

00361

10
2ij



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**EDAD Y CRECIMIENTO
DEL HUACHINANGO *Lutjanus peru* .**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS (Biología)

P R E S E N T A :

BIOL. ELAINE ESPINO BARR

DIRECTOR DE TESIS: DR. ARTURO RUIZ LUNA

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1996



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y la Facultad de Ciencias, por la oportunidad que me brindó de estudiar la Maestría en Ciencias, lejos de sus instalaciones de la Cd. de México.

Deseo expresar un especial reconocimiento al Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus, quien hizo posible el enlace entre UNAM, INP y CONACyT, para realizar la Maestría en Ciencias en la Ciudad de Manzanillo. Igualmente al Dr. Carlos Rosas Vázquez, a la Dra. Margarita Collazo Ortega y a la Biol. Lilia Durán Salguero por su apoyo constante a lo largo de estos años.

Al Instituto Nacional de la Pesca y el Centro Regional de Investigación Pesquera en Manzanillo, por las facilidades para la realización de los cursos y por permitirme utilizar y procesar la información producto de las muestras de campo, a fin de elaborar este trabajo.

Al Dr. Arturo Ruiz Luna, director de la tesis, por sus consejos, paciencia y atenciones.

Al comité tutorial: Dra. Gloria Alicia Jiménez Ramón, Dra. Ana Laura Ibáñez Aguirre, Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus, Dr. René Márquez Millán, Dr. Jaime Curts García, Dr. Carlos Rosas Vázquez y Dr. Arturo Ruiz Luna, quienes mejoraron el trabajo con sus observaciones y correcciones. Asimismo hicieron el favor de leer el manuscrito la M. en C. Nora Eslava de González, el Dr. Francisco Arreguín Sánchez y el M. en C. Enrique Godínez Domínguez.

A los Pescadores Ribereños de Manzanillo, quienes pacientemente cooperaron para la obtención de la información utilizada en el presente trabajo.

A todos los compañeros del CRIP-Manzanillo, que de una u otra forma brindaron su ayuda a lo largo del trabajo de campo, de laboratorio y procesamiento de la información, en especial Mirna Cruz Romero, Arturo García Boa, Miguel Angel Carrasco Aguila, René Macías Zamora y Alfredo González Becerril, quienes incondicionalmente siempre están allí, gracias.

DEDICATORIA

A mis padres, por su apoyo incondicional.

A Fernando, Brenda y Daniel, por su paciencia y comprensión.

... a mi familia y amigos, con amor...

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	
1.1.- ANTECEDENTES	2
1.2.- HIPÓTESIS	6
1.3.- OBJETIVOS	6
2.- SISTEMÁTICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESPECIE.	7
3.- ÁREA DE ESTUDIO.	9
4.- METODOLOGÍA	
4.1.- DATOS BIOLÓGICOS	12
4.2.- DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE TALLAS	19
4.3.- TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR	22
5.- RESULTADOS	
5.1.- DATOS BIOLÓGICOS	23
5.2.- DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE TALLAS	41
5.3.- TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR	44
6.- DISCUSIÓN	46
7.- CONCLUSIONES	51
8.- LITERATURA CITADA	53
ANEXOS	60

RESUMEN

Con datos biométricos que corresponden a un lapso de 10 años (1983-1993) y muestras de escamas para el ciclo 1992-1993, se estimaron los parámetros de crecimiento para una especie de pargo de la familia Lutjanidae: el huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922), su captura (por embarcaciones menores) es descargada en el Puerto de Manzanillo, en la zona conocida como la Playita de Enmedio, donde se registra cerca del 60% de la producción pesquera artesanal del Estado de Colima, el resto proveniente de Boca de Apiza, Boca de Pascuales y Miramar, Colima.

Aplicando los métodos directos e indirectos, se estimaron los parámetros de crecimiento por tres vías: 1) con lectura de las escamas; 2) análisis del seguimiento modal con el método de Bhattacharya; y 3) análisis de las frecuencias por talla con el programa de ELEFAN (del paquete FISAT).

Se compararon los resultados obtenidos por los métodos citados y se calcularon los intervalos de confianza (con 95% de confianza) para el promedio de las longitudes a cada edad, obteniéndose una ecuación de crecimiento de von Bertalanffy con los parámetros:

$$L_{\infty} = 55.8\text{cm} \pm 12.75$$

$$k = 0.14 \pm 0.011$$

$$t_0 = -0.1 \pm 0.47$$

La composición de edades de la captura comercial es de individuos menores de cinco años en el 50%. Siendo una especie longeva, de crecimiento relativamente lento, sería prudente aprovechar el recurso después de que ha alcanzado la edad de 7 años, cuando los incrementos en talla comienzan a disminuir.

PALABRAS CLAVE: pargos, edad y crecimiento, escamas, frecuencia de tallas

1.- INTRODUCCION

Una de las características más sobresalientes de la pesca artesanal en las latitudes tropicales alrededor del mundo, es la alta diversidad de especies de peces. México se encuentra en esta posición geográfica, y no difiere de otros países en el número de especies que pueden capturarse.

En la pesca ribereña del litoral del estado de Colima se han identificado hasta 109 especies de peces (Cruz *et al.*, 1989a), de las cuales 20 forman el 80% de la captura (Cruz *et al.*, 1989b); de éstas, cinco son de la familia Lutjanidae. En el litoral colimense se ha observado que el esfuerzo en la pesca ribereña se aplica principalmente a la captura de especies de esta familia, conocidos como pargos y huachinangos, que corresponden al 19.4% de la captura (Cruz *et al.*, 1992).

El huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) es una de las especies más importantes de la pesquería artesanal del estado de Colima. Su importancia estriba en que su captura es constante a lo largo del año, alcanza 10 toneladas mensuales en promedio y su precio es comparativamente más elevado que el de otras especies: \$14.00/Kg en playa y \$28.00/Kg en el mercado, lo que equivale aproximadamente a US\$2.00 y US\$4.00. Tiene además gran demanda en restaurantes y hoteles.

A pesar de que la actividad dirige su mayor esfuerzo a la extracción de pargos, hasta la fecha no existe una reglamentación que optimice la utilización de este recurso. Panayotou (1983) opina que para aplicar medidas de regulación no hay que esperar hasta que se realice una "pesca excesiva", la cual se puede evitar con estrategias de ordenación juiciosas tomadas conforme se desarrolla la pesquería. Uno de los objetivos más importantes de la administración de una pesquería es lograr un rendimiento que se mantenga estable (sostenible y sustentable), lo cual debe apoyarse en información científica bien sustentada. Conforme se buscan resultados más finos, aumenta la cantidad y calidad de la información requerida de la población.

En general, los niveles de rendimiento de una población capturable (o stock) dependen principalmente de dos mecanismos de incremento de la población: aumento del número de organismos por reproducción e incremento del peso de cada individuo por crecimiento. Normalmente la migración no se toma en cuenta, pero puede contribuir.

La importancia de determinar la edad se debe a que por sí misma provee información sobre la longevidad que puede alcanzar el pez y su edad de primera madurez gonádica, edad al migrar y al reclutarse a la pesquería (Summerfelt y Hall, 1987). Con la composición de edades de los peces en las pesquerías comerciales (también de tallas), es posible desarrollar la curva de captura a partir de la cual se calcula la mortalidad anual. Las determinaciones finas de la edad apoyan los cálculos del crecimiento tanto en longitud como en peso. El crecimiento, la mortalidad y estimaciones de reclutamiento son los tres índices más importantes en biología pesquera y son esenciales para la evaluación y manejo apropiados de la pesquería (Ehrhardt, 1981).

En Manzanillo, el huachinango es una de las especies de mayor demanda; por tal razón a ella se dirige un elevado esfuerzo de la pesca de escama ribereña. Además es la especie con mayor valor tanto de valor (es producto de "primera alta"), volumen en la captura comercial (alrededor del 20%) y presencia (se encuentra en las capturas a lo largo de todo el año). La pesquería, aunque tiene un bajo grado de desarrollo tecnológico, es una fuente de empleo para un número considerable de pescadores; además, genera una producción para el consumo local y regional. La necesidad de normar cualquier población sujeta a explotación, obliga a la búsqueda de elementos que permitan la evaluación del recurso. Entre los estudios básicos, se requiere el conocimiento de la edad y el crecimiento, que es el objeto principal del presente estudio.

1.1.- ANTECEDENTES

Muchos estudios se han realizado para cuantificar el crecimiento de las especies de peces. La expresión matemática más utilizada para representarlo es la desarrollada por von Bertalanffy en 1938 (Csirke, 1989), con la que se describe el proceso biológico, numéricamente, con mejor ajuste a los datos observados. El modelo ha sido utilizado con buenos resultados en diferentes especies de peces, y tiene la ventaja de permitir la conversión de los valores de edad a longitud del individuo, ya que la expresión matemática comprende la variable longitud en función de la edad del pez. Se requieren los cálculos de tres parámetros: longitud infinita L_{∞} , interpretada como la longitud promedio máxima que alcanzarían los peces más longevos; k o parámetro de la curvatura, que determina la rapidez con la que el pez alcanza la L_{∞} ; el tercer parámetro, t_0 , parámetro de condición inicial o parámetro de ajuste, determina el punto teórico o edad

relativa en que el pez tiene 0 longitud (Sparre *et al.*, 1989).

En zonas tropicales, debido a las variaciones climáticas relativamente pequeñas, los períodos de desove son más extensos que en las zonas templadas, lo que causa que también el reclutamiento a la población pescable no se limite a una época definida (de dos a tres meses), sino a varios meses por año. Asimismo, el clima afecta directamente en el metabolismo de los organismos y en consecuencia los procesos que gobiernan el patrón de crecimiento. Estas variaciones tienen que considerarse en el análisis de edad y crecimiento (Longhurst y Pauly, 1987).

Para cuantificar la edad y la velocidad del crecimiento en especies ícticas, se han desarrollado varios métodos dependiendo de la fuente de información accesible, llamados directos e indirectos:

Los métodos directos se basan en el análisis de las partes duras del pez (escamas, otolitos o huesos), mediante la cuenta de marcas o anillos que se forman en estas estructuras, debido a cambios en la tasa de crecimiento a lo largo del año. Dichas marcas deben asociarse a períodos regulares, con reservas para los peces marinos tropicales, ya que pueden deberse a variaciones de factores tan diversos como de tipo 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 del *annulus* con el período de actividad reproductiva del huachinango, *Lutjanus peru*.

Lux (1971) hizo hincapié en lo sencillo 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. 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. 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 de menor 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. 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.

Los métodos indirectos consideran la longitud del pez como una función de la edad; por tanto, a partir de la talla puede inferirse la edad (Csirke, *op. cit.*). En general, con estos métodos se analizan datos de distribuciones de frecuencias de talla, con las restricciones de que las muestras sean representativas de la población y de que se dispongan cronológicamente para su estudio. Se asume que todos los peces de la misma talla tienen, dentro de un determinado intervalo de tasa de crecimiento k , la misma edad. Debe tenerse especial cuidado con peces longevos o peces de edades avanzadas, en los que el crecimiento se vuelve lento y las modas de los datos de frecuencias de tallas de las diferentes edades tienden a traslaparse, dando como resultado una edad errónea. Para minimizar el error o cuantificarlo, se deben comparar dos o más métodos (Beamish y McFarlane, 1987).

A continuación se presentan algunos resultados obtenidos en otras especies de la misma familia. Por el análisis de frecuencia de tallas con longitudes estándar, Ambak *et al.* (1985) encontraron para *L. argentimaculatus* en aguas de Malasia, una longitud "infinita" o longitud máxima que alcanza el pez (L_{∞}) de 87.5cm, una tasa de crecimiento (k) de 0.187 y la talla teórica al tiempo 0 (t_0) de -0.0437. Por el método de cortes de otolitos, Brouard *et al.* (1983) obtuvieron parámetros del crecimiento de *Etelis carbunculus*: L_{∞} = 82.8cm, k = 0.15 y t_0 = 0; y de *E. coruscans*: L_{∞} = 69.6cm, k = 0.23 y t_0 = 0, pargos de los alrededores del Archipiélago de Vanuatu (ambos de la familia Lutjanidae).

En el Estado de Baja California Sur se realizó un trabajo sobre crecimiento de huachinango *L. peru* mediante la lectura de escamas (Castro, 1981), y se encontraron los parámetros L_{∞} = 66.71cm, k = 0.232 y t_0 = 0.54 para longitudes totales. Trabajos realizados en Michoacán informan no haber encontrado diferencia significativa entre parámetros de crecimiento obtenidos con métodos directos y por retrocálculo (Ruiz-Luna *et al.*, 1985). Los parámetros promedio obtenidos por ellos (utilizando longitud total) para *L. peru*, son: L_{∞} = 80.5cm, k = 0.19 y t_0 = 0.756.

En el litoral de Colima se han hecho evaluaciones de la edad y crecimiento de tres lutjánidos (Cruz *et al.*, 1991), mediante métodos de frecuencia de tallas propuestos por Pauly y David (1980) y Gayanilo *et al.* (1993), con los cuales se obtuvieron los siguientes parámetros de crecimiento del huachinango *L. peru*: L_{∞} = 64.0cm (longitud patrón), k = 0.156, peso asintótico W_{∞} = 5,536g y t_0 = 0.059.

En muchos trabajos se insiste en la importancia de hacer los cálculos de validación sistemáticamente, de cada método de determinación de edad de los organismos, para que los valores de los parámetros de crecimiento tengan mayor confiabilidad (Joseph, 1962; Heald and Griffiths, 1967; Lux, *op. cit.*; Nelson and Manooch III, 1982; Brothers *et al.*, 1983; Beamish and McFarlane, 1983; Casselman, 1983; Jearld, 1983; Lai *et al.*, 1987; Rocha y Gómez, 1991; Chang and Hsu, 1992; Hyndes *et al.*, 1992). Estos consisten principalmente en la comparación entre los resultados obtenidos por métodos de lectura de anillos de crecimiento en partes duras del pez (escamas, otolitos, vértebras, etc.); análisis de frecuencias de tallas; análisis de los márgenes de crecimiento en el tiempo y determinar el mes de su formación, pruebas de marcado y recaptura o cultivo en estanquería para medir directamente el crecimiento.

1.2.- HIPÓTESIS

Considerando que a) las marcas conocidas como *annuli* o anillos verdaderos de las estructuras duras de los peces (escamas) se forman con una periodicidad anual en el huachinango *Lutjanus peru*, y que su edad puede determinarse mediante la cuenta de marcas que se forman en las escamas; b) no existe diferencia significativa en la determinación del crecimiento del huachinango *Lutjanus peru*, por métodos directos e indirectos, se fijaron los siguientes objetivos:

1.3.- OBJETIVOS

Conocer los patrones de la formación de las marcas de crecimiento en escamas y su valor para estudios de crecimiento con el modelo de von Bertalanffy, para el huachinango *Lutjanus peru*.

- Caracterizar la población a partir de grupos de edad, utilizando métodos directos e indirectos.
- Validar la periodicidad en la formación de las marcas de crecimiento en escamas.
- Con base en un factor ambiental (temperatura superficial de mar), explicar la formación de los *annuli*.

2.- SISTEMÁTICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La familia Lutjanidae está compuesta por 17 géneros y 103 especies según Allen (1985); otros autores aseguran que hay entre 230 y 250 especies en el mundo (Thomson *et al.*, 1979; Hauser, 1984). La mayoría de las especies residen en arrecifes y fondos rocosos, en aguas marinas tropicales y subtropicales. En aguas cubanas, el género *Lutjanus* es, dentro de la ictiofauna, especialmente notable por su abundancia numérica y posición predominante en la comunidad (Vergara, 1980). Hay especies dulceacuícolas (*Lutjanus fuscescens*, *L. goldiei* y *L. maxweberi*), de aguas marinas profundas (*L. synagris* vive hasta 400m), de media agua, y otras que se caracterizan por vivir su etapa juvenil en esteros de aguas someras y salobres con manglares (*L. novemfasciatus*) (Allen, 1985). La familia tiene cuatro subfamilias, de las cuales la más importante numéricamente en la captura comercial, es Lutjaninae con cuatro géneros.

El género *Lutjanus* está formado por 65 especies, cuya identificación se basa en caracteres externos del cuerpo, como el número de espinas y radios en las aletas: dorsal X - XI, 11 - 16; anal III, 7 - 10; pectoral 15 - 18. Se cuentan 42 a 51 escamas en la línea lateral y no más de 13 branquiespinas en la parte inferior del 1er arco branquial. En general, su cuerpo se caracteriza por ser alargado, comprimido y moderadamente alto y fusiforme. La aleta caudal con furca moderada a marcada y la base de las aletas dorsal y anal escamosas. Su perfil es un distintivo con su cara alargada, boca relativamente grande y protráctil, mandíbula que no abarca hasta el lateral distal de la cara, es muy poderosa (de allí su nombre común en inglés "snapper" = mordelón). Tienen dientes cónicos y puntiagudos dispuestos en una o más filas, con algunos caninos alargados. También tienen dientes viliformes sobre el vómer en una banda en forma de ancla o parche triangular, característica que ayuda a diferenciar ciertas especies (Allen, 1987 y Thomson *et al.*, *op. cit.*). Otro rasgo distintivo del género son los patrones de coloración, algunos de ellos verdaderamente hermosos.

Sus hábitos alimenticios son nocturnos y en su dieta prefiere peces y crustáceos como camarones y cangrejos (Hauser, *op. cit.*).

El género *Lutjanus* se distribuye geográficamente en cuatro grandes zonas: 1) el Este del Pacífico, costas de América; 2) el Indo-Pacífico; 3) el Este del Atlántico; y 4) el Oeste del Atlántico (Allen, 1985). En la costa de Colima se han registrado 10 especies de peces

comerciales de la familia Lutjanidae (Cruz *et al.*, 1989a; Chirichigno *et al.*, 1982).

La distribución de la especie *Lutjanus peru* en el Pacífico Oriental, va de Baja California hasta las costas de Perú, correspondiente a las áreas de pesca 77 y 87A de la clasificación de FAO (Chirichigno *et al.*, *op. cit.*). Su hábitat común se encuentra cercano a las costas y fondos rocosos (Allen, 1985; Allen, 1987).

PHYLUM	Chordata
SUBPHYLUM	Vertebrata
CLASE	Pisces
ORDEN	Perciformes
FAMILIA	Lutjanidae
GENERO Y ESPECIE	<i>Lutjanus peru</i> (Nichols y Murphy, 1922)

3.- ÁREA DE ESTUDIO

El Estado de Colima se encuentra en la zona tropical de clima cálido y subhúmedo, con temperatura promedio anual de 25°C. La temporada más calurosa es en los meses de junio hasta octubre con una media de 31.4°C; los meses menos cálidos van de diciembre a marzo con una media de 22.3°C. Los vientos dominantes tienen una dirección Oeste-Noroeste, y se presentan en temporada de secas de noviembre a mayo. Los vientos con dirección Este-Sureste suceden durante la época de lluvias que van de julio a octubre (Estación Meteorológica de Manzanillo, com. pers.).

Los registros de la temperatura superficial del mar, del Instituto Oceanográfico de Manzanillo (IOM), muestran que los promedios anuales de 1986 a 1991 oscilaron entre 27.4 y 28.7°C, con la máxima de 31.8°C de julio a noviembre y mínima de 22.5°C de febrero a mayo. Para los meses que abarcan la toma de muestras del presente trabajo, la temperatura superficial del agua marina promedio fue de 27.8°C, con 29°C máximo entre agosto y octubre, y 26°C mínimo en febrero (NOAA, 1993), ver Tabla 1.

El Estado de Colima colinda con los estados de Jalisco y Michoacán hacia los extremos Norte y Sur respectivamente. La plataforma continental estimada por Macías *et al.* (1985) es de 1,340km², en la que la isobata de 200 brazas se encuentra al Norte a cerca de 9km de la costa, y hacia el Sur a 24km (Fig. 1). El litoral tiene una longitud aproximada de 157km y se caracteriza por la sucesión de costas rocosas y abruptas, y las áreas de influencia de los ríos.

En la plataforma continental y en especial dentro de las Bahías, existe un gran número de bajos o caladeros (24 registrados por Macías *et al.*, *op. cit.*), que significan irregularidades en el fondo marino, donde se concentran especies demersales. Es en esos bajos donde los pescadores ribereños capturan la mayor parte de su producto, compuesto por pargos de la familia Lutjanidae y otras especies de escama. Las artes de pesca utilizadas son construídas y operadas de acuerdo al tipo de fondo: en las bahías, donde se encuentran más bajos, se pesca con línea de mano o cuerda (34% de los viajes). Frente a las playas, donde el fondo es más uniforme, se pesca con red agallera (40% de los viajes). Algunos pescadores han comenzado a utilizar el palangre escamero aproximadamente en el 18% de los viajes (Cruz *et al.*, 1992).

TABLA 1.- VALORES PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR EN LA COSTA DE COLIMA.

MESES (1992 a 1993)	TEMPERATURA (grados Celsius)
septiembre '92	29.0
octubre	29.0
noviembre	29.0
diciembre	28.0
enero '93	27.0
febrero	26.0
marzo	26.5
abril	26.5
mayo	27.0
junio	28.0
julio	28.0
agosto	29.0

* FUENTE: boletines mensuales "Oceanics" de NOAA (1992-1993).

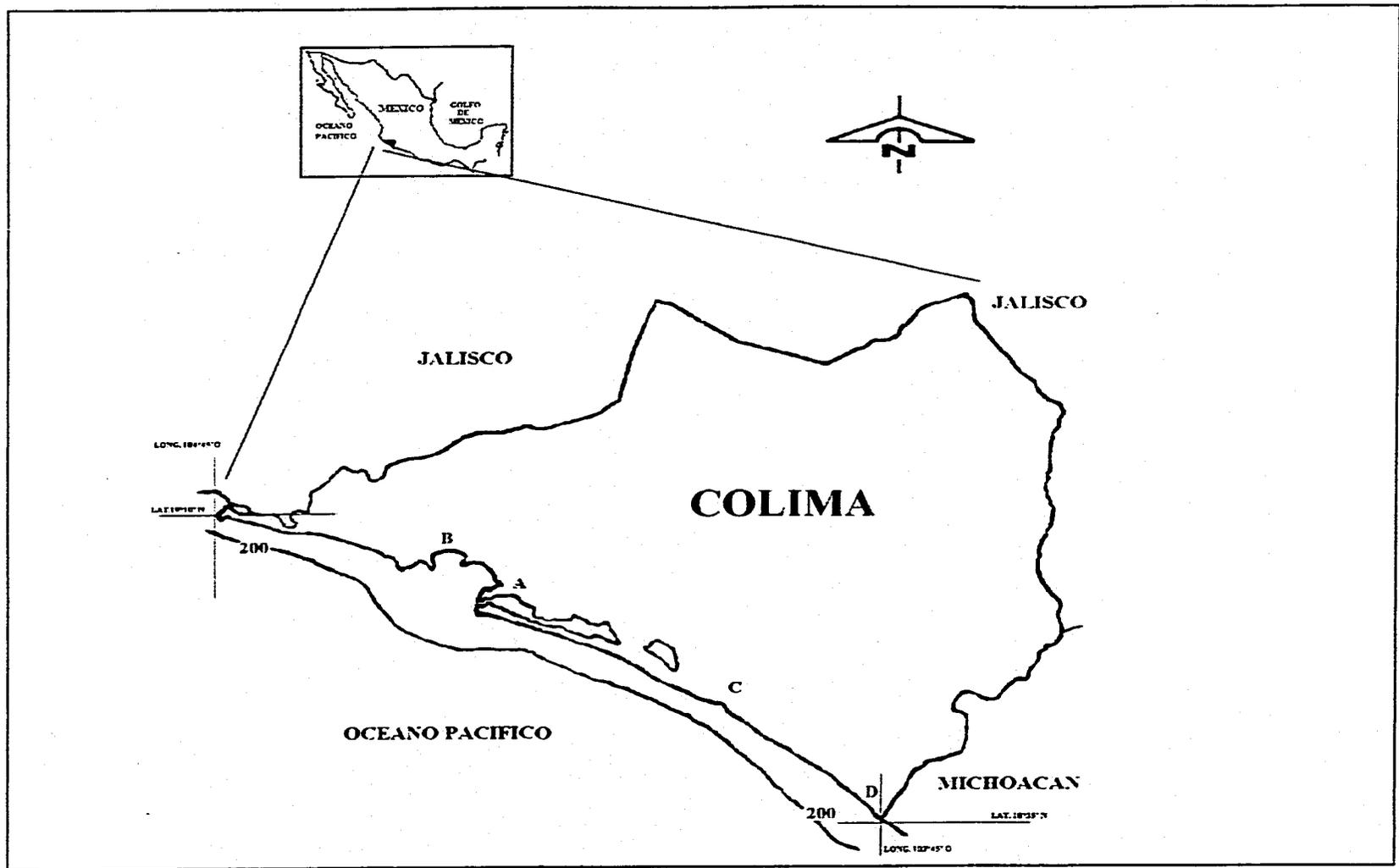


Fig. 1.- Mapa de la costa de Colima, la isobata de 200 brazas de profundidad y las cuatro zonas de muestreo: A: Playita de Enmedio, Manzanillo, Col.; B: Miramar, Bahía de Santiago, Col.; C: Boca de Pascuales; D: Boca de Apiza.

4.- MÉTODOS Y MATERIALES

Para el presente trabajo se utilizaron dos fuentes de información: 1) datos tomados en muestreos mensuales durante un ciclo anual, de septiembre 1992 a agosto de 1993 para la colecta de escamas; y 2) una base de datos de muestreo en toda la costa de Colima de 1983 a 1993 para la realización de las distribuciones de frecuencia de tallas.

4.1.- DATOS BIOLÓGICOS.

La información recabada en muestreos mensuales de septiembre de 1992 a agosto de 1993, se hizo en el muelle pesquero de Manzanillo llamado "La Playita de Enmedio" (zona A, Fig. 1), donde diariamente desembarca el 60% de las embarcaciones ribereñas del Estado. Dicha información consistió del registro individual de datos del huachinango, *Lutjanus peru*, tales como: la longitud patrón o estándar (y longitud total en los casos en los que la aleta caudal no estaba lastimada), con precisión de un milímetro, el peso eviscerado (con precisión de una décima de gramo) y cuando fue posible, el peso entero. Se determinó el sexo cuando se conservaron las gónadas o un pedazo de ellas y se colectaron escamas, aproximadamente 25 por individuo, de la zona posterior a la aleta pectoral izquierda, por debajo de la línea lateral (CIP, 1979; Ehrhardt, 1981; Holden y Raitt, 1975) y se guardaron en un sobre de papel seco y etiquetado.

Cada muestra mensual constó de 30 a 50 individuos (tomados del lugar de desembarco conforme su arribo) y posteriormente, utilizando la longitud patrón, se verificó el tamaño de muestra óptimo con la fórmula descrita por Mendenhall (1987) y Daniel (1991):

$$n = \frac{Z * \sigma}{d * \bar{X}}$$

donde

z = coeficiente de confiabilidad (en tabla para 95%, = 1.96)

d = intervalo de confianza (0.1)

n = tamaño de muestra

σ = desviación estándar

\bar{x} = longitud patrón promedio (cm)

4.1.1.- **Estructura de la población.**- Con los resultados de las longitudes y el peso se realizaron análisis de regresión de peso vs longitud patrón y ésta vs longitud total para cada mes, siendo la primera un modelo de relación potencial,

$$W = a * Lp^b$$

ó

$$\ln W = \ln a + b * \ln Lp + \ln e_i$$

donde

W = peso del organismo

Lp = longitud patrón

a = factor de condición

b = factor alométrico

e_i = factor de error estadístico

y la segunda, un modelo de relación de tipo lineal,

$$Lt = a + bLp + e_i$$

donde

Lt = longitud total del pez

Lp = longitud patrón

a y b = parámetros de la relación lineal

e_i = factor de error

Los parámetros de la relación peso vs longitud patrón, son importantes descriptores del "estado" del individuo en cuanto a condición y alometría (Safran, 1992). Igualmente se realizaron gráficos de distribución del tipo de tallo y hoja y de caja y bigotes, con el fin de expresar la variable longitud patrón en resúmenes numéricos ordenados (Salgado, en prensa).

Para cada caso se realizó un análisis de residuos (Chatterjee y Price, 1977; Weisberg, 1980; Berenson *et al.*, 1983; Curts, 1984; Hoaglin, 1988).

Para determinar que la pendiente "b" de las relaciones peso-talla no es significativamente diferente de 3 (el exponente de un volumen cúbico) se realizó una prueba de hipótesis para cada mes, con el estadístico de prueba:

$$t = \frac{\beta_1 - \beta_{10}}{s} \sqrt{SC_x}$$

donde

β_1 = cambio promedio en y por cada unidad de cambio en x

β_{10} = 3

s = medida de dispersión de los valores alrededor de la línea

SC_x = suma de cuadrados de la variable x

4.1.2.- **Escamas.**- Para el análisis o lectura de escamas, se usó el método descrito por Holden y Raitt (1975), que consistió en el lavado de las escamas con solución de amoníaco al 5% y detergente durante una hora; posteriormente se enjuagaron y secaron; se montaron entre dos portaobjetos. La lectura de las líneas de las escamas se realizó con un microproyector Bausch & Lomb, el cual permite proyectar sobre una superficie blanca la escama y hacer mediciones de la misma, del punto central o foco a cada anillo y al borde. Las medidas se hicieron siempre con el objetivo 3.2/0.07, previa verificación con uno de mayor aumento que permite seguir las líneas con mayor seguridad, pero que no permite observar la escama en su totalidad (el aumento total es de 15 veces y los resultados utilizados en cuanto a la escama y sus radios está expresada en milímetros de la proyección mencionada). Los criterios utilizados para determinar los anillos en escamas ctenoideas como las de la especie en estudio, son los citados por Joseph (1962):

--- los verdaderos anillos (o *annuli*) se observan en todo el derredor de la escama, a excepción de la parte posterior (externa),

--- en las zonas laterales posteriores, donde nace cada anillo, se observa un "doblez" o engrosamiento de las líneas,

--- en la parte anterior de la escama, el anillo se forma por la agregación de varias líneas

en una densidad tal, que no permiten el paso de la luz, por lo que se observa como una franja oscura con luz transmitida.

Cabe señalar, que según Casselman (1983) existe una confusión, que en ocasiones lleva a errores, debido a la terminología ambigua que se utiliza, y define en su trabajo el uso correcto de las palabras. Así, la zona translúcida en las escamas, es aquella en la que el crecimiento es más rápido, a veces llamada zona hialina; la zona oscura es aquella donde el crecimiento es lento, dando como resultado la apariencia característica del *annulus*. Nelson y Manooch (1982) definen el *annulus* como el patrón de *circuli* compactados y una marca de entrecruzamiento en los lados laterales de la escama.

Por cada individuo se montaron entre ocho y diez escamas y de éstas se leyeron en total cuatro. Esto se hizo por duplicado: entre dos personas, independientemente. Las escamas correspondientes a las lecturas que no coincidieron en número de líneas se volvieron a leer, hasta llegar a una lectura equivalente (nunca más de dos veces). Las medidas de los anillos de las escamas leídas se promediaron, dando un valor para la medida del borde (R) y un valor promedio para cada línea consecutiva ($R_1, R_2, \dots R_n$) por individuo.

Después de leídas las escamas, se graficó el valor de R , (radio máximo de la escama) vs la longitud patrón para determinar la relación entre ambas variables. Se estimó la ecuación de mejor ajuste, tanto lineal como potencial, la ordenada al origen en el caso de la regresión lineal, y el índice de correlación (Bartlett *et al.*, 1984; Horvath *et al.*, 1990). Con fines de comparación y de decisión, se realizó una prueba de suma de cuadrados del error (SCE), que significa encontrar la suma total del cuadrado de la diferencia entre los datos observados y calculados $(y-\hat{y})^2$. La ecuación cuya SCE es más baja, corresponde al ajuste que mejor explica los datos observados. Asimismo se realizaron los análisis de residuos correspondientes.

Conociendo la relación de ajuste anterior, se procedió a transformar todas las medidas de las lecturas de escama en centímetros de longitud patrón de cada individuo a esa clase de edad, siguiendo la ecuación modificada de Lee (citada por Heald y Griffiths, *op. cit.*):

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

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 = la longitud patrón del pez cuando el anillo determinado (R_n) se formó, y,
- L_t = la longitud patrón del pez cuando su captura.
- C = constante de la ordenada al origen de la regresión entre el radio (R) de la escama (en milímetros de la proyección) y la longitud patrón (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 esa "edad". Se realizaron pruebas de tamaño de muestra para cada clase o grupo de edad.

4.1.3.- Validación de los anillos de crecimiento.- Para dar validez a los anillos como un indicador del crecimiento, se utilizaron los criterios sugeridos por Joseph (1962), a excepción del que hace una comparación con el análisis de otras partes duras. A continuación se describen los desarrollados en el presente trabajo:

a) Análisis del incremento marginal por individuo, mensual y a través del año, para determinar la fecha de la marca.- Con los valores resultantes del retrocálculo, se obtuvo la diferencia entre la última línea R_n y el borde de la escama R_t . Dicho margen se promedió mensualmente, con el fin de observar el mes en que se forma la línea, es decir el mes en que el incremento marginal es mínimo. Se compararon de un mes a otro y se separaron los organismos con mayor número de años, ya que los incrementos marginales se vuelven muy pequeños. Por otro lado, se utilizó el método de Tanaka *et al.* (1981), descrito por Bullock *et al.* (1992) y Davis y West (1992), que se refiere al índice también llamado de complemento (C), el cual estandariza los valores del incremento marginal, dividiendo éste (incremento marginal IM_n), por la distancia entre el penúltimo y el último anillo (IM_{n-1}).

b) Relación entre la talla y el número de anillos.- La relación entre la longitud y el número de anillos, determina la validez de utilizar esa estructura ósea para el cálculo de la edad (aunque no su periodicidad).

e) Diferencia significativa entre edades consecutivas.- Para la comprobación se realizaron gráficos y pruebas de χ^2 entre edades.

d) Los valores de las tallas por edad retrocalculadas y las tallas a esa misma edad de las lecturas directas, deben ser iguales.- Para comprobar esta hipótesis, se calculó una regresión, tomando como variables las medias por edad de los valores retrocalculados vs la medida de los individuos. Se realizó un gráfico para cada variable. En la medida en que los resultados obtenidos por la lectura directa sean iguales a los valores medios del retrocálculo, la pendiente "b" tenderá a 1. Se realizó una prueba de hipótesis con la pendiente de dicha relación, y se evaluó con el estadístico "t student".

e) Los valores del incremento anual tienen forma de campana o distribución normal.- Los incrementos en los primeros años son pequeños y aumentan conforme avanza la edad; alcanzan un máximo y descienden posteriormente (Joseph, *op. cit.*).

Beamish and McFarlane (1983), Heald and Griffiths (*op. cit.*), Jearld (*op. cit.*) y Casselman (*op. cit.*) señalan otros mecanismos de validación de los anillos de crecimiento, entre ellos:

--- comparación con el análisis de frecuencia de tallas (descrito más adelante en la sección 4.2.),

--- análisis de progresión modal (también descrito posteriormente en la sección 4.2, y

4.1.4.- Crecimiento.- El estudio del crecimiento significa determinar el tamaño del cuerpo de un pez en función del tiempo. Se han hecho muchos intentos por encontrar la mejor ecuación que se ajuste a las tallas de los peces en sus diferentes edades, y con un significado biológico. El modelo que mejores resultados ha dado hasta la fecha, es la ecuación de crecimiento de Bertalanffy (1938), transformada en 1957 (Ehrhardt, 1981; Chen *et al.*, 1992). El modelo se basa en que la tasa de crecimiento es la diferencia entre las tasas de anabolismo y catabolismo. Tiene como suposición que el crecimiento del organismo es isométrico, es decir, que hay proporcionalidad entre la longitud del individuo y su peso, y en general cuando todas las partes del cuerpo crece de manera proporcional y constante, que se mantiene a lo largo del

ciclo de vida (Sparre *et al.*, 1989).

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

donde

- L_t = longitud al tiempo t
- L_∞ = longitud sub-infinito 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.

Con el fin de determinar la talla para cada edad se realizó una distribución de frecuencias de talla por edad, ya sea por promedio de los datos obtenidos con retrocálculos con la ecuación de Lee, que supone que la estructura comienza a crecer cuando el pez ya cuenta con una longitud tras su periodo larval, aunque mínima. También se realizó el ejercicio con los resultados del retrocálculo con la ecuación potencial, suponiendo que la estructura empieza a crecer con el pez, es decir con una ordenada al origen de 0.

Con los resultados de las lecturas de escamas, y por medio del método de Ford (1933) y Walford (1946), descritos en Sparre *et al.* (*op. cit.*), se determinaron los parámetros de la longitud infinita L_∞ y la velocidad del crecimiento k , dada la fórmula:

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

donde

- $L_{(t+1)}$ = longitud patrón al tiempo $t+1$
- L_t = longitud patrón al tiempo t
- a = ordenada al origen
- b = pendiente de la relación

en donde

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

despejando,

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

cuando el incremento del tiempo es igual a 1 o anual (supuesto que se consideró *a priori* dado que es una de las hipótesis a probar).

Por método iterativo se ajustaron los parámetros, tomando como criterio de minimización de las referencias el estadístico de χ^2 .

El parámetro t_0 se obtiene substituyendo "k" y " L_∞ " en la fórmula despejada:

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

4.2.- DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS POR TALLAS.

Se contó con un lote de datos de longitudes patrón y pesos de huachinango, *Lutjanus peru* tomados a partir de 1983 hasta 1993, que provienen de visitas realizadas a dos zonas de Manzanillo: Miramar y Playita de Enmedio (zonas A y B respectivamente, Fig. 1), hasta ocho veces por mes y dos lugares de la zona de Tecomán: Boca de Pascuales y Boca de Apiza (zonas C y D, Fig. 1), dos días por mes. Dichos lugares se escogieron por ser las áreas de arribo de lanchas pesqueras para entregar su producto. Se revisó la captura total por embarcación y en cada ocasión, el mayor número posible de embarcaciones, obteniéndose datos sobre aspectos pesqueros y de los individuos capturados.

Para el presente trabajo se separaron los registros pertenecientes a la especie identificada como huachinango *Lutjanus peru*, a la que se le tomaron datos tales como longitud patrón y total, peso eviscerado y sexo.

Con esta información se formó una base de datos, y se determinó primeramente la estructura de la población, a través del año (Longhurst y Pauly, 1987). Los datos se agruparon mensualmente, en distribuciones de frecuencia de longitudes.

Considerando que pudiera haber diferencias importantes, relacionadas con el crecimiento de los individuos, entre las zonas de Tecomán y de las Bahías, que pudieran interferir en los

cálculos posteriores de crecimiento, se procedió a separar la base de datos original, en las dos áreas principales, según la zona de captura de los individuos. Se hicieron los análisis de regresión entre la longitud patrón (cm) y el peso eviscerado (g) para cada mes de cada zona. Se utilizó una prueba de hipótesis "z" para comparar las medias del parámetro "a" (factor de condición) de los dos grupos.

Asimismo se separaron los individuos según su sexo, se realizaron regresiones entre la longitud patrón (cm) y el peso eviscerado (g) para hembras y para machos, por separado. Para determinar que hubo diferencia significativa entre ambos sexos se realizó un análisis de covarianza.

Se graficaron las frecuencias por longitud patrón de cada mes, en clases de 1cm, ordenando las gráficas cronológicamente.

Existen diversos métodos para determinar los parámetros de crecimiento basados en el modelo de von Bertalanffy a partir de la distribución de frecuencias de longitudes: desde las técnicas llamadas "de lápiz y papel" (Petersen, Bhattacharya, Cassie, principalmente, citados en Holden y Raitt, *op. cit.*; Pereiro, 1982; Gulland, 1983; Sparre *et al.*, *op. cit.*; Gulland y Rosenberg, 1992), 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, *op. cit.*; Gayanilo *et al.*, *op. cit.*).

En el presente trabajo se utilizaron los métodos Bhattacharya (que separa los grupos modales de las distribuciones de frecuencia de talla), descrito por Gulland y Rosenberg (*op. cit.*), utilizando para ello el paquete FISAT (FAO - ICLARM Stock Assessment Tools), que a diferencia del análisis con la hoja de cálculo, tiene incluida la prueba de χ^2 . Posteriormente se llevó a cabo el análisis de progresión modal según método de Bhattacharya, que representa cada edad. Se utilizaron dichas modas para obtener los parámetros de crecimiento siguiendo el método de Ford-Walford descrito en la sección 4.1.4..

El otro método utilizado es el cálculo de la mejor ecuación de ajuste a una serie de distribuciones de frecuencias de longitud llamado ELEFAN, también contenido en el paquete FISAT, el cual, por medio de iteraciones, calcula los parámetros de k y L_{∞} para los datos

observados. Para el caso de los resultados obtenidos por medio del uso del programa ELEFAN en el paquete de FISAT, debe calcularse el parámetro t_{∞} , despejando la ecuación, también descrito anteriormente. En el uso de los diferentes métodos deben hacerse varias consideraciones para tomar en cuenta en el momento de interpretar los resultados. Así, en el caso de este paquete (Pauly y David, *op. cit.*; Gayanilo *et al.*, *op. cit.*), se asume que: 1) la muestra es representativa de la población; 2) el patrón de crecimiento es el mismo a lo largo de todos los años; 3) la ecuación de von Bertalanffy explica correctamente el patrón de crecimiento; y, 4) los individuos de una edad tienen la misma talla.

Para cada juego de parámetros de crecimiento se realizaron pruebas de diferencia significativa entre los valores de longitud patrón calculada para cada edad y los datos observados. Además se realizó un análisis de correlación con los mismos datos.

Un método utilizado con fines de comparación directa de las curvas de crecimiento es el de Weisberg y Frie (1987) y Pauly (1991) que consta de una relación gráfica entre los parámetros de k y L_{∞} , representativa del conjunto de parámetros obtenidos para la especie en diferentes circunstancias, y que tiene un ajuste significativo. La pendiente de esta relación linealizada es llamada ϕ' (phi prima) o índice de evaluación de crecimiento, desarrollado por Pauly en 1979 (Sarre *et al.*, *op. cit.*), el cual es semejante entre poblaciones de la misma especie o taxa cercanas. La ecuación para obtener el valor de ϕ' es:

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

cuyos resultados deben ser cercanos entre si. En caso de que resulten marcadamente diferentes, hay razón para sospechar sobre la confiabilidad de los estimados de k y L_{∞} (Pauly, 1991; Defeo y Leonce-Valencia, 1994).

Con las técnicas descritas arriba, utilizadas en el presente trabajo, se pretende obtener una ecuación con intervalos de confianza apropiados, que describa el crecimiento de la población.

4.3.- TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR.

Con la finalidad de relacionar la época en que se marca el anillo de crecimiento con un factor del medio, se calcularon los promedios mensuales de temperatura superficial del mar (TSM) con datos de septiembre de 1992 a agosto de 1993, obtenidos de los boletines mensuales de la NOAA (1993), ver Tabla 1.

5.- RESULTADOS

5.1.- DATOS BIOLÓGICOS.

En el muestreo realizado entre septiembre '92 y agosto '93, se obtuvieron escamas y datos de tallas y pesos, se revisó un promedio de 50 individuos por mes, en total 599 para los 12 meses. Los resultados del tamaño de muestra requerido, así como los valores máximos y mínimos se muestran en la Tabla 2 y en los gráficos a), b) y c) de la figura 2. Cabe señalar que en todos los meses se trabajó con un número mayor de individuos del requerido para la confiabilidad establecida. La excepción fue el mes de octubre, cuya distribución de tallas fue muy amplia al igual que noviembre, pero no fue posible obtener más datos, por las escasas capturas.

Con el propósito de detectar las variaciones de la longitud patrón y la existencia de diversas modas mensuales, se calcularon la media y la mediana, se realizaron diagramas de tallo y hoja. Los valores de las medias y las medianas fueron muy cercanos entre sí, aunque diferentes de un mes a otro (Tabla 2). En los gráficos de las distribuciones mensuales (máximos, mínimos, mediana y las cotas internas) para ambas longitudes y el peso, puede observarse que de diciembre a marzo los intervalos son pequeños (ya que los datos son muy cercanos entre sí). Por el contrario, en noviembre las cotas internas tanto superior como inferior son amplias, sin valores externos o extraordinarios.

A pesar de que se observó un valor de longitud y peso promedio bastante homogéneo a través del año, es interesante hacer notar que durante octubre y noviembre se registraron capturas de organismos de tallas y pesos elevados (más de 50cm de longitud patrón y 3kg de peso eviscerado), que no se observaron en otro mes de año, y por el contrario, entre diciembre y marzo se tienen registrados individuos únicamente de talla y pesos bajos (menores de 25cm de longitud patrón y 0.5 kg de peso eviscerado).

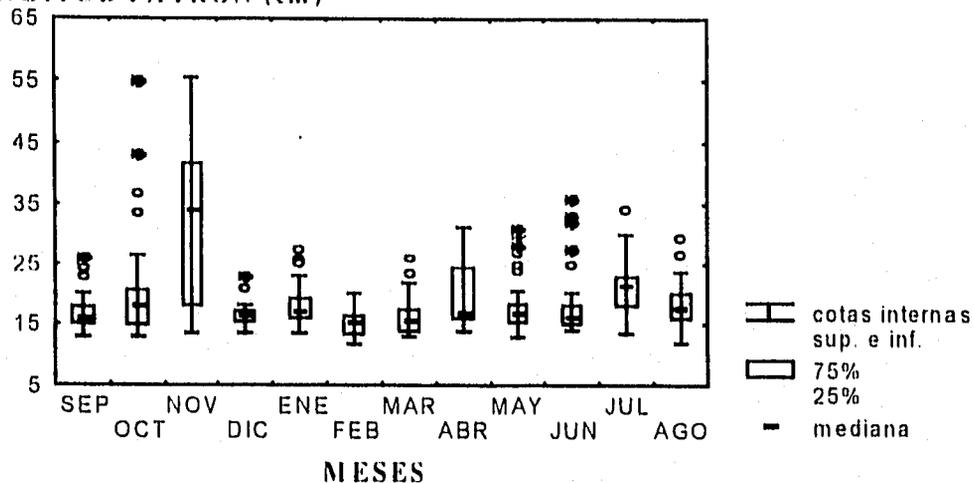
TABLA 2.- RESUMEN DE RESULTADOS DE LONGITUD PATRON, TOTAL Y PESO EVISCERADO DEL HUACHINANGO (*Lutjanus peru*), DURANTE LOS MUESTREOS MENSUALES EN MANZANILLO, COLIMA.

			LONGITUD PATRON (cm)					LONGITUD TOTAL (cm)				PESO EVISCERADO (g)			
MES	N	N calc	MED	MDN	MAX	MIN	STD	MED	MAX	MIN	STD	MED	MAX	MIN	STD
SEP	37	14.8	17.2	16.0	26.0	13.0	3.37	21.4	32.1	16.5	4.1	143.5	420	60	94
OCT	49	63.5	19.9	18.3	55.0	13.0	8.11	24.5	66.0	16.0	9.7	284.9	3.198	53	520
NOV	75	64.1	30.6	34.4	55.5	13.5	12.5	37.6	67.5	16.7	15	908.3	3.000	31	852
DIC	40	4.1	16.6	16.5	23.0	13.5	1.72	20.3	28.0	16.5	2.1	110.7	275	60	37
ENE	46	10.8	18.3	17.0	27.5	13.5	3.55	22.4	33.8	16.5	4.4	158.8	468	55	102
FEB	46	5.2	14.8	15.3	18.5	11.8	1.73	18.1	22.8	14.4	2.2	76.0	140	35	26
MAR	49	11.5	16.2	15.7	26.2	13.1	2.80	20.2	32.9	16.4	3.5	107.3	400	51	67
ABR	50	31.8	20.1	16.5	31.2	13.9	5.77	24.9	38.8	17.3	7.2	242.6	700	59	225
MAY	48	28.4	18.5	16.7	31.0	13.0	5.04	24.0	40.0	17.0	6.5	222.8	789	69	208
JUN	56	25	17.6	16.4	36.0	14.0	4.49	23.0	47.0	18.7	6.0	198.8	1.378	86	250
JUL	50	11.3	21.2	21.5	30.0	13.5	3.63	26.1	36.5	16.6	4.3	260.1	616	60	120
AGO	53	11.31	18.3	17.8	29.5	12.0	3.14	23.4	38.0	15.0	3.9	171.1	577	49	94
TOTAL	599														

N = número de individuos
 MED = media
 MAX = máximo
 STD = error estándar

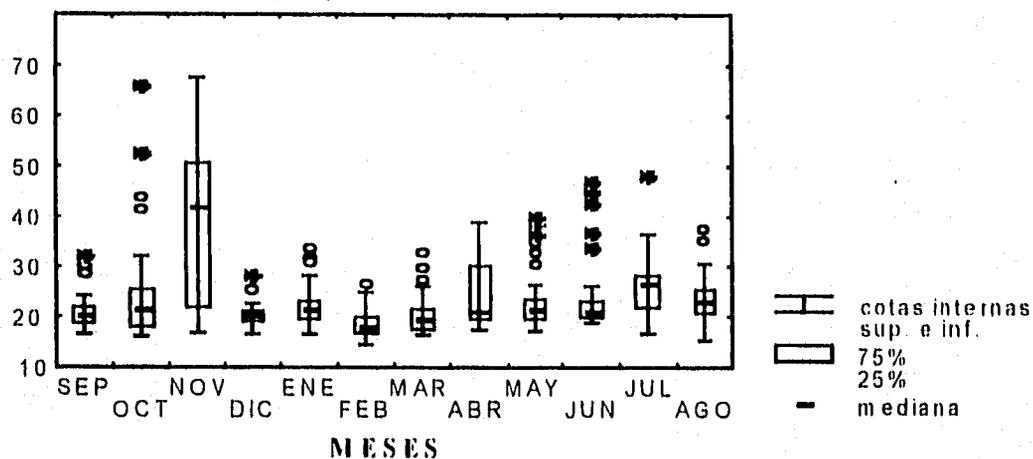
N calc = número calculado de individuos
 MDN = mediana
 MIN = mínimo

LONGITUD PATRON (cm)



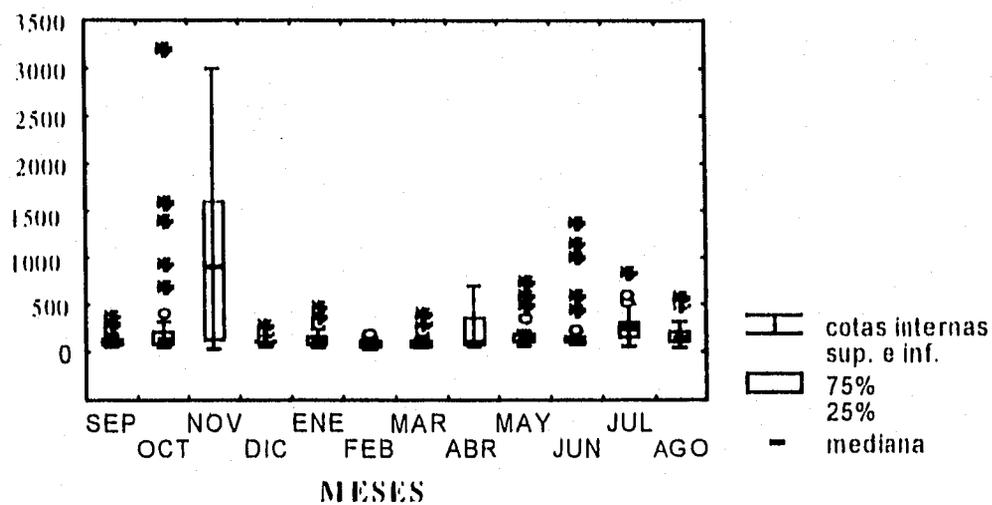
a)

LONGITUD TOTAL (cm)



b)

PESO EVISCERADO (g)



c)

Fig. 2.-Distribución mensual en diagrama de caja, de los valores de a) longitud patrón (cm), b) longitud total (cm) y c) peso eviscerado (g), de muestras de huachinango (*Lutjanus peru*), en Manzanillo, Col., de septiembre'92 a agosto'93. n = 599.

5.1.1.- Estructura de la población.- Se relacionaron las variables peso vs longitud patrón y ésta vs longitud total (Fig. 3), cuyos resultados se presentan en la Tabla 3. Los modelos que explican ambas relaciones fueron validados con un análisis de los residuos para cada caso. Para la relación peso vs longitud patrón, se determinó que los datos cumplen con los supuestos de linealidad, normalidad, independencia y homocedasticidad (ver Anexo I), a pesar de observar datos extraordinarios e influyentes. Aún así, se puede afirmar que este modelo describe los datos de la relación peso-longitud patrón, con una significancia de $\alpha = 0.05$, comprobada con un análisis de varianza para regresiones (Mendenhall, 1987; Daniel, 1991) (ver Anexo II).

Los resultados del análisis de residuos de la relación longitud total vs longitud patrón (Anexo III) sugieren que el modelo es apto para explicar dicha relación, aunque deben tomarse en cuenta que hay datos que son extraordinarios, cuya influencia pesa en las resultantes de las ecuaciones. Dicha variabilidad se ha atribuido a que el factor del tiempo no está considerado en el modelo.

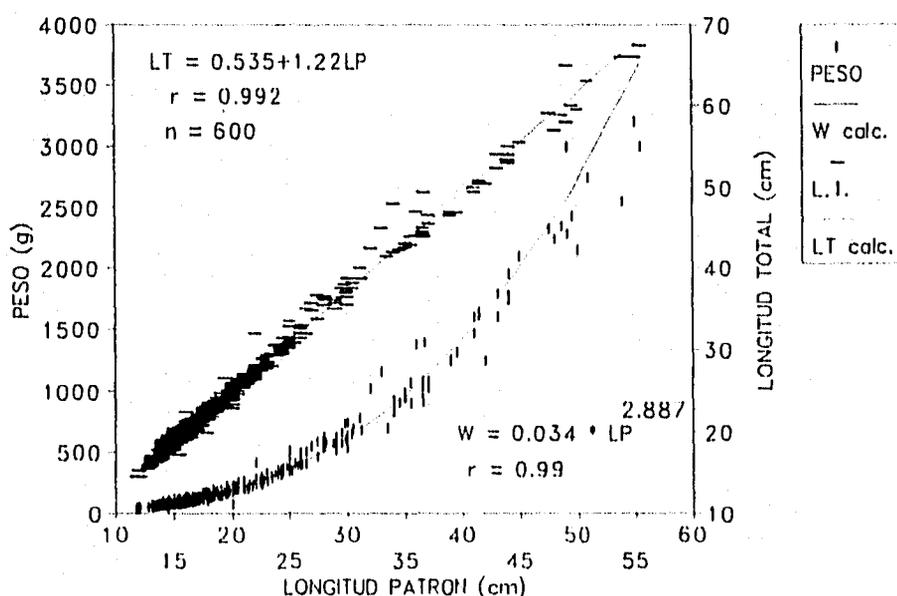


Fig. 3.- Relaciones que guardan los datos de peso (g) vs longitud patrón (cm) y longitud total (cm) vs longitud patrón (cm) del huachinango *Lutjanus peru* de la costa de Colima, sep'92 a ago'93.

Las ecuaciones resultantes de la regresión entre peso - longitud patrón y longitud total - longitud patrón, obtenida con los datos de todo el año, son de utilidad para calcular y convertir los valores de talla a peso y viceversa o entre ambas medidas de la talla, así como para

compararla con otros trabajos.

Es importante señalar que en lo que se refiere al muestreo, es necesario incrementar el número de organismos, donde estén mejor representadas todas las tallas, lo que en ocasiones no es posible ya que el estado del mar y el arte de pesca no lo permite. Asimismo, se sugiere trabajar los datos por meses separados o diseñar un modelo que considere el tiempo como otra variable independiente.

Para comprobar que se trabajó con una especie de crecimiento isométrico se obtuvieron los intervalos de confianza de la pendiente "b" de la ecuación peso-talla, los cuales, para un nivel de 95% de confianza, van de 2.886 a 2.889. Según Ehrhardt (*op. cit.*) se considera el crecimiento isométrico de una especie, cuando la pendiente de su relación peso-talla es de 3.0, con variaciones entre 2.4 y 3.3, debido a cambios en su condición (aumento en peso con la madurez gonadal, y disminución drástica después del desove). Como resultado de las pruebas de hipótesis para la pendiente de la regresión, se vio que no existe diferencia significativa ($\alpha=0.05$) entre éste y el exponente con valor de 3.0, utilizado en la relación peso- talla de organismos de crecimiento isométrico.

El factor de condición "a" de la relación peso-talla, se calculó para cada mes manteniendo como constante la pendiente "b" obtenida para todo el año. De esta manera se pudieron observar los cambios ocurridos en la condición física de los organismos de manera indirecta, es decir, sin mediciones de los factores intrínsecos del organismo, tales como madurez gonadal y desove, factores del medio ambiente que pudieran afectarle (cambio de temperatura) y escasez de alimento, etc. (Fig. 4). En esta figura se observa un valor de "a" de magnitud más baja en febrero. En mayo y junio hay un incremento en el valor de "a", que puede deberse al aumento en peso por madurez gonadal. Posteriormente hay un descenso paulatino en el valor promedio. En el caso de los valores máximos mensuales de "a", desde mayo se da un aumento hasta el mes de noviembre (mes en que la dispersión de resultados es mayor), a partir del cual el factor de condición disminuye de manera abrupta, debido a una pérdida de peso del individuo o un incremento en su talla.

TABLA 3.- RELACIONES LONGITUD PATRÓN (cm) - PESO (g), LONGITUD TOTAL (cm) - LONGITUD PATRÓN (cm), MENSUALES Y ANUAL, DEL HUACHINANGO (*Lutjanus peru*), EN MANZANILLO, COLIMA (sep'92-ago'93).

MES	N	W vs L.P.			L.T. vs L.P.		
		a	b	r	a	b	r
SEP	37	0.033	2.91	0.99	0.49	1.21	0.99
OCT	49	0.037	2.85	0.99	0.6	1.3	0.99
NOV	75	0.031	2.90	0.99	0.4	1.22	0.99
DIC	40	0.042	2.79	0.97	0.7	1.2	0.99
ENE	46	0.032	2.89	0.99	0.06	1.22	0.99
FEB	46	0.033	2.86	0.98	-1.12	1.30	0.98
MAR	50	0.029	2.91	0.99	0.034	1.24	0.99
ABR	50	0.02	3.14	0.99	-0.14	1.25	0.99
MAY	48	0.03	2.98	0.99	-0.003	1.3	0.99
JUN	56	0.033	2.95	0.99	-0.57	1.34	0.99
JUL	50	0.06	2.70	0.99	-1.13	1.3	0.98
AGO	53	0.049	2.78	0.99	0.435	1.25	0.99
Ecuación		potencial: $W = a * Lp^b$			lineal: $Lt = a + Lp * b$		
Anual	600	0.0339	2.887	0.9897	0.535	1.2199	0.992

W = peso eviscerado
L.P. = longitud patrón
L.T. = longitud total

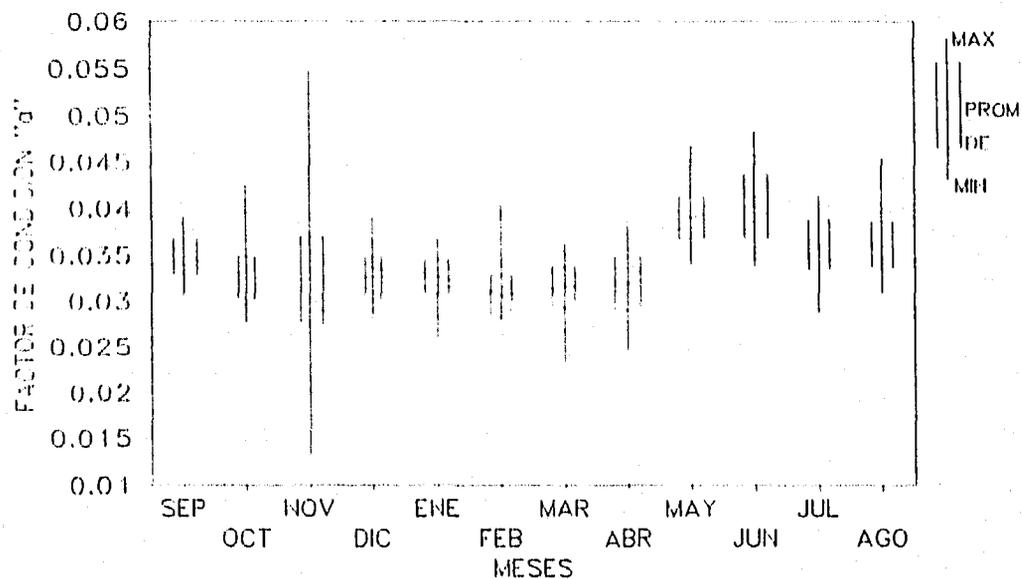
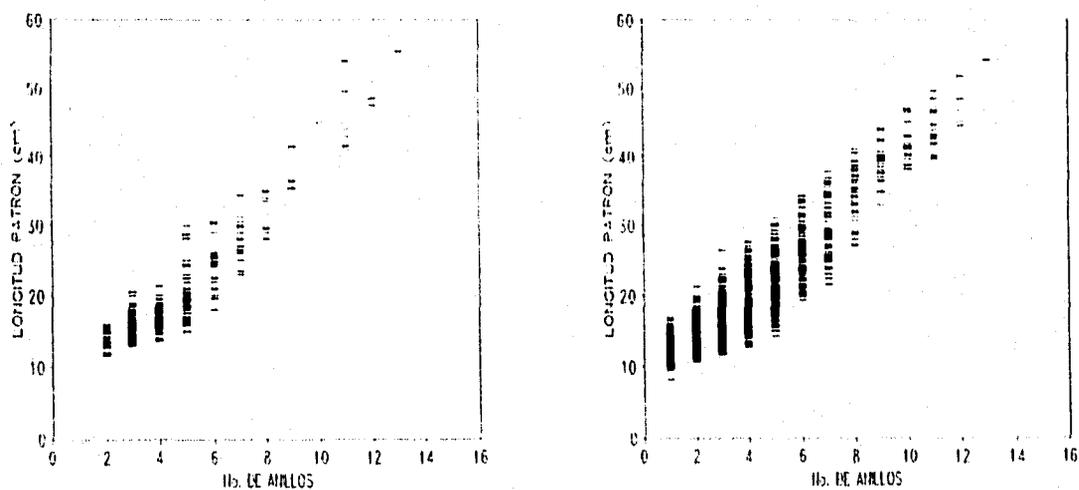


Fig. 4.- Parámetro "a" (factor de condición) de la relación mensual peso-longitud patrón, manteniendo "b" (factor alométrico) constante.



a) b)
 Fig. 5.- Valores del retrocálculo por la ecuación de Lee: a) datos de longitud patrón (cm) vs No. de anillos/ind., n= 353; b) datos de cada longitud patrón y su número de anillos, n= 1,581.

5.1.2.- **Escamas.**- Se analizaron muestras de unos 30 individuos cada mes. Se graficaron los resultados en la figura 5, donde a) se refiere a la lectura del total de anillos para cada organismo, y b) son las lecturas de cada anillo y el valor retrocalculado del tamaño del pez.

En la Fig. 6 se relacionan los valores de la longitud patrón de cada individuo con el radio o longitud del foco de la escama a su borde exterior (la distancia entre el foco de la escama y su borde es en milímetros y se realizó en la imagen de la escama proyectada). El resultado muestra que la recta es el mejor ajuste, con muy poca diferencia en el índice de correlación y SCE, con respecto al ajuste potencial, que por otra parte tiene una pendiente muy cercana a 1.0, es decir a la bisectriz. Esto implica la existencia de una isometría entre el crecimiento del pez y el radio de las escamas, según fueron definidos anteriormente (Lea, 1910, en Ehrhardt, 1981); el ajuste de la curva tiene un coeficiente de correlación (r) de 0.975. En el caso de la relación lineal, cuando ésta pasa por el origen, se dice que el crecimiento es definitivamente isométrico. En el presente caso, la ordenada en el origen no parte de 0, confirmado con una prueba de hipótesis donde se aceptó la alternativa de que la ordenada al origen "a" es diferente de 0, con nivel de significancia de 0.05. Por tal razón se dice que existe el efecto o fenómeno de Lee (Rosa Lee, 1920; en Tesh, 1968; Ehrhardt, *op. cit.*; y González, 1986), que es de 8.188 unidades.

El fenómeno de Lee se refiere a un error de retrocálculo que aparenta un tamaño para la escama cuando no hay talla del pez, siendo causas de este error, las que a continuación se exponen (Tesh, *op. cit.*):

a) la relación correcta entre radio de escama y longitud del pez, para el retrocálculo puede ser de otro tipo;

b) el muestreo no es totalmente aleatorio, es decir, se considera selectivo por las artes de pesca empleadas, por lo que no están representadas todas las tallas, además de que posiblemente se cuente con los individuos grandes de las edades menores;

c) teóricamente la mortalidad natural es selectiva dentro de una cohorte, y según Tesh (*op. cit.*), favorece la sobrevivencia de las tallas pequeñas, los veloces de cada edad, etc.. Este es un punto que debe analizarse con cuidado, ya que también existe la opinión de que la

mortalidad natural es mayor en los individuos pequeños de cada edad, debido quizá a mayor debilidad, lento crecimiento por susceptibilidad a la presión intra e interespecífica, etc. (com. pers. Fco. Arreguín-Sánchez).

Para contrarrestar el error de dicho retrocálculo, se comparó paralelamente al retrocálculo de la ecuación de Lee (ecuación lineal), y la relación potencial (ecuación también mostrada en la Fig. 6), sugerida por Bartlett *et al.* (*op. cit.*), Ricker (1992) y Rocha y Gómez (1993), como alternativa de comparación. En este caso la línea pasa por el origen, modificando (con tendencia a disminuir) las tallas calculadas.

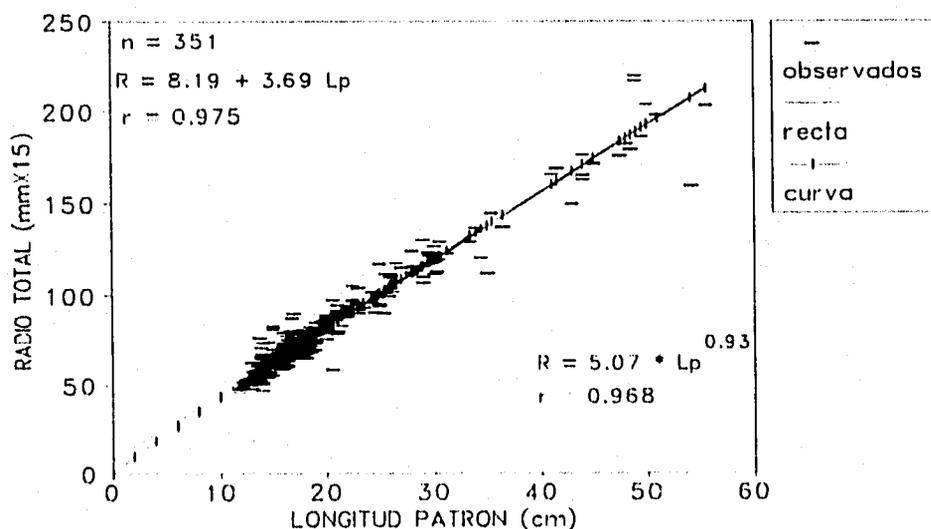


Fig. 6.- Ajuste de las ecuaciones recta y potencial a los valores del radio de escama (mm de lectura) y longitud patrón (cm) de 351 individuos de huachinango *L. peru*.

A cada grupo de edad se le calculó tamaño de muestra para determinar qué tanto de la información tenía representatividad; se encontró con la ecuación de Lee la mayor variabilidad y por lo tanto mayor número de datos necesarios de las edades IX en adelante. Utilizando la ecuación potencial para el retrocálculo se observó que el número de datos requerido fue siempre menor al que se tiene (Tabla 3). Por otro lado, el exponente de la segunda relación (Fig. 6) es de 0.93 con intervalo de 95% de confianza que va de 0.917 a 0.943 (Mendenhall, 1987; Daniel, 1991), que es un valor cercano a 1.0 y por lo tanto a una relación lineal. Por tal razón se optó por utilizar en lo sucesivo la relación simple. Los resultados de los análisis de residuos realizados para ambas regresiones validan con igual peso ambos modelos.

5.1.3.- Validación de los anillos de crecimiento.- A continuación se desarrollan los criterios:

a) Análisis del incremento marginal por individuo y mensual, para determinar la fecha en la cual se forma la marca.- Transformados los valores observados (milímetros de la imagen proyectada), por retrocálculo lineal con la fórmula modificada de Lee, se calculó la diferencia entre el borde y la última línea o anillo marcado ($R_t - R_n$). En la figura 7 se graficaron los valores del incremento marginal promedio, máximos y mínimos de cada mes, así como su desviación estándar (D.E.); se observa que febrero es el mes en que disminuye en mayor proporción el margen, tanto en el valor medio como el mínimo.

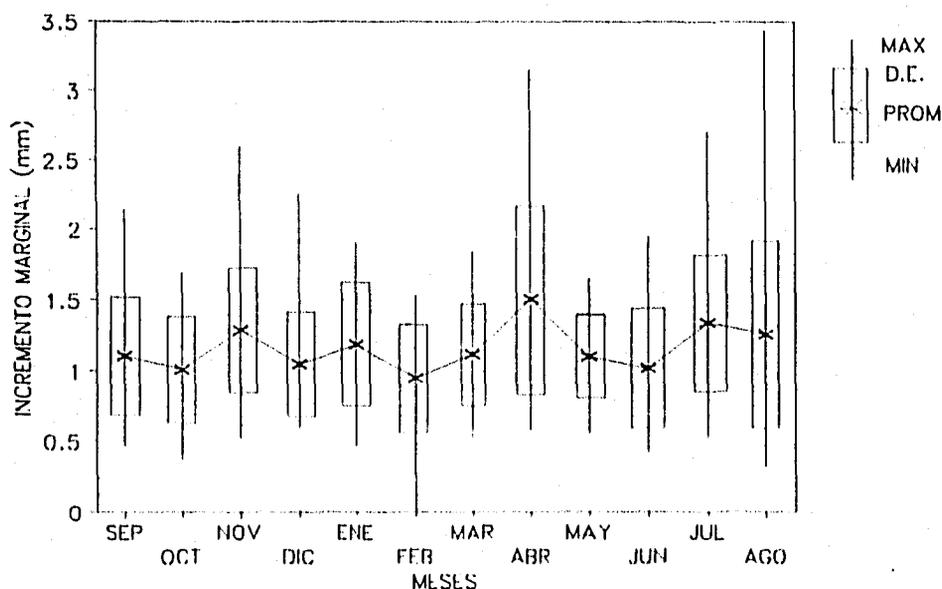


Fig. 7.- Valores mensuales máximos (MAX), mínimos (MIN), promedio (PROM) y desviación estándar (D.E.) del incremento marginal (mm), por retrocálculo lineal (sep'92 a ago'93).

Dada la amplia dispersión de los datos y la poca diferencia entre las medias mensuales de los incrementos marginales, se realizó un análisis de varianza paramétrico con estos datos, para obtener el resultado de que los meses son significativamente diferentes (Anexo IV). Se realizó una prueba de hipótesis de diferencia entre dos medias (entre la media global y de cada mes), y con ello se determinó, los meses que son diferentes y el mes en que el mayor número de individuos denota el menor incremento marginal, tomando éste como aquel en que se marca el anillo.

Los resultados de estos análisis mostraron que de septiembre a enero no existe diferencia significativa entre las medias, a excepción de octubre, cuya media es la segunda menor; febrero tiene el valor del promedio del incremento marginal más bajo; por lo tanto puede considerarse que alrededor de este mes es cuando se marca el anillo; los cálculos realizados tienen una confiabilidad de $\alpha = 0.95$.

Por el método de Tanaka o índice de complemento (Davis y West, 1992), se encontró en febrero el valor más bajo, cercano a 0, mes cuando recién se marcó el anillo (Fig. 8). La ventaja del método estriba en que pueden utilizarse los valores de individuos de todas las edades.

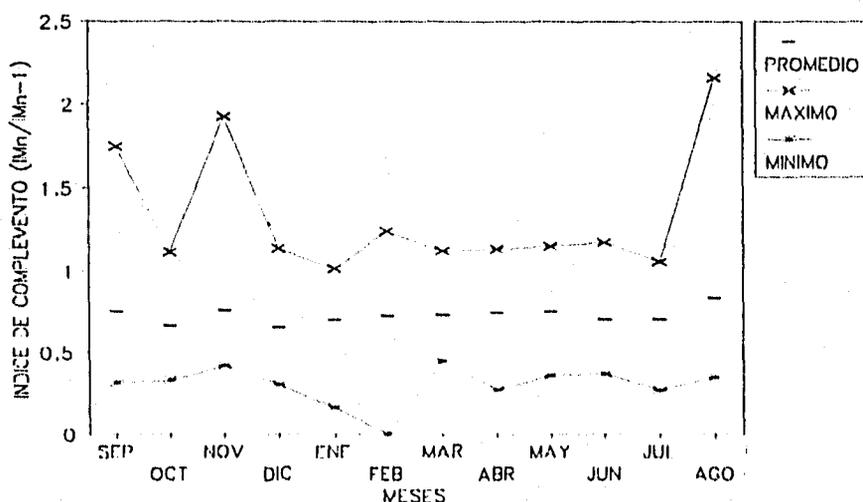


Fig. 8.- Análisis del incremento marginal por el método de Tanaka.

Un tercer ejercicio para encontrar la fecha en que se forma el anillo fue analizando por separado los valores del incremento marginal de las distintas edades. Se tuvo problema en algunos meses que se encontraron sin datos. Aun así, los incrementos marginales en los individuos con 2 a 5 anillos, disminuye notoriamente en febrero (ver Fig. 9). Los datos de las edades "avanzadas" (XIII y XIV) se eliminaron en estos cálculos, con la finalidad de desechar el error que representa la reducción del margen de su incremento marginal.

Los resultados de los tres métodos señalan el mes de febrero como el mes más importante en que se marca el anillo, aunque no se descarta la posibilidad de que en otros meses haya individuos que por diversas razones presentan marcas de anillo recientes. Nuevamente se

señala la posibilidad de que, al no contar con la información separada por sexos, haya mayor variabilidad en los resultados. Collins y Pickney (1988) y Davis y West (*op. cit.*) concluyen que en las especies *Rhomboplites aurorubens* y *Lutjanus vittus* de la familia Lutjanidae, hay diferencia significativa entre hembras y machos. Aun cuando en la relación que existe entre el peso y la talla de los individuos del huachinango *Lutjanus peru* no exista diferencia entre hembras y machos, cabe la posibilidad que en su crecimiento sí ocurra. Aún así, para los fines de evaluación se considera que puede tomarse el anillo como marca anual y la fecha de cumpleaños en febrero.

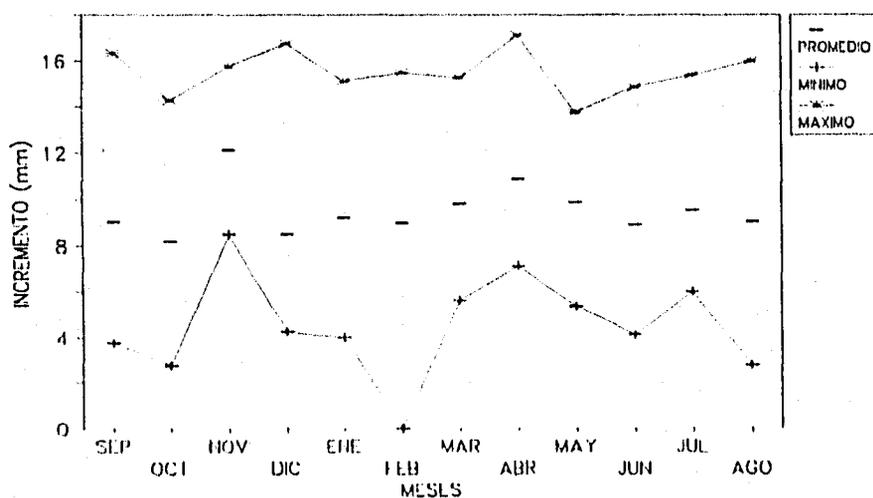


Fig. 9.- Incremento corporal en milímetros, máximo, mínimo y promedio entre el último y el borde de las escamas con 2 a 5 anillos.

b) Relación entre la talla y el número de *annuli*.- En este criterio de validación se utilizaron los datos resultantes del retrocálculo por la ecuación de Lee. En la Fig. 5a se observa que los valores de longitud del pez vs el número de anillos (o edad en este caso) presentan una relación marcada, de forma sigmoideal, que muestra que a mayor número de anillos, mayor longitud del pez. Lo anterior valida positivamente el uso de escamas para interpretar la forma en que ocurre el crecimiento en el huachinango, *L. peru*.

c) Similitud entre los valores de las tallas retrocalculadas y las tallas observadas con el mismo número de anillos.- En los gráficos de la Fig. 5a y b se comparan los valores de talla del pez vs el número de anillos, y los datos resultantes del retrocálculo vs cada edad. La diferencia entre ambas gráficas no es marcada, por lo que pueden tomarse como correctos los resultados de los retrocálculos. Estos valores en todas las edades no son diferentes a los obtenidos en el gráfico que muestra únicamente el último anillo y la medida del pez. Con el análisis de regresión realizado con datos promedio de cada grupo de edad (valores del retrocálculo, graficados en la figura 5b) vs el valor promedio de la longitud del pez (graficado en la figura 5a), se obtuvo una pendiente de 0.879, cuya prueba *t* indica que estadísticamente hay una relación entre ambas variables, y que la pendiente no es significativamente diferente a 1 ($p = 0.05$), resultando que los valores observados de los individuos y los datos retrocalculados son iguales para las mismas edades.

d) Diferencia entre las edades consecutivas, determinadas por la lectura de escamas.- En la figura 10 se observa que hay un incremento constante (aunque no igual) en el valor promedio de cada edad, exceptuando las últimas edades, de las cuales hay poca representatividad. Teóricamente se espera un incremento entre una edad y la siguiente que varía, es decir, en las primeras edades un incremento pequeño, aumentando a un incremento máximo y posteriormente una disminución en el incremento entre las últimas edades.

En la figura 11, los incrementos calculados entre una edad y otra son de diferente magnitud, siendo los mayores a partir de los 4 años y hasta 8 años de edad. Hacia los últimos años, el incremento en longitud del pez disminuye. En la gráfica se puede observar que el incremento entre la edad VI y VII es negativa, lo cual es muy probable que se deba al número de organismos de la muestras de esta edad.

e) Al graficar los valores del incremento anual por crecimiento, se distribuyen en forma de campana, es decir, en sus primeros años aumentan, llegan a un máximo y descienden nuevamente.- La figura 12 muestra los resultados del incremento marginal por edad en promedio del grupo de datos retrocalculados por la ecuación de Lee. Los valores promedio del incremento anual por edad son similares durante los primeros dos años; posteriormente hay un aumento que alcanza los máximos entre las edades VI y IX y nuevamente una declinación. Si se observan los valores máximos, la diferencia entre edades es más marcada, con el valor de incremento anual mayor en el grupo de individuos con 5 años de edad. La variabilidad que se observa en todas

las edades (donde el mínimo de incremento anual es parecido en todas las edades), se debe a que en cada grupo de edad se agruparon datos de los individuos capturados en todos los meses.

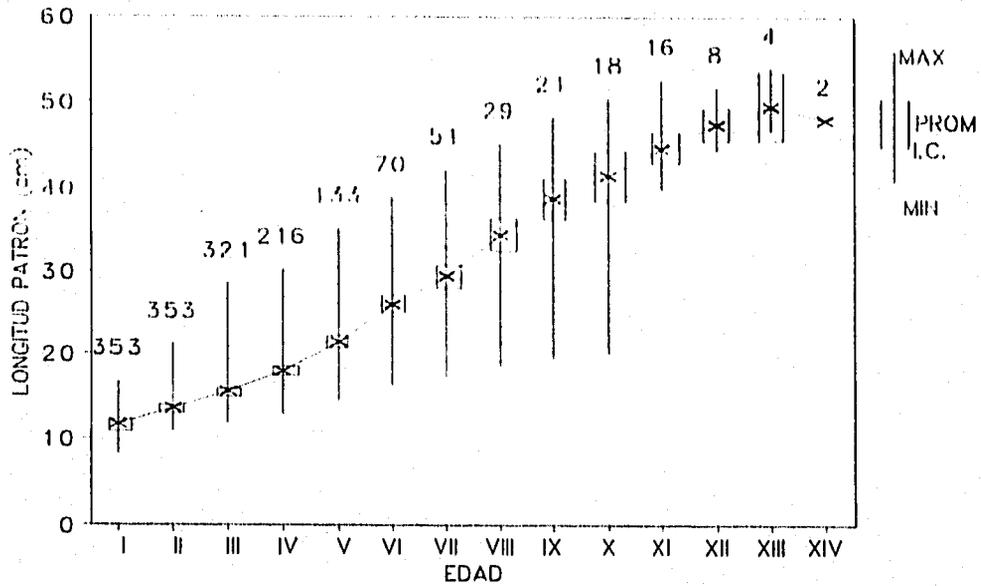


Fig. 10.- Valores medios (PROM), máximos (MAX), mínimos (MIN) e intervalo de confianza (I.C.) de los resultados de la ecuación de Lee.

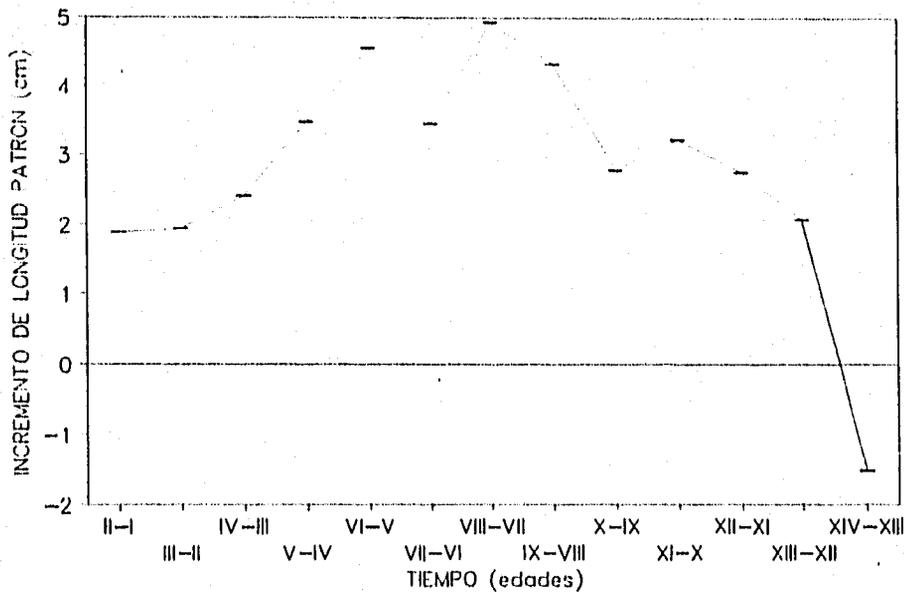


Fig. 11.- Incremento en longitud patrón de una edad a la siguiente.

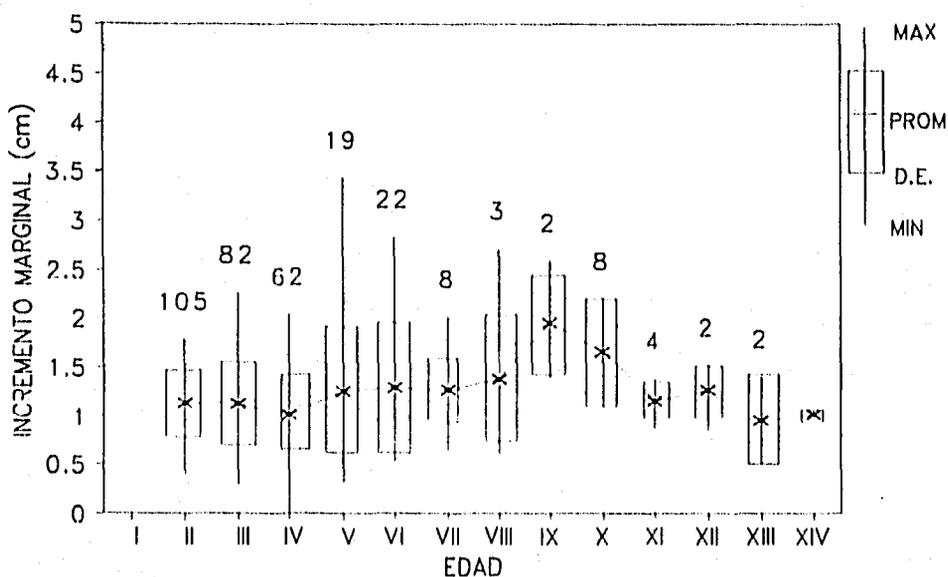


Fig. 12.- Valores promedio (PROM), máximos (MAX), mínimos (MIN) de los incrementos marginales (en centímetros de longitud del pez), su desviación estándar (D.E.) y el número de datos en cada grupo de edad, del huachinango *Lutjanus peru*, en el litoral de Colima.

5.1.4.- Ecuaciones de crecimiento.- La Tabla 4 es el resultado de la lectura de escamas de 353 individuos de huachinango (*Lutjanus peru*), y los valores de los retrocálculos por el método de Lee, que fueron agrupados en una distribución de frecuencias por talla (longitud patrón en cm) según su número de anillos. Partiendo de ella se realizó la Tabla 5, que es el resumen de los promedios de talla para cada edad, los valores máximos, mínimos y su desviación estándar, y éstos se graficaron en la figura 10, donde se observa un incremento gradual en las primeras tres edades, seguido de mayores incrementos y finalizando, en las últimas edades, con muy poco o nulo incremento en longitud patrón de los organismos.

TABLA 4.- FRECUENCIA DE INDIVIDUOS POR CLASE DE LONGITUD PATRON PARA CADA EDAD. RESULTADOS DE LA LECTURA DE ESCAMAS DE 353 INDIVIDUOS DE HUACHINANGO (*Lutjanus peru*) DE MANZANILLO, COLIMA; RETROCALCULO EFECTUADOS POR LA FORMULA DE LEE.

TALLA (cm)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	n	\bar{x}
9	1														1	0.066
10															1	0.721
11	115	5													120	7.869
12	124	50	2												176	11.541
13	53	110	24	1											188	12.328
14	19	91	67	8											185	12.131
15	29	38	79	26	2										165	10.820
16	6	18	57	31	9										111	7.934
17	4	14	27	42	3										96	5.902
18		14	19	30	14										71	5.049
19		7	11	13	17										48	3.148
20		5	12	18	13										48	3.148
21			10	12	8	1									31	2.033
22		1	4	7	16										27	1.836
23				8	9	2	1								24	1.705
24			1	8	12	4	2								21	1.770
25				4	4	2	1								11	0.721
26				2	5	3	2								11	0.721
27				4	10	2	3								13	1.246
28				1	1	1									6	0.328
29					4	2	4								11	0.721
30					2	6	1								9	0.590
31					2	1	1								5	0.328
32					1	4	5								12	0.787
33						1	2								6	0.393
34						3	2								5	0.459
35						1	4								6	0.590
36							3								4	0.197
37							1								5	0.328
38							3								5	0.328
39							1								4	0.262
40															3	0.197
41															5	0.328
42															4	0.262
43															3	0.197
44															5	0.328
45															4	0.262
46															3	0.197
47															3	0.197
48															0	0.000
49															1	0.066
50															0	0.000
51															0	0.000
52															0	0.000
53															1	0.066
54															1	0.066
55															1	0.066
n	353	353	319	215	132	33	33	27	19	14	13	8	4	2	152	100

TABLA 5.- RESUMEN DE LOS VALORES RESULTANTES DE LAS OPERACIONES DE RETROCÁLCULO DE LAS LECTURAS DE ESCAMAS DE HUACHINANGO *Lutjanus peru*, UTILIZANDO LA FÓRMULA PROPUESTA POR LEE.

EDAD	N	PROM	MAX	MIN	D.E. *	N calc
I	353	11.7	16.8	8.2	1.4	1.8
II	353	13.6	21.2	10.8	1.9	3.3
III	321	15.5	28.6	11.8	2.5	5.9
IV	216	17.9	30.3	12.8	3.2	9.9
V	133	21.4	35.3	14.3	4.0	15.2
VI	70	26.0	38.9	16.2	4.2	17.0
VII	51	29.4	42.1	17.3	4.7	21.4
VIII	29	34.3	45.1	18.4	5.2	25.1
IX	21	38.7	48.3	19.3	5.5	28.8
X	18	41.5	50.6	19.9	6.1	35.6
XI	16	44.7	52.7	39.7	3.4	11.3
XII	8	47.4	51.8	44.4	2.3	4.9
XIII	4	49.5	54.1	46.6	2.9	7.8
XIV	2	48.0	48.0	48.0	0.1	0.0

* D.E. = desviación estándar

TABLA 6.- RESUMEN DE VALORES LONGITUD PATRÓN POR EDAD, ENCONTRADOS POR DISTINTOS MÉTODOS: EL DIRECTO (POR LECTURA DE ESCAMAS) Y EL INDIRECTO (SEGUIMIENTO DE MODAS POR BHATTACHARYA Y POR ELEFAN) A PARTIR DE FRECUENCIAS DE TALLA DE LA BASE DE DATOS DE HUACHINANGO (*Lutjanus peru*), DEL ESTADO DE COLIMA 1983 A 1991.

		ESCAMAS LEEI	METODO ELEFAN					METODO DE BHATTACHARYA				
		ago 83	83-91	85-87	86	87	89-91	92-93	jun86	jun87	nov87	feb91
No. de meses		12	40	21	11	10	15	12	1	1	1	1
Parámetros de crecimiento	L_{∞}	53.0	64.00	56.9	69.0	58.1	62.8	62	58	47	45.5	40
	k	0.1	0.105	0.113	0.132	0.101	0.121	0.125	0.195	0.19	0.24	0.3
	t_0	-0.1	-0.057	-0.054	-0.039	0.042	-0.033	0.029	0.001	-0.6	0.01	-0.3
Edad (cm)	I	11.7	6.05	5.89	8.84	5.36	7.38	7.09	14.86	14.89	12.5	14.3
	II	13.6	11.85	11.34	16.28	10.42	13.70	13.55	20	17.84	18.72	20.42
	III	15.5	17.07	16.21	22.80	15.01	19.29	19.24	23.67	22.21	23.87	24.67
	IV	17.3	21.77	20.56	28.51	19.15	24.25	24.26	28.34	25.25	26.27	27.91
	V	19.4	26.00	24.44	33.52	22.89	28.65	28.70	33.5	28.26	29.09	
	VI	21.3	29.81	27.91	37.91	26.89	32.54	32.61	37.34	31.5	32.1	
	VII	23.4	33.23	31.01	41.75	26.27	35.99	36.07		37.83		
	VIII	24.3	36.32	33.79	45.12	29.33	39.04	39.11				
	IX	28.7	39.10	36.25		32.09	41.75	41.80				
	X	41.4	41.60	38.45		34.59	44.15	44.18				
	XI	42.7	43.86	40.42		36.85		46.27				
	XII	47.4	45.88	42.19		38.89		48.12				
	XIII	43.5	47.71	43.76		40.74		49.75				
	XIV			45.16		42.41						
XV			46.42		43.92							
XVI			47.54									
Pruebas del ajuste	χ^2	2.509	0.158	0.051	0.150	0.099	0.983	0.129	2.86	1.204	1.532	0.208
	r	0.986	1	1	1	1	0.997	1	0.991	0.972	0.998	1
	b	0.854	0.988	0.992	0.959	0.979	0.998	0.97	1.31	1.042	1.313	1.183

Se realizaron los análisis descritos en el apartado 4.1.4.- y se obtuvieron los parámetros de crecimiento para la lectura de escamas, $L_{\infty} = 63.0\text{cm}$, $k = 0.11$ y $t_0 = -0.1$.

En la Tabla 6 se muestran los resultados de los diferentes cálculos de parámetros de crecimiento según la ecuación de von Bertalanffy, siguiendo los métodos directos y los indirectos, y dos pruebas de ajuste: 1) por el estadístico de χ^2 ; 2) por un análisis de regresión entre los valores calculados vs los observados, para los cuales el índice de correlación debe tender a 1 al igual que el valor de la pendiente "b".

El análisis estadístico χ^2 demostró que no hubo diferencia significativa entre la longitud patrón observada y calculada por el método lineal, para cada uno de los juegos de parámetros. Igualmente cada juego de datos observados fue correlacionado con sus respectivos valores calculados, y se obtuvo un índice de correlación igual o estadísticamente sin diferencia significativa a 1.0, con una pendiente "b" también cercana al valor 1.0, con lo cual se sugiere afirmar que los valores calculados son fiel representación de los valores observados.

5.2.- DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS POR TALLAS.

La base de datos de los muestreos efectuados a lo largo de la costa de Colima, de 1983 a 1993, están agrupados en 63 meses, resultado de las tomas de 291 viajes. Se consideró como criterio *a priori* desechar los meses con menos de 20 individuos por no tener suficientes datos que permitieran representar una gráfica de frecuencias de tallas; quedaron 56 meses con un total de 5,671 individuos.

Los resultados de los análisis de regresión entre peso y longitud de cada mes y cada zona, para verificar la existencia de una sola población o stock de huachinango *L. peru* entre las dos principales zonas de pesca (Manzanillo y Tecmán), no indican diferencias en el factor de condición "a", a pesar de la distancia significativa entre ambas zonas, y de que las separa una zona aparentemente arenosa, reflejado en una playa continua de aproximadamente 50km. Según Gulland (1983) y Sparre *et al.* (1989), el factor de condición "a" de la regresión peso-longitud, es una característica de salud de un stock. Este valor fue utilizado en el presente trabajo, aunque no es el único que puede considerarse.

Al separar la información de los organismos según sexo, se realizó un análisis de covarianza entre los datos de longitud patrón (cm) y peso eviscerado (g), donde se concluye que no existe diferencia significativa entre ambos sexos, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Como resultado de este análisis se hicieron los cálculos del trabajo, para una sola población.

A grandes rasgos las gráficas de cada mes presentaron una distribución heterogénea, y mostraron en el mes de septiembre de todos los años una distribución amplia, a diferencia de los meses de diciembre a febrero, cuando las tallas se distribuyen en 16 a 18 clases de 1cm. Como se puede observar en las gráficas del Anexo V, los valores de longitud patrón más pequeños, se registraron en general durante los meses de agosto a enero, lo que indica que en estos meses se reclutan al área de captura los nuevos organismos.

Los resultados de las medias modales obtenidos con el método de Bhattacharya contenido en el paquete de FISAT se basaron en 37 meses, en donde el ajuste al modelo permite usar los datos mensuales con confianza. Se escogieron los meses que contaron con más modas y se procedió a calcular diferentes ecuaciones de crecimiento. En total se obtuvieron 4 juegos de parámetros o ecuaciones que corresponden a los meses de julio '86, junio '87, noviembre '87 y febrero '91 (Tabla 6).

Utilizando el método ELEFAN, se hicieron seis grupos de datos con un número de meses variable, extraídos de la base de datos descrita anteriormente. En la Tabla 6 pueden verse los resultados de los análisis.

Para evaluar si todos los juegos de parámetros tienen relación entre sí, se graficaron los valores k y L_{∞} (Weisberg y Frie, 1987; Pauly, 1991), con los que se calculó una línea curva por método de mínimos cuadrados, cuya correlación fue de $r=0.85$ (Fig. 13). El coeficiente de determinación muestra que la ecuación explica el 73% de la relación entre ambas variables; se pueden tomar con cierta reserva que los parámetros corresponden a una misma población, o bien, a grupos muy cercanos.

Los resultados del índice de ϕ' para cada juego de parámetros de crecimiento mostraron similitud entre si, con un valor de 6.1 ± 0.6 .

En la Fig. 14 se graficó la curva de crecimiento resultante o "curva modelo", calculada con los valores promedio de longitud patrón de cada edad de todos los juegos de parámetros obtenidos por las diferentes vías, y su intervalo de confianza de 95%. Asimismo se calcularon

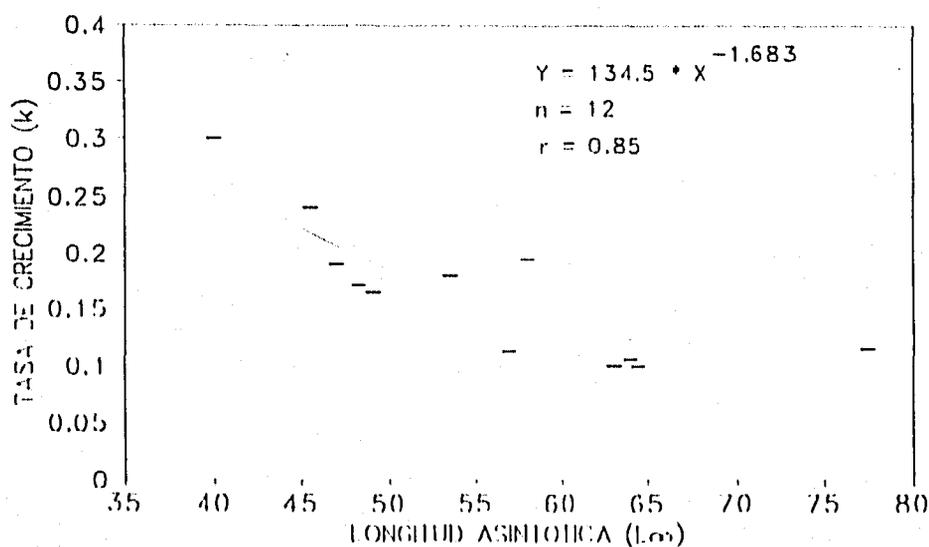


Fig. 13.- Relación entre los parámetros k y L_{∞} , obtenidos por los diferentes métodos.

las curvas con los valores máximos y mínimos. Los parámetros de crecimiento de la "curva modelo" fueron:

$$L_{\infty} = 55.8\text{cm} \pm 12.75; \quad k = 0.14 \pm 0.011 \quad t_{\infty} = -0.1 \pm 0.47$$

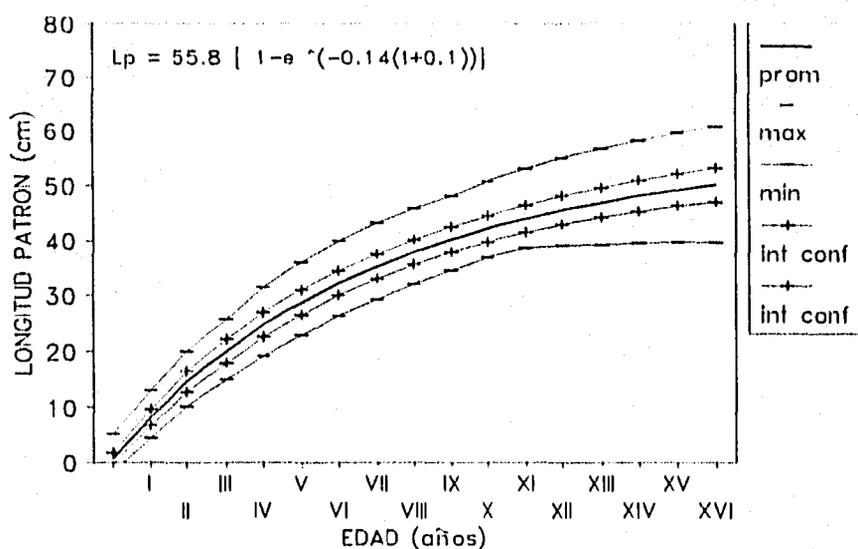


Fig. 14.- Ecuación de crecimiento del huachinango (*Lutjanus peru*), resultante a través de los diferentes métodos y su intervalo de confianza.

5.3.- TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR.

Con la finalidad de interpretar la marca del anillo y su correspondencia con un evento ambiental, se relacionó el factor de condición "a" mensual con el factor externo de temperatura superficial del mar (TSM), cuyos datos se obtuvieron de los registros mensuales de la NOAA (1993), para los mismos meses de septiembre de 1992 a agosto de 1993, y para la latitud del estado de Colima.

En la figura 15 se graficaron ambas series y se pudo apreciar una tendencia similar; en ambas variables tuvieron un valor mínimo durante el mes de febrero, es decir, al disminuir la temperatura superficial del mar, el peso relativo se vió afectado. De manera similar se graficó la serie de datos mensuales del incremento marginal de las lecturas de escama (valores promedio de la figura 7) y la serie de TSM en la figura 16, donde en el mes de febrero también se presentó el valor mínimo para ambas variables. Se realizaron correlaciones entre el factor de condición "a" vs temperatura y el incremento marginal de las escamas vs la temperatura. Aún cuando el índice de correlación resultó muy bajo en ambos casos ($r = 0.27$ y $r = 0.41$, respectivamente), el análisis de varianza para la regresión realizado, afirma que entre las variables sí existe relación. Probablemente si se utiliza una serie más larga de datos, pueda afirmarse con mayor confiabilidad la relación existente (ANEXO VI y VII).

Con lo anterior se quiere afirmar que cada año, al disminuir la temperatura del agua, los huachinangos sufren un cambio de metabolismo en su organismo, dando lugar a una disminución en su peso, lo que lleva a la marca de un anillo en sus escamas.

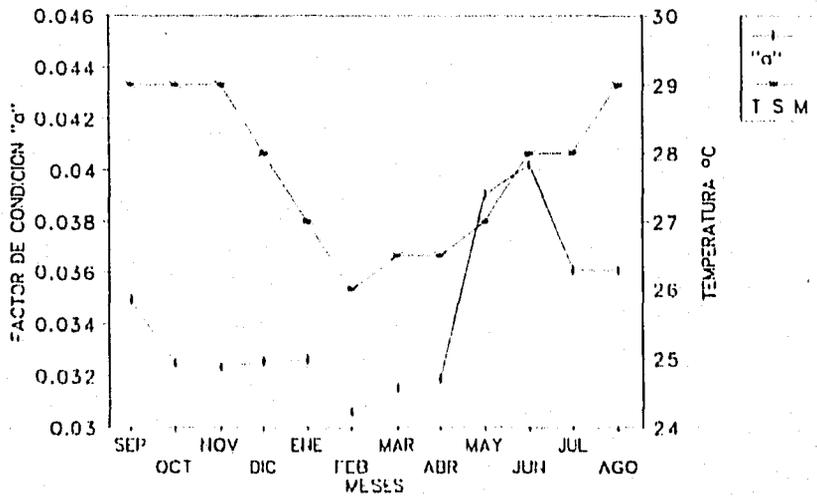


Fig. 15.- Comparación entre el factor de condición "a" y la temperatura superficial del mar (TSM) mensuales.

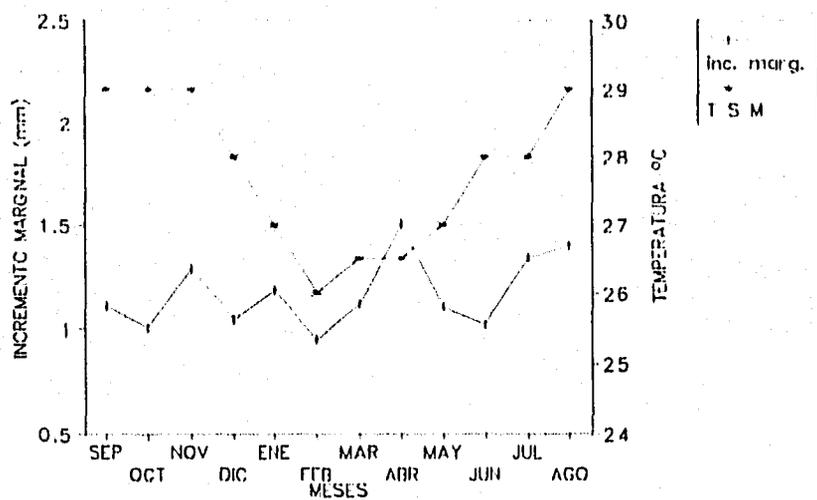


Fig. 16.- Comparación entre el incremento marginal (mm) y la temperatura superficial del mar (TSM), mensuales.

6.- DISCUSIÓN

En los últimos años, se han hecho observaciones sobre las diferencias entre peces de aguas templadas y de zonas tropicales, que se refieren principalmente a la amplitud de tiempo en que ocurren eventos como época de desoves o reproducción, periodos larvales, reclutamiento, crecimiento y periodicidad con que se marcan líneas en las estructuras duras de los peces (escamas, huesos, otolitos, etc.).

El uso de métodos que muestran resultados confiables para una latitud, presupone que no deben utilizarse indiscriminadamente en otras regiones. Entre las diversas opiniones puede mencionarse el que las partes duras de los peces tropicales no cumplen con los requisitos apropiados para medir e indicar un crecimiento en el organismo, por suponer que en estos ambientes los factores que podrían producir el anillo de crecimiento son diversos, entre ellos, la temperatura del medio, la reproducción, falta de alimento, densidad de organismos, migraciones, etc. (Tesh, 1968; Sparre *et al.*, 1989), algunos de los cuales se extienden a lo largo de varios meses, e inclusive prácticamente a todo el año (Dr. R. Shaw, 1994, com. pers.).

Muchos trabajos confirman que se marca una línea principal en el año debida a la época de reproducción (Ruiz-Luna *et al.*, 1985; Rocha y Gómez, 1993), migraciones (Mendizábal, 1987), etc. Por el contrario, algunos indican que por ser la época de reproducción tan larga o continua a lo largo del año, no definiría un solo *annulus*.

Resultado del presente trabajo es que en las escamas del huachinango *Lutjanus peru* se marca una línea de crecimiento anual en los ejemplares colectados en la costa de Colima. Al parecer, dada la gran variabilidad de los incrementos marginales en las escamas a lo largo del año, hay individuos en los cuales la línea se marca en diferentes meses, y febrero es el mes más frecuente, seguido de julio; el primero coincide con una de las épocas de reproducción encontradas por Cruz *et al.* (1991), con el comportamiento observado para el parámetro "a" (factor de condición) calculado y con la tendencia de la temperatura superficial del mar (TSM).

En el caso de la reproducción, Cruz *et al.* (1991) explican que en el huachinango *Lutjanus peru*, el primer periodo de reproducción ocurre por la disminución de la temperatura y el segundo por efecto de la época de lluvias, a principios y mediados de año, respectivamente.

Confirmando lo anterior, Nelson y Manooch (1982) concluyen que para la determinación de la edad de *Lutjanus campechanus* sí es confiable el uso de escamas y que la formación del anillo en ese caso no está asociada a cambios en la temperatura, sino probablemente a la época de reproducción, la cual es variable de una región a otra. En el caso de Colima, tanto en adultos como en edades juveniles, es probable que el anillo se forme durante la temporada en que el agua se enfría.

No se descarta el hecho de que existen individuos cuyas escamas presentan marcas formadas en distintos meses, aunque en bajo porcentaje, que probablemente alcanzaron la madurez en diferente época diferente a la gran mayoría y se reprodujeron, con lo que bajó su tasa de crecimiento; por eso a lo largo del año, los resultados en la lecturas de escamas no son homogéneos. Aún así, es posible afirmar que en general se marca una sola línea anual, producto de diversos factores.

Rocha y Gómez (1993) definieron para la misma especie el mes de julio como la época en que se marca una línea en los otolitos, lo cual coincide con la época de reproducción para el huachinango *L. peru* en Baja California Sur. En la misma zona, a través de análisis histológicos, Ochoa *et al.* (1991) encontraron organismos maduros que desova en los meses de noviembre a abril. Aguilar-Salazar (1986) concluye que la línea se marca en las escamas en septiembre y abril, también coincidentes con los desoves masivos en los estados de Oaxaca y Guerrero.

La variación en estos resultados es una confirmación de que los eventos que influyen en el ciclo de vida de cada individuo están estrechamente relacionados, y son distintos a diferentes latitudes y climas, lo que propicia que se desfasen las etapas biológicas de manera gradual, aparentemente de Norte a Sur.

Brouard *et al.* (1983) observaron discontinuidades en el patrón de crecimiento y las atribuyen a actividades reproductivas, ya que en general, cuando se hace referencia a organismos tropicales y de las características o variables ambientales que los determinan limitándolos o afectándolos de alguna manera, se ha aceptado que la temperatura no es tan importante. Sin embargo, trabajos recientes han demostrado que las especies tropicales, por vivir en un intervalo de temperatura más estrecho, son muy sensibles a cualquier cambio, por mínimo que parezca ser (Longhurst and Pauly, 1987; Fowler, 1990).

Los incrementos marginales se analizaron con 3 diferentes métodos, y se halló que aunque existen variaciones, febrero es el mes que podría tomarse como el que presenta un menor incremento en promedio, y que es indicador de un anillo recién marcado. El presente trabajo sugiere este mes como en el que cada año se presenta un anillo nuevo, por lo que se le designa la fecha de cumpleaños.

Las diferencias en los resultados obtenidos de los incrementos marginales con los tres análisis probablemente se deben al tamaño de la muestra que se utilizó. Cuando se analizaron únicamente los organismos con 2 a 5 anillos, el número de organismos fue menor que cuando se utilizaron todos los organismos. Aún así, el comportamiento de los valores máximos y mínimos se muestran similares en los gráficos de las figuras 7, 8 y 9 (el promedio suaviza las variaciones). La diferencia entre los métodos estriba en que el análisis se hace más fino cuando se estandariza el tamaño real del margen, dividiendo el último incremento entre el penúltimo (Fig. 8), o cuando se separan los individuos "viejos" del análisis (Fig. 9).

Ciertos autores utilizan una "fecha de cumpleaños artificial": 1o. de enero (Davis y West, 1992). Hyndes *et al.* (1992) la situaron a la mitad de la época de desove. Con el presente análisis se puede determinar dicha fecha en febrero, tanto por el análisis de incremento marginal, como por la época de desove y temperatura superficial del mar. Puede pensarse que los individuos que son producto del desove masivo de febrero se desarrollan de manera continua durante los meses en que la temperatura aumenta, hasta que la temperatura del agua disminuye, lo que provoca una inhibición en la alimentación, y por lo tanto en el crecimiento, lo que produce un anillo en sus escamas. En las edades adultas, la disminución de la temperatura no sólo inhibe la alimentación, sino que dispara las reacciones fisiológicas que llevan al desarrollo y madurez de las gónadas, hasta la actividad reproductiva.

En cuanto al uso de valores retrocalculados de las lecturas de escamas, Ricker (1992) hace notar que la primera edad puede llevar a errores por el cálculo realizado en cuanto al origen. Sugiere que debe determinarse biológicamente o situarse en el origen. Con esta idea se realizaron paralelamente todos los cálculos con la ecuación potencial, que por definición tiene su origen en 0. Los resultados muestran una clara diferencia en cuanto a la longitud de las primeras edades calculadas, y que no se ajustaron a valores observados y a la ecuación de crecimiento, por tal razón se dejó a un lado, ya que para interpretarlo será necesario recabar información específica de cada edad y determinar si la mortalidad natural afecta de manera

diferente a las tallas pequeñas de cada edad o a las grandes.

Chen *et al.* (1992) compararon la función de crecimiento de von Bertalanffy con 5 funciones polinomiales, y encontraron siempre, que el mejor ajuste sigue siendo el de von Bertalanffy, y con la ventaja de poderse explicar desde un punto de vista biológico. Con base en lo anterior, en el presente trabajo se utilizó la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy.

Se ha discutido durante años el uso de las partes duras para determinación del crecimiento, poniendo siempre en duda la veracidad de la edad. Brothers *et al.* (1983) mencionan que el uso de otolitos de larvas de atún *Thunnus thunnus* subestima la edad por cuatro días. Casselman (1983) propone que el uso de otolitos es más correcto que el de escamas, pero finalmente sugiere utilizar ambos y comparar también con métodos de frecuencia de tallas.

Para el presente trabajo se utilizaron diferentes medios de validación para el uso de las escamas, y se halló que los criterios sugeridos por Joseph (1962) se cumplen, entre ellos el del análisis de los incrementos marginales, ya mencionado, dando por aceptada la segunda hipótesis planteada en el trabajo, que se refiere a que la edad del huachinango *Lutjanus peru* puede determinarse mediante la cuenta de marcas que se forman en las escamas.

En cuanto a las determinaciones de los parámetros de crecimiento por las frecuencias de talla, debe tenerse presente que los datos de los organismos utilizados en el trabajo provienen de la captura comercial, la cual probablemente está sesgada hacia tallas comerciales con muy poca representatividad de los organismos de tallas pequeñas y mayores.

El uso de los diferentes métodos dio como resultado juegos de parámetros diferentes, relacionados todos entre sí por una ecuación de regresión potencial ($Y = 134.5 * X^{-1.683}$) con un coeficiente de correlación de 0.85 y factor de determinación que explica el 92% de los datos, por lo cual se confirma que son evaluaciones de una misma población. Cabe recordar que Beverton y Holt (1959) señalaron que los parámetros "k" y "L_∞" se relacionan de manera inversa y su interpretación implica que los peces que crecen lentamente ("k" baja), alcanzan longitudes mayores que aquellos cuya "k" es mayor.

A lo largo del trabajo no se separaron los sexos, porque los organismos de las muestras

proviene de la captura comercial, la cual se eviscera en el mar y llega limpio a puerto, lo que hace difícil o imposible determinar el sexo. Es recomendable completar el análisis con tomas de muestras biológicas que incluyan la determinación del sexo.

Según Beamish y McFarlane (1987), un error de cinco años en las estimaciones de edad para una especie longeva (de más de 20 años), desde el punto de vista pesquero no es crucial, a diferencia de lo que sucede en las especies de pocos años de vida (10 ó menos), aunque sí desde el punto de vista científico. Los resultados obtenidos de la población en estudio corresponden a las tallas que se pescan comercialmente, de 15cm de longitud patrón en adelante, cuyas edades, de acuerdo con el presente trabajo, van de 2 a 5 años de edad, hasta 13 y 14 años con tallas equivalentes a 50cm de longitud patrón. Lo anterior tiene que considerarse cuando la administración del recurso sea planteada a partir de las tallas de primera captura.

Una pesquería que depende de unos pocos grupos de edad (por ejemplo "platillero", de 20 a 30cm de longitud total), puede ser más afectada por el éxito o la falla de un desove en un año dado (Howard y Landa, 1958), por lo que el proponer tallas mínimas de captura, mayores que las de primera madurez para la pesca, es un criterio de protección a la población. Los ejemplares utilizados en el presente trabajo, se distinguieron por pertenecer en su gran mayoría a individuos de tallas comerciales (en promedio de 19.1cm de longitud patrón) que representan organismos con una longitud total de 23.8cm y peso, eviscerado, calculado de 170g. Estos organismos tienen 2 a 3 años de edad y según Castro (1981), Ruiz-Luna *et al.* (*op. cit.*) y Cruz *et al.* (1991) y apenas están alcanzando la talla de primera madurez sexual. Se calculó que aproximadamente el 50% de la captura comercial de huachinango *Lutjanus peru* en la costa de Colima consta de individuos sexualmente inmaduros.

7.- CONCLUSIONES

- En función de lo observado en *L. peru*, se asume que esta especie tiene una amplia variabilidad cuando se habla de periodos de formación de anillo. Aún así, se puede afirmar que se marcan más claramente líneas anuales en las escamas, y que éstas sirven para calcular las edades de los organismos.
- La formación del anillo utilizado para determinar la edad, se marca en febrero, producto de varios factores, entre los que destacan el descenso de la temperatura superficial del mar, cambios en el factor de condición del pez "a" y probablemente de la actividad reproductiva.
- El uso de varios métodos de evaluación del crecimiento, tanto con lectura de escamas como de las distribuciones de frecuencias de talla, sirven indistintamente para evaluar la edad del huachinango *Lutjanus peru*, pero es recomendable apoyarse en ambos, para minimizar errores. Por lo tanto no existe el "mejor método" en forma aislada.
- Los resultados obtenidos en el presente trabajo son apropiados para continuar con los estudios de dinámica poblacional. El uso de métodos indirectos mostró ser práctico, ya que se puede manejar un mayor número de individuos y mejorar la representatividad de la población. Los resultados obtenidos tienen la ventaja de ser aplicables directamente a la problemática pesquera, sin tener que recurrir a la lectura de partes duras.
- Con base en el cálculo de que el 50% de la captura consta de individuos que aún no han alcanzado la madurez sexual, es importante sugerir cuando menos una talla mínima de primera captura que podría ser a partir de los 25cm de longitud patrón, lo que equivale a 30cm de longitud total y 370g de peso eviscerado. Según Cruz *et al.* (1991), en esta talla, el 25% de los organismos ha alcanzado la primera madurez sexual.

Es importante hacer notar que una veda en tiempo no parece posible, ya que las dos temporadas de reproducción en el año son amplias, además de que abarcan varios meses cada una.

- Como consecuencia de la actividad pesquera de la especie en cuestión, la población se mantiene con un bajo porcentaje de adultos que logra alcanzar la madurez sexual. Es importante reglamentar el uso del recurso, con la finalidad de evitar un daño irreversible a la especie, y garantizar su mantenimiento en la zona y en las capturas comerciales.

- Como alternativa de manejo del recurso, podría reglamentarse la talla mínima de captura a través del análisis de usos de los artes de pesca selectivos, áreas de crianza vedadas a la pesca, y en un futuro no muy lejano, cuotas de captura.

8.- LITERATURA CITADA

Aguilar-Salazar

- 1986 Determinación de la edad y estimación de la tasa de crecimiento del huachinango del Pacífico Mexicano *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922), por el método de lectura de escamas. Tesis, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 76p.

Allen, G.R.

- 1985 Snappers of the World. An annotated and illustrated catalogue of Lutjanid species known to date. FAO Fisheries Synopsis No. 125, Vol. 6:208p.

Allen, G.R.

- 1987 Synopsis of the circumtropical fish Genus (Lutjanidae). In: Polovina and Ralston (Eds.) Tropical Snappers and Groupers. West View/Press/Boulder & London, pp 33-88.

Ambak, A., A.K.M. Mohsin y Z.M. Zaid

- 1985 Growth characteristics of "Ikan Merah", *Lutjanus argentimaculatus* (Forsk.) in Malaysian waters. Malays. Appl. Biol. 14(2):90-93

Bartlett, J.R., P.F. Randerson, R. Williams and D.M. Ellis

- 1984 The use of analysis of covariance in the backcalculation of growth in fish. J.Fish. Biol. 24:201-213

Beamish, R.J. and G.A. McFarlane

- 1983 The forgotten requirement for age validation in Fisheries Biology. Trans. of Am. Fish. Soc. 112:735-743

Beamish, R.J. and G.A. McFarlane

- 1987 Current trends in age determination methodology. In: Summerfelt, R.C. y G.E. Hall. (Eds.). Age and growth of fish. Iowa State University Press/Ames., U.S.A, 15-42.

Beamish, R.J. and D.A. Fournier

- 1981 A method for comparing the precision of a set of age determinations. Can. J. Fish. Aquat. Sci.38:982-983

Berenson, M.L.; J.M. Levine and M. Goldstein.

- 1983 Simple linear regression and correlation analysis. In: Intermediate statistical methods and applications. 203-237p.

Beverton, R.J.H. and S.J. Holt

- 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.

Brothers, E.B., E.D. Prince and D.W. Lee

1983 Age and growth of young-of-the-year bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, from otolith microstructure. In: Prince, E.D. and L.M. Pulos (Eds.), Proceedings of the International Workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: Tunas, billfish, and sharks, NOAA Tech. Rep. NMFS 8. p. 49-59.

Brouard, F., R. Grandperrin, M. Kulbicki et J. Risato

1983 Note sur les lectures de stries journaliers observees sur les otolithes de poissons demersaux profonds a Vanuatu. Notes et documents D'Océanographie, ORSTOM, Vanuatu, No. 8. 9p

Bullock, L.H., M.F. Godcharles and M.E. Mitchell

1992 Age, growth and reproduction of jewfish *Epinephelus itajara* in the eastern Gulf of Mexico. Fishery Bull. 90:243-249.

Casselman, J.M.

1983 Age and growth assessment of fish from their calcified structures - techniques and tools. NOAA Technical Report NMFS 8., Miami, Fla., 17p.

Castro C., F.

1981 El huachinango en la Bahía de San José. Determinación de la edad y crecimiento (*Lutjanus peru*). Rev. Ciencias del Mar, Univ. Aut. Sin., Sinaloa, México, 1:4-8.

CIP (Centro de Investigaciones Pesqueras)

1979 Taller sobre Esfuerzo Pesquero. Comisión de Métodos y Normas. Consejo Científico. Centro de Investigaciones Pesqueras. Cuba. 18p.

Collins, M.R. and J.L. Pickney

1988 Size and age at maturity for vermilion snapper (*Rhomboplites aurorubens*) (Lutjanidae) in the south Atlantic bight. Northeast Gulf Science, Vol. 10(1):51-53.

Cruz R., M., E. Espino B. y A. García B.

1989a Lista de Peces del litoral colimense. Serie: Documentos de Trabajo, SEPESCA/INP, México, Año 1:9, 21p.

Cruz R., M., E. Espino B. y A. García B.

1989b Análisis estadístico de la captura y esfuerzo. Pesquería ribereña del Estado de Colima. 1980-1987. SEPESCA/INP, CRIP-Manzanillo, Col., México, Boletín Informativo, 9:17-29.

Cruz R., M., E. Espino B., J. Mimbela L., A. García B., L.F. Obregón A. y E. Girón B.

1991 Biología Reproductiva en tres especies del género *Lutjanus* en la costa de Colima, México. Informe Final. Clave CONACYT: P220CCOR892739., México, 118p.

- Cruz R., M., E. Espino B. y A. García B.
1992 Pesquerías ribereñas del Pacífico Mexicano. Memorias del XXX Aniversario del INP. SEPESCA/INP, México, 44p.
- Csirke B., J.
1989 Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO Doc.Tec. Pesca, Rome, 192:82p.
- Curts G., J.
1984 Introducción al análisis de residuos en biología. *Biótica*, 9(3):271-278.
- Chang, Shui-Kay and Chien-Chung Hsu
1992 Nonlinear estimation of von Bertalanffy growth parameters of Atlantic Albacore, *Thunnus alalunga*. *Acta Oceanographica Taiwanica*, No. 29, 59-71.
- Chatterjee, S. and B. Price
1977 Regression analysis by example. John Wiley & Sons, N.Y. 1-29p.
- Chen, Y., D.A. Jackson and H.H. Harvey
1992 A comparison for von Bertalanffy and polynomial functions in modelling fish growth data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49:1228 - 1235.
- Chirichigno, N., W.Fischer y C.E.Nauen (comps)
1982 Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina. INFOPECSA, Parte 2 - Pacífico Centro y Suroriental. FAO, Rome, 588p.
- Daniel, W.W.
1991 Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Ed. Noriega-Limusa, México, 667p.
- Davis, T.L.O. and G.J. West
1992 Growth and mortality of *Lutjanus vittus* (Quoy and Gaimard) from the North West Shelf of Australia. *Fish. Bull., U.S.* 90:395-404.
- Ehrhardt, N.M.
1981 Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. la Parte: Estimación de Parámetros Poblacionales. SIC/INP, México, 132pp.
- 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

- Gayanilo, F.C., P.Sparre and D. Pauly
 1993 The FISAT User's Guide. FAO Computerized Information Series Fisheries No. 99. Draft. ICLARM, Philippines, 70p
- González B., A.
 1986 Elaboración de una propuesta para determinar edad y crecimiento en especies de clima tropical y pesquerías de tipo artesanal. Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM, México, 103p.
- Gulland, J.A.
 1983 Fish stock assessment. A manual of basic methods. FAO/Wiley Series, Chichester, 223p.
- Gulland, J.A. and A.A. Rosenberg
 1992 A review of length-based approaches to assessing fish stocks. Rome, FAO 323, 100p.
- Hauser, H.
 1984 Skin diver magazine's book of fishes. Pisces Books, New York, 192p.
- Heald, E.J. y R.C. Griffiths
 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.
- Hoaglin, D.C.
 1988 Using leverages and influence to introduce regression diagnostics. College Mathematics Journal. 19:5, 387-400.
- Holden, M.J. y D.F.S. Raitt
 1975 Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2.- Métodos para investigar los recursos y su aplicación. FAO 115 Rev.1, 211p.
- Horvath, M.L.; C.B. Grimes and G.R. Huntsman
 1990 Growth, mortality, reproduction and feeding of Knobbed porgy, *Calamus nodosus*, along the southeastern United States coast. Bull. of Marine Sci. 46(3):677-687.
- Howard, G.V. y A. Landa
 1958 Estudio de la edad, el crecimiento, la madurez sexual y el desove de la anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*) en el Golfo de Panamá. Bol. CIAT, 11 (9):438-467.
- Hyndes, G.A.; N.R. Loneragan and I.C. Potter
 1992 Influence of sectioning otoliths on marginal increment trends and age and growth estimates for the flathead *Platycephalus speculator*. Fishery Bulletin, U.S.A., 90:276-284.

Jearld, A.

- 1983 Age determination. In: L.A.Nielsen y D.L.Johnson (Ed). Fisheries Techniques. Amer. Fish. Soc. Chap.16. Southern Printing Co. Inc., Virginia, U.S.A., 301-324p

Joseph, D.C.

- 1962 Growth characteristics of two Southern California surffishes, the California corbina and Spotfin Croaker, Family Sciaenidae. The Resources Agency of California. Dep. of Fish and Game. Fish Bull., 119:1-54

Lai, H.L., D.R. Gunderson and L.Low

- 1987 Age determination of pacific cod, *Gadus macrocephalus*, using five ageing methods. Fishery Bull. Vol. 85(4):713-723.

Longhurst, A.R. and D. Pauly

- 1987 Ecology of tropical oceans. Academic Press, Inc., San Diego, Ca., U.S.A., 407p.

Lux, F.E.

- 1971 Age determination of Fishes (Revised). Fish. Leaflet 637. NOAA. NMFS. 7p.

Macías Z.,R., H. Santana H. y J.J. Valdez F.

- 1985 Informe Final del Proyecto Prospección Hidroacústica en el Litoral del Estado de Colima. INP/SEPESCA, CRIP-Manzanillo, Col., México, 50p.

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

Mendenhall, W.

- 1987 Introducción a la probabilidad y la estadística. Ed. Grupo Editorial Iberoamérica, México, 628p.

Mendizábal y O., D.

- 1987 Análisis preliminar del estado de la población de sierra *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), del Golfo de México (Periodo 73-76). Tesis, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 127p.

Nelson, R.S. y C.S. Manooch III

- 1982 Growth and mortality of red snapper in the West Central Atlantic Ocean and Northern Gulf of Mexico. Transactions of the Am. Fish. Sci. 111:465-475.

NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration)

- 1993 Oceanographic Monthly Summary. U.S. Dep. of Commerce. National Weather Service/National Earth Satellite Service, 12:6-7.

Ochoa B., R.I.; G. García M. y R. Martínez P.

- 1991 La actividad reproductiva de *Lutjanus peru* (Perciformes: Lutjanidae) en las costas de San José del Cabo, B.C.S. Resúmenes del II Cong. Nal. Ictiol., San Nicolás de las Garzas, N.L., México, p.40.

Panayotou, T.

- 1983 Conceptos de ordenación para la pesquería en pequeña escala: Aspectos Económicos y Sociales. Rome, FAO, Doc. Tec. Pesca, 228:60p.

Pauly, D. and N. David

- 1980 A Basic Program for the objective extraction of growth parameters from length frequency data. Draft. ICLARM, Philippines, 20p.

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.

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, 255p.

Ricker, W.E.

- 1992 Back-Calculation of fish lengths based on proportionality between scale and length increments. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Canada, 49(5):1018-1026.

Rocha O., A. y V.M. Gómez Muñoz

- 1991 Relación entre el crecimiento individual y el de los otolitos del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) en la Bahía de la Paz, B.C.S., Resúmenes del II Cong. Nal. de Ictiol., San Nicolás de los Garza, N.L., México, p.28.

Rocha O., A. y V.M. Gómez Muñoz

- 1993 Validación del uso de otolitos para determinar la edad del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* (Perciformes: Lutjanidae), en la Bahía de La Paz y aguas adyacentes, B.C.S., México. Ciencias Marinas, 19(3):321-331.

Ruiz-Luna, A., E. Girón B., J. Madrid V. y A. González B.

- 1985 Determinación de edad, crecimiento y algunas constantes biológicas del huachinango del Pacífico, *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922). Memorias del VIII Congreso Nal. de Zoología, Morelia, Mich., México, 188-201.

Safran, P.

- 1992 Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles. Mar. Biol. 112, 545-551

- Salgado U., I.H.
El análisis exploratorio de datos biológicos. Fundamentos y aplicaciones. UNAM, México, 35p, (*en prensa*).
- Sparre, P., E. Ursin y S.C. Venema
1989 Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1.- Manual. FAO Fisheries Technical Paper. No.306.1. Rome, FAO 337p.
- Summerfelt, R.C. y G.E. Hall
1987 Age and growth of fish. Iowa State University Press/Ames, U.S.A., 544p.
- Tesh, F.W.
1968 Age and Growth. In: Ricker, W.E. (Ed). Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook Blackwell, Sci. Publ. Chap.5., New York, 98-130
- Thomson, D.A.; L.T. Findley and A.N. Kerstitch
1979 Reef Fishes of the Sea of Cortez. John Wiley & Sons, New York, 302p.
- Vergara, R.R.
1980 Consideraciones filogenéticas sobre las especies cubanas del género *Lutjanus* (Lutjanidae, Perciformes, teleostei). Informe Científico - Técnico, La Habana, Cuba, 113 (jun):3-39.
- Weisberg, S.
1980 Applied linear regression. John Wiley & Sons, N.Y. 1-27p.
- Weisberg, S. y R. V. Frie
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., 127-144p.

ANEXO I.-

Análisis de residuos de la relación que guardan las variables peso del organismo (g) y su longitud patrón (cm).

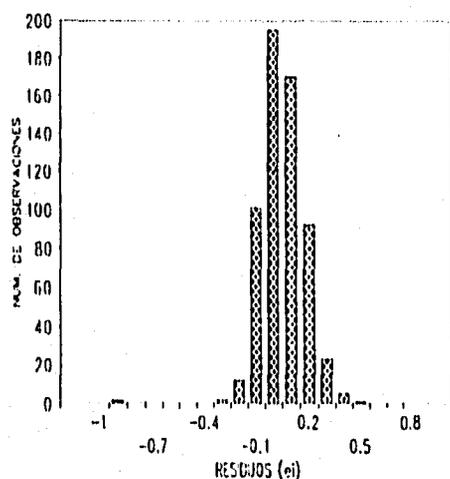


Fig. 1.1.- Distribución de frecuencia en número de observaciones, de clases de residuos de la relación entre datos de peso vs longitud patrón.

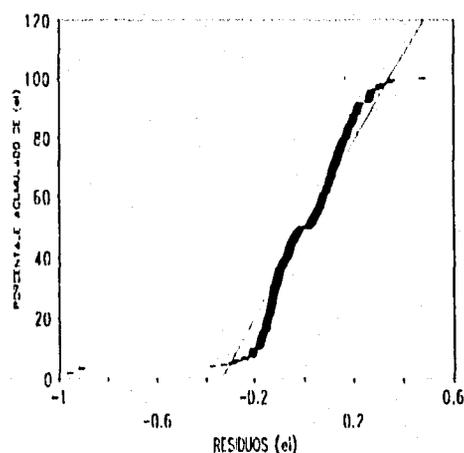


Fig. 1.2.- Porcentaje acumulado del valor de residuos de la relación entre peso vs longitud patrón.

Las dos gráficas anteriores muestran la existencia de normalidad en los residuos de la regresión, en forma de una curva normal representada en histogramas en la figura 1.1. y de porcentajes acumulados de residuos en la figura 1.2.. En ambas gráficas se observan datos extraordinarios.

En la relación entre residuos (e) vs orden de los casos (i) (Fig. 1.3.), se observó una distribución sin tendencia alrededor de cero, aunque en los últimos 200 casos se aprecia un comportamiento anómalo, dado posiblemente por variaciones en la relación de las variables peso-longitud patrón, ya que se utilizaron datos de todos los meses del año, es decir, que posiblemente el factor tiempo influye. El supuesto de independencia se cumple con las reservas descritas.

En el caso de la homocedasticidad (Fig. 1.4.), los residuos no muestran tendencia, aunque

hay ciertos datos que se alejan hacia los valores altos de la "Y estimada" del conjunto. Ésta es una de las pruebas de residuos más importantes para discernir si los datos son o no explicados por el modelo empleado (Weisberg, 1980).

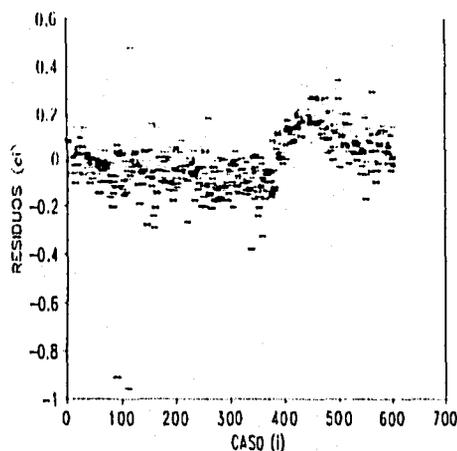


Fig. 1.3.- Residuos ordenados según su fecha de muestreo.

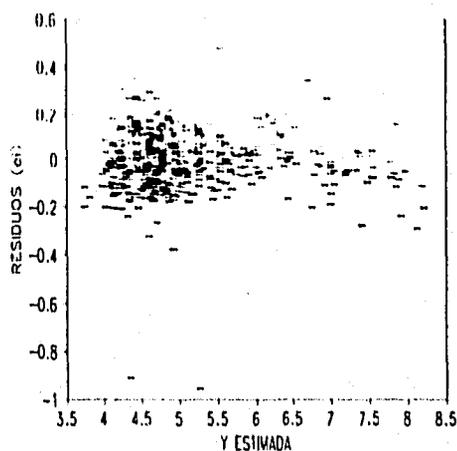


Fig. 1.4.- Residuos graficados vs el valor de la "Y estimada".

Los valores de impacto ("leverage") mostraron una tendencia muy marcada. Cuando se graficaron contra la variable de logaritmo natural de la longitud total (Fig. 1.5.), el resultado fue que el muestreo tiene un sesgo hacia cierto grupo de organismos. Como ya se ha mencionado, la información proviene de peces de la captura comercial, y por lo tanto son organismos con una talla mínima comercial.

Los valores de impacto vs casos (Fig. 1.6.) muestran que los datos de octubre y noviembre tienen un fuerte impacto con respecto a los demás, ya que en estos dos meses se obtuvieron los organismos cuyas tallas fueron significativamente superiores a los otros meses (Fig. 2).

Las últimas dos gráficas que se presentan en este anexo se refieren a los valores de diferencia en el ajuste ("dfit") y de los residuos estandarizados (residuo entre el estimado del error estándar), graficados vs los casos (i). En ambas figuras los valores se encuentran alrededor del 0, señalando que no existe tendencia de los residuos. Sin embargo, nuevamente hacia los casos 400 (meses de mayo a julio), se observa un comportamiento anómalo, que muestra la influencia del factor "tiempo", el cual debe ser considerado cuando se analizan datos de un ciclo anual.

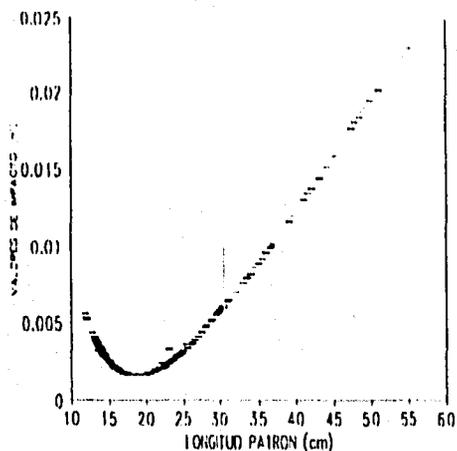


Fig. I.5.- Valores de impacto vs la variable "X" logaritmo natural de la longitud patrón.

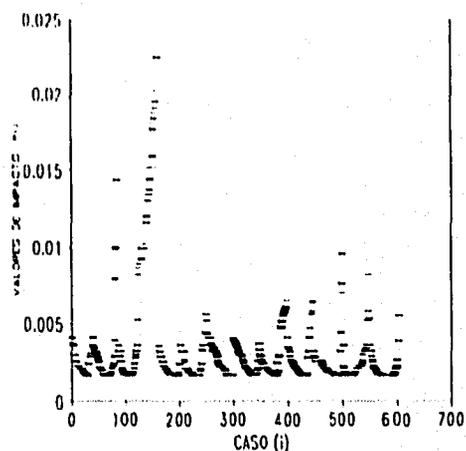


Fig. I.6.- Valores de impacto vs el orden de los datos.

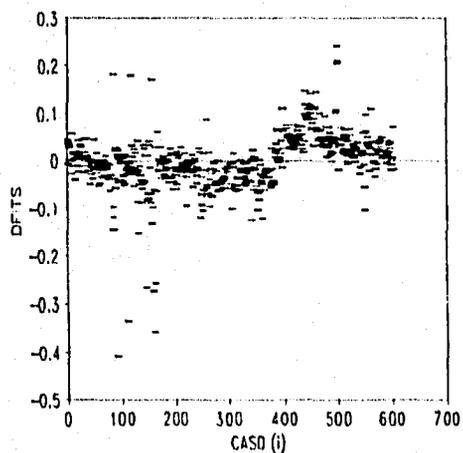


Fig. I.7.- Valores de la diferencia de ajuste vs caso.

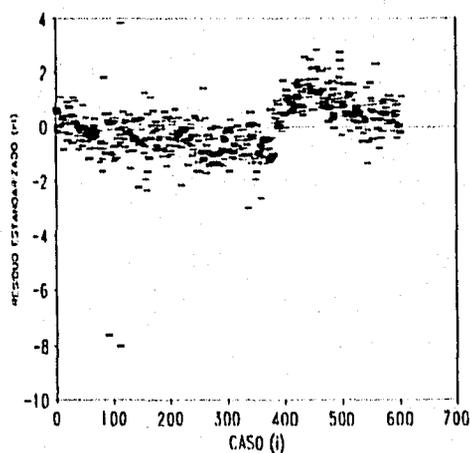


Fig. I.8.- Gráfico de los residuos estandarizados vs el orden de la información.

Se considera que el modelo puede usarse con reservas, ya que tiene la deficiencia de no poder contabilizar el factor tiempo (en este caso, meses del año), que en los eventos biológicos son determinantes.

ANEXO II.-

Resultados del Análisis de Varianza para la regresión de los valores de peso-longitud de todos los meses, del huachinango (*Lutjanus peru*), en el litoral de Colima.

Fuente de variación	SC	g.l.	CM	F	nivel de probabilidad
Regresión	414.07	1	414.07	33,172.70	0.05
Residual	7.40	593	0.013		
TOTAL	421.47				

SC = suma de cuadrados

g.l. = grados de libertad

CM = cuadrados medios

F = razón de la variación

$$F = 33,172.70 > 3.84$$

$$p < 0.05$$

se rechaza la H_0 :

X y Y no están relacionados

se acepta la H_a :

X y Y están relacionados

ANEXO III.-

Análisis de residuos de la relación entre los valores de la longitud total (cm) y la longitud patrón (cm) del huachinango *Lutjanus peru*, de la costa de Colima, sep'92 a ago'93.

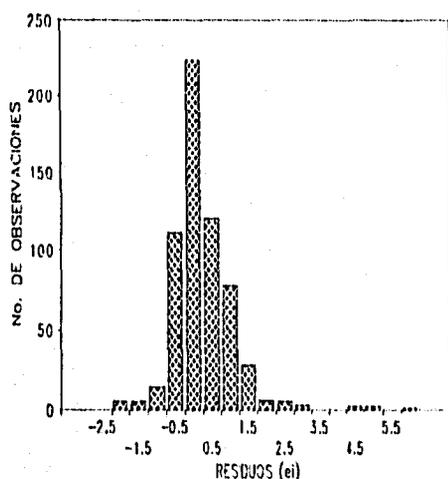


Fig. III.1.- Frecuencia de observaciones por clase de residuos.

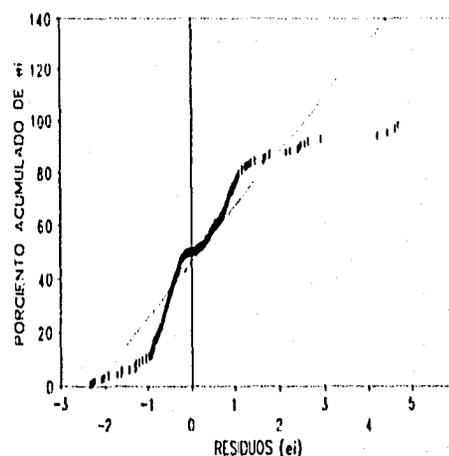


Fig. III.2.- Porcentaje acumulado de los residuos de la regresión.

Con las primeras figuras se comprueba la normalidad de los datos. En la figura III.1. se observa que tienen un comportamiento cercano al de una distribución normal, con ciertos datos extremos. Aunque los datos en la figura III.2. tienen una tendencia similar a la recta, hay muchas datos que se alejan notoriamente, significando sesgos en los resultados.

En el caso de las gráficas de los residuos en orden de aparición (Fig. III.3.) y residuos vs la variable dependiente estimada "Y estimada" (Fig. III.4.), se puede decir que no hay en general una tendencia. En el primer caso, los residuos de la información de mayo y junio se comporta diferente a los demás resultados, y en el caso de la figura III.4. se observa que el muestreo fue menos intenso hacia las tallas grandes.

En la figura III.5. se graficaron los valores de impacto o grado en que afecta el valor de la variable dependiente a la independiente, donde se observa que el tamaño del pez tiene una gran influencia en los resultados de la ecuación. Cuando se ordenaron los valores de impacto según caso, hay datos en los meses de octubre y noviembre que se disparan, ya que en estos

meses se concentran las tallas grandes.

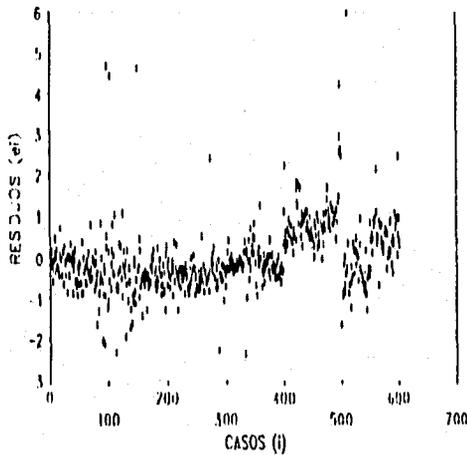


Fig. III.3.- Residuos de la regresión graficados en orden de aparición (caso).

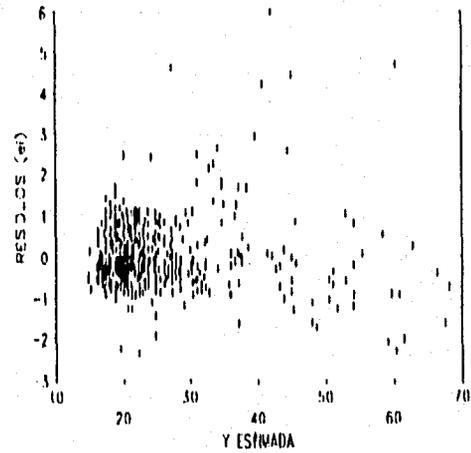


Fig. III.4.- Residuos vs Y estimada con la ecuación de regresión.

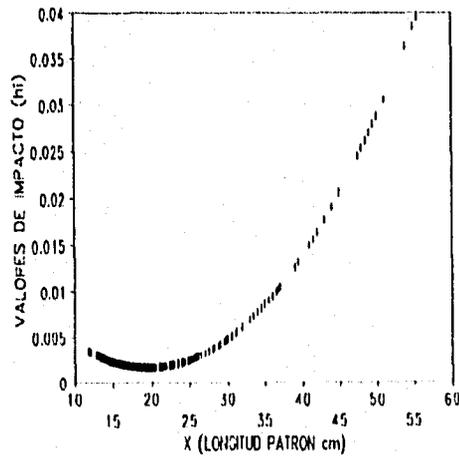


Fig. III.5.- Valores de impacto vs variable independiente.

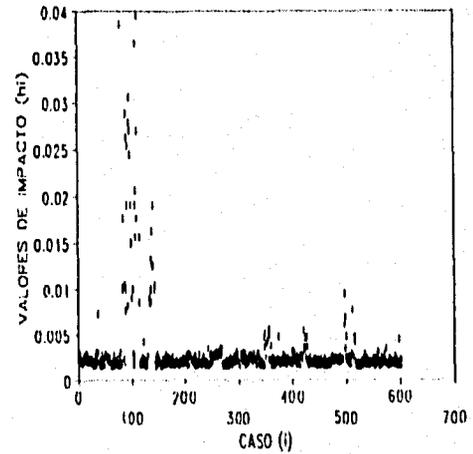


Fig. III.6.- Valores de impacto vs caso.

Las últimas dos gráficas en este anexo se refieren a los valores de diferencia en el ajuste ("dfits") y de los residuos estandarizados (residuo entre el estimado del error estándar), graficados vs los casos (i), figuras III.7. y III.8., respectivamente. En ambas figuras los valores se encuentran alrededor del 0, señalando que en general no existe tendencia de los residuos. En la figura III.7. se tienen algunos datos influenciales que se alejan notablemente del 0, casi todos ellos en los meses de octubre y noviembre.

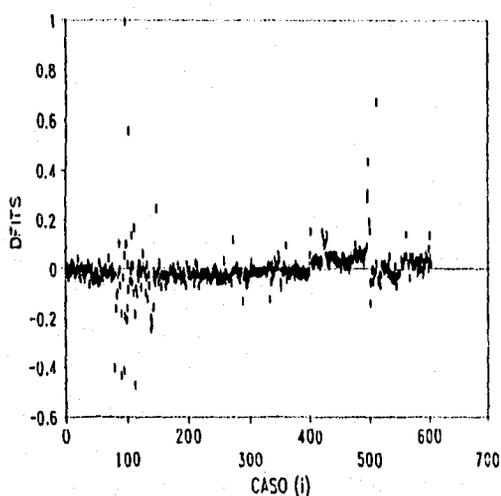


Fig. III.7.- Valores de diferencia de ajuste vs el caso.

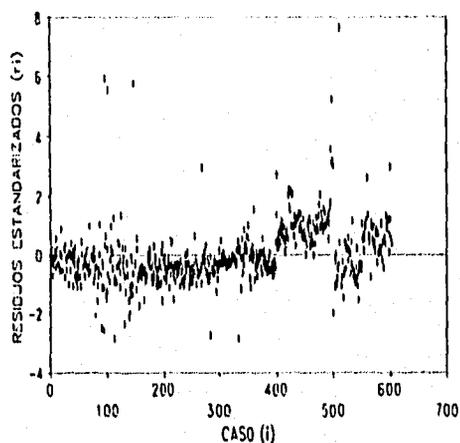


Fig. III.8.- Residuos estandarizados (r_i) vs orden de muestreo.

En el gráfico de los residuos estandarizados se observa un comportamiento distinto a los demás datos en los meses de mayo y junio (entre los casos 400 y 500). A lo largo de todos los casos, hay casos extraordinarios, debido a la variabilidad de los datos.

ANEXO IV.-

Resultados del Análisis de Varianza de diseño completamente aleatorizado, para comparar las medias de los incrementos marginales de las lecturas de escamas mensuales, del huachinango (*Lutjanus peru*), en el litoral de Colima.

Fuente de variación	SC	g.l.	CM	R.V.	F'
Tratamientos	8.584	11	0.780	3.433	1.75
Bloques	4.119	28	0.147		
Residual	70.012	308	0.227		
TOTAL	82.715	347			

SC = suma de cuadrados

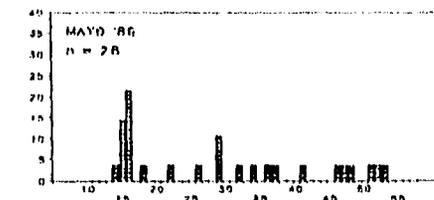
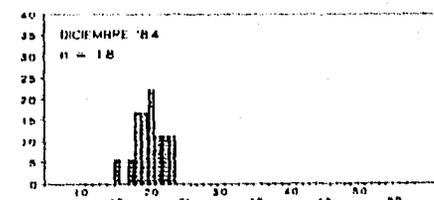
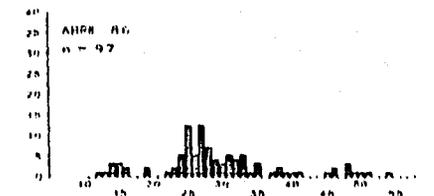
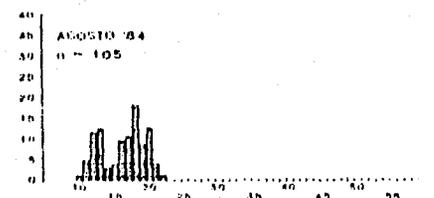
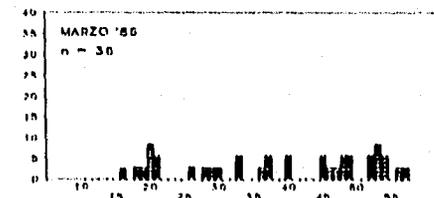
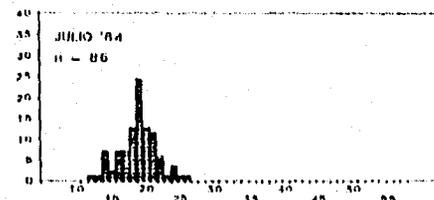
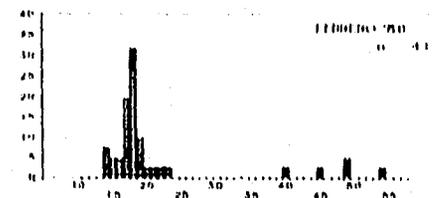
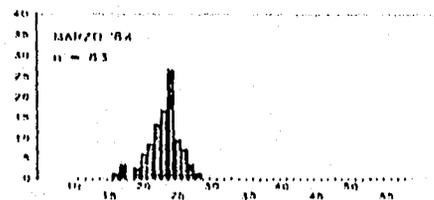
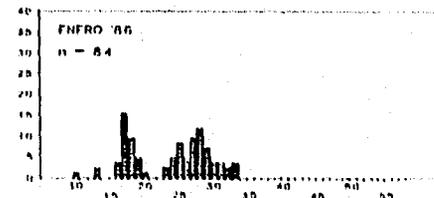
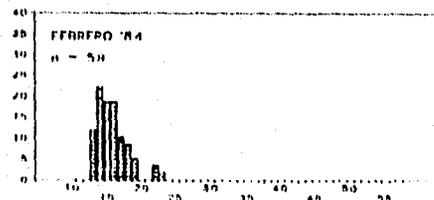
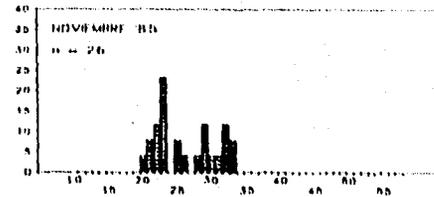
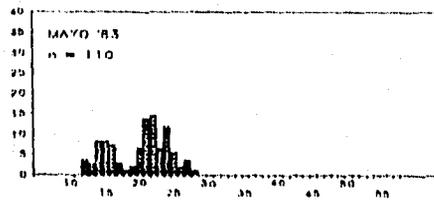
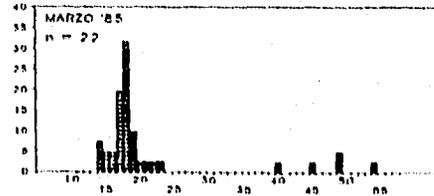
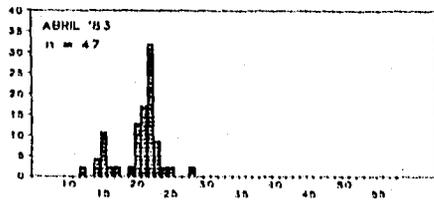
g.l. = grados de libertad

CM = cuadrados medios

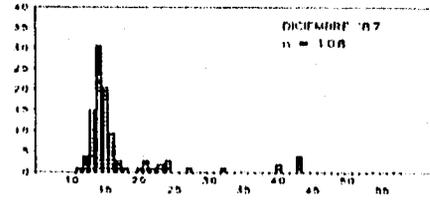
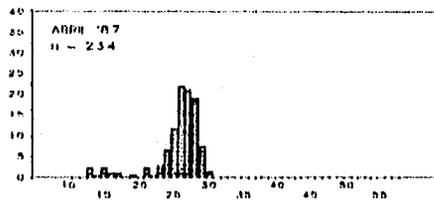
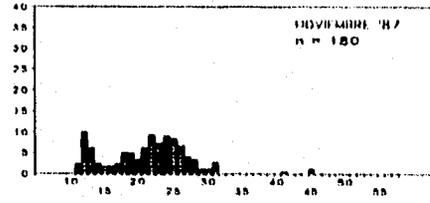
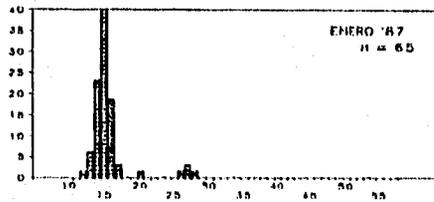
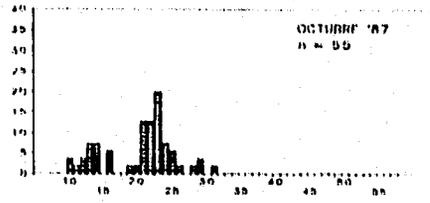
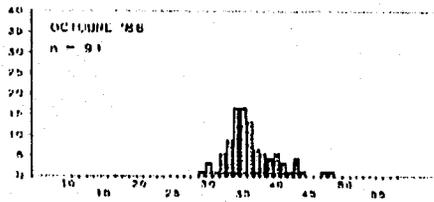
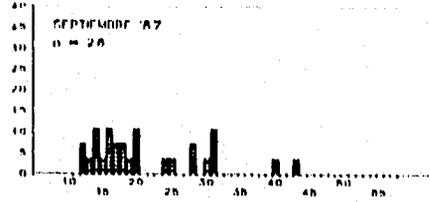
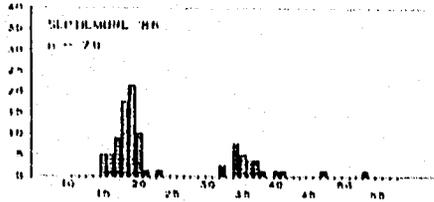
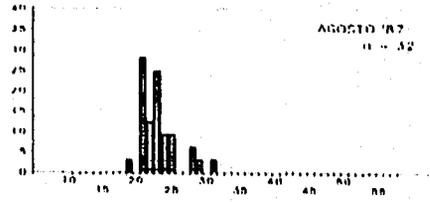
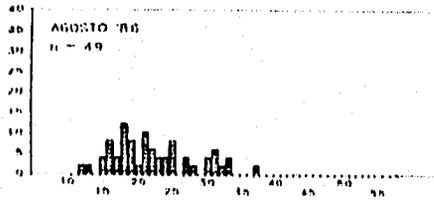
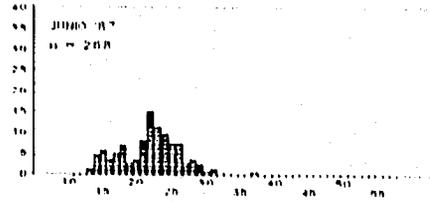
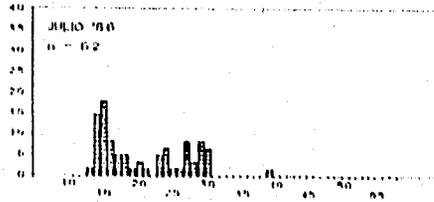
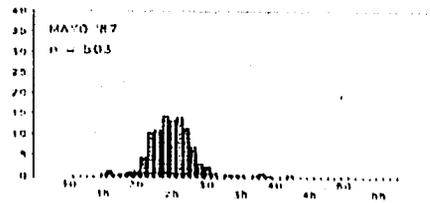
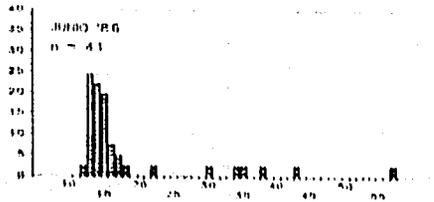
R.V. = razón de la variación

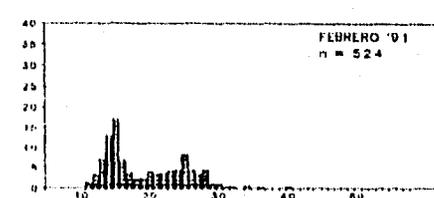
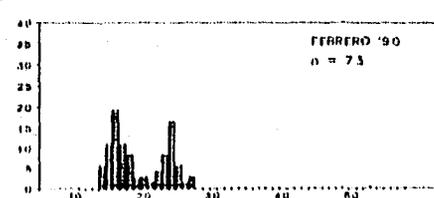
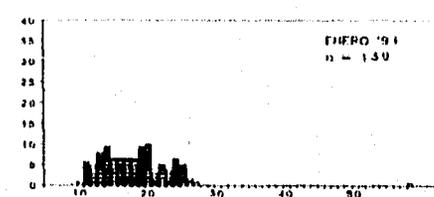
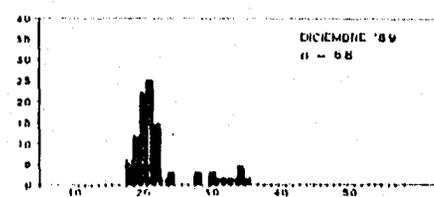
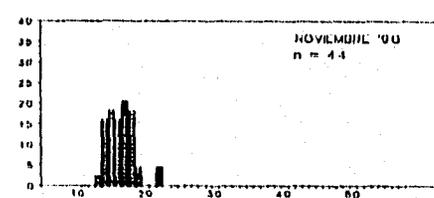
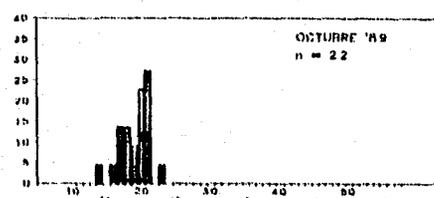
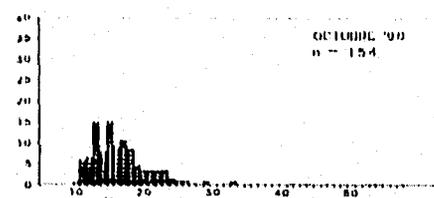
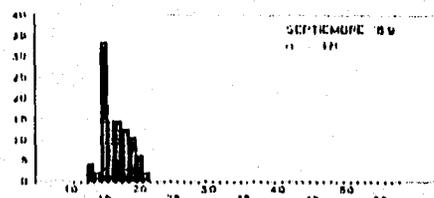
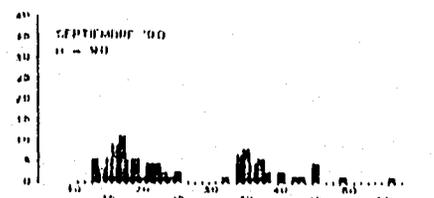
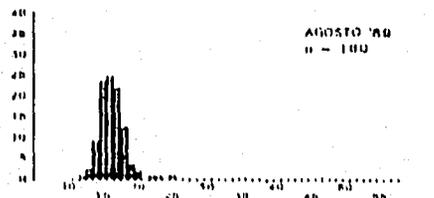
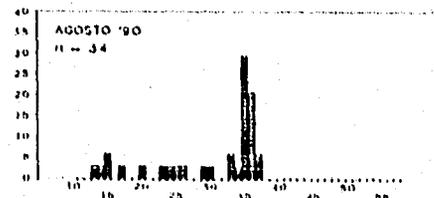
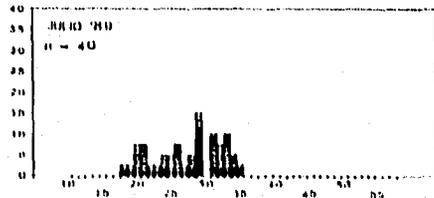
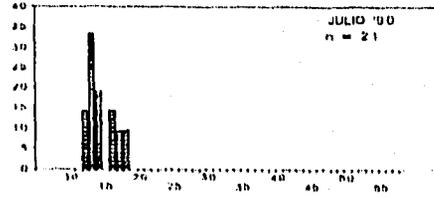
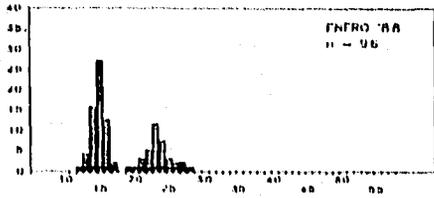
ANEXO V.-

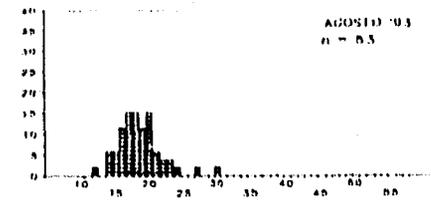
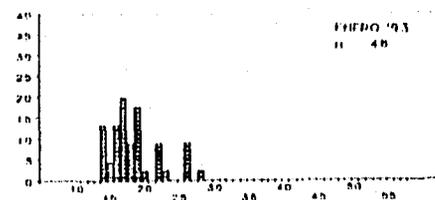
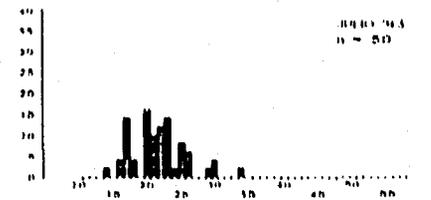
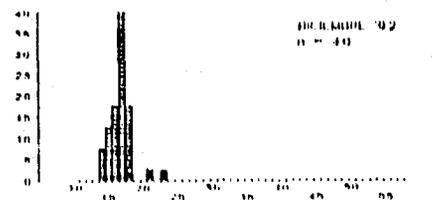
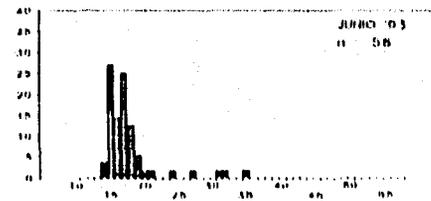
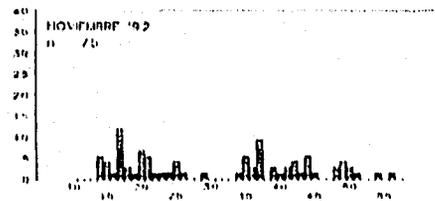
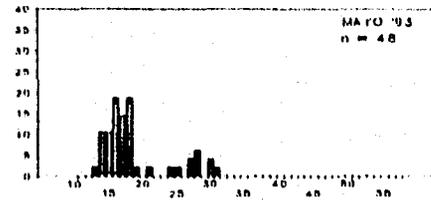
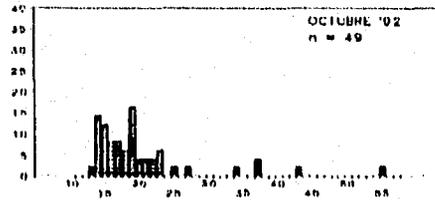
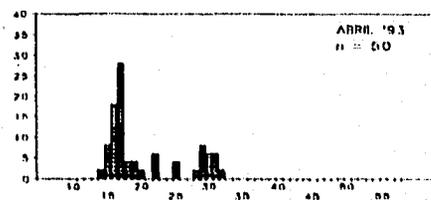
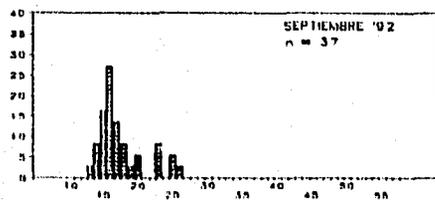
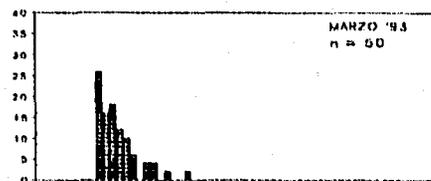
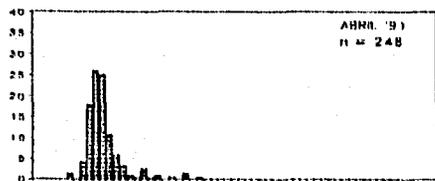
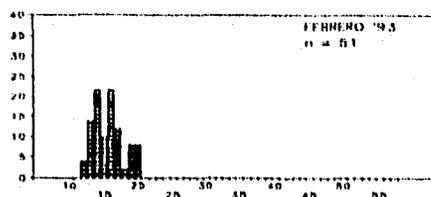
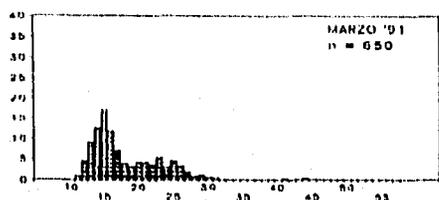
Frecuencia relativa (%) de longitud patrón (cm) del huachinango *L. peru* de la captura comercial del litoral de Colima (abril '83 a agosto '93).



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA







ANEXO VI.-

Resultados del Análisis de Varianza para la regresión de los valores del factor de condición mensual "a" y la temperatura superficial del mar °C de sep'92 a ago'93, del huachinango (*Lutjanus peru*), en el litoral de Colima.

Fuente de variación	SC	g.l.	CM	F	nivel de probabilidad
Regresión	9.62E-05	1	9.62E-05	121.09	0.05
Residual	7.94E-06	10	7.94E-07		
TOTAL	0.000104	11			

SC = suma de cuadrados
 g.l. = grados de libertad
 CM = cuadrados medios
 F = razón de la variación

$$F = 121.09 > 4.96$$

$$p < 0.05$$

se rechaza la Ho: X y Y no están relacionados
 se acepta la Ha: X y Y están relacionados

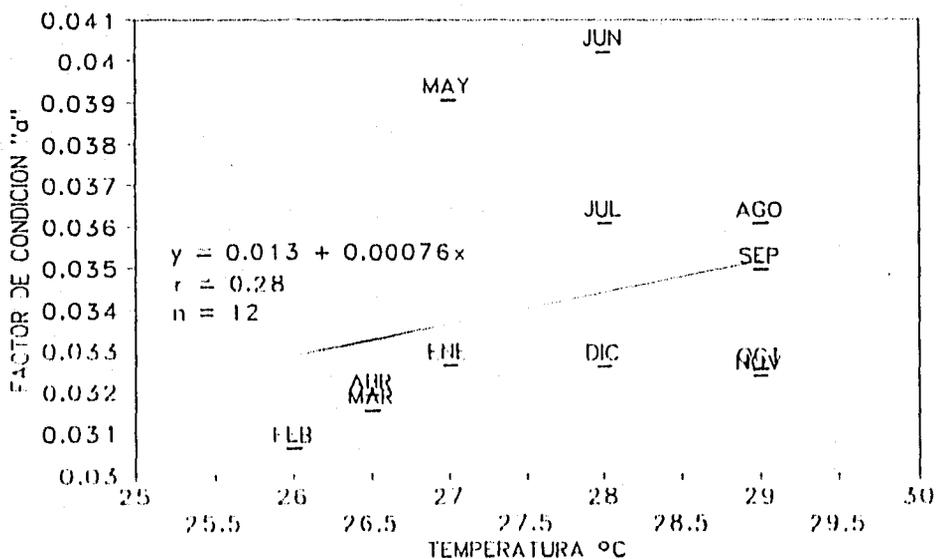


Fig. VI.1.- Factor de condición de la ecuación peso-longitud, relacionado con la temperatura superficial del mar.

ANEXO VII.-

Resultados del Análisis de Varianza para la regresión de los valores del incremento marginal mensual y la temperatura superficial del mar °C de sep'92 a ago'93, del huachinango (*Lutjanus peru*), en el litoral de Colima.

Fuente de variación	SC	g.l.	CM	F	nivel de probabilidad
Regresión	0.29	1	0.29	72.207	0.05
Residual	0.04	10	0.004		
TOTAL	0.33	11			

SC = suma de cuadrados
 g.l. = grados de libertad
 CM = cuadrados medios
 F = razón de la variación

$$F = 72.207 > 4.96$$

$$\rho < 0.05$$

se rechaza la H_0 : X y Y no están relacionados
 se acepta la H_a : X y Y están relacionados

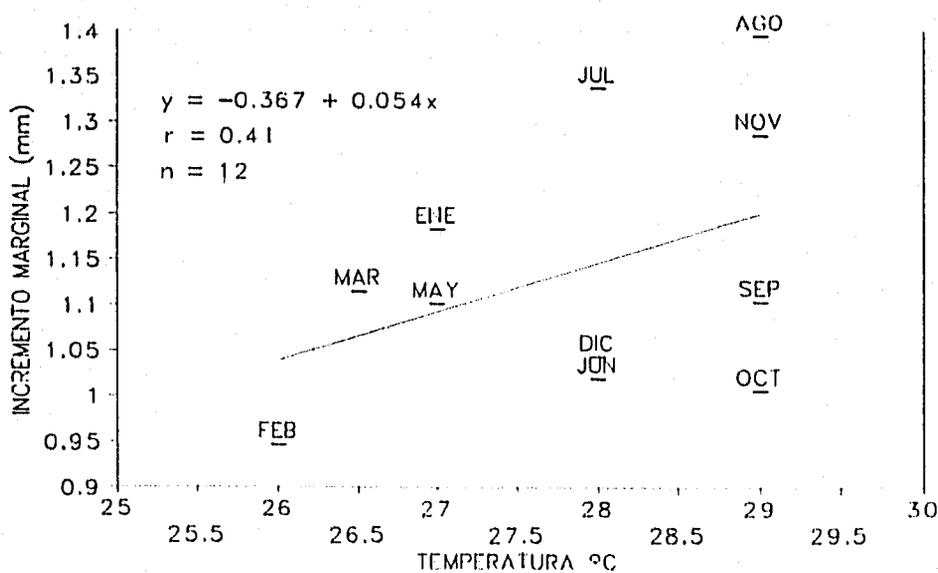


Fig. VII.1.- Valores del incremento marginal de las escamas relacionadas con la temperatura superficial del mar.