



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

Carrera de Biología

Determinación de edad y crecimiento por lectura de anillos en escamas del pez ronco (*Microlepidotus brevipinnis*) de la pesca artesanal de Puerto Ángel, Oaxaca, México.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

HÉCTOR RAMÍREZ VARELA

JURADO DE EXAMEN

DIRECTOR: DR. SALGADO UGARTE ISAÍAS HAZARMABETH

ASESOR: DRA. SAITO QUEZADA VERONICA MITSUI

ASESOR: BIOL. GUZMAN SANTIAGO JOSE LUIS

SINODAL: M. EN C. MENDOZA VALLEJO ERNESTO

SINODAL: DR. GOMEZ MARQUEZ JOSE LUIS



**FES
ZARAGOZA**

CIUDAD DE MÉXICO

JULIO 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Este trabajo se realizó con apoyo de los proyectos PAPIME

PE205407 Y PE206213

Dedicatorias

A mi madre por ser una guerrera y siempre darme apoyo incondicional, por darme las armas para enfrentar la vida y ser una guía en este camino.

Agradecimientos

A mis padres por apoyarme en todo momento, por su paciencia, por sus consejos.

A mis abuelos que con sus palabras y ejemplos me guiaron en el transcurso de este andar llamada vida.

A mi tía Graciela Rojas que nunca y hasta la fecha está al pendiente de mi madre y de mí.

A mi director de tesis Dr. Isaias H. Salgado Ugarte y a la Dra. Verónica Mitsui Saito Quezada porque siempre me orientaron, me aconsejaron y me guiaron en cada etapa de mi estancia en el laboratorio. Porque son y serán siempre mis tsensei.

Al Dr. José Luis Gómez Márquez porque desde que fui su alumno, siempre fue un profesor que me guio en clase, en mi tesis y por siempre darme palabras de aliento para mi superación personal y profesional.

Al Dr. José Luis Guzmán porque no solo fue un profesor, sino que también como amigo y persona nos daba consejos para continuar los estudios.

Al Maestro Ernesto Mendoza porque siempre y en todo momento se daba un espacio para apoyarme.

A la Profesora Eloísa Guerra porque ella fue una de las personas que me dio palabras de aliento y superación en mis inicios de la carrera.

A la profesora Aida Zapata porque más que mi profesora se convirtió en una amiga y ayudarme en todo momento, por nunca dejarme a la deriva y tenderme la mano hasta en los peores momentos. Por creer en mí y siempre alentarme de una manera incondicional.

A Rodrigo Gutiérrez Soto por ser más que un gran amigo y convertiste en un hermano para mí, siempre le estaré agradecido por todo el apoyo que hasta hoy en día me brinda.

A mis carnales Mikel, Georch, Geovanny que trabajamos juntos dentro y fuera de la carrera, por hacer locuras pero sobre todo un buen equipo de trabajo y tanto en las buenas y en las malas siempre existe el apoyo incondicional.

A Mixtli y Giss por ser ese equipo de apoyo, crítica constructiva para la terminación de mi trabajo.

A Karen Marmolejo que con sus palabras, por su tiempo y por darme ese impulso a seguir.

ÍNDICE

Resumen.....	11
Introducción.....	13
Descripción de la especie <i>Microlepidotus brevipinnis</i> (Steindachner, 1869).....	17
Clasificación.....	18
Características de la zona.....	19
+Ubicación del área de estudio.....	19
+Clima.....	20
Antecedentes.....	21
Justificación.....	24
Hipótesis.....	24
Objetivos.....	25
+Objetivos particulares.....	25
Métodos.....	26
Actividad en campo.....	26
Actividad de laboratorio.....	27
+ Limpieza de escamas.....	28
+Montaje y proyección de las escamas.....	28
Actividad de gabinete.....	29
+Análisis de frecuencias de tallas.....	29
+Prueba de bondad de ajuste χ^2	31

+Relación Peso-Longitud.....	31
+Relación longitud del pez–radio de la escama.....	34
+Periodicidad de formación de los anillo de crecimiento.....	34
+Modelo de crecimiento de von Bertalanffy.....	35
Resultados.	37
Discusión.....	55
Conclusión.....	61
Referencias.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig 1. Partes de la escama	16
Fig 2. Imagen de <i>Microlepidotus brevipinnis</i>	18
Fig 3. Imagen de la distribución de <i>Microlepidotus brevipinnis</i>	19
Fig 4. Imágenes satelitales de la ubicación de la república mexicana, Estado de Oaxaca y Puerto Ángel.....	20
Fig 5. Selección y compra de pescado en Puerto Ángel.....	26
Fig 6. Preparación y acomodo de las muestras para su transporte.....	26
Fig 7. Medidas morfométricas de los ejemplares.....	27
Fig 8. Procesos de aclaramiento de escamas, 24 hr para su posterior enjuague y fijación en placas (portaobjetos).....	28
Fig 9. Escamas fijadas en portaobjetos para ser proyectadas.....	28
Fig 10. Proyector Kodak Ektagraphic adaptado para la proyección de las escamas.....	29
Fig 11. Matriz de parámetros morfométricos de <i>Microlepidotus brevipinnis</i>	38
Fig 12. EDKs mensuales para machos.....	39
Fig 13. EDKs mensuales para hembras.....	40
Fig 14. Relación peso-longitud para machos.....	42
Fig 15. Representación gráfica de la relación peso-longitud en hembras.....	43
Fig 16. Representación gráfica entre la longitud patrón y el largo de la escama en machos.....	45

Fig 17. Representación gráfica entre la longitud patrón y el largo de la escama en hembras.....	46
Fig 18. Representación gráfica de la distancia entre radios encontrados en <i>Microlepidotus brevipinnis</i> machos.....	47
Fig 19. Relación del comportamiento entre la longitud patrón y el largo de la escama de <i>Microlepidotus brevipinnis</i> en machos.....	48
Fig 20. Representación gráfica de la distancia entre radios encontrados en <i>Microlepidotus brevipinnis</i>	48
Fig 21. Grafica de la relación longitud patrón-largo de la escama en hembras.....	49
Fig 22. Diagrama de violín de <i>Microlepidotus brevipinnis</i> donde se puede observar la distribución de densidad de los radios, la media y las frecuencias, que en general parecen presentar una distribución normal en machos.....	50
Fig 23. Diagrama de violín de <i>Microlepidotus brevipinnis</i> donde se puede observar la distribución de densidad de los radios, la media y las frecuencias que en general parecen presentar una distribución normal en hembras.....	50
Fig 24. Grafica de medianas de Incremento marginal (IM).....	51
Fig 25. Representación gráfica del crecimiento de <i>Microlepidotus brevipinnis</i> en machos, con modelo de crecimiento de von Bertalanffy el cual se observa que en su primer año de vida crece rápidamente y en los años posteriores crece de manera gradual y con menor velocidad.....	53

Fig. 26 Representación gráfica del crecimiento de *Microlepidotus brevipinnis* en hembras,
con modelo de crecimiento de von Bertalanffy el cual se observa que en su primer
año de vida crece rápidamente y en los años posteriores crece de manera gradual
y con menor velocidad.....54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 y 2. Resumen estadístico de machos y hembras capturados.....	37
Tabla 3. Prueba de χ^2 , para la proporción sexual observada significancia estadística y conclusión con respecto a la proporción 1:1(significativo) NS (No significativo)	41
Tabla 4. Resultados de la regresión lineal entre el peso total y la longitud patrón del pez en machos.....	42
Tabla 5. Resultados de la regresión lineal entre el peso total y la longitud patrón del pez en hembras.....	43
Tabla 6. Resultados de la regresión lineal entre lo largo de la escama y la longitud patrón del pez en machos.....	45
Tabla 7. Resultados de la regresión lineal entre lo largo de la escama y la longitud patrón del pez en hembras.....	46
Tabla 8. Parámetros calculados para el modelo de crecimiento de von Bertalanffy en machos.....	52
Tabla 9. Parámetros calculados para el modelo de crecimiento de von Bertalanffy en hembras.....	53

RESUMEN

La determinación de la edad y la modelación cuantitativa del crecimiento de los peces dentro del campo pesquero, son aspectos importantes que deben estudiarse para conocer la biología de las especies comerciales a nivel mundial. Estos estudios nos ayudan para indicar las temporadas y zonas de pesca, así como las tallas adecuadas para captura con la finalidad de evitar depredar por completo alguna especie y con ello impedir, en lo posible, alteraciones y desequilibrios perjudiciales al ecosistema, tanto en el ambiente natural como en los grupos humanos involucrados (pobladores y pescadores). Para estudiar estos aspectos, en este trabajo se realizaron recolectas en campo, trabajo de laboratorio y gabinete, para la estimación de la edad y el ajuste al modelo general de crecimiento de von Bertalanffy en la especie *Microlepidotus brevipinnis* conocido comúnmente como “blanco” o “blanquito”, por medio de la interpretación de anillos de crecimiento en escamas. Con la ayuda de pescadores artesanales locales, los ejemplares de estudio fueron recolectados durante el periodo 2012-2013 y sus datos morfométricos y biológicos se registraron y se almacenaron en bases de datos computarizadas para su procesamiento. De los 60 ejemplares capturados 24 fueron machos y 36 hembras con una longitud total promedio de 25.75 y 26.75 respectivamente. Los Estimadores de Densidad por Kernel mostraron datos multimodales para ambos sexos, siendo el mes de octubre cuando se observó la talla más grande y marzo la más pequeña. No hubo diferencia significativa en el número de machos y hembras, lo cual nos indica una proporción sexual equilibrada de 1:1. La relación de peso con la longitud, indica un crecimiento relativo tendiente a la hipalometría. La relación longitud del pez con el radio de la escama tuvo un índice alto de correlación y nos indica que el crecimiento de las escamas es directamente proporcional al de los organismos. Para estimar la edad se utilizó el método directo de interpretar las marcas (anillos) en las escamas, los cuales, asumiendo formación anual,

representan individuos con 1, 2 y 3 años de edad. Los parámetros de crecimiento bajo la función de crecimiento de von Bertalanffy fueron: $L_t = 21.829[1 - \exp(1.232\{edad+0.481\})]$ en machos y $L_t = 21.082(1 - \exp(1.356\{edad+0.548\}))$ en hembras.

INTRODUCCIÓN

La pesca es la captura de organismos acuáticos en zonas marinas, costeras e interiores. La pesca marina y continental, junto con la acuicultura, proporciona alimentos, nutrición y es fuente de ingresos para unos 820 millones de personas en todo el mundo, mediante su recolección, procesamiento, comercialización y distribución. Para muchas personas, es también parte de su identidad cultural tradicional. (FAO, 2018).

Las poblaciones humanas que viven en las costas de los países en vías de desarrollo dependen estrechamente de la pesca como su principal fuente de ingresos económicos (Instituto nazca, 2017).

Nuestro país es privilegiado al tener dos frentes de costa, el Pacífico y el Atlántico, que en conjunto forman una línea de costa de 15,069 km y un área total de plataforma continental de más de 408 mil km². Debido a esta vasta superficie y a la gran diversidad de ambientes marinos, costeros y dulceacuícolas, existe una amplia gama de especies, muchas de importancia comercial y generadoras de bienestar en diferentes regiones del territorio. La pesca artesanal es una importante fuente de empleos directos e indirectos, y más aún de proteína, accesible y de bajo costo. Actualmente la pesca artesanal, ribereña o de pequeña escala, se realiza por unidades de producción relativamente pequeñas, con pocos insumos y niveles bajos de tecnificación o de inversión. En México, existen entre 250 y 300 mil empleos directos derivados de la pesca artesanal, que aportan el 54% de la producción pesquera y cerca de 800 mil toneladas de producto marino. De acuerdo al último reporte de la FAO (2020), México es el décimo tercer productor mundial de pescados y mariscos, con una producción de 1.47 millones de toneladas anuales. (Lara-Mendoza *et al.*, 2022).

Entre los aspectos biológicos más importantes que se requieren para conseguir un manejo adecuado de una población de peces está la determinación de la edad y el crecimiento. Estas características

son determinantes para la propuesta de tamaños de malla de las redes que garanticen la captura de animales adultos y evitar el retirar de la población a los organismos antes de que se reproduzcan. La determinación de la edad y la estimación del crecimiento, son tareas importantes en Biología Pesquera, como también lo es el conocer la estructura poblacional por edad. Todos estos aspectos son útiles para comprender la dinámica de una población (Salgado-Ugarte *et al.*, 2005).

Existen dos métodos para determinar la edad de los peces: directos, que incluyen marcaje y recaptura, colocación de los peces con edad conocidas en cuerpos de aguas experimentales y la lectura e interpretación de marcas de crecimiento en estructuras óseas tales como escamas, otolitos, hueso opercular, vértebras, espinas radios de aletas y cleitrum, entre otros; y por otra parte, los indirectos que se basan en la distribución de frecuencia de tallas de la población de peces. La lectura de estructuras duras se fundamenta en la formación de marcas periódicas que permiten, mediante su conteo y su formación regular en el tiempo, la asignación de edades a los organismos. Estas marcas periódicas están influenciadas por los cambios estacionales del ambiente (Gómez-Márquez, 1994; Salgado-Ugarte *et al.*, 2005).

La edad de muchas especies puede determinarse a partir de las marcas de crecimiento presentes en algunas estructuras duras, como escamas, otolitos, cleitra, urohiales, vértebras, espinas y radios (Holden & Raitt 1975, Tavares 2001, Araya & Cubillos 2002), que se forman debido a factores intrínsecos, como el desove, metabolismo y cambios de residencia, o ambientales, como temperatura, salinidad, luz y alimento (González 1977, 1979).

Determinar correctamente la edad de los animales acuáticos es una de las tareas más importantes en biología pesquera y en general en las ciencias de las pesquerías. La importancia asignada a la determinación de la edad deriva del hecho de que mediante ella se llega a definir: la longevidad de las especies, identificar las clases anuales que componen un efectivo, determinar la edad de primera madurez y la tasa de reclutamiento (Gulland, 1971; Everhart y Youngs, 1981; tomado de Salgado-Ugarte *et al.*, 2005).

El método directo de la lectura de escamas, es un método de los más usados para la determinación y conteo de las zonas o marcas de crecimiento, las cuales aparecen en las partes duras de los peces; estas se forman una vez al año y son denominadas *marcas anuales, anillos anuales o annuli*. Se manifiestan durante periodos alternados de rápido y lento crecimiento y reflejan las influencias ambientales e internas (Tesch, 1978; Weatherley y Gill, 1987; Granado, 1996; tomado de Salgado-Ugarte *et al.*, 2005).

Las escamas son las estructuras duras más utilizadas para estimar la edad y calcular el crecimiento de los peces. Las escamas caracterizan la piel de algunos peces y estas funcionan como apéndices especializados para la protección de la región externa de los peces. Pueden ser clasificadas según su morfología en: placoideas, romboideas, ctenoideas y cicloideas y por su estructura en: placoides y no placoides, (Ehrhardt, 1981; Lagler *et al.*, 1984; Granado, 1996; Moyle y Cech, 2000; citados en Salgado-Ugarte *et al.*, 2005).

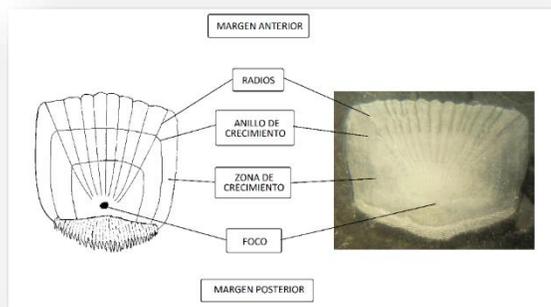


Fig. 1 Partes de la escama, editada a partir del esquema tomado de Salgado-Ugarte *et al.*, 2005.

El crecimiento de estas escamas se lleva a cabo en la superficie externa como en la interna a partir del foco. En la mayoría de este tipo de escamas se reconoce una zona central denominada foco. Una vez formado el foco, los círculos se van depositando uno a uno sobre la superficie de la escama en relación con el crecimiento. Las escamas por encontrarse en un repliegue de la piel cuentan con una parte externa y otra interna. La externa o margen posterior normalmente se encuentra desgastada por la abrasión con el ambiente y por esto se hace difícil la interpretación de las zonas de crecimiento. Por el contrario, por estar protegida, la porción interna o margen anterior se presentan los círculos y estrías en forma mucho más claras (Salgado-Ugarte *et al.*, 2005).

Los hemúlidos llamados también burros y roncós (Familia Haemulidae) son una familia de peces incluida en el orden Perciformes. Se distribuyen por los océanos Atlántico, Índico y Pacífico. Tienen una aleta dorsal continua de 9 a 14 espinas y 11 a 26 radios; la aleta anal III, 6-18. Es muy característica una boca pequeña con labios gruesos, en la cual la mandíbula tiene dientes, pero el vómer no los presenta; normalmente con amplios poros en la barbilla y siete radios branquiostegos. Columna vertebral con 26 o 27 vértebras (10 o 11 + 16). Los adultos permanecen típicamente

inactivos durante el día cuando se refugian cerca o bajo de las repisas de los arrecifes, mientras que se desplazan durante la noche para alimentarse de invertebrados bentónicos (Nelson, 1994; Fricke *et al.*, 2022).

Los peces llamados comúnmente blancos, rayaditos, ronco bronceado, corocoro corvado, callana dorada (*Microlepidotus brevipinnis*) son capturados por pesquerías o de manera artesanal para consumo local.

DESCRIPCIÓN DE *Microlepidotus brevipinnis* (STEINDACHERNER, 1869)

Es de cuerpo un poco oblongo comprimido; hocico puntiagudo; boca pequeña y terminal, al extremo del maxilar alcanza al borde anterior al ojo; mentón con cuatro poros, los posteriores en forma de fisuras, alojados en una foseta y seguidos por un surco posterior; opérculo finamente aserrado en adultos; 16 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial; 60-62 escamas en la línea lateral, 10 hileras oblicuas entre el origen de la aleta dorsal y la línea lateral, muchas de ellas con escamas accesorias; aleta dorsal apenas escotada, esta y la anal cubiertas por pequeña escamas; segunda espina anal de longitud casi igual que la tercera, aunque un poco más gruesa, menor que el diámetro ocular. La fórmula de espinas y radios es D XII-XIII, 16-17. A III, 12-13. Color gris plateado, una mancha marrón en cada escama del dorso formando bandas oblicuas, tenues por debajo de las líneas laterales; aletas amarillentas, aleta caudal marrón oscuro. Talla: presentan un máximo de 40 cm de Longitud Total. Forma cardúmenes en aguas costeras con fondo arenoso hasta 30 cm de profundidad, asociada a arrecifes, penetra en estuarios y lagunas con manglares. Se alimentan de camarones, cangrejos, gasterópodos, bivalvos y zooplancton. Son

capturados con redes de arrastre, líneas y anzuelos en la pesca artesanal ribereña, su importancia comercial es baja y se consume fresco (Amezcu-Linares, 2008).

CLASIFICACIÓN

Se utilizó la clasificación taxonómica por Naturalista, 2023

Animales	Reino animalia
Cordados	Filo Chordata
Vertebrados	Subfilo Vertebrata
Peces con Aletas Radiadas	Clase Actinopterygii
Percas y Parientes	Orden Acanthuriformes
Roncadores	Familia Haemulidae
Roncos y Burros	Subfamilia Haemulinae
Roncos	Genero <i>Microlepidotus</i>
Ronco Rayado	<i>Microlepidotus Brevipinnis</i> (Steindachner, 1869)



Fig. 2 Imagen de *Microlepidotus brevipinnis*

Su distribución geográfica abarca desde el Golfo de California hasta Perú (Amezcu-Linares, 2008; Naturalista, 2023).

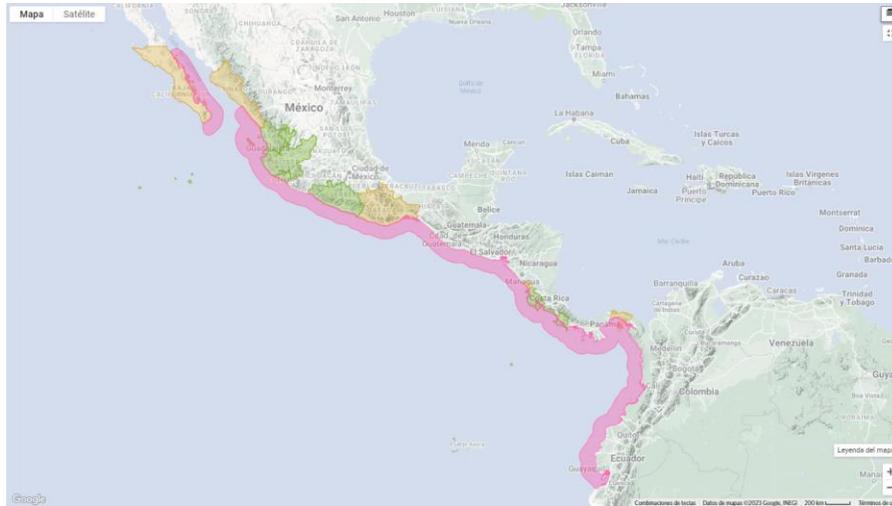


Fig.3 Imagen de la zona de distribución del *Microlepidotus brevipinnis* (Naturalista, 2023)

CARACTERISTICAS DE LA ZONA

Ubicación del área de estudio.

La zona de estudio comprende Puerto Ángel, localidad costera en el estado de Oaxaca, México. Puerto Ángel, junto con San Agustínillo y Playa Zipolite se conocen como la “Riviera Oaxaqueña”. Está situado 9 kilómetros del sur de Pochutla y al oeste de Huatulco. Dicha localidad se ubica a 230 kilómetros sur de la capital del estado Oaxaca de Juárez, en el Municipio de San Pedro Pochutla que pertenece a la costa del Pacífico Sur de México (Istmo de Tehuantepec). Su ubicación geográfica es a los 15° 39' 59.04" N y 96° 29' 35.44" W. Se encuentra a 230 km de la ciudad de Oaxaca de Juárez, capital del estado. El interior de la bahía ofrece un buen fondeadero para embarcaciones menores, con profundidades entre 7.4 y 13 m., con buena protección para los vientos. Dentro de la bahía existe un pequeño muelle rígido de concreto balizado con 48 m. de

ataque por ambas bandas y 21 m. en la cabeza del muelle: con disposición marginal, de 50 m. de longitud, 15 m. de ancho, 5 m. de altura y 5 m. de profundidad (DIGAOHM, s.f.)

Clima

El clima predominante es cálido con una temperatura de 33° C, promedio en el año, con, humedad relativa de 66% y con vientos de 21 km/h; siendo época de lluvia y huracanes de mayo a noviembre (DIGAOHM, s.f.).

La fórmula climática de Puerto Ángel es $Aw_0(w)igw''$, es decir cálido subhúmedo con lluvias en verano isotermal con marcha de temperatura tipo Ganges (media mensual más alta antes del solsticio de verano) con canícula. (García, 2004).

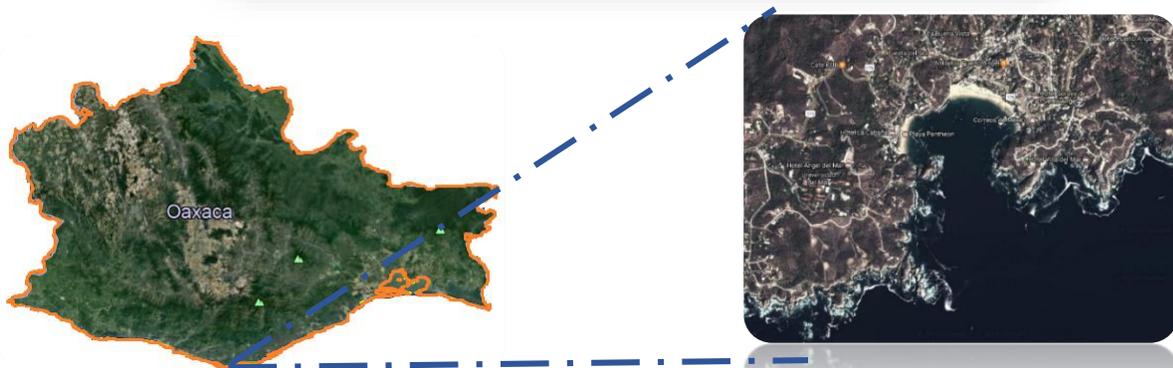
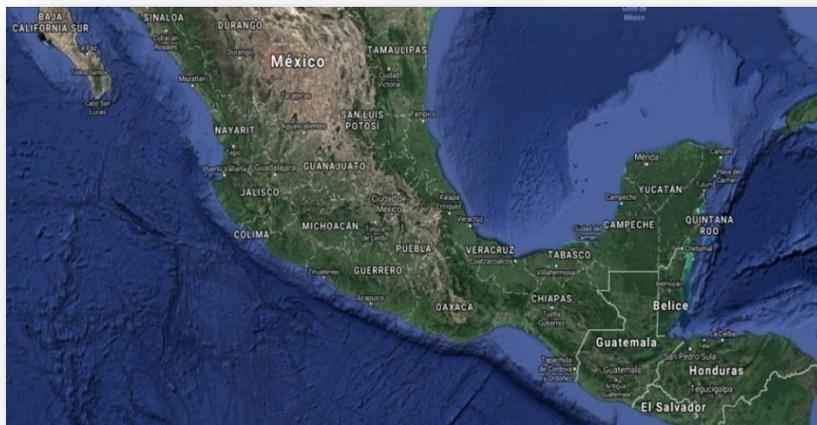


Fig.4 Imágenes satelitales de la ubicación de la República Mexicana, Estado de Oaxaca y Puerto Ángel, México.

(Google Earth. 2015).

ANTECEDENTES

Los estudios sobre edad y crecimiento de peces son esenciales en la evaluación pesquera y en los modelos de dinámica de poblaciones, tanto en los trópicos como en cualquier otra zona. La relación entre la edad y la talla con la abundancia, a menudo se usa para determinar la producción íctica y, por lo tanto, son factores importantes en la gestión o manejo de las pesquerías (Pauly 1983, Morales 1991, Pascual 1996; tomado de Morales & González 2009). Los estudios sobre la edad y crecimiento de la familia Haemulidae que se encontraron, en su mayoría fueron hechos con interpretación de otolitos. Pocos han realizado la lectura de marcas de crecimiento en escamas.

Morales y González, (2009) mencionan que, al analizar marcas de crecimiento en otolitos, en *Haemulon steindachneri* en el suroeste de las islas de Margarita en Venezuela, el recuento de los anillos anuales, permitió establecer cuatro grupos de edad, siendo el grupo 3+ el más representativo, con un 44.5% de la población muestreada.

El cálculo de los incrementos marginales del crecimiento mensual de los otolitos, sugirió la formación de un anillo hialino anual en el mes de abril, el cual coincide con la época máxima de reproducción. No se observó diferencia significativa en las pendientes b ($t=-1.81$; $p>0.05$) e interceptos a ($t=-1.17$; $p>0.05$) de hembras y machos, con una relación talla-peso para ambos sexos de $W=0.0003L^{2.89}$ que indicó un crecimiento relativo hipalométrico.

Los parámetros de crecimiento quedaron establecidos en: $L_{\infty}=231\text{mm}$, $W_{\infty}=203\text{g}$, $k=0.569\text{año}^{-1}$ (método directo) y $L_{\infty}=228\text{mm}$, $W_{\infty}=195\text{g}$, $k=0.580\text{ año}^{-1}$ (método indirecto), lo que sugiere que se trata de una especie de vida corta y crecimiento moderadamente rápido.

Solano-Fernández, (2007) realizó la determinación de edad y crecimiento del “dorado” (*Coryphaena hippurus*) a partir de muestreos periódicos que abarcaron de septiembre del 2004 a

septiembre del 2005, en la localidad de Puerto Escondido, Puerto Ángel, Huatulco y Salina Cruz en el estado de Oaxaca y Puerto Madero en el estado de Chiapas por medio de lectura de marcas de crecimiento en otolitos. Sus valores de talla (longitud furcal) de los organismos muestreados, se encontraron dentro del intervalo reportado para organismos del Pacífico mexicano. La relación talla-peso fue de tipo hipoalométrico.

Los machos presentaron un factor de condición relativo significativamente mayor al de las hembras. Las medidas de los otolitos están altamente relacionadas con la longitud furcal de los organismos. Los parámetros del modelo de crecimiento en longitud de von Bertalanffy para *C. hippurus* en la zona y el año de muestreo fueron $L_{\infty}= 231.5$ cm; $K=0.874$; $t_0= 0.0074$. Se aplicó el modelo de crecimiento de Gompertz y presentó un mejor ajuste a los valores observados (Suma de Residuales Cuadrados = 206.19) que el modelo de von Bertalanffy para el dorado fueron $P_{\infty}=17.19$ Kg; $K=1.984$; $t_0=0.027$.

Ruíz-Luna *et al.* (1985) en su trabajo, relacionaron la longitud total contra peso eviscerado indicando que el huachinango tiende a un crecimiento isométrico. No encontraron diferencias significativas entre método indirecto y por método del retrocálculo basado en escamas y reportó siete grupos de edad. Aplicando el modelo de von Bertalanffy para conocer los parámetros promedios de crecimiento aportan los siguientes valores: $L_{\infty}= 80.5$ cm de LT; $k=0.19$ año⁻¹ y $t_0= 0.75$. Por medio de la lectura de anillos de escamas, Aguilar-Salazar (1986) determinó la edad y crecimiento de *L. peru* en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca. Remarcó que los anillos leídos se relacionaban con los eventos de reproducción, cuya ocurrencia se da dos veces al año: septiembre y abril. En su evaluación consideró siete grupos de edad y los parámetros encontrados fueron: $L_{\infty} = 66.26$ cm de LT; $k=0.11$ año⁻¹ y $t_0= -1.48$.

A través de las capturas efectuadas en los cruceros de investigación frente a las costas de Sinaloa, Nayarit y en el Golfo de Tehuantepec (Océano Pacífico mexicano), Morales-Nin (1994) determinó el crecimiento mediante el análisis de frecuencias de tallas de 24 especies de peces demersales. Reportó que el crecimiento varió estacionalmente, con un crecimiento mínimo en primavera, y probablemente está relacionada con los cambios estacionales en las aguas de la zona. Los parámetros de crecimiento estimados mediante el modelo de von Bertalanffy específicamente para la especie *Lutjanus peru* son: $L_{\infty} = 61.4$ cm de LP y una $k = 0.14$ año⁻¹. (Tomado de Gatica-Martínez, 2016)

Gatica-Martínez, (2016) en su trabajo de licenciatura menciona que la relación estructura-cuerpo tuvo una correlación significativa ($r = 0.59$, $P < 0.05$), lo que significa que el 59 % de la variación del tamaño del cuerpo está explicado por la variación del tamaño del otolito. El análisis de la razón del incremento marginal (*RIM*) indica que el periodo de la formación de los anillos es anual y se lleva a cabo en los meses de febrero y marzo. Esto le permitió identificar 5 grupos de edad en *H. flaviguttatum*. Sus parámetros de crecimiento calculados mediante la función de crecimiento de von Bertalanffy en su estudio fueron $L_t = 33.572[1 - \exp\{-0.1455(t + 3.131)\}]$, este fue el método que mejor se ajustó a los datos.

Isoteco-Palemón, (2011), estimó la edad y crecimiento de *Lutjanus peru* a partir de datos obtenidos de capturas comerciales, de 2009-2010. Mediante el método de lecturas de escamas identifico 10 anillos de crecimiento, el equivalente a diez grupos de edad. Su análisis del incremento marginal (IM) mostró la formación anual de marca de crecimiento en escamas en el mes de abril.

Los datos que obtuvo de la lectura de escamas les aplico métodos lineales y no lineales con la finalidad de determinar el modelo que mejor se ajustara y expresara el crecimiento en *L. peru*.

El modelo de von Bertalanffy mediante el método lineal y la no-lineal simple fueron considerados como mejores para expresar el crecimiento. Por el método de CAST (Stamatopoulos-Caddy, 1989) se obtuvieron los valores de $L_{\infty} = 90.69$ cm LT, $k = 0.170$ año⁻¹ y $t_0 = -0.234$ años, mientras que, por el método no lineal simple, los parámetros aportados fueron: $L_{\infty} = 91.36$ cm LT, $k = 0.166$ año⁻¹ y $t_0 = -0.256$ años, en ambos casos, las L_{∞} se ajustaron a los datos observados para *Lutjanus peru*.

JUSTIFICACIÓN

Los estudios de marcas de crecimiento son y seguirán siendo una parte fundamental en la industria pesquera y en diferentes disciplinas o áreas de investigación.

La obtención de datos de edad y crecimiento son muy importantes en la industria pesquera ya que es fundamental el registro continuo de dichos datos, así se puede conocer la dinámica poblacional y conocer el recurso disponible.

Con el pasar de los años, los ecosistemas y recursos alimenticios se han visto afectados. La demanda alimenticia en el mundo es cada vez mayor y se buscan alternativas para satisfacer los alimentos.

HIPÓTESIS

- Las escamas presentan marcas periódicas para estimar la edad. Estas marcas (anillos) se forman una vez al año por algún tipo de estrés (alimenticio, reproductivo, migratorio, etc.).
- El crecimiento de la escama es directamente proporcional al crecimiento del organismo.
- La relación entre el tamaño y el tiempo (edad) permitirá el ajuste de un modelo matemático.
- El patrón de crecimiento peso-longitud de machos y hembras será diferente.

OBJETIVOS

- Estimar la edad del “Blanquito” (*Microlepidotus brevipinnis*) mediante la lectura de anillos en escamas y modelar cuantitativamente el crecimiento mediante el ajuste de la función de von Bertalanffy.

Objetivos particulares:

- Analizar la estructura poblacional por tallas (estimadores de densidad por kernel) y por sexos (proporción).
- Determinar la relación peso-longitud mediante regresión no lineal para determinar el tipo de crecimiento alométrico.
- Analizar la relación entre la longitud de la escama y la longitud patrón de los ejemplares.
- Validar la periodicidad de las marcas en escamas por análisis de la razón de incremento marginal (*RIM*).
- Estimar la edad mediante el conteo de los anillos de crecimiento en escamas.
- Modelar el crecimiento mediante el ajuste por regresión no lineal de la función de crecimiento de von Bertalanffy
- Comparar las funciones de crecimiento de machos y hembras

MÉTODOS

Actividad en campo

Los organismos se obtuvieron por medio de la pesca artesanal por los pescadores de Puerto Ángel, Oaxaca. La recolecta se llevó a cabo en visitas mensuales durante el periodo de agosto 2012 a junio de 2013.



Fig. 5. Selección y compra de pescado en Puerto Ángel

Los organismos obtenidos se mantuvieron frescos en contenedores térmicos con solución frigorífica (hielo y sal) para su transporte desde la zona de muestreo hasta el área de trabajo (Laboratorio de Biometría y Biología Pesquera en Fes Zaragoza) y colocarlos en un frigorífico para mantenerlos en buen estado para su posterior procesamiento.



Fig. 6 Preparación y acomodo de las muestras para su transporte

Actividad de laboratorio

Se mantuvieron congelados en un frigorífico para posteriormente descongelarlos y pesarlos individualmente en una báscula NOVAL modelo NE-40 capacidad 40 Kg x 5 g de precisión para obtener los siguientes pesos:

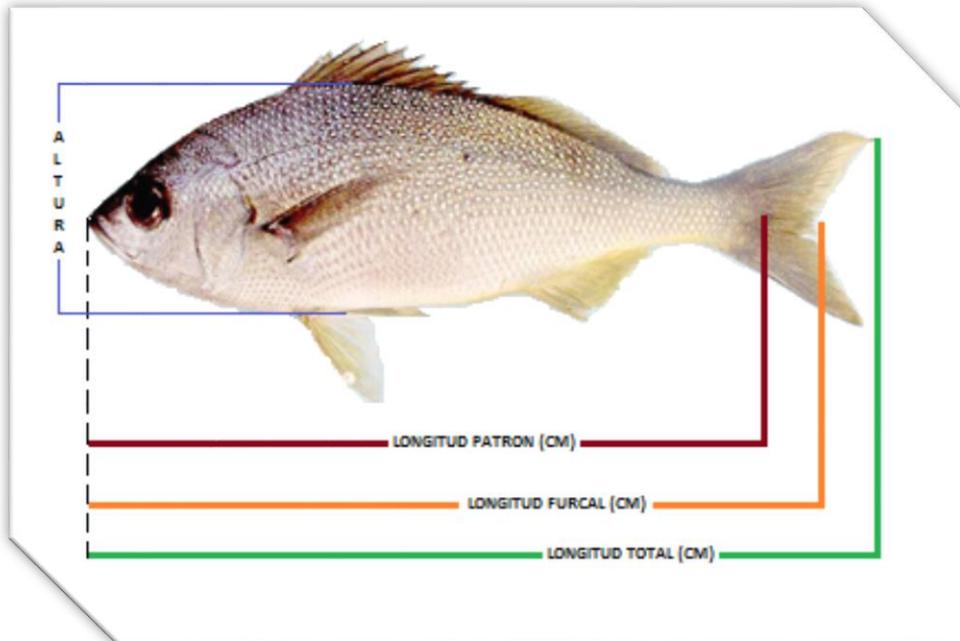


Fig. 7 Medidas morfométricas de los ejemplares.

Peso total (ptol), peso eviscerado (evi), peso hígado (hig), peso tracto digestivo (tdig) y peso gónadas (gon), también con una cinta métrica se registraron las siguientes medidas: longitud total (longtol), longitud patrón (longpat), longitud furcal (longfu) y altura (alt). Este proceso se realizó para cada uno de los individuos obtenidos.

Limpieza de escamas

Se tomaron de cada individuo de 10 a 15 escamas que se extrajeron de una zona debajo de la línea lateral a nivel del origen de las aletas pectorales para su limpieza y montaje las cuales se dejaron en un recipiente con una solución de hipoclorito de sodio al 10% durante 24 horas para su limpieza y aclaramiento.



Fig. 8 Proceso de aclaramiento de escamas, 24 hr para su posterior enjuague y fijación en placas (portaobjetos).

Montaje y proyección de las escamas

Posteriormente de diez a 15 escamas por ejemplar se montaron entre dos portaobjetos, sellados con cinta adhesiva en ambos extremos y se etiquetaron con los datos como el número de ejemplar y fecha correspondiente del muestreo como hace mención por Ruiz-Durá *et al.*, (1970).



Fig. 9 Escamas fijadas en portaobjetos para ser proyectadas.

Finalmente, las escamas se observaron por medio de un proyector de transparencias (Kodak Ektagraphic) con una lente de 127 mm, el cual se adaptó a manera de proyectar las placas con las escamas.

Actividad de gabinete

Todos los datos se registraron en hojas de cálculo de Excel 2013, para su procesamiento estadístico se llevaron a cabo con ayuda del programa estadístico Stata v13 (StataCorp, 2013) con las rutinas propuestas por Salgado-Ugarte, *et al.*, (2005); Salgado-Ugarte, (2013) y Salgado-Ugarte y Saito-Quezada (2020).

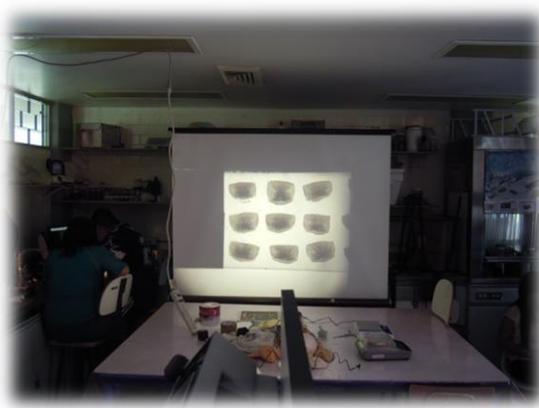


Fig. 10 Proyector Kodak Ektagraphic adaptado para la proyección de las escamas.

ANÁLISIS DE FRECUENCIAS DE TALLAS

La determinación de la estructura poblacional por tallas se realizó mediante estimadores de densidad por kernel (EDKs) con función ponderal gaussiana. Los EDKs son estimadores no paramétricos de la frecuencia que resuelven los problemas de punto de origen y discontinuidad presentados por los histogramas tradicionales (Chambers, *et al.*, 1983; Silverman, 1986; Härdle, 1991; Scott, 1992; Salgado-Ugarte, *et al.*, 1997).

La distribución de frecuencias de tallas es un auxiliar en el estudio de parámetros de la dinámica de población. En estudios biológicos-pesqueros los histogramas de frecuencia de tallas son los más utilizados (Salgado-Ugarte, 2002; 2013); sin embargo, estos estimadores presentan varios problemas (dependencia del origen, número y ancho de intervalos, discontinuidad y ancho fijo) que han motivado el uso de métodos alternativos como los estimadores de densidad por kernel.

Los EDKs son histogramas mejorados que en lugar de usar funciones constantes cuadradas para representar la frecuencia utilizan otro kernel, el cual, en lugar de ser cuadrado, es una función de densidad de probabilidad suave, simétrica y que integra a la unidad, por lo que produce figuras redondeadas en lugar de rectángulos. Esto evita la discontinuidad entre intervalos de clase; además estos estimadores no dependen del origen de los intervalos. Debido a estas características los EDKs son considerados como un mejor procedimiento estadístico en el análisis de distribución de tallas en peces en comparación con los histogramas y los polígonos de frecuencia. (Salgado-Ugarte, 2002, 2013; Salgado-Ugarte *et al.*, 2005).

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE χ^2 .

El número de machos y hembras se consideró para calcular la proporción sexual por mes y total, se usó la prueba de ajuste de chi-cuadrada con corrección de Yates (Marques, 2004) para saber si proviene de una distribución uniforme (1:1).

$$\chi^2 = \sum \frac{[(O - E) - 0,5]^2}{E}$$

χ^2 = Chi cuadrada

O= observados

E= esperados

RELACIÓN PESO-LONGITUD

La relación entre el peso y la longitud para cualquier organismo (peces, moluscos o crustáceos) en una población puede ser analizada por medir el peso y la longitud del mismo pez u organismo repetidamente a través de su periodo de vida, o por medir los pesos y las longitudes de una muestra de peces en un tiempo particular. La relación entre estas variables está dada por una ecuación de tipo potencial de la forma:

$$P = aL^b$$

Donde:

P= peso del individuo

L= longitud del organismo

a y b = constantes, estimadas por análisis de regresión lineal

Esta ecuación puede transformarse en forma lineal mediante el uso de logaritmos (base 10 o neperianos), por lo que se tiene:

$$\text{Log } P = \text{Log } a + b \text{ Log } L$$

Donde b es una constante que determina la proporcionalidad de los incrementos de la longitud respecto al peso.

El valor de esta constante fluctúa en especies pesqueras entre 2 y 4. En el caso de los peces si esta retiene la forma de su *crecimiento de manera isométrica*, entonces el valor de b es igual a 3.0 (se asume que la gravedad específica del pez no cambia). Un valor significativamente menor o mayor de 3.0 indican crecimiento hipoalométrico o hiperalométrico, respectivamente. Un valor menor de 3 muestra que el pez es menos pesado para la longitud que alcanza (hipoalometría); un exponente mayor de 3 indica que el pez llega a ser más pesado para la longitud conforme incremento en talla (hiperalometría) (Lagler, 1956; Tesch, 1978; Ricker, 1979; Pauly, 1984; Weatherley y Gill, 1987; Wootton, 1990; Granado, 1996; tomado de Salgado-Ugarte *et al.*, 2005).

Para calcular el valor de \hat{t} que puede ser usado para probar si un valor de b calculado por medio de la relación peso-longitud es significativamente diferente de 3 se utiliza la siguiente ecuación:

$$\hat{t} = \frac{e.s_x}{e.s_y} * \frac{|b - 3|}{\sqrt{1 - r^2}} * \sqrt{n - 2}$$

Donde $e.s_{(x)}$ es la desviación estándar del logaritmo de L y $e.s_y$ es la desviación estándar del logaritmo del peso; n es el número de peces utilizados en el análisis y r^2 es el coeficiente de

determinación de la relación peso-longitud. El valor de b es diferente de 3 si \hat{t} es más grande que el valor de tablas de t para $n-2$ grados de libertad (Pauly, 1984).

Cuando se requiere obtener la relación peso longitud para una población, se debe hacer un gran esfuerzo para capturar a los peces de un amplio intervalo de tallas, incluyendo la edad 0 (a menos que las crías tengan tasas de crecimiento diferentes). Cuando solamente se dispone de un corto intervalo de tallas de peces, los parámetros estimados pueden estar desviados de los valores de la población por efecto de la variabilidad del muestreo (Ricker, 1979; tomado de Salgado-Ugarte *et al.*, 2005).

Para la relación escama-cuerpo se utilizaron procedimientos de regresión lineal o no lineal según el caso.

RELACIÓN LONGITUD DEL PEZ–RADIO DE LA ESCAMA

Todas las lecturas se registraron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2013, para su tratamiento estadístico posterior.

Para que fuera considerada la lectura de los anillos en las escamas y darla como válida para la determinación de la edad en *Microlepidotus brevipinnis*, se estableció la relación entre la longitud patrón del pez y el radio de la escama.

La medición y lectura de estructuras periódicas (anillos) se realizó con las escamas que se observaron con más claridad.

PERIODICIDAD DE FORMACIÓN DE LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO

Para determinar la época de formación de los anillos de crecimiento y asignar una unidad de tiempo a los grupos de edad se utilizó la razón del incremento marginal, esto es, la distancia existente entre el último anillo formado y el margen de la escama. Dicho incremento debe ir aumentando de mes en mes hasta que empieza aparecer un engrosamiento en el borde reflejando la aparición del nuevo anillo (Espino-Barr *et al.*, 2008).

La periodicidad de la formación de las bandas de crecimiento se validó de manera indirecta mediante el método de incremento marginal (Gallucci *et al.* 1996), con la fórmula:

$$RIM = \frac{(R - r_n)}{(r_n - r_{n-1})}$$

Donde:

RIM = incremento marginal

R = radio de la escama

m = longitud del foco al último anillo de crecimiento en la escama

$m-1$ = longitud del foco al penúltimo anillo.

Los valores así obtenidos se graficaron mensualmente y el valor mínimo indicó la época de formación de anillo de crecimiento. (Tomado de Isoteco-Palemón, 2011)

MODELO DE CRECIMIENTO DE VON BERTALANFFY.

Para describir cuantitativamente el crecimiento de un pez se han desarrollado varias expresiones matemáticas. En Biología Pesquera, el modelo principal fue propuesto por von Bertalanffy (1938). La función de crecimiento de von Bertalanffy (FCVB) ha sido muy útil pues sigue cercanamente el crecimiento observado en un gran número de especies. Desde entonces, han aparecido en la literatura varios modelos de crecimiento, como por ejemplo los propuestos por Beverton y Holt (1957), Ursin (1968), Ricker (1975) Gulland (1983), Pauly (1984), Pauly y Morgan (1987). Además, la FCVB se ha vuelto una de las partes fundamentales en la literatura biológica porque se integra a modelos complejos que describen la dinámica de las poblaciones de peces (Sparre y Venema, 1992).

La expresión matemática de von Bertalanffy para el crecimiento, expresa la longitud (L) en función de la edad (t) del pez:

$$L_t = L_\infty [1 - \exp(- K\{t - t_0\})]$$

El lado derecho de la ecuación contiene a la edad t y tres parámetros: L_{∞} , K y t_0 . Especies diferentes tendrán un conjunto particular de parámetros, los cuales pueden interpretarse biológicamente: L_{∞} , es “la longitud media de peces muy viejos (estrictamente, infinitamente viejos)”. También es llamada la “longitud asintótica”. K es un “parámetro de curvatura” el cual determina que tan rápido el pez alcanza L_{∞} . Un valor alto para K indica a una especie de vida corta que alcanza su longitud asintótica en uno o dos años. Un valor bajo de K resulta en una curva de crecimiento aplanada para las especies que necesitan muchos años para acercarse a su L_{∞} . El tercer parámetro t_0 a menudo se le llama “parámetro de condición inicial” y determina el punto hipotético en el tiempo cuando el pez tiene una longitud de cero. Por supuesto que esto no tiene sentido biológico ya que al salir del huevo (y que para nuestros fines es cuando comienza el crecimiento), la larva ya tiene una cierta longitud. Esta longitud a la eclosión puede llamarse L_0 cuando ponemos $t = 0$ como el día de nacimiento.

$$L_0 = L_{\infty} (1 - \exp [-Kt_0])$$

Sin embargo, L_0 puede no ser una estimación realista de la longitud a la eclosión porque la larva del pez puede seguir una forma de crecimiento diferente si es que el desarrollo del embrión en el huevo puede ser afectado por factores diferentes. No obstante, los peces mayores (que son sujetos a explotación pesquera) por lo general siguen bien la FCVB (Sparre y Venema, 1992, tomado de Salgado Ugarte *et al.*, 2005).

Como ya se mencionó el modelo de Bertalanffy tiene tres parámetros: L_{∞} , K , t_0 . Este es el único modelo que tiene un tiempo hipotético $t_0 < 0$ el cual se considera que la longitud en este tiempo es cero $L(t_0) = 0$, este la curva de este modelo es cóncava, lo cual implica que la velocidad de

crecimiento es máxima al inicio y conforme transcurre el tiempo esta velocidad de crecimiento va disminuyendo hasta que alcanza el valor de crecimiento máximo que está representado por el valor de L_{∞} (Trinidad-Bello, 2014).

RESULTADOS

Con un total de 60 organismos de la especie *Microlepidotus brevipinnis* (24 machos y 36 hembras) se obtuvieron los intervalos de tallas de 19 a 24.6 cm. de longitud patrón para machos y 16.4 a 26.5 cm. de longitud patrón para hembras, con respecto a los pesos totales se obtuvo 179.2 gr. como peso mínimo a 354.4 gr. el macho más pesado y 130 como mínimo a 430 gr. para la hembra más pesada.

Machos (n=24)			
	Máximo	Mínimo	Promedio
Longitud total (cm)	29.5	22	25.75
Longitud patrón (cm)	24.6	19	21.8
Altura (cm)	9.1	6.15	7.625
Pesos (g)	354.4	179.2	266.8

Hembras (n=36)			
	Máximo	Mínimo	Promedio
Longitud total (cm)	32.4	21.1	26.75
Longitud patrón (cm)	26.5	16.4	21.45
Altura (cm)	9.5	6	7.75
Pesos (g)	430	130	280

Tablas 1 y 2. Resumen estadístico de las variables biométricas tomadas de *Microlepidotus brevipinnis*.

De acuerdo con el muestreo, de cada organismo, se extrajeron de entre 10 a 15 escamas, dando un total de 958 escamas que se sometieron a revisión, lectura y validación de anillos. 60 escamas fueron consideradas para la lectura de marcas de crecimiento, a partir de la proyección de las escamas fue posible diferenciar las marcas o anillos de crecimiento, mientras que el resto de las escamas fueron descartadas por no cumplir con los puntos para su validación.

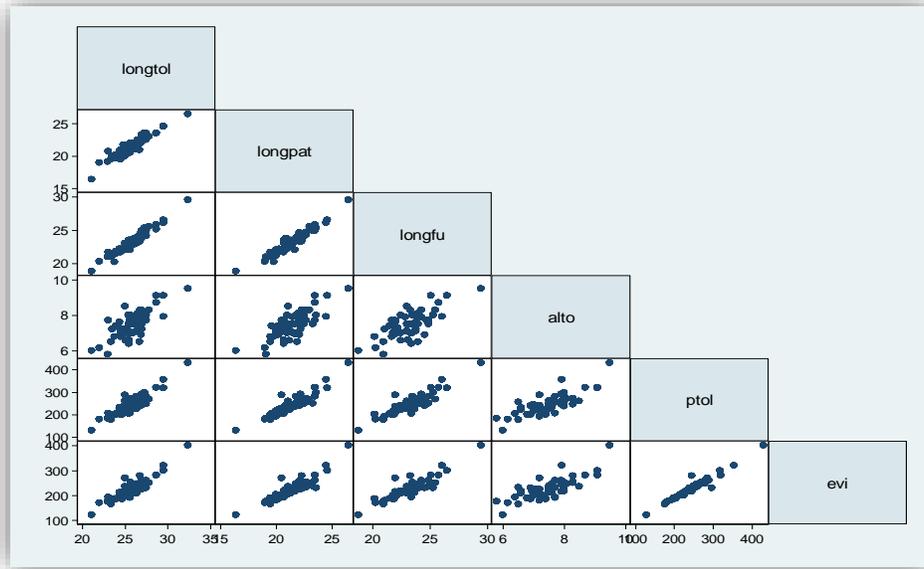


Fig.11 Matriz de parámetros morfométricos de *Microlepidotus brevipinnis*.

En la figura 11 se puede observar los valores biométricos en un “diagrama de escalera” o diagonal inferior de una “matriz de gráficos de dispersión”, en el cual se muestra la relación gráfica de las variables tomadas de *Microlepidotus brevipinnis* para su evaluación.

LECTURA DE ESCAMAS

De las 959 escamas leídas, sólo se tomaron las escamas mejor proyectadas para la lectura con mejor claridad. Cada escama elegida no debe de estar dañada o regenerada, para ser la escama más viable, debía cumplir con: foco bien definido, zona de crecimiento, incremento marginal, si es que lo presentaba y los anillos o marcas de crecimiento estén bien definidos y completos. Una vez revisadas todas las escamas, se tomaron 60 escamas a considerar para el conteo de anillos.

ANÁLISIS DE FRECUENCIAS DE TALLAS

La composición mensual de tallas para machos, de manera general, resultó en distribuciones multimodales siendo octubre del 2012 cuando se observaron las tallas más grandes (29.5 cm), mientras que las modas de tallas menores (22 cm) se observaron en marzo del 2013.

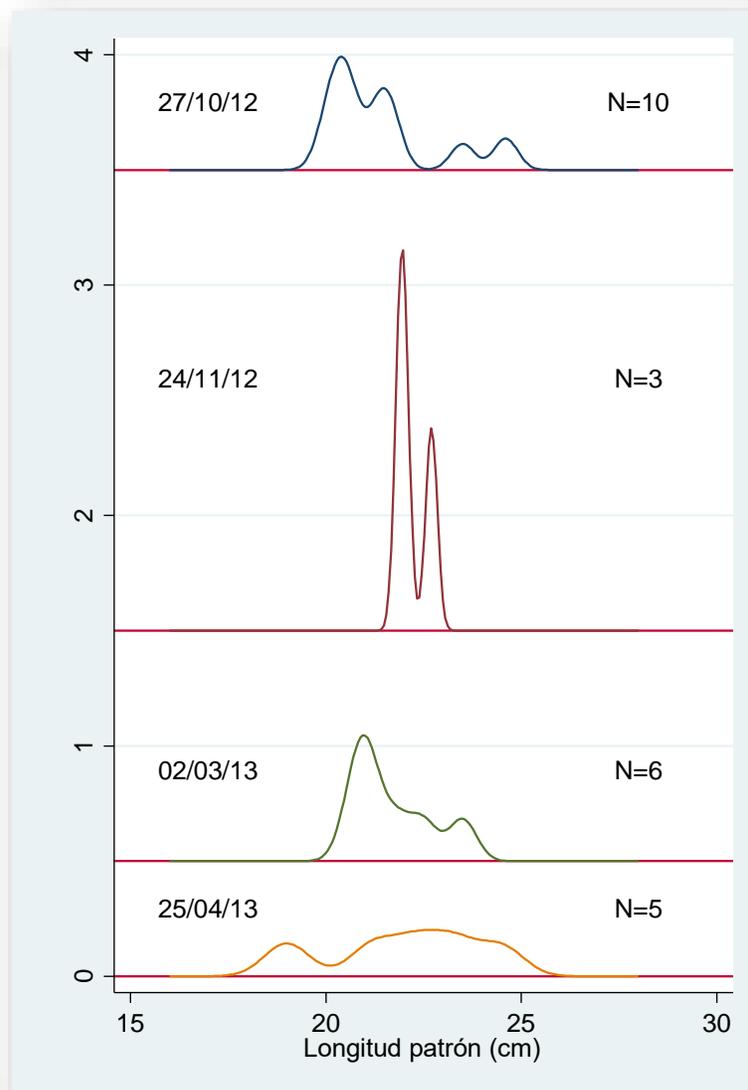


Fig. 12 EDKs mensuales para machos.

La composición mensual de tallas para las hembras, de manera general, resultó en distribuciones multimodales siendo octubre del 2012 cuando se observaron las tallas más grandes (28 cm), 32.4 mientras que las modas de tallas menores (21.1cm) se observaron en marzo del 2013.

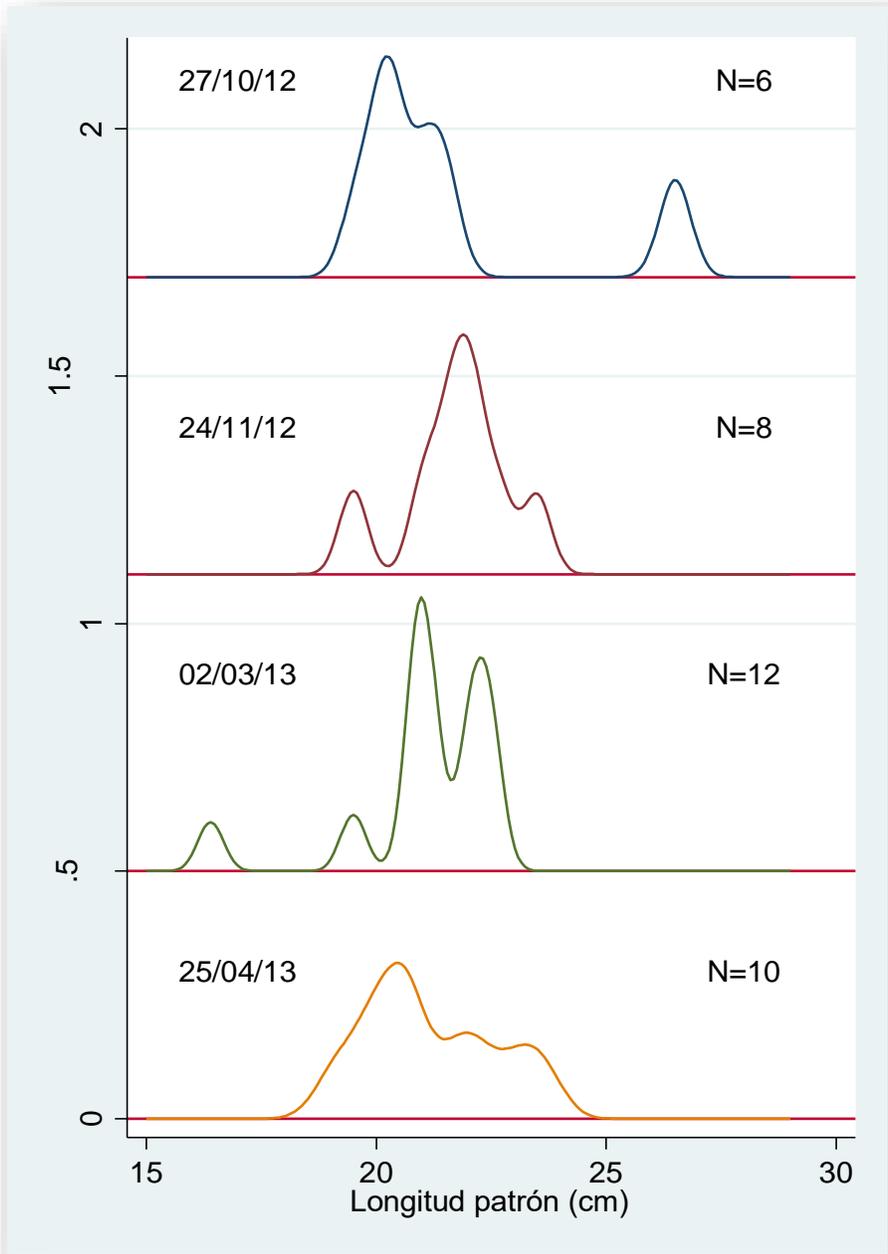


Fig. 13 EDKs mensuales para hembras.

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE X^2 .

Los valores arrojados por el cuadro de la prueba de chi-cuadrada nos muestra los resultados de la proporción sexual de la especie, en los cuales solo se capturó en octubre y noviembre de 2012 y febrero y marzo de 2013, con un total de 60 individuos, 24 y 36 machos y hembras respectivamente.

La prueba de chi-cuadrada para la proporción sexual, en todos los meses y en total, indicó una proporción sexual equilibrada 1:1.

Tabla 3. Prueba de X^2 para la proporción sexual observada, significancia estadística y conclusión con respecto a la proporción 1:1. NS = No significativo.

Muestreo mensual	total	Observados			Proporción		Chi-cuadrada	X^2 , 9,1	P	
		Machos	Hembras	Esperados	Machos	Hembras				
Octubre 2012	16	10	6	8	1.33	1	1.389	2.706	0.453254	NS
Noviembre 2012	11	3	8	5.5	1	2.66	1.455	2.706	0.227799	NS
Febrero 2013	18	6	12	9	1	2	1.389	2.706	0.238592	NS
Marzo 2013	15	5	10	7.5	1	2	1.067	2.706	0.301699	NS
Total	60	24	36	30	4.33	7.66	1.066	2.706	1.221344	NS

RELACIÓN PESO-LONGITUD

Se realizó la relación peso-longitud usando las variables peso total y longitud patrón, ya que las colas de los peces, en ocasiones suelen estar maltratadas y no se puede tomar la variable de longitud total, por lo que nos lleva a tomar la longitud patrón. En la representación gráfica tanto en machos como en hembras, el crecimiento tiende a la hipoalometría,

Tabla 4. Resultados de la regresión no lineal entre el peso total y la longitud patrón del pez en machos.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Número de observaciones=24 F(2,22) = 1722.71 Probabilidad>F = 0.0000 R-cuadrada = 0.9937 R-cuadrada ajustada = 0.9931 Raíz del ECM = 21.4068 Res. Dev = 213.079		
Modelo	1578875.6	2	789437.8			
Residuo	10081.6036	22	458.254			
Total	1588957.2	24	66206.55			
Peso total	Coefficiente	Error estándar	T	P> t	[Intervalo de confianza 95%]	
Longitud patrón	0.33314	0.2707	1.22	0.234	-0.2301	0.8929
constante	2.1552	0.2639	8.17	0.000	1.6079	2.7025

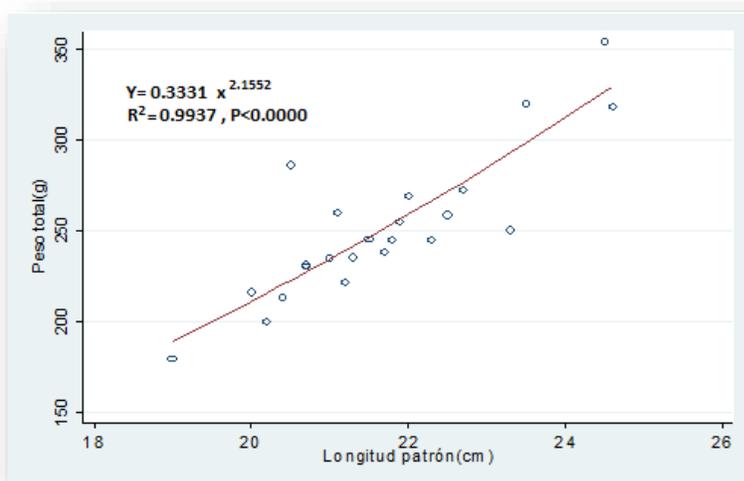


Fig.14 Representación gráfica de la relación peso-longitud para machos.

Tabla 5. Resultados de la regresión no lineal entre el peso total y la longitud patrón del pez en hembras.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Numero de observación=36 F(2,34)=4716.33 Probabilidad>F=0.0000 R-cuadrada=0.9964 R-cuadrada ajustada =0.9962 Root MSE=14.91222 Res. Dev=294.6629		
Modelo	2097578.26	2	1048789.13			
Residuo	7560.72166	34	222.374167			
Total	2105138.98	36	58476.0827			
Peso total	coeficiente	Error estándar	T	P> t	[Intervalo de confianza 95%]	
Longitud patrón	0.1139	0.04596	2.48	0.018	0.0205	0.2073
constante	2.4942	0.1307	19.08	0.000	2.2286	2.7599

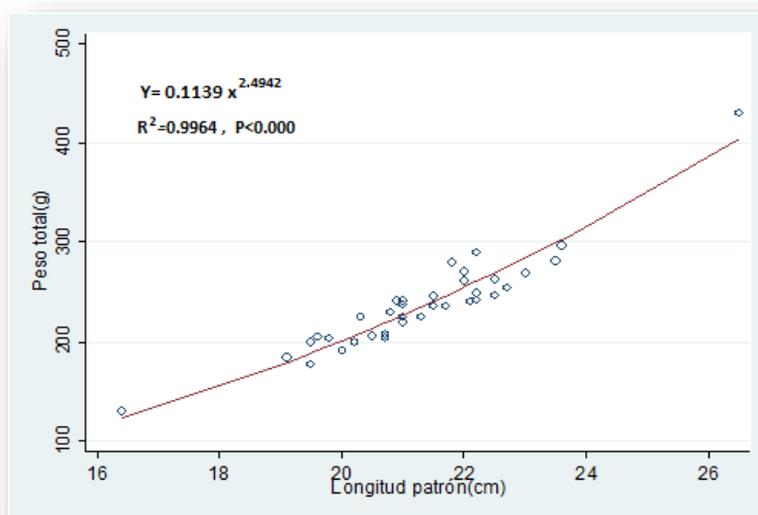


Fig.15 Representación gráfica de la relación peso-longitud en hembras.

RELACIÓN LONGITUD DEL PEZ–RADIO DE LA ESCAMA

Todas las lecturas se registraron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2013, para su tratamiento estadístico posterior. Se identificaron tres anillos en las lecturas de las escamas, la distancia entre anillos disminuyó a partir del foco, esto quiere decir que la distancia del primer anillo con respecto al foco era notoria, de manera que no era difícil la lectura del anillo, pero conforme se acercaban a los grupos de edades, estas lecturas eran más difíciles o confusas para su lectura y validación.

Los resultados nos indican que si hay una relación entre las variables con un alto coeficiente de determinación ($r^2= 0.94$ en machos y $r^2=0.88$ en hembras) esto demuestra que el crecimiento de los individuos es directamente proporcional al de sus escamas.

RELACIÓN ESCAMA-CUERPO

Las mediciones obtenidas indicaron una tendencia ligeramente curva, por lo que se eligió para su ajuste el uso de una regresión cuadrática la cual indicó una relación alta entre estas dos variables con un coeficiente de determinación (r^2) para machos = 0.936 ($P<0.000$). Con esto comprobamos que el crecimiento del cuerpo del pez es directamente proporcional al tamaño de las escamas y por lo tanto, son estructuras que pueden utilizarse para estimar la edad en la especie *Microlepidotus brevipinnis*. (Tabla 6, Figura 16)

Tabla 6. Resultados de la regresión cuadrática entre lo largo de la escama y la longitud patrón del pez en machos.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Numero de observación=60 F(2, 57) = 4716.33 Probabilidad>F = 0.0000 R-cuadrada = 0.9360 R-cuadrada ajustada = 0.9337 Root MSE = .3649		
Modelo	110.951989	2	55.4759944			
Residuo	7.5898336	57	133154975			
Total	118.541822	59	58476.0827			
Longitud patrón	coeficiente	Error estándar	T	P> t	[Intervalo de confianza 95%]	
Larmm	16.63892	2.630921	6.32	0.000	11.3706	21.90725
Lar2	-1.193361	.2276531	-5.24	0.000	-1.649228	-.7374931
Constante	-33.35887	7.546639	-4.42	0.000	-48.47076	-18.24699

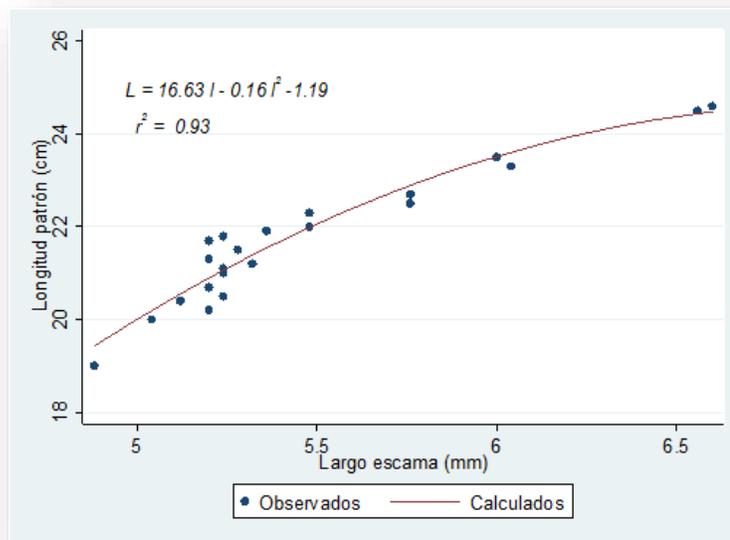


Fig. 16 Representación gráfica entre la longitud patrón y el largo de la escama en machos.

En estos resultados nos muestra que existe una relación alta entre estas dos variables con el coeficiente de determinación para hembras ($r^2=0.888$, $P<0.000$). Con esto comprobamos que el crecimiento del pez es directamente proporcional a las escamas y se puede validar como método de determinación de la edad en la especie *Microlepidotus brevipinnis* (Tabla 7, Figura 17).

Tabla 7. Resultados de la regresión cuadrática entre lo largo de la escama y la longitud patrón del pez en hembras.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Numero de observación=91 F(2, 57) = 350.55 Probabilidad>F = 0.0000 R-cuadrada = 0.8885 R-cuadrada ajustada = 0.8859 Root MSE = .52747		
Modelo	195.062747	2	97.5313734			
Residuo	24.4834317	88	.278220815			
Total	219.546179	90	2.43940198			
Longitud patrón	coeficiente	Error estándar	T	P> t	[Intervalo de confianza 95%]	
Larmm	4.822814	1.227735	3.93	0.000	2.382949	7.262679
Lar2	-.1625648	.108802	-1.49	0.139	-.3787858	.0536562
Constante	-.0930407	3.461551	0.03	0.979	-6.972146	6.786064

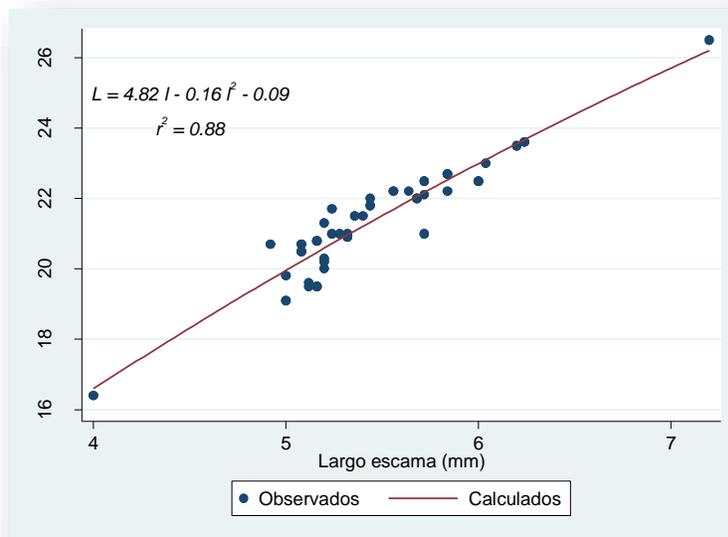


Fig. 17. Representación gráfica entre la longitud patrón y el largo de la escama en hembras.

ESTIMACIÓN DE EDAD MEDIANTE ESCAMAS

Para la estimación de la edad mediante la lectura de los anillos en las escamas, se formaron grupos de acuerdo con el número de anillos presentes en éstas, esto es, organismos con escamas que presentaron un anillo se agruparon en la edad o grupo 1 y así sucesivamente. Para cada grupo de edad se calculó el valor medio de la longitud del radio y su desviación estándar.

Para mostrar el comportamiento de los radios de cada grupo se utilizaron diagramas de caja y bigotes (Salgado-Ugarte, 1992).

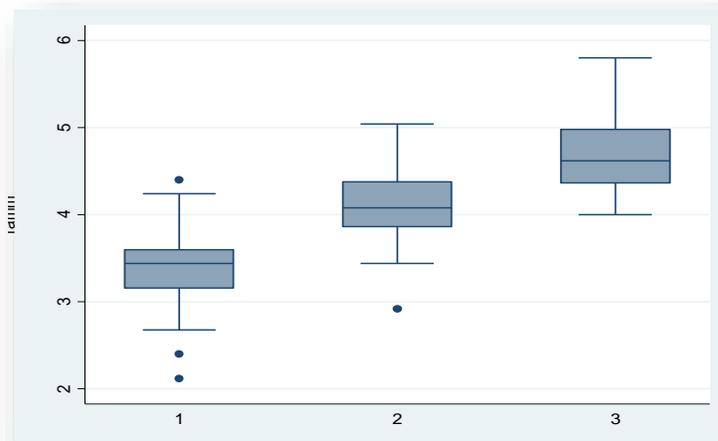


Fig. 18. Representación gráfica de la distancia entre radios encontrados en machos de *Microlepidotus brevipinnis*

Se observa que las cajas de los radios de los anillos no se traslapan lo que sugiere una diferencia significativa entre ellos.

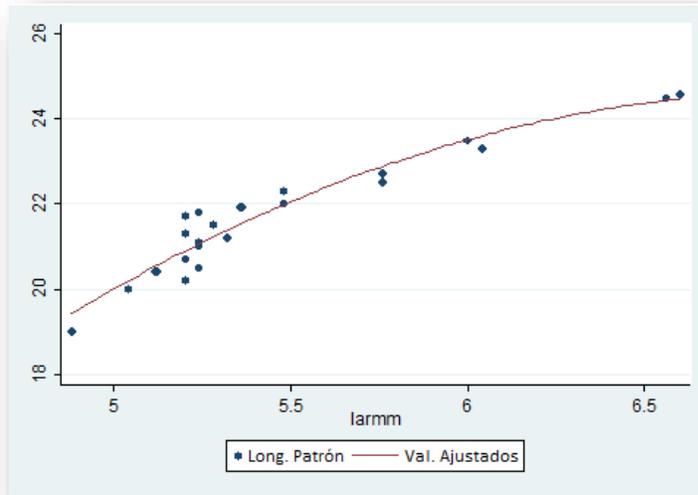


Fig. 19. Relación del comportamiento entre la longitud patrón y el largo de la escama de *Microlepidotus brevipinnis* en machos.

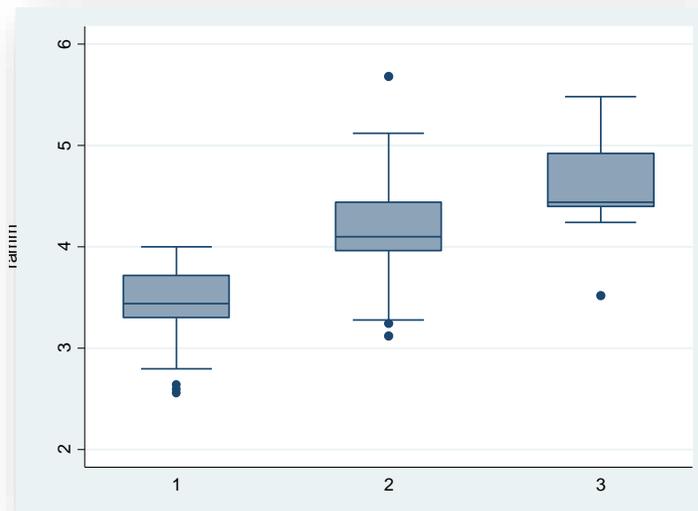


Fig. 20. Representación gráfica de la distancia entre radios encontrados en hembras de *Microlepidotus brevipinnis*

Se elaboró el diagrama de caja para las medidas que corresponden a los anillos observados (Figura 20), el cual se muestran los 3 grupos de edades para hembras los cuales se observa que no hubo un traslape entre cajas.

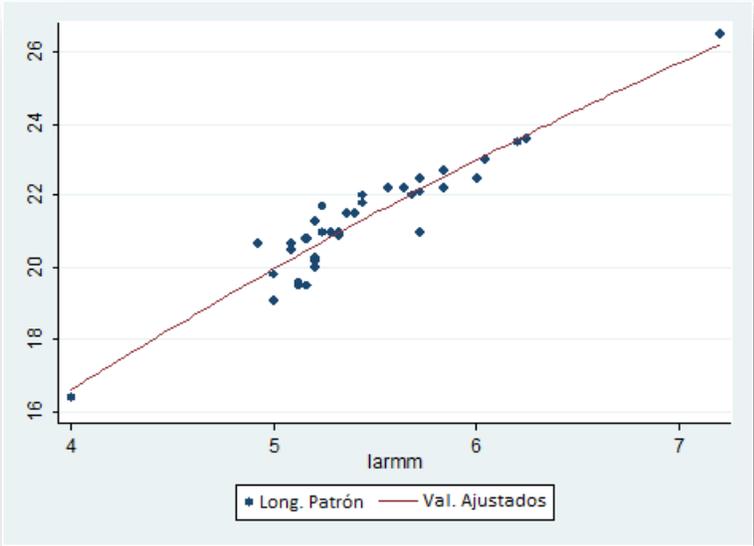


Fig. 21 Grafica de la relación longitud patrón-largo de la escama en hembras.

El grafico de violín permite visualizar un diagrama de caja con un diagrama de densidad, volteado y repetido del otro lado dando así la forma del violín, esto es para ver la forma en que se distribuyen los datos.

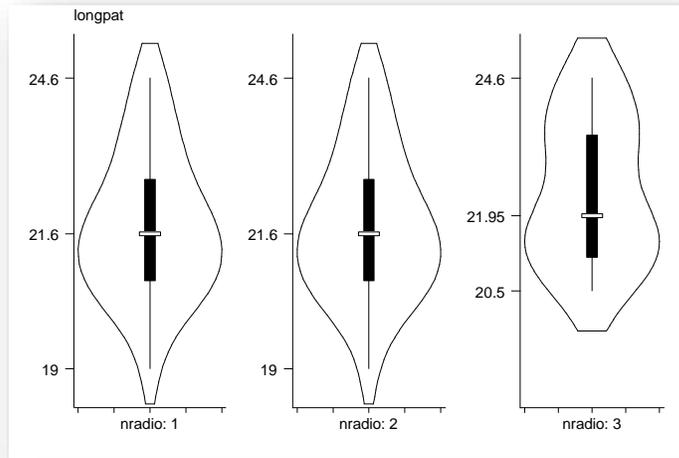


Fig.22 Diagrama de violín (kernel gaussiano) de *Microlepidotus brevipinnis* donde se puede observar la distribución de densidad de los radios, la media y las frecuencias, que en general parecen presentar una distribución normal en machos.

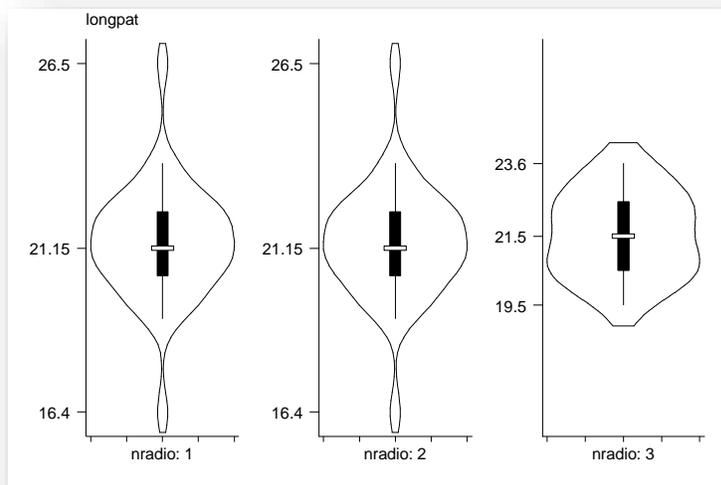


Fig. 23 Diagrama de violín (kernel gaussiano) de *Microlepidotus brevipinnis* donde se puede observar la distribución de densidad de los radios, la media y las frecuencias que en general parecen presentar una distribución normal en hembras.

VALIDACIÓN DE MARCAS POR INCREMENTO MARGINAL

La validación de las marcas o anillos de crecimiento a partir de la razón de incremento marginal (*RIM*) se realizó a partir del análisis de la revisión de 958 escamas, de las cuales se tomaron las mejores dando un total de 60 escamas, que en la figura 24 se muestra los valores del incremento marginal, el cual nos indica cuando se forma el anillo en las escamas, tomando el valor mínimo de las medianas, muestra que el anillo se forma en noviembre.

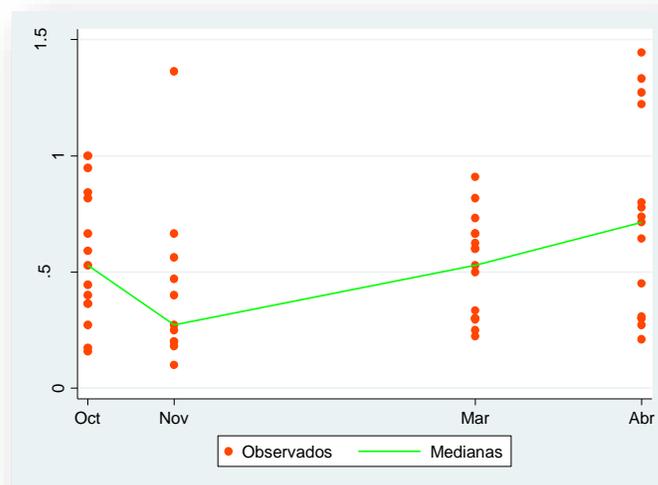


Fig 24. Gráfica de Incremento marginal (IM) donde se muestra la formación del anillo en el mes de noviembre

RESULTADOS de EL MODELO DE CRECIMIENTO DE VON
BERTALANFFY

El modelo de von Bertalanffy se ajustó de manera adecuada a los datos de crecimiento del *Microlepidotus brevipinnis* como se ve en los tamaños promedios en relación con la edad observada, se ajusta a una regresión no lineal (figura 25 y 26) donde el promedio de talla a la edad 1 es de 18.53, la edad 2 de 20.28 y la edad 3 de 21.86 para machos y para hembras el promedio de edad para la edad 1 es de 18.60, la edad 2 de 20.16 y la edad 3 de 21.08. Como se puede ver las edades son significativamente diferentes lo que podemos concluir que el pez crece de manera rápida en sus primeros años de vida y al pasar de los años el crecimiento es cada vez menor hasta ser casi imperceptible

Tabla 8. Parámetros calculados para el modelo de crecimiento de von Bertalanffy en machos.						
Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Numero de observación = 4 F(3, 1) = 1024.22 Probabilidad>F = 0.0230 R-cuadrada = 0.9997 R-cuadrada ajustada = 0.9987 Root MSE = .6571048 Desviación. Res. = 2.447036		
Modelo	1326.74008	3	442.246695			
Residuo	431786672	1	.431786672			
Total	1327.17187	4	331.792968			
Función de crecimiento de von Bertalanffy $l_{pe}=b_0*(1-\exp(-b_1*(edad-b_2)))$						
Longitud patrón	coeficiente	Error estándar	T	P> t	[Intervalo de confianza 95%]	
b0	21.82904	.7826394	27.89	0.023	11.88466	31.77342
b1	1.232434	.290059	4.25	0.147	-2.453115	4.917983
b2	-.4807057	.1137128	-4.23	0.148	-1.925563	.964152

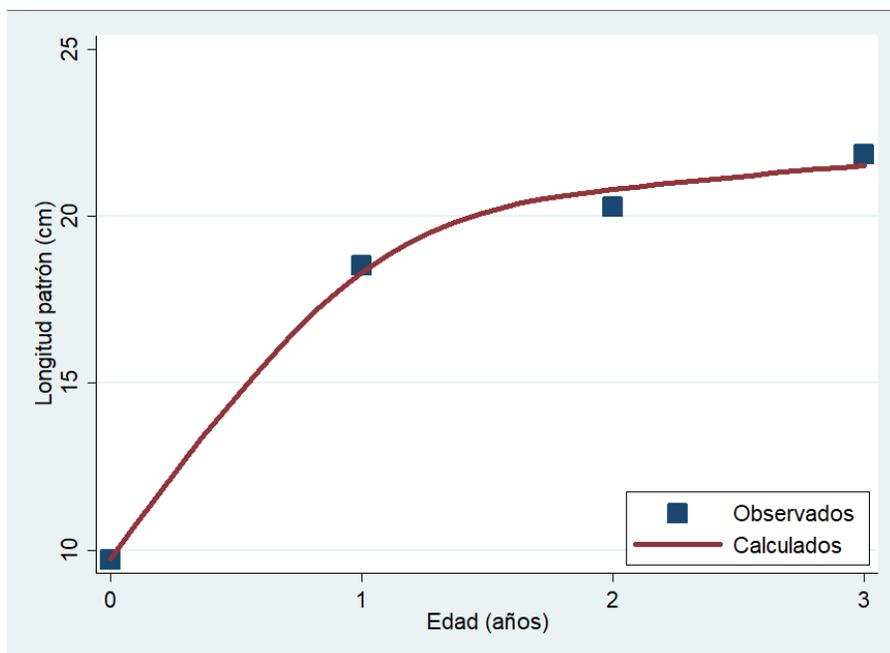


Fig. 25 Representación gráfica del crecimiento de *Microlepidotus brevipinnis* en machos, con modelo de crecimiento de von Bertalanffy el cual, su mayor crecimiento es durante el primer año de vida, para los años posteriores, la velocidad de crecimiento se reduce hasta casi ser perceptible el crecimiento decrece conforme envejecen los individuos.

Tabla 9. Parámetros calculados para el modelo de crecimiento de von Bertalanffy en hembras.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Numero de observación = 4 F(3, 1) = 4199.33 Probabilidad>F = 0.0113 R-cuadrada = 0.9999 R-cuadrada ajustada = 0.9997 Root MSE = .3235472 Desviación. Res. = -3.220952		
Modelo	1318.79403	3	439.598009			
Residuo	104682782	1	.104682782			
Total	1318.89871	4	329.724677			
Función de crecimiento de von Bertalanffy $l_{pe}=b_0*(1-\exp(-b_1*(edad-b_2)))$						
Longitud patrón	coeficiente	Error estándar	T	P> t	[Intervalo de confianza 95%]	
b0	21.0815	.3522808	59.84	0.011	16.60535	25.55766
b1	1.356568	.1880467	7.21	0.088	-1.032791	3.745928
b2	-.5484334	.0744851	-7.36	0.086	-1.494857	.3979898

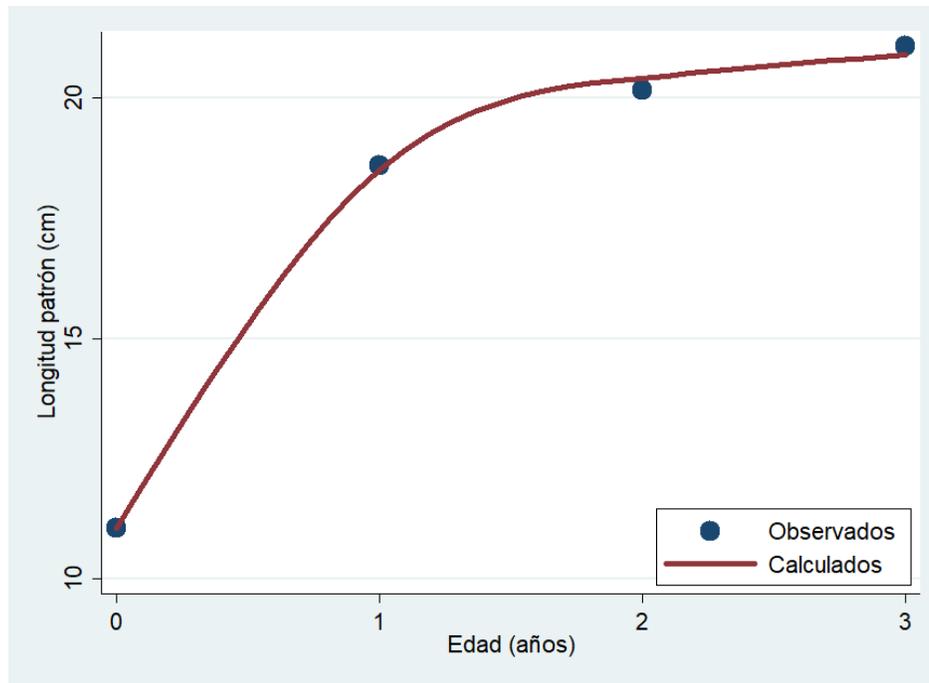


Fig. 26 Representación gráfica del crecimiento de *Microlepidotus brevipinnis* en hembras, con modelo de crecimiento de von Bertalanffy el cual, su mayor crecimiento es durante el primer año de vida, para los años posteriores, la velocidad de crecimiento se reduce hasta casi ser perceptible, el crecimiento decrece conforme envejecen los individuos.

Discusión

Distribución de tallas.

No fue posible obtener una mayor cantidad de individuos ya que durante el año de muestreo se presentaron varios fenómenos naturales como el mar de fondo, tormenta, huracanes y efecto de la luna llena, los cuales los pescadores no salen a capturar y dentro de los peces obtenidos no se encontraron tallas superiores ni menores, ya que los pescadores optan por peces de cierto tamaño para su venta.

En esta investigación se obtuvo un intervalo de tallas de 164 a 265 mm de longitud patrón con un promedio de tallas de 214.5 mm. Se suscitaron dos puntos a considerar en cuanto a la obtención de muestra: la mayoría de pescadores capturaban en su mayoría otras especies de más valor que el “Blanquito” (*M. brevipinnis*) y durante el periodo de estudio la especie empezó a disminuir en abundancia, lo que ocasionó que la muestra no fuera abundante. No obstante, debido a la especificidad de los análisis arroja información valiosa acerca del crecimiento de la especie.

En el trabajo de Amezcua- Linares (2008), se reporta que el *Microlepidotus brevipinnis* alcanza una talla máxima de 400 mm. En este estudio, el intervalo de tallas de los organismos capturados comprendió de 125 mm a 430 mm de longitud total. La talla promedio de los organismos que se capturan con mayor frecuencia en las redes corresponde a 300 mm (Granados-Flores, 2009).

El intervalo de tallas que caracterizó a la población de sarangola capturada comercialmente, correspondió de 220 a 430 mm de longitud total (150 a 335 mm de longitud patrón). Espino-Barr

et al., (2004b) en su catálogo de especies marinas con valor comercial de Jalisco, reportan para la sarangola un intervalo de tallas similar en su distribución de frecuencias, alrededor de los 130 y 340 mm de longitud patrón. Por su parte, Cruz-Romero *et al.*, (1993) para la misma especie en la zona de Manzanillo, señalan un intervalo de tallas de 120 a 298 mm de longitud patrón con una talla promedio de 225 mm, indicando una distribución uniforme de las tallas entre los 200 y los 250 mm (Citado en Granados-Flores, 2009).

Por lo tanto, los valores del intervalo de tallas obtenidos en ésta investigación, se encuentran por debajo de los datos reportados por otros investigadores como se muestra líneas arriba

Proporción sexual por χ^2 .

En los datos registrados, se obtuvieron 24 machos y 36 hembras dando un total de 60 individuos, en todos los meses en los cuales se obtuvo la muestra, la proporción macho: hembra si bien presentó variaciones hasta de 1 a 2, debido al limitado número de especímenes, no hubo diferencia estadísticamente significativa de una proporción uniforme (1:1) en el número de machos y hembras.

Gallardo-Flores, 2009 menciona que para *H. maculicauda* tiene una proporción sexual a nivel mensual de 1:1 machos y hembras. Gatica-Martínez, 2016, menciona que de un total de 245 organismos, de los cuales fueron 100 machos, 103 hembras y 42 indeterminados y la proporción macho: hembra registrada fue 1:1 y que solo en el mes de mayo (2013) de su muestreo obtuvo 15 hembras por 5 machos (3:1). Valores similares fueron obtenidos en el presente trabajo.

Relación peso-longitud

Los exponentes de la función potencial de la relación longitud-peso (L-p) tuvieron, tanto en machos como en hembras valores puntuales menores a 3. Sin embargo, estadísticamente no fueron diferentes de este valor indicador de isometría. Los valores obtenidos no son significativamente diferentes de 3 y se puede decir que el crecimiento de la especie (*Haemulon flaviguttatum*) es isométrico pero con tendencia a la hipoalometría (Gatica-Martínez, 2016).

Cruz-Romero *et al.* (1993); Espino-Barr *et al.* (2003); Espino-Barr *et al.* (2012) reportan un crecimiento alométrico negativo y Salgado-Cruz (2014) reporta un crecimiento isométrico (crecimiento de talla y peso en la misma proporción) (Citado en Gatica-Martínez, 2016).

Haciendo la comparativa con otros estudios, la relación peso-longitud obtenida en este estudio tiende a la hipoalometría, ya que los valores no superan el valor de 3 para que sea hiperalométrica, o igual a 3 para que sea isométrica.

Relación longitud del pez- radio de la escama

Las escamas y los otolitos son dos de las estructuras que más se utilizan en la determinación de la edad (Holden y Raitt, 1975). La relación entre el crecimiento de dichas estructuras con respecto al tamaño del organismo muestra una relación directamente proporcional, lo cual indica que conforme el organismo incrementa en tamaño, sus escamas y otolitos crecen a una tasa de crecimiento directamente proporcional, lo que comprueba la confiabilidad de ambas estructuras en la interpretación de la edad (Campana y Neilson, 1985). En las escamas se determinaron 3 grupos de edad lo cual coincidió con el número de grupos de edad obtenidos mediante los otolitos por Granados-Flores (2009).

Relación escama-cuerpo

En los resultados obtenidos nos muestra que existe una relación alta entre estas dos variables con el coeficiente de determinación para hembras de $r^2=0.888$ ($P<0.000$) y para machos de $r^2=0.94$, ($P<0.000$). Con esto se comprueba que el crecimiento del pez es directamente proporcional a las escamas y se puede validar como método de determinación de la edad en la especie *Microlepidotus brevipinni*.

Estimación de edad mediante escamas

La lectura de marcas en estructuras duras ha sido un método bastante confiable, en los resultados obtenidos se encontraron 3 grupos de edades indicándonos 1 año por cada anillo encontrado en el *Micolepidotus brevipinnis*.

Granados-Flores (2009), menciona que con los métodos directos se observaron de 1 a 13 anillos de crecimiento (incluyendo a organismos juveniles y adultos). A pesar de la discrepancia en el número de grupos modales y/o de edad, las tallas promedio para cada grupo empleando los diferentes métodos fueron muy similares en los grupos detectados. Para la sarangola de la localidad de Melaque se estableció que la captura comercial estaba compuesta por organismos con edades que variaron entre los 4 y los 13 años de edad. Mediante la lectura de escamas, las hembras y los machos presentaron grupos de 3 a 11 anillos de crecimiento.

Billings (1987) reporta que para *Haemulon plumieri* se determinaron 6 grupos de edad y Gallardo-Cabello *et al.*, (2003) determinan 9 grupos de edad obtenidos de las escamas del bacoco *Anisotremus interruptus* (Gill, 1862) en Manzanillo, Colima (Citado de Granados-Flores, 2009).

Validación de marcas por incremento marginal.

Durante el año de investigación llevada a cabo en el 2012, el *Microlepidotus brevipinnis* mostró un comportamiento en el cual los anillos de crecimiento se forman una vez al año siendo noviembre el mes de formación. Sin embargo, es necesario tomar con reserva este dato, ya que no se tuvieron organismos entre diciembre y febrero, por lo cual se debe de manejar con precaución este dato.

Gallardo-Cabello y Espino-Barr (2003) mencionan que la formación de los anillos en *Anisotremus interruptus* es anual siendo el mes de abril donde muestran los valores mínimos de las medianas de la razón del incremento marginal.

El análisis de la razón del incremento marginal (*RIM*) indica que el periodo de la formación de los anillos es anual y se lleva a cabo en los meses de febrero y marzo al tener los valores de las medianas mensuales más bajos de la *RIM* (Salgado-Ugarte, *et al.*, 2005).

Granados-Flores (2009) reportan que la formación de los anillos es en el mes de junio para *Microlepidotus brevipinnis* siendo así un periodo anual para la formación.

Cruz-Salgado (2014) reporta que para *H. flaviguttatum* la periodicidad de las marcas es bianual, siendo que el primer anillo se forma en el mes de marzo y el segundo en el mes de noviembre, (Citado de Gatica-Martínez, 2016).

Modelo de crecimiento de von Bertalanffy

Para modelar el crecimiento se usó el modelo de von Bertalanffy con los datos obtenidos por la lectura de escamas y se obtuvo que el modelo generado tuvo un alto coeficiente de determinación para machos y hembras ($r^2=0.99$) con una $L_{\infty}=21.8290$ cm en machos y $L_{\infty}=21.0815$ cm en hembras.

En los resultados observados en las gráficas, nos muestra el comportamiento típico de crecimiento, la especie crece de manera acelerada en sus primeros años de vida y posteriormente, esa velocidad disminuye de manera paulatina, no se sabe hasta qué edad deja de ser imperceptible el crecimiento por no tener mayor cantidad de datos de anillos de crecimiento como en otros estudios realizados con especies de la misma familia.

Gatica-Martínez, (2016) reporta un alto coeficiente de determinación en *Haemulon flaviguttatum* ($r^2= 0.985$)

CONCLUSIÓN

La composición mensual de tallas resultó en distribuciones multimodales siendo octubre el mes donde se observaron las tallas más grandes 29.5 cm en machos y 32.4 cm en hembras, mientras que las modas de talla menor fueron de 22 cm en machos y 21.1 en hembras en el mes de marzo.

Se obtuvieron los intervalos de tallas de 19 a 24.6 cm de longitud patrón para machos y 16.4 a 26.5 cm en hembras.

Para la proporción sexual se realizó la prueba de χ^2 , ningún mes mostró diferencias significativas en la proporción sexual la cual fue 1:1.

Para la relación peso-longitud tanto en machos como en hembras, el crecimiento es de hipoalometría, ya que los valores no superan 3 para que sea hiperalometría o igual a 3 para que sea isométrica.

En la relación longitud del pez-radio de la escama, los resultados nos indican que si hay una relación entre las variables con un alto coeficiente de determinación ($r^2=0.94$ en machos y $r^2=0.88$ en hembras). Esto demuestra que el crecimiento de las escamas es directamente proporcional a la talla de los organismos. Por lo tanto, estas estructuras que pueden utilizarse para estimar la edad en la especie *Microlepidotus brevipinnis*.

La razón de incremento marginal sugirió una formación de anillo de crecimiento una vez al año y esta se da en el mes de noviembre

El modelo de von Bertalanffy es un modelo que se ha empleado en la biología pesquera y se ha demostrado que es uno de los modelos óptimos para describir cuantitativamente el crecimiento.

No hay diferencias significativas en los parámetros de la función de crecimiento entre los sexos $T^2 = 17.7511$ $T^2_{0.01: 3,4} = 75.1247$ $F_{0.01: 3,4} = 16.6944$

Para evaluar el dimorfismo sexual mediante los modelos de crecimiento, se comparan los parámetros de la función de crecimiento entre sexos del modelo matemático que mejor se ajuste, mediante varias pruebas: multivariada de T^2 de Hotelling (Bernard, 1981).

Es conveniente continuar con estudios de edad y crecimiento para tener series anuales completas de datos. Es importante seguir con estos estudios ya que con el cambio climático, en los océanos se han registrado temperaturas más cálidas, esto provoca nuevas rutas migratorias, cambios en las fechas de reproducción, cambios en alimentación, etc.

REFERENCIAS

- Amezcua-Linares, F. 2008. ***Peces Demersales del Pacífico de México***. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México, 168 p.
- Bernard, D, R., 1981. Multivariate Analysis as a means of comparing growth in fish. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38, 233-236.
- Campana, S. E. y J. D. Neilson. 1985. ***Microestructure of fish otoliths***. *Canadian Journal of fisheries and aquatic sciences.* 42: 1014-1032.
- Chambers, J. M., W. S. Cleveland, B. Kleiner and P. A. Tukey, 1983. ***Graphical methods for data analysis***. Belmont, CA: Wadsworth.
- Cruz-Romero M., E. Espino-Barr y A. García-Boa, 1993. ***Aspectos poblacionales de cinco Especies de la familia haemulide (picises) en la costa de Colima, México***. Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) Manzanillo, Colima. *Ciencia pesquera* 10: 43-54 p
- Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología (s.f.). ***Cuestionarios/cnarioPtoangel.pdf***. Recuperado el día 01 de octubre de 2014 de <https://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioPtoangel.pdf>
- Ehrhardt, N. M., 1981. ***Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. Primera parte: Estimación de parámetros poblacionales***. FAO-INP., México. 133p
- Espino-Barr, E., M. Cruz-Romero & A. García-Boa. 2003. ***Peces marinos de valor comercial de las costas de Colima, México***. Instituto Nacional de Pesca, CRIP Manzanillo, Colima. México. 106 p
- Espino Barr, E., E. G. Cabral Solís, A. García Boa y M. Puente Gómez, 2004b. ***Especies marinas con valor comercial de la costa de Jalisco, México***. Secretaria de Agricultura, Ganadera, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación – Instituto Nacional de la Pesca. México. 145 p.
- Espino-Barr, E., González Vega A., Santana Hernández H., González Vega Humberto. 2008. ***Curso de Biología Pesquera***. Universidad Autónoma de Nayarit e Instituto Nacional de la pesca, Manzanillo, Colima, 117 p

- Espino-Barr, E. A., M., Puente-Gómez, A., García-Boa. & E. G. Cabral-Solís, 2012. **Aspectos biológico-pesqueros del ronco chano *Haemulon flaviguttatum*, gil, 1862, en la costa de Jalisco, México.** Cap. 15: 201-214 p En: del Moral Flores, L. F., J.A. Tello Musi (Eds) **Investigación ictiológica en México. Temas selectos en honor al Dr. José Luis Castro-Aguirre.** UNAM, Fes. Iztacala, SIMAC, ISBN 978-607-02-3628-0, 304 p
- FAO, 2018. **La pesca.** 2018, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/fisheries/es/>
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N. y Van der Laan, R. (eds) 2022. **ESCHMEYER'S CATALOG OF FISHES: GENERA, SPECIES, REFERENCES.** (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Versión Electronica, accesada 22 marzo 2022.
- Fishbase. (2016). **Species Summary-Haemulon.** 2016, de Fishbase Sitio web: <http://fishbase.sinica.edu.tw/Summary/speciesSummary.php?id=13707&genusname=Haemulon&speciesname=flaviguttatumhttp>
- Gallardo-Cabello M., y E. Espino-Barr, 2003 **Determinación de la edad de *Anisotremus interruptus* (Peciformes: Haemulidae) de lectura de escamas, en las costas de Colima, México.** *Rev. Biol. Trop.* Vol 51(2): 519-528.
- Gallucci, V. F.; S. B. Saila, D. J. Gustafson y B. J. Rothschild. 1996. **Stock assessment, quantitative methods and aplicaciones for small scale fisheries.** Lewis Publishers. E.U. 527p
- Ganados, L.C. 1996. **Ecología de peces.** Universidad de Sevilla. Secretariado de publicaciones. España. 353p
- García, E. 2004. **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.** Quinta edición. UNAM, Instituto de Geografía, México D.F.
- Gatica-Martínez, M. A. (2016). **Edad y crecimiento por medio de lectura de otolitos en el ronco (*Haemulon flaviguttatum*) en Puerto Ángel, Oaxaca.** México D.F. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. 65 p
- Gómez, M. J. L., 1994. **Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos.** FES Zaragoza, UNAM, México, 99 p.

- González, L.W. 1979. **Determinación de la edad del *Paralanchurus peruanus* (Steindachner, 1875) (Pisces: Sciaenidae) mediante el uso de los otolitos.** Informe Museo del Mar 22: 1-19
- Google Earth, (2015) **Mapa de la República mexicana.** Google. <https://earth.google.com/web/@22.73159492,-100.6850163,1875.72188309a,3597791.41861796d,35y,0h,0t,0r>
- Granados-Flores, K. M. 2009. **Análisis de la edad y el crecimiento de la sarangola *Microlepidotus brevipinnis* (Steindachner, 1869, Pisces: Haemulidae) mediante el estudio de las escamas y los otolitos, en Melaque, Jalisco. México** D. F. Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. 75,77,78, 99 p
- Hardle, W. 1991. **Smoothing Techniques.** With implementations ins. Springer-Verlag. New York.
- Holden, M.J. y D.F.S. Raitt (Eds.), 1975. **Manual de ciencia pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación.** Doc. Tec. FAO Pesca, (115) Rev. 1, Roma: 211 p.
- INEGI. (2016). **Información Territorial De Oaxaca.** 2016, de INEGI Sitio web: <http://inegi.org.mx/monografias/informacion/oax/territorio>.
- Instituto Nazca. (2017). **Pesquerías.** 2017, de Instituto Nazca Sitio web: <http://institutonazca.org/es/our-focus/espanol-fisheries/> .
- Isoteco-Palemón, J., 2011. **Determinación de edad y crecimiento del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1992) por medio de la lectura de anillos de crecimiento de escamas en la costa de Guerrero.** Tesis de licenciatura, Biología, FES Zaragoza, UNAM, México.31p 112p
- Lagler, F. K., J. E. Bardach, R. R. Miller & D. R. M. Passino, 1984. **Ictiología.** AGT-editor, S.A. 489 p.
- Lara-Mendoza, Raúl E., Rojas-González, Ramón I. y Arenas-Fuentes, Pablo R. 2022. **La pesca artesanal en México y la búsqueda de soberanía alimentaria y bienestar social.** La jornada del campo. Número 176. Recuperado el 14 de agosto del 2022 de www.jornada.com.mx/2022/05/21/delcampo/articulos/pesca-artesanal-

soberania.html#:~:text=La%20pesca%20artesanal%20es%20una,de%20tecnificaci%C3%B3n%20o%20de%20inversi%C3%B3n.

- Marques dos Santos, M.J. (2004) **Probabilidad y estadística para ciencias Químico Biológicas**. 2ª ed., Fes Zaragoza UNAM, México 626p.
- Misael Morales & Leo W. González. (2009). **Edad y crecimiento del pez *Haemulon steindachneri* (Perciformis: Haemulidae) en el suroeste de la isla de Margarita, Venezuela**. Revista Biológica Tropical, 58(1), 299-310.
- Morales-Nin, B. (1994). **Growth of demersal fish species of the Mexican Pacific Ocean**. Marine Biology (1994) 121: 211-217.
- Moyle, P. B. & J. J. Cech, Jr. 2000. **Fishes. An introduction to ichthyology**. Cuarta edición. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. México. 612 p.
- Naturalista, (2023). **Ronco rayado, *Microlepidotus brevipinnis*** consultado el 14 de junio de 2023. Disponible en: <https://www.naturalista.mx/taxa/105787-Microlepidotus-brevipinnis>
- Nelson, J.S., 1994. **Fishes of the world**. Third edition. John Wiley & Sons, Inc., New York. 600 p.
- Pauly, D., 1984. **Fish population dynamics in tropical water: A manual for use with programable calculator**. International center for living aquatic resources management, ICLARM, studies and reviews 8, Manila, Filipinas. 179p
- Pauly, D. y G. R. Morgan, 1987. **Length-based methods in fisheries research**. ICLARM Studies and Reviews.
- Ruiz-Dura, M.F., A. Orijel y G. Rodríguez, 1970. **Líneas de crecimiento en escamas de algunos peces de México**. Ins. Nal. De Invest. Biol. Pesc. Serie Investigación Pesquera, Estudio 2. México: 100 p.
- Ruíz-Luna, A. E. Girón B., J. Madrid V. y 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 de Zoología, Morelia, Michoacán, México, 188-201.
- Salgado-Ugarte, I.H., M. Shimizu y T. Taniuchi, 1997. Snp13: **Nonparametric assessment of multimodality for univariate data**. Stata technical Bulletin, 38:27-35.

- Salgado- Ugarte, I. H. 2002. ***Suavización no paramétrica para el análisis de datos***. ENEP Zaragoza, UNAM. México. 139p.
- Salgado-Ugarte, I.H., 2013. ***Métodos estadísticos exploratorios y confirmatorios para análisis de datos. Un enfoque biométrico***. FES Zaragoza y DGAPA PAPIME PE205407, UNAM, México, 307 p.
- Salgado-Ugarte, I.H. y V.M. Saito-Quezada, 2020. ***Métodos Cuantitativos Computarizados para Biología Pesquera***. DGAPA y FES Zaragoza, UNAM, México: 487 p.
- Salgado-Ugarte, I. H., J. L. Gómez-Márquez y B. Peña-Mendoza 2005. ***Métodos actualizados para análisis de datos biológico-pesqueros***. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y DGAPA, UNAM, México: 73, 75, 76, 235, 240 p.p.
- Silverman. B. W., 1986. ***Density Estimation for statistics and data analysis***. London: chapman & Hall.
- Solano-Fernández, (2007). ***Determinación de edad y crecimiento del dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) en el Pacífico Sur mexicano***. (tesis de licenciatura). Universidad del Mar, Puerto Ángel, Oaxaca. 72 P.
- Sparre, P. y S. C. Venema, 1992. ***Introduction to tropical fish stock assessment***. Parte 1. Manual FAO Fisheries technical paper. 306.1. Rev. 1. Roma, FAO : 376p
- Stamatopoulus, C. y Caddy. 1989. ***Estimation of von Bertalanffy growth parameters: a versatile linear regression approach***. J. cons. Inter.explor. mer. 45: 200-208.
- Stata Corporation, 2013. ***Stata Statistical 13 Software: Release 7.0***. Stata Corporation. College Station.
- Trinidad-Bello, (2014). ***Modelos de Crecimiento en biología, su significado biológico y selección del modelo por su ajuste***. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Weatherley, A. H. y H.S. Gill, 1987. ***The biology of fish growth***. Academic Press: 1-21; 209-242.
- Wootton, R. J., 1990. ***Ecology of Teleost fishes***. Chapman and Hall. Fish and Fisheries series 1: 159-195.