol.* 112, 545-551p.
- Salgado, M.M., Ascencio B. F. y García C. V., 1994. Algunos aspectos biológico-pesqueros de la jaiba *Callinectes arcuatus* en la Laguna de Cuyutlán, Col. México. *Boletín Informativo No. 15.* CRIP Manzanillo, Col.
- Santa Cruz-Montes, M. J., 1986. Características poblacionales de *Mugil curema* Valenciennes, 1836; en la laguna de Tampamachoco, Veracruz. Tesis profesional. *Fac. de Biología. Universidad Veracruzana.* 29 p.
- Schwartz, F.J., 1983. Shark ageing methods and age estimation of scalloped hammer head, *Sphyrna lewini*, and dusky, *Carcharhinus obscurus*, sharks based on vertebral ring counts. *Proceeding of the International Workshop on Age Determination of Oceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes and Sharks.* U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration. National Marine Fisheries Service. NOAA Technical Report NMFS8.
- SEDUE, 1980. *Ecoplán del Estado de Colima.* Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología

- SEMARNAP, 1998. *Anuario estadístico de pesca 1997*. Ed. Esp.Mex. 241 p
- Sidney Siegel, 1991. *Estadística no Paramétrica*. De. Trillas, México, 344 pp
- Shaegyun, Y. and Shuyan Q., 1989. A Preliminary Study on Growth and Freeding Habits of mullet (*Liza carinatus*) Underyearlings in Luoyuan Bay. Dep.Ocean. *Journal Xiamen Univestity. China* Vol 28 111-119p.
- Sparre, P. y Venema, S. C., 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales Parte 1* FAO Chile, 420 p.
- Steel, G., R. y Torrie H.J., 1988. *Principios y procedimientos de Bioestadística 2ª*. De. Mc. Graw Hill, Interamericana, México, 622 pp.
- Tandel, S. S., Athalye, R. P. and Gokhale, K. S., 1983. On the seasonal changes in food habit of *Mugil cephalus* of the Thana creek. B.N. Bandodkar College of Science, Thane, India. 270-276 pp.
- Vidaurri, S., A. L., 1982. Maduración gonádica de la lisa (*Mugil curema* Linnaeus) en la Laguna de Cuyutlán, Col., México. Tesis de licenciatura. *Universidad Autónoma de Guadalajara*. Guadalajara Jal. México. 95 p.
- Vidy,-G.; Franc,-J., 1992. Seasonal occurrence of grey mullet fry in Tunisian coastal areas. *CYBIUM*. 16(1): 53-71.
- Viera-Muñoz, A., 1979. Proyecto cultivo de lisa (*Mugil curema* y *Mugil cephalus*) en el Estado de Jalisco. Programa de inversiones públicas para el desarrollo rural. *Departamento de Pesca*.
- Villaseñor-Talavera R., 1991. Determinación de una escala de madurez sexual específica y ovocitos de la lisa blanca *Mugil curema* (Valenciennes, 1836) de la región litoral central de Nayarit, México. *Memorias del II Congreso Nacional de Ictiología*. San Nicolás de los Garza, N.L.
- Villaseñor-Talavera, R. y González-Vega, A., 1991. Aspectos reproductivos de la lisa blanca *Mugil curema* Valenciennes 1836 (Pices: Mugilidae) en aguas estuarinas y marinas de San Blas Nayarit, México. UNAM.
- Weisberg, S. and Frie, R. V., 1987. Linear models for the growth of fish. In: Summerfelt, R.C. y G.E. Hall (eds). *Age and growth of fish*. Iowa State University Press/Ames, U.S.A., 127-144 p.
- Yáñez-Arancibia, A., 1976. Observaciones sobre *Mugil curema* Valenciennes en áreas naturales de crianza, México. Alimentación, crecimiento, madurez y relaciones ecológicas. *An. Cien. del Mar y Limnol*. UNAM. 3(1); 93-124.
- Yáñez-Arancibia, A., 1977. Piscicultura en Lagunas costeras: Perspectivas en México. *Simposium on Progress in Marine Research in the Caribbean and Adjacent Regions*, Caracas, Venezuela, 529-547 pp.
- Yáñez-Arancibia, A., 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras de Pacífico de México. *An.Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. 4 (1): 107-114 pp.
- Yáñez-Arancibia, A., 1986. *Ecología de la zona costera*, Agt Editor, S.A., México, D.F., 189 p.
- Zárate, N., Ascencio B., F. y González B., A., 1994. Monitoreos de la Calidad del Agua en el Sistema Lagunar Cuyutlán en Colima. Secretaría de Pesca.
- Zar, J. H., 1997. *Biostatistical Analysis*, 3ra. Edición, Prentice Hall, New Jersey, 722pp.