



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA



**“Análisis de la distribución de las deformidades  
óseas del esqueleto axial de *Trichiurus lepturus*  
(Perciformes: Trichiuridae)”**

Tesis que para obtener el título de:

**BIÓLOGA**

Presenta:

**Lilia Vidal Ramírez**

Director de tesis:

**M. en C. Jorge Ricardo Gersenowies Rodríguez**

Los Reyes Iztacala, Estado de México, septiembre de 2006.



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.

*Dedicatoria*

*Carla Atenea te dedico con todo mi amor este trabajo, en el que tu fuiste los ATP's que me impulsaron en todo momento, a ti pequeña que eres lo más maravilloso de este universo.*

*Gracias por haber llegado a mí.*

## *Agradecimientos*

*A mi Director de tesis: M. en C. Jorge Ricardo Gersenowies Rodríguez, por todo el apoyo para llevar a cabo esta tesis, y por brindarme día a día todos esos conocimientos que sirven de formación para un biólogo.*

*A mis sinodales: M. en C. Jonathan Franco, M. en C. Mario Cárdenas, M. en C. Alfonso Reyes, Biol. Hugo Castro que dan fe de lo que representa este trabajo con su valiosa y gran ayuda para la elaboración de éste.*

*A mis profesores: Jonathan Franco y Ramón Moreno, quienes siempre me alentaron a seguir adelante.*

*A mis profesoras: Laura Castañeda, Irma Dueñas, Maru Heres y Carmen Álvarez, por la sensibilidad que las caracteriza.*

*A todos mis compañeros y amigos del laboratorio: Minerva, Daniela, Paco, Ariel, Osvaldo, Martín, Ana, Bárbara, Erick, Mónica, Maricarmen, Rocío, Enrique, Marcelo, Mario, Karina, Graciela, Edna, son ustedes los que hacen de este laboratorio un lugar hermoso.*

*A mis amigas; Ángeles Velásquez, Guadalupe Núñez, Elena Guzmán, que siempre están cuando las necesito.*

*A Cristina Valdez, Gabriela Arce, Lupita Larrañaga, Lilian Pérez, Cony Lucas y Beatriz Leal que me enseñaron la parte más hermosa de trabajar.*

*A Josefina Peña que siempre me dio animo para hacer la tesis.  
A mis tías Tere y Elsa a quienes quiero, admiro y respeto.*

*A Carlos mi esposo por ese respeto que me deja ser libre,  
A Martha Guadalupe mi mamá con mucho amor.*

*A mi ALMA MATER la UNAM, FES IZTACALA, por todo lo que me ha dado y me sigue dando.*

*Un científico debe tomarse la libertad de plantear cualquier cuestión, de dudar de cualquier afirmación y de corregir errores.*

*Julius Robert Openheimer, físico estadounidense (1904-1967)*

## INDICE

O.- RESUMEN	1
I.- INTRODUCCIÓN	2
II.- ANTECEDENTES	4
II.1.- GENERALES	4
II.2.- DEFORMACIONES ÓSEAS	5
II.3.- LOS PERCIFIRMES	12
II.4.- FAMILIA TRICHIURIDAE	13
II.5.- DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	15
II.6.- HABITAT Y BIOLOGÍA	16
II.7.- TALLA	17
II.8.- INTERES COMERCIAL	17
II.9.- MODALIDAD DE PESCA	19
II.10.- NOMBRES COMUNES	19
II.11.- HISTORIA DE SU CLASIFICACIÓN	19
II.12.- CLASIFICACIÓN	20
III.- JUSTIFICACIÓN	21
IV.- OBJETIVOS	22
V.- MÉTODO	23
VI.- RESULTADOS	25
VII.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	50
VII.1.- DEFORMACIONES ÓSEAS VENTRALES	50
VII.2.- DEFORMACIONES ÓSEAS DORSALES	51
VIII.- CONCLUSIONES	53
IX.- BIBLIOGRAFÍA	54

## 0.- RESUMEN

Debido a que el sistema esquelético de los peces reviste gran importancia morfológica, funcional y biológica el presente trabajo pretende contribuir al estudio del patrón morfológico de *Trichiurus lepturus*, en especial a la descripción de las deformidades óseas que presenta éste organismo, para lo cual se utilizaron 35 especímenes de ambos sexos y diferentes tallas, que sirvieron para analizar la ubicación, distribución, correlación y diferenciación de las deformidades óseas utilizando pruebas estadísticas las cuales nos reflejaron que *Trichiurus lepturus* tiene dos tipos de deformaciones óseas, las deformaciones óseas dorsales, que a partir del análisis de estos resultados nos arroja una clara evidencia de que se trata de un caso de hiperosteosis, la cual es característica de peces de edad avanzada, por lo que estas deformaciones son más evidentes conforme aumenta de talla los individuos de la especie, y las deformaciones óseas ventrales que después del análisis de nuestros resultados nos muestra que corresponden a la descripción de huesos heterotópicos y que además estos representan gran importancia ya que están en proceso de establecerse dentro de patrón morfoestructural del esqueleto de la especie, por lo que se puede considerar como un carácter que debe incluirse en su diagnosis.

## I.- INTRODUCCIÓN

Los peces se definen como vertebrados acuáticos, ectotermos, de respiración branquial, y su desplazamiento es por ondulaciones corporales dirigidas por medio de aletas, los peces son aproximadamente el 50% de todos los vertebrados vivos. Su distribución es cosmopolita, su origen se remonta al paleozoico (hace 520 millones de años). Desde su aparición han sufrido varias radiaciones adaptativas; la última de éstas ocurrió hace aproximadamente 200 millones de años dando origen a los peces óseos actuales denominados osteicties (Martínez, 1988).

México cuenta con una gran diversidad biológica; se estima que, en su territorio se encuentra cerca del 10% de todas las especies conocidas en la Tierra, su riqueza biológica es debida a la gran diversidad provocada por un elevado número de especies endémicas. Mientras que en Estados Unidos y Canadá en conjunto poseen un territorio diez veces más grande que México, estos países cuentan con grandes recursos de aguas continentales como son los Grandes Lagos, poseen alrededor de 792 especies de peces reportadas. México, con una quinta parte del área continental de los Estados Unidos, posee una fauna rica y diversificada, compuesta de aproximadamente 506 especies en 47 familias. Lo que habla de la importancia ictiofaunística de México (De la Vega, 2003).

Los peces se pueden definir a partir de diversas características, son vertebrados, poseedores de branquias y aletas (Lagler, et al, 1990) y una característica que reviste gran importancia en estos organismos, es el sistema esquelético ya que es el encargado de:

- a) Dar el sostén del cuerpo.
- b) Proporcionar las articulaciones necesarias para formar las palancas que junto con los músculos dan la movilidad al organismo.
- c) Es el almacén por excelencia de diferentes sales, en especial las de calcio que son esenciales para el funcionamiento correcto del sistema nervioso y muscular (Romer y Pearson, 1981).

Desde el punto de vista biológico, el sistema esquelético reviste gran interés debido a que:

- a) Presenta un patrón morfológico constante, lo cual permite la comparación entre especímenes de diferentes grupos de vertebrados.



- b) Los elementos de este sistema están constituidos principalmente por sales de calcio, por lo que se fosilizan con mucha facilidad, llegando así, a constituir las únicas pruebas directas de las faunas de vertebrados que existieron en las diferentes eras geológicas y por lo tanto dan evidencia del proceso evolutivo.
- c) Dado que sus marcas superficiales y deformaciones siempre corresponden con las estructuras blandas como músculos, tendones, nervios, vasos sanguíneos, y tomando en cuenta el comportamiento particular de cada individuo, nos permite generar una imagen completa del organismo vivo, así como inferir sus costumbres y modo de vida (Jarvick, 1980).

Este patrón morfológico esquelético puede sufrir cambios drásticos, al ser modificado por tres procesos que tienen consecuencias muy semejantes:

- 1) La hiperosteosis: la cual consiste en el crecimiento anormal por deposición de un exceso de capas óseas en un hueso típico del patrón morfológico (Desse, et al., 1981; Meunier y Desse, 1986, 1999).
- 2) Los osteomas: que radican en osificaciones anormales que constituyen tumores óseos benignos, los cuales son sumamente raros y pueden tener diferentes etiologías (Giday y Ash, 1976; Smith, 1980; Winter, 1977).
- 3) Los huesos heterotópicos: que son osificaciones membranosas que aparecen de forma constante dentro del patrón morfológico y no poseen un hueso homólogo claro dentro de grupos relacionados (Kardong, 1999).

En el caso de los peces óseos, que pese a su gran importancia económica en la que podemos destacar la de tipo alimenticio y la de ornato, no se ha realizado un estudio completo de los patrones morfológicos del esqueleto, y menos aun, se han reportado las deformaciones óseas, las cuales pueden ser constantes de tal manera que se podrían tomar en cuenta como una característica taxonómica o bien darnos un enfoque evolutivo de dicho organismo, y así observar las características adaptativas de dichas especies para un mejor estudio y explotación económica de estas.

## II.- ANTECEDENTES

### II.1.- GENERALES

En general los trabajos relacionados con osteicties y otros vertebrados tratan temas de su biología general y ecología; sin embargo, debido a que rara vez son estudiados los aspectos anatómicos, todavía no es posible resolver preguntas concretas sobre los procesos que dieron origen al grupo y su diversificación. Dado que, los estudios osteológicos aportan los conocimientos básicos para reconocer y entender con mayor profundidad la taxonomía, filogenia y paleontología de los grupos ícticos. Sobre este tema y con diversos propósitos, podemos señalar, entre otros, el estudio de las series operculares de varias familias de peces (Hubbs, 1919), la definición osteológica de la familia Characidae (Weitzman, 1962), el estudio de la estructura y sistemática de los pecílidos (Rosen y Bailkey, 1963), la comparación de los neurocraneos de gran parte de las familias ícticas con el fin de establecer su relación evolutiva (Greewood, et al., 1966), y más recientemente, la descripción de un nuevo género dentro de la familia Cichlidae (Kullander, 1988).

En México, pocos trabajos se han desarrollado acerca de la osteología de peces. En 1956, se dio un paso muy importante por la publicación de una nota preliminar sobre peces fósiles, correspondientes al Turoniano Superior de Xilitla, en San Luis Potosí (Maldonado-Koerdell, 1956), en esta publicación se destacó la importancia de la columna vertebral en los diferentes especímenes estudiados. Así mismo las escasas referencias describen ejemplares fósiles, como el bagre *Ictalurus dugesi* (Alvarez, 1966) y el gobioido *Tapatía occidentalis* (Alvarez y Arreola, 1972). En este sentido se destacan los estudios de restos fósiles de atherínidos y ciprínidos de Jalapa y Zacoalco, en Jalisco (Alvarez, 1974). Los trabajos paleoictiológicos de la Cuenca de México (Alvarez y Moncayo, 1976), la publicación de la osteología de *Notropis aztecus* (Moncayo, 1981), las comparaciones morfológicas, incluyendo osteológicas, de los atherínidos del Lago de Chapala. Barbour y Chernoff en 1984 y más recientemente Mejía-Mojica y Díaz-Prado (1991) describen el cráneo de *Astyanax fasciatus*. En 1995 Paulo-Maya y Cortés, consideraron que el esqueleto postcraneal de los Atherinidae es una estructura de gran relevancia para la diferenciación de especies y en 1997 Valdez, realizó un estudio osteológico de las formas oculares del género *Astyanax* en México, donde determinó el número de elementos óseos del cráneo señalando que solo en 20

huesos presentaban diferencias de los 120 ejemplares de cuatro diferentes especies que estudió.

En relación con el estudio de los caracteres osteológicos de los peces utilizados para la descripción y comparación de distintos grupos, se han publicado trabajos como el de Myers (1926), quien estudió a los carácidos africanos llegando a la conclusión de que era necesario separarlos en dos géneros. Tomando como base el cráneo, dentición y algunas partes del esqueleto, Gregory y Conrad (1937) realizan un estudio filogenético y propusieron una nueva clasificación para la familia. Posteriormente Weitzman (1962), describió la osteología de *Brycon meeki*, considerándolo como un pez que muestra las características generales que debe presentar cualquier carácido.

Por otra parte la descripción de las estructuras óseas ayudan a encontrar relaciones de similitud entre diferentes especies, como en el trabajo realizado por González-Díaz (2000), quien comparó osteológicamente el aparato branquial de especímenes del género *Chirostoma*, de igual manera, Borrego-Villalpando (2001) contribuyó al conocimiento de la osteología del charal *Chirostoma humboldtianum*, encontrando una gran similitud con *Atherinella balsana* en cada uno de los huesos descritos, con una pequeña diferencia entre los elementos del neurocráneo. En 2003 Hernández Ocaña describió el esqueleto del Ronco, *Haemulon plumieri*, una especie mexicana de interés comercial.

## **II. 2.-DEFORMACIONES ÓSEAS.**

Como ya ha sido puntualizado en diferentes trabajos, muchas especies de peces, sobre todo cuando alcanzan una edad mayor, pueden desarrollar distintos tumores óseos en ciertas regiones de esqueleto (Olsen 1969, 1971; von Driesch 1994b; Meunier y Desse 1994). Recientemente se ha sugerido que la morfología característica de la hiperosteosis pueda tener valor taxonómico en lo referente a la identificación (von Driesch 1994a,b). Ésta puede tomar varias formas:

- 1) Inflamación ósea de los huesos frontales así como de la cresta occipital o del hueso supraoccipital (por ejemplo Carangidae: *Caranx chrysophrys* y *Ulua mentalis*).
- 2) Inflamación ósea de los huesos frontales así como del supraoccipital (por ejemplo Sparidae: *Argyrops spinifer*; Haemulidae: *Pomadasys argyreus*).

- 3) Alargamiento de la cresta occipital pero también de los elementos postcraneales del tronco (por ejemplo arcos vertebrales neurales y hemales, costillas, cintura pélvica y pterigóforos de la aleta anal en Platacidae: *Platax teira*).
- 4) Tumores óseos exclusivamente en los elementos postcraneales del esqueleto (por ejemplo: cleitros, posttemporales, costillas, pterigóforos y procesos vertebrales hemales y neurales en el caso de Carangidae: *Scomberoides commersonianus*; y cleitros y centros vertebrales en Monacanthidae: *Aluterurus monoceros*).

El análisis estadístico del fenómeno de hiperosteosis parece indicar que es independiente del sexo (James 1960). También parece que los peces que poseen dichos tumores muestran un comportamiento con características normales (Johnson 1973). Muchos de los autores consideran que la hiperosteosis se presenta frecuentemente en peces viejos y que puede estar relacionado con el metabolismo de la especie. Los exámenes histológicos han indicado que los tumores óseos están formados de hueso trabecular y de bandas arregladas concéntricamente de tejido óseo más denso (Schlumberger y Lucke 1948; Meunier y Desse 1986, 1994). También se ha observado que en una posición por debajo de la capa cortical externa de hueso compacto “el hueso hiperosteótico esta compuesto de tejido óseo esponjoso que puede tener láminas de hueso compacto a intervalos regulares”. (Meunier y Desse 1994). Aunque estos últimos autores llevaron a cabo microradiografías de especímenes hiperosteóticos de Pomadays no intentaron realizar una investigación cuantitativa de esas líneas. Un tipo muy similar de estructura laminada existe en los otolitos de peces, las cuales son el resultado de fluctuaciones periódicas en las tasas de crecimiento.

La causa real detrás de la hiperosteosis es desconocida. Von Driesch (1994 a, b) ha resumido varias hipótesis que se han propuesto recientemente:

1. Trauma previo (Takahashi 1929).
2. Predisposición genética.
3. Enfermedades neoplásicas no malignas causadas por factores mecánicos o microorganismos (Gunther 1860, Chabanaud 1926,; Takahashi 1929; Korschelt 1940).
4. Factores externos.
5. Un mecanismo para un mejor equilibrio en peces viejos (Desse, et al 1981; Meunier y Desse 1986,1994).

En conjunto la explicación previa favorece la hipótesis de que hiperosteosis tiene una “función hidromecánica durante el envejecimiento”, además de factores genéticos (derivados de especies con hueso trabecular), factores fisiológicos (las necesidades mecánicas y fisiológicas del tejido óseo) y los factores externos (los parámetros fisicoquímico del agua de mar) (Meunier y Desse 1994) pueden todos jugar un papel importante para la formación de dichos huesos.

Una importante contribución que recientemente ha confirmado que la hiperosteosis de los peces no es patológica sino que es "un aspecto predecible del crecimiento del esqueleto la cual ocurre en las 18 familias de neoteleósteos, incluyendo por lo menos alrededor de 63 especies" (Smith-Vaniz et al. 1995). Ellos confirman que representa una manifestación benigna del desarrollo y crecimiento normal, y que el patrón de los huesos de los peces que presentan hiperosteosis puede ser específico de la especie.

Un perciforme que es extensamente cultivado en el Mediterráneo y Portugal, es el besugo o dorada *Sparus aurata* (L.) éste teleósteo está asociado con un incremento en la incidencia de malformaciones del esqueleto, particularmente aquéllas que se encuentran asociadas con la columna vertebral de el adulto (Paperna, 1978,; Barahona-Fernandes, 1982,; Francescon et al., 1988; El Santamaría et al., 1994). La causa y progresión de tales malformaciones del esqueleto en los peces cultivados son inciertas y, a pesar de su frecuencia relativamente alta en estos peces, existen pocos estudios del desarrollo cartilaginoso-osteológico. La mayoría de los estudios osteológicos publicados tienen como propósito ampliar el conocimiento básico sobre la taxonomía y sistemática de las larvas (Dunn, 1983), estos estudios han estado dirigidos principalmente a especies salvajes por ejemplo. *Anisotremus virginicus* (L.) (PotthoV et al., 1984), *Scombrobrax heterolepis* (Roule), *Gempylus serpens* Cuvier, *Nesiarchus nasutus* (Johnson), *Scomber japonicus* Houttuyn (PotthoV et al., 1986), y *Engraulis japonicus* (Schlegel) (Balart, 1995). En *Sparus aurata*, las anomalías espinales son perceptibles en fases larvales (Santamaría et al., 1994). Es probable que algunas malformaciones sean consecuencia de factores genéticos y de factores fisiológicos, como la incapacidad para inflar la vejiga gaseosa (Kitajima et al., 1981; Chatain, 1987), sin embargo, se puede considerar que otras anomalías osteológicas pueden ser consecuencia de factores medioambientales como la dieta, la contaminación, etc. (Hodson et al., 1980; Weis y Weis, 1989; Hinton et al., 1992).

Durante la embriogénesis de los vertebrados, el cartílago es el primer elemento del esqueleto en formarse y como consecuencia, con algunas excepciones (por ejemplo el

cartílago interarcual, el cartílago basibranquial, el cartílago rostral), se transforman en hueso. Dos tipos principales de huesos que difieren en su origen pueden identificarse en los vertebrados: hueso de cartílago que tiene un precursor cartilaginoso y el hueso dérmico el cual se desarrolla dentro o simplemente bajo la piel sin ningún precursor cartilaginoso (Faustino y Power, 1998)

También para *Sparus aurata* (L.) existen numerosos informes sobre la nutrición y el desarrollo del huevo y la larva (Villani, 1976; Person-Le Ruyet y Verillaud, 1980; Camus y Koutsikopoulos, 1984; Kadmon et al., 1985; Tandler et al., 1989). Recientemente han aparecido varios informes describiendo anomalías osteológicas, frecuentemente encontradas en el opérculo y el complejo de la aleta caudal en larvas del besugo cultivado (Kiriakos et al., 1994; Koumoundouros et al., 1997*a, b*). Sin embargo, tales informes se han enfocado sobre todo en la estructura anormal, y no proporcionan bases para comprender el porque de su aparición.

Una descripción clara con suficientes detalles del modelo normal de condricación y osificación es un paso importante en la identificación de los factores, genéticos o ambientales que pueden interferir con el proceso normal (Kwain, 1975; Somasundaram et al., 1984; Bengtsson et al., 1988; Wiegand et al., 1989; Campbell, 1995; Toften y Jobling, 1996; Lien et al., 1997; von Westernhagen y Dethlefsen, 1997), para determinar los mecanismos subyacentes que originan las anomalías. Existen descripciones detalladas sobre el desarrollo de la columna vertebral, el complejo caudal (Faustino y Power, 1998) y aletas (Faustino y Power, 1999) en *S. aurata*. Faustino y Power en 2001 describieron el desarrollo del neurocráneo, mandíbulas, suspensorium, serie opercular, arco hioideo y arcos braquiales (regiones del esqueleto viscerocraneal) así como la descripción del desarrollo normal del esqueleto de *S. aurata*. Una variedad de artículos se enfocan en el desarrollo del esqueleto viscerocraneal de los peces teleósteos, (Langille y Hall, 1987; Watson y Walker, 1992; Matsuoka, 1997; Adriaens y Verraes, 1998) sin embargo la mayoría de estos artículos se refieren a las fases tempranas de desarrollo (Adriaens y Verraes, 1997; Kimmel et al., 1995; Vandewalle et al., 1992, 1999), éstos artículos o bien están incompletos o solo se limitan al desarrollo de huesos presentes en los peces juveniles (Lau y Shafland, 1982; Pottho. et al., 1984; Balart, 1985; Collette y Gillis, 1992; Johnson et al., 1996; Suda, 1996; Doyle, 1998; Parenti y Thomas, 1998; Voskoboinikova, 1998). La diversidad de los peces teleósteos hace difícil generalizar sobre el desarrollo del hueso, particularmente cuando la estructura en vías de desarrollo es tan compleja como el esqueleto viscerocraneal.

Mínimos estudios existen sobre el desarrollo del esqueleto viscerocraneal en Sparidae, no siendo muy detallados y generalmente abarcan el desarrollo desde la eclosión (día 0) hasta el estadio juvenil (Houde y Pottho., 1976; Mook, 1977; Matsuoka, 1985; Koumoundouros et al., 2000; Faustino y Power, 2001).

Se conoce que los huesos y las escamas contienen casi el 95% del calcio total del cuerpo de los peces teleósteos (Berg 1968; Fleming 1974). Estos tejidos pueden actuar como depósitos de calcio durante los períodos donde la demanda de calcio aumenta, como es durante la maduración sexual momento donde el estradiol-17b (E2) induce la síntesis de vitelogenina y une a los iones calcio a la vitelogenina (Carragher y Sumpter 1991; Persson et al. 1994, 1995), o cuando el calcio no está disponible en el alimento durante los períodos de ayuno y agotamiento. Hay una amplia evidencia de que el calcio de las escamas es movilizado durante la maduración sexual (Garrod y Newell 1958; Ouchi et al. 1972; Takagi 1990), por un tratamiento con E2 (Mugiya y Watabe 1977; Carragher y Sumpter 1991; Persson et al. 1994), y durante la inanición (Yamada 1956; Ikeda et al. 1974). Aunque la evidencia de la reabsorción del calcio de los huesos es escasa, se ha demostrado en las anguilas hembras (*Anguilla anguilla*) y en el salmón (*Oncorhynchus masou*) madurados experimentalmente (López et al. 1976; Takagi 1990). Por otro lado, varios estudios han fallado en demostrar un flujo significativo de calcio del hueso prelamelar  $^{45}\text{Ca}$  en peces tratados con E2 (Mugiya y Watabe 1977; Carragher y Sumpter 1991; Persson et al. 1994). La razón puede ser que los radioisótopos estudiados en los flujos del calcio de los tejidos calcificados, especialmente en hueso, tenga considerables limitaciones. Debido al alto contenido de calcio, los cambios fisiológicos del flujo de los huesos, puede no ser perceptible en los experimentos a corto plazo, dado que solo causarán alteraciones menores en la cantidad de calcio (o radioisótopo) óseo con respecto a la cantidad total de calcio (o radioisótopo) presente en el hueso. En experimentos a más largo plazo donde se pueden detectar los flujos del calcio, la existencia de varios cúmulos de calcio dentro de cada tejido calcificado, todos con diferentes proporciones, complica el análisis de los datos. La actividad específica de los diferentes cúmulos de calcio en el hueso prelamelar no son rápidamente detectados como datos de flujo de  $^{45}\text{Ca}$  ya que son difíciles de interpretar como datos de flujo real de calcio. La desventaja primaria de este enfoque es, que ninguna información sobre la naturaleza fisiológica de los flujos de calcio puede extraerse, si éstos son pasivos o están mediados por las células del hueso. El flujo pasivo de calcio, insensible a los inhibidores metabólicos, se ha reportado in vitro en la escama de la carpa dorada y en

los huesos de aves y mamíferos dónde la captación de calcio era proporcional a la concentración de calcio en el medio de incubación (Scarpace y Neuman 1973, 1976,; Neuman et al. 1979; Takagi et al. 1989). En orden para evaluar si la reabsorción y formación de tejidos calcificados ocurren, es necesario evaluar la actividad celular. Esto se ha hecho en los osteoclastos de las escamas (Persson et al. 1995), y para los osteoblastos y osteoclastos del hueso (Takagi y Yamada 1992).

Tanto los huesos como las escamas de los teleósteos contienen osteoblastos y osteoclastos, células que se encargan de formar y reabsorber los tejidos osificados, respectivamente (Moss 1961; Yamada 1961, 1971; Ouchi et al. 1972; Bigler 1989; Sire et al. 1990; Bereiter-Hahn y Zylberberg 1993). La reabsorción neta de calcio del hueso y de las escamas probablemente ocurre a través de la regulación en el número y la actividad de células óseas, como es el caso de los vertebrados superiores. Aunque la información sobre la regulación de los osteoclastos y osteoblastos en peces es escasa, por lo menos una parte de la movilización del calcio inducido por E2 de las escamas en la trucha arco iris es resultado de un incremento de la actividad osteoclástica (Persson, et al. 1995). De forma semejante, en las anguilas, la resorción osteoclástica y la osteolisis osteocítica son elevadas durante la maduración inducida experimentalmente (López et al. 1976). La formación de hueso por osteoblastos disminuye cuando la hembra y el macho del salmón alcanzan la madurez sexual, y hay un incremento transitorio en la reabsorción de hueso por los osteoclastos (Takagi 1990). Durante la inanición, ningún osteoblasto activo se observa en los huesos faríngeos de la trucha arco iris (*O. mykiss*), lo cual resulta en una disminución en la formación de hueso con una reducción concomitante en el almacén de calcio en el hueso (Takagi et al. 1992).

Durante su migración anadrómica, el salmón del Atlántico *Salmo salar* L. sufre varias transformaciones (Thorpe, 1988,; Fleming, 1996). Las más espectaculares y mas conocidas transformaciones morfológicas son las del esqueleto craneal, particularmente en los machos en los que la hipertrofia de las mandíbulas es muy notoria (Tchernavin, 1938a,b, 1944,; Bagliniere y Porcher, 1994). Un tipo menos obvio de transformación concierne a las vértebras caudales: El análisis con rayos X de las vértebras caudales de un salmón joven revela un patrón en 'X', mientras que las muestras provenientes de salmones adultos maduros muestran un patrón en doble 'II' (Desse, 1976). A nivel histológico, esta metamorfosis corresponde a una reorganización estructural del centro vertebral al agregarse nuevo hueso trabecular en el área interna de los arcos vertebrales. Simultáneamente, en su base hay mucha reabsorción de hueso (Meunier y Desse, 1978).



El cráneo y las vértebras no son los únicos elementos esqueléticos que muestran dichas transformaciones. Se ha descrito la absorción de escamas en el salmón macho y hembra durante su migración anadrómica (Crichton, 1935,; Van Someren, 1937). Esta reabsorción es el resultado de actividad osteoclástica que se ha encontrado que aumenta en ambos sexos a lo largo de la migración anadrómica (Persson, 1997), y es mayor en los machos que en las hembras (Bagliniere, 1985,; Maisse y Bagliniere, 1986,; Maisse et al., 1988).

No obstante, la absorción de las escamas no puede relacionarse principalmente con la reproducción o por alcanzar la madurez sexual, sino a la deficiencia mineral durante la rápida migración del mar hacia agua dulces (Van Someren, 1937).

El metabolismo del calcio y la osmoregulación cambian en el salmón del Atlántico durante la maduración sexual y la migración para desovar (Fontaine, 1948, 1975,; Fontaine et al., 1950). Calcaemia muestra diferentes variaciones anuales entre los machos y las hembras (Van Someren, 1937). Es más, durante su migración de la cría, el salmón viaja de un medio rico en calcio (el mar) a medio pobre en calcio (el agua dulce), y ellos dejan de alimentarse (Fontaine, 1993; Bagliniere y Porcher, 1984; Fleming, 1996). Todos los autores están de acuerdo que las escamas, pero no otros elementos del esqueleto, pueden proporcionar calcio durante la maduración sexual o después de un tratamiento con estradiol-17 en varias especies (Mugiya y Watanabe, 1977; Carragher y Sumpter, 1991; Persson, 1997). Además Takagi (1990) observó un aumento transitorio en la reabsorción de hueso en las fases tardías de la maduración sexual. De la misma manera las vértebras de la anguila *Anguilla anguilla* L., otro pez que emigra, ha mostrado un aumento significativo en la reabsorción osteoclástica después de la maduración sexual experimental inducida por el extracto pituitario de carpa (Lopez y Martelly-Bagot, 1971,; López, 1973). Este fenómeno aparece en ciertas condiciones fisiológicas donde el esqueleto puede ser una fuente de calcio. En el salmón del Atlántico, la metamorfosis vertebral revelada por los rayos "X" apoya tal hipótesis (Meunier y Desse, 1978).

Los trabajos previos sobre el esqueleto del salmón han involucrado estudios morfológicos exclusivamente cualitativos tanto del cráneo (Tchernavin, 1938 a,b, 1944) como de las vértebras caudales (Desse, 1976,; Meunier y Desse, 1978). De ahí que es importante: (1) cuantificar diferentes parámetros morfológicos de los huesos craneales y vértebras para identificar aquellos que están sujetos a cambios importantes y aquellos que divergen entre los sexos durante la migración para desovar; y (2) para probar, por

examen histológico de las vértebras (la cantidad de hueso compacto y hueso trabecular), la hipótesis de un fenómeno erosivo durante la migración anadrómica del salmón del Atlántico (Meunier y Desse, 1978). De hecho, si hay incremento de la reabsorción de hueso durante esta migración, el volumen del hueso disminuirá y esto puede medirse estudiando la cantidad de hueso compacto contra la cantidad de hueso trabecular.

En el caso de *Trichiurus lepturus*, se han reportado algunas deformaciones óseas, así Olsen (1971) las considera como un caso de hiperostosis de los pterigóforos basales, mientras que Lima y sus colaboradores (2002) lo consideran como osteomas, sin embargo en ninguno de los trabajos han realizado un estudio sistemático como para dar una interpretación definitiva, eso se debe a que solo trabajaron con un espécimen, lo cual, desde el punto de vista estadístico no es representativo.

### **II.3.-LOS PERCIFORMES**

El orden Perciforme es el más diversificado de los osteicties. De hecho, es el orden más numeroso de todos los vertebrados. Los Perciformes dominan la vida en el Océano y son el grupo de peces dominantes en muchos habitats tropicales y subtropicales, la clasificación de este orden todavía no se resuelve y esta sujeta a cambios que reflejen mejor su historia evolutiva dentro de los percomorfos. En un examen detallado de filogenia de los percomorfos, Johnson y Patterson (1993) presenta evidencia que sugiere que los perciformes puede ser un grupo monofilético solo si lo consideramos como parte de los ordenes Scorpaeniformes (incluyendo Dactylopteridae), Pleuronectiformes, y Tetraodontiformes. Este último esquema taxonómico puede fácilmente ser derivado a partir de los linajes perciformes. Otra posición importante es considerar que el orden Perciformes no es monofilético, debido a que de sus muchas familias en distintos subórdenes no están definidas actualmente en términos de un carácter común derivado por lo que no se puede hablar de monofilia. Johnson y Patterson (1993) realizan una revisión crítica de las diferentes formas que se han utilizado para la clasificar este orden en las últimas décadas.

Los Perciformes contienen 18 subórdenes, 148 familias, alrededor de 1496 géneros, con aproximadamente 9293 especies, 43 familias tienen un género cada una, 18 familias tienen una especie (monotípicas), y 20 tienen 100 o más especies. De donde en tres subórdenes, los Percodei, Labrodei, Gobioidi, cuentan con alrededor del 75% de todas las especies de perciformes. Las ocho grandes familias son Gobiidae, Cichlidae, Labridae, Serranidae, Blenniidae, Pomacentridae, Sciaenidae, y Apogonidae. En

conjunto poseen cerca del 57% de todas las especies de osteicties. Muchos Perciformes son peces de litorales. Mientras que alrededor de 1922 especies (21% de los principales cíclidos) normalmente se encuentran solo en agua dulce, y alrededor 2185 especies poseen formas dulceacuícolas por lo menos en algún período de su vida. A diferencia de lo que se cree, Johnson y Patterson (1993) excluyen a la familia Elasmobranchiidae de los Perciformes e incluyen a la familia Caproidae.

Los grupos fósiles están incluidos de la siguiente forma:

- 1) Priscacaridae con un espécimen de agua dulce del Eoceno medio y temprano de pez percoideo de Norteamérica, un género, Priscacara, Grande (1985),
- 2) Nardoichthyidae un gran pez especializado del Cretaceo, del sur de Italia que ha sido considerado por Sorbini y Bannikov (1991) como un Perciforme. Patterson (1993) afirma que sin lugar a duda este último es un Perciforme y señala que no se ha definido Perciformes del Cretácico (todos son más recientes).

#### **II. 4.- FAMILIA TRICHIURIDAE**

Dentro del orden Perciformes, en el suborden Scombroidei se encuentra la familia Trichiuridae, la cual esta constituida por un conjunto de organismos marinos del Atlántico, el Pacífico, y la India. Con cuerpo muy elongado y comprimido, mandíbula inferior protráctil, dientes largos, maxila cubiertas por los preorbitales, colmillos presentes, orificios nasales en ambos lados, cubierta branquial espinosa, aleta dorsal muy larga, con espinas y radios suaves (la porción espinosa usualmente más corta que la porción de radios blandos, con una muesca entre ambas porciones en algunas especies); la aleta dorsal posee dos espinas y de 56 a 121 radios suaves: la aleta caudal pequeña o ausente: la aleta pectoral en posición ventral, aleta pélvica reducida (con una espina escamosa y un radio suave rudimentario) o ausente: de 98 a 192 vértebras (de 34 a 53 torácicas + 55 a 151 caudales) (Nelson, 1994).

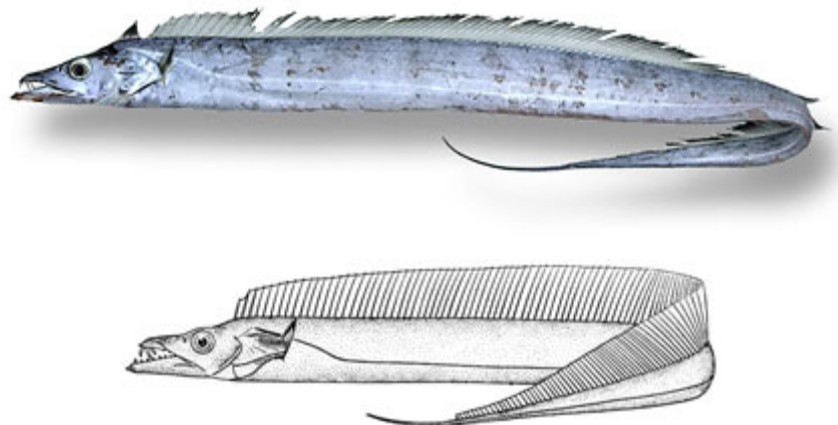
Esta familia está compuesta por nueve géneros con 32 especies, agrupadas en 3 subfamilias Aphanopodinae, Lepidopodinae, y Trichiurinae. (Nelson, 1994).

Subfamilia Trichiurinae: Aleta caudal e hipurales ausentes; aleta pélvica y su soporte esquelético ausente; aleta espinosa dorsal con tres o cuatro radios, porciones espinosas y suaves continuas; línea lateral descendente gradualmente desde la porción pectoral y corriendo el perfil del cuerpo (Nelson 1994).

La especie *Trichiurus lepturus* (figura 1) objeto del presente estudio, es un pez muy comprimido que carece de aleta anal, la dorsal se continúa con una aleta caudal

reducida. Vientre con una serie de escudetes óseos a lo largo de su margen. (Nelson, 1994).

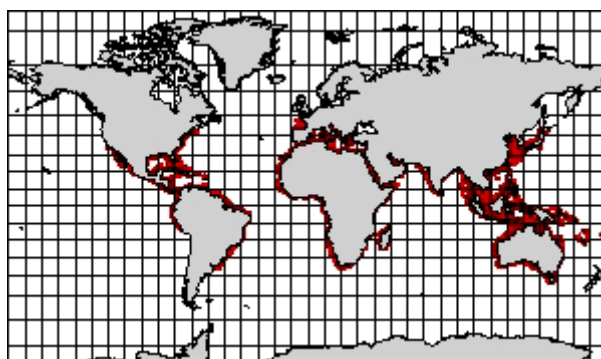
El margen anterior de la espina de la aleta pectoral no esta aserrado, su aleta caudal esta situada entre los radios blandos 39 y 41 de la aleta dorsal. Sus colmillos en ambas mandíbulas con filamentos. Cuerpo elongado y comprimido, en forma de cinta, disminuyendo hacia su extremo caudal a menudo roto; la posición del ano es más cercano al hocico que al extremo caudal del cuerpo (longitud preanal cerca de  $2/5$  de la longitud estándar), boca grande, con procesos dérmicos en los extremos de cada mandíbula, el margen ventrocaudal de la cubierta branquial, cóncavas, con un diámetro que cabe de 5 a 7 veces en el diámetro de la cabeza; De 2 a 3 pares de colmillos largos con filamentos cerca del extremo de la mandíbula y otro par cerca del extremo de la maxila; Una serie simple de dientes afilados, comprimidos lateralmente (semejantes a colmillos en especimenes grandes) en ambas mandíbulas; diminutos dientes palatinos. La aleta dorsal más bien alta y larga, sin muesca entre las espinas y o radios suaves, con 3 espinas y de 130 a 135 radios suaves; la aleta pectoral de tamaño mediano, es tan larga como el hocico, con una espina y de 11 a 13 radios suaves; las aletas pélvicas están ausentes. La línea lateral empieza sobre el margen de extensión de la aleta pectoral, corriendo oblicuamente por atrás de esta, entonces se endereza sobre el contorno ventral. Escamas ausentes en el cuerpo. Los huesos supraoccipital, interhenal e interneural muy osificados observándose frecuentemente en especimenes indios. El color de los especimenes vivos es azul acerado con reflejos plateados, la aleta pectoral es semitransparente, las otras aletas algunas veces coloreadas en amarillo pálido, pudiendo el color llegar a ser de un verde plateado uniforme, incluso algunas veces, después de muertos. (Nelson, 1994).



**Figura 1. - *Trichiurus lepturus* Linnaeus, 1758 (Nelson, 1994).**

## **II. 5.- DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

En México, se encuentra en el Océano Pacífico, Golfo de México y el Caribe, con lo que respecta al Océano Pacífico su pesca es en las costas de Oaxaca, y en el Golfo de México y Caribe, en Campeche, Veracruz y en el estado de Tabasco donde se realiza la mayor pesca de esta especie en la República Mexicana, (anuario de Pesca 2003) respecto a su distribución mundial, se encuentra en aguas tropicales, en particular en todo el Atlántico occidental desde Cape Cod en Estados Unidos hasta la Argentina. En la Zona Común de Pesca sobre el límite del Río de la Plata y en el frente oceánico, dependiendo de la época del año. La profundidad en la que se distribuye oscila entre los 10 y 120 m (Figura 2). (Nelson, 1994).



**Figura 2.- Distribución a lo largo del mapa (Nelson, 1994).**

## **II. 6.-HABITAT Y BIOLOGÍA.**

*Trichiurus lepturus* es un organismo bentopelágico, que se encuentra en la plataforma continental a profundidades promedio de 350 m (de 55 a 385m en el este del Pacífico), ocasionalmente en aguas poco profundas y superficiales durante la noche. Respecto a su alimentación los organismos juveniles e inmaduros comen sobre todo euphasiaseos, pequeños crustáceos pelágicos planctónicos, tales como *Paracalanus*, *Acartia*, *Onceava*, etc., y pequeños peces (anchoas, bregmacerotidos, etc.). Los adultos son piscívoros y se alimentan de anchoas, sardinas, myctophijidos, bregmacerotidos, caragnoideos, sphyraenidos, artherinidos, sciaenidos, Scomber, Trichurius, etc. y ocasionalmente de calamares y crustáceos. Los adultos y juveniles tienen migración diurna vertical opuesta. Los juveniles y pequeños adultos habitan a una profundidad de alrededor de 100 m durante el día y se agrupan para alimentarse en la noche cerca de la

superficie, donde hay organismos planctónicos. Por otro lado los adultos grandes comen presas pelágicas cerca de la superficie durante el día y migran al fondo en la noche. En el mar de Japón, esta especie madura a los 2 años de edad y su tamaño es aproximadamente de 30 cm de longitud en hembras y 28 cm en machos. Algunos individuos de ambos sexos maduran cuando alcanzan un año de edad (Silva Martins y Haimovici, 2000) con 45 cm de longitud preanal, la cual se estimó de una muestra de alrededor de 130 000 individuos durante la estación de reproducción la zona central del mar de Japón. Los huevos son pelágicos, con un diámetro de 1.59 a 1.88 mm, y después de 3 a 6 días alcanzan un tamaño de 5.5 a 6.5 mm de diámetro total. La estación de reproducción es de Abril a Agosto. Con un máximo en Junio en el este del mar de China, desde Julio a Octubre con un máximo en Septiembre en la Bahía de Suruga, de Abril a Octubre con un máximo en Junio en el Canal de Kii, de Mayo a Noviembre en la cercanía de la Península de Kii, y de Junio a Octubre con un máximo entre Julio y Agosto en la zona central del mar de Japón. (Silva Martins y Haimovici, 2000). Shiokawa (Silva Martins y Haimovici, 2000) ha estimado que la edad y el desarrollo de esta especie en el Mar de Japón basándose en los otolitos. Las hembras de un año con una longitud de 24 cm; de 2 años con 30 cm; de 3 años con 34 cm; de 4 años con 37 cm; de 5 años con 40 cm y de 6 años con 41 cm. Mientras que los machos de 1 año con 23 cm de longitud; de 2 años con 28 cm; de 3 años con 31 cm; de 4 años con 33 cm; de 5 años con 34 cm; de 6 años con 35 cm. Para la población californiana. (Fitch y Lavenberg. 1971) se ha estimado una longitud de 83 cm; en los machos de 4 años y una longitud de 112 cm en hembras de 7 años. La migración de ésta especie se considera que ocurre durante el invierno en el fondo del mar, al este de China y el sitio de reproducción se ubica en el mar Amarillo (Misu, 1961). En el mar de Japón, durante el invierno se sitúan en aguas costeras, sobre todo en la plataforma continental (Silva Martins y Haimovici, 2000).

Es un depredador muy voraz que se alimenta de juveniles (pescadilla, caballa, brótola y merluza) y adultos (anchoita) de peces óseos. En menor grado de cefalópodos (calamar y calamarete) y algunos crustáceos (camarón). Presenta cierta selectividad en la dieta, pero al faltar sus componentes principales, depredaría sobre otras especies más abundantes (Silva Martins y Haimovici, 2000).

Es una especie semi-pelágica que habita en las zonas de convergencia, tanto a nivel oceánico como estuarino. Forma cardúmenes dependiendo su densidad de la época del año. En la Zona Común de Pesca mantiene sus características generales siendo más

abundante en verano. Es una especie en estudio tanto a nivel biológico como pesquero. (Silva Martins y Haimovici, 2000).

## II. 7.- TALLA.

*Trichiurus lepturus* tiene una longitud total promedio de 120 cm, desde el morro hasta la región caudal, las medidas varían entre 50 a 120 cm. (Nelson, 1994).

## II. 8.-INTERES COMERCIAL.

La captura de Trichiuridos, fue de 752 711 toneladas en 1990. Cerca del 85% de las capturas reportadas están basadas en datos de la FAO. En el área de pesca reportada como 61, y alrededor del 60% del mar patrimonial de China. Otras áreas en las en las cuales se captura de *Trichurius lepturus* son las 34, 57, 71, 51, 31, 41 y 47 principalmente con chinchorro, en estuarios. El total de capturas reportadas de esta especie para la FAO en 1999 fue de 1 418 944 toneladas. Los países con mayor captura fueron China (1 222 454 toneladas) y Corea (64 445 toneladas). Tiene un excelente sabor cuando se fríe ó se asa, también se usa como sashimi (se corta en crudo con salsa de soya y rábanos). (Zhao, 1990). Es una especie que presenta un buen precio en el mercado internacional.

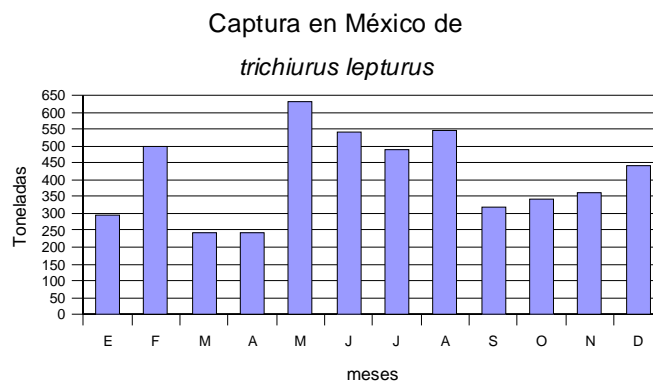


Figura 3.- Captura anual de *Trichiurus lepturus* en México (anuario de Pesca 2003).

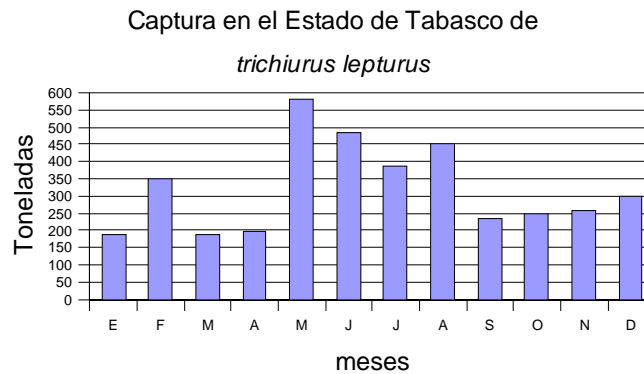


Figura 4.- Captura pesquera anual de *Trichiurus lepturus* en el Estado de Tabasco (anuario de Pesca 2003).

En nuestro país la comercialización de *Trichiurus lepturus* es equiparable a especies como la trucha, el cazón, el guachinango y el robalo. Esto muestra la importancia económica de este organismo en el 2003 se reportó un volumen de pesca de 4 959 toneladas, de las cuales el Estado de Tabasco reporta la captura de mayor jerarquía en esta especie con 3,859 toneladas, le sigue en importancia el Estado de Veracruz con 1009 toneladas, el Estado de Campeche con 80 toneladas y Oaxaca con 11 toneladas. (Anuario de Pesca 2003)

## II. 9.- MODALIDAD DE PESCA.

Las artes de pesca empleadas para su captura son varias: red de arrastre semi-pelágica, red de cerco, palangre común y long line. En nuestras aguas solo se captura con red de arrastre. (Zhao, 1990)

## II. 10.- NOMBRES COMUNES de *Trichiurus lepturus* en diferentes países (según, fishbase.org 2003)

**AUSTRALIA:** Australian hairtail.

**CANADA:** Cutlassfish.

**FRANCIA:** Sabre.

**JAPÓN:** Hakuio, Hakuuo, Hakunagi, Hakuyo, Hiragatana, Katana, Saabera, Sawaberu, Shiraga, Tabinohimo, Tachiuo, Tachi, Tachio, Tachuo, Tachiio, Tachinoiyu, Tachinuiyu, Tachinja, Tachinouo, Tachinoyo.

**MALASIA:** Selayar, Timah.

**MÉXICO:** sable, cintilla.

**RUSIA:** Sablja ryba.

**ESPAÑA:** Espada, Sable, Savola.



**SRI LANKA:** Largeheaded ribbonfish.

**COREA:** Mae-dom-gwa.

**REINO UNIDO:** Cutlassfish, Hairtail.

**ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA:** Cutlassfish.

## **II. 11.- HISTORIA DE SU CLASIFICACIÓN**

*Trichiurus japonicus* fue originalmente descrito por Temminck y Schlegel (1844) (Nelson, 1994) como *Trichiurus lepturus japonicus*, teniendo como sinónimo a *Trichiurus lepturus* Linnaeus (Tucker, 1956). Dos formas relacionadas con el género *Trichiurus* han sido recientemente descubiertas en Okinawa, Japón, y el Dr. Tetsuo Yoshino de la Universidad de Ryukyus y I. Nakamura actualmente están estudiando estas formas para determinar la validez de *Trichiurus japonicus*. Otro sinónimo es *Trichiurus nitens* Garman 1899, del Este del Océano Pacífico (de California a Perú) (Tucker, 1956). Esta forma difiere de todas las otras poblaciones de *T. lepturus* debido a que tiene pocos radios suaves en la aleta dorsal (de 116 a 128 contra 136 a 142) y menos vértebras (de 141 a 158 contra 162 a 170), y esto es considerado suficiente para ser otra especie por Hubbs y Hubbs (1941) y por muchos autores posteriores, incluyendo el más reciente de Parin y Mikhailin (1982).

## **II. 12.- CLASIFICACIÓN (Según Nelson, 1994).**

Clase: Actinopterygii

Subclase: Neopterygii

Orden: Perciformes

Suborden: Scombroidei

Familia: Trichiuridae

Genero: *Trichiurus*

Especie: *Trichiurus lepturus*

### **III.- JUSTIFICACIÓN**

Considerando que la especie *Trichiurus lepturus* está sometida a una intensa captura tanto a nivel mundial como nacional debido a su importancia comercial, y ya que muchos aspectos básicos de su morfología son completamente desconocidos, es necesario iniciar estudios acerca de su anatomía básica, por lo que el presente trabajo, al analizar dentro de su osteología la distribución de deformidades óseas, pretende contribuir al conocimiento de esta especie.

#### **IV.- OBJETIVOS**

- a) Describir las deformidades óseas del esqueleto de *Trichiurus lepturus*.
- b) Analizar la distribución de las relaciones entre la longitud total y la ubicación de las deformidades óseas de *Trichiurus lepturus*.
- c) Analizar la correlación entre la longitud total y la ubicación de las deformidades óseas de *Trichiurus lepturus*.
- d) Diferenciar si las deformidades óseas del esqueleto de *Trichiurus lepturus* se pueden considerar osteomas, hiperosteosis o huesos heterotópicos.

## V.- MÉTODO

- a) Se obtuvieron 35 especímenes de *Trichiurus lepturus* entre 64.7 a 103.2 cm de longitud, todos adultos, y de ambos sexos, en un centro de distribución de la ciudad de México.
- b) Se trasladaron al laboratorio de Anatomía Animal Comparada de la Unidad de Morfología y Función de la FES Iztacala, en donde se identificaron usando las claves de Castro (1978), se fijaron en formol al 4% neutralizado con Borato de Sodio y se almacenaron.
- c) Se desollaron y evisceraron los especímenes con ayuda del estuche de disección, se retiraron todos los paquetes musculares procurando no dañar los elementos esqueléticos.
- d) Se midió la longitud total (Lt) del organismo, y posteriormente la distancia de la punta del morro hasta la ubicación de las deformidades óseas (Ld), tanto las que se encontraban en posición dorsal como las que se encontraban en posición ventral (figura 5).

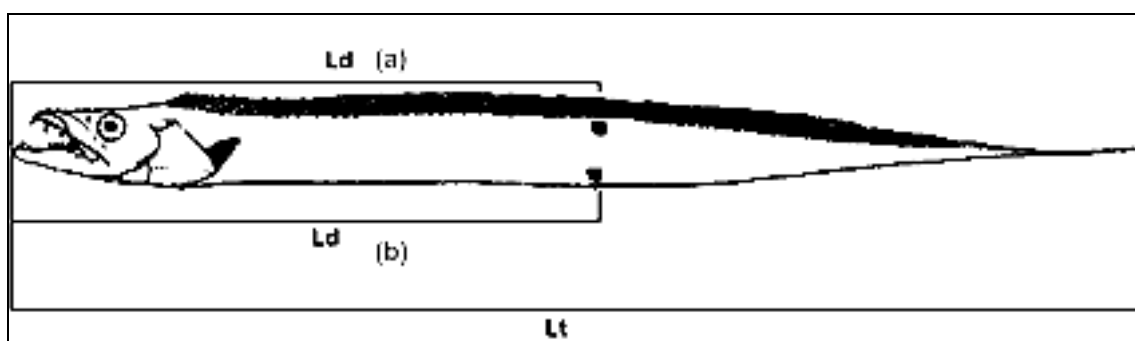


Figura 5.- Obtención de las medidas Lt y Ld, para las deformaciones óseas que se ubican en posición dorsal (a) como para las que se ubican en posición ventral (b)

- e) y a continuación se obtuvo su posición relativa por medio de la ecuación:  
$$Pr = Ld/Lt$$

Donde: **Pr** = Posición relativa de la deformación ósea.  
**Ld** = Longitud de la punta del morro hasta la ubicación de la deformación ósea.  
**Lt** = Longitud total.
- f) Se determinó la distribución de las deformidades óseas, se evaluó normalidad de la posición relativa de dichas deformaciones aplicando tres pruebas (K-S, Lilliefors y Chapiro-Wilk), se obtuvieron las medidas estadísticas básicas

(media, máximo, mínimo, desviación estándar y el coeficiente de variación), el porcentaje de presencia-ausencia de las deformaciones óseas dorsales y ventrales posteriormente se realizó el análisis del coeficiente de correlación (posición relativa de la deformación dorsal contra la longitud total, posición relativa de la deformación ventral contra la longitud total, y la posición relativa de la deformación dorsal contra la posición relativa de la deformación ventral) utilizando el programa STATISTICAL 6 para Windows.

- g) Se fotografiaron las deformaciones óseas, tanto dorsales como ventrales, con una cámara digital Sony Cyber-shot DSC-P31.
- h) Se describieron las características generales de las deformaciones óseas de acuerdo a sus relaciones anatómicas.

## VI.- RESULTADOS

Resultado de las mediciones de la longitud total, de las longitudes desde la punta del morro hasta la ubicación de las deformidades óseas ventrales y dorsales (Ld) y la posición relativa (Pr), se muestra en la tabla 1.

**TABLA 1.**

Nº de espécimen	Lt (cm)	Ventral		Dorsal	
		Ld (cm)	Pr	Ld (cm)	Pr
1	79	30	0.37974684	13	0.16455696
		34	0.43037975	13.5	0.17088608
		41	0.51898734	14	0.17721519
				14.5	0.1835443
				15	0.18987342
				15.3	0.19367089
				15.8	0.2
				16.5	0.20886076
				16.8	0.21265823
				17.3	0.21898734
				18	0.2278481
		19	0.24050633		
2	87	39	0.44827586	17	0.1954023
		43	0.49425287	18	0.20689655
		48	0.55172414		
3	77	46	0.5974026		
4	74	36.6	0.49459459	14.5	0.19594595
		42	0.56756757	15	0.2027027
		44.3	0.59864865	16	0.21621622
		48.5	0.65540541	17.2	0.23243243
		50	0.67567568	18.7	0.2527027
		51	0.68918919	20.8	0.28108108
				25.5	0.34459459
		29.3	0.39594595		
5	75	44.5	0.59333333		
		47	0.62666667		
		48	0.64		
		50	0.66666667		
		52	0.69333333		
6	103.2	48.5	0.46996124	16.5	0.15988372
		53.5	0.51841085	17	0.16472868
		70	0.67829457	17.8	0.17248062
				18.5	0.17926357
				19.2	0.18604651
				20	0.19379845
				20.6	0.1996124
				21.5	0.20833333
				22	0.21317829
				22.8	0.22093023
				23.5	0.22771318
		24.7	0.23934109		
		25.5	0.24709302		
		26.2	0.25387597		
		27	0.26162791		

**TABLA 1-continuación-**

Nº de espécimen	Lt (cm)	Ventral		Dorsal	
		Ld (cm)	Pr	Ld (cm)	Pr
7	80.5	38.5 53.7	0.47826087 0.66708075		
8	69.5	34.2 53.7	0.49208633 0.77266187		
9	81.5	36.5 40.5 45.5 52.2	0.44785276 0.49693252 0.55828221 0.6404908	18	0.2208589
10	85	37 39 48.5	0.43529412 0.45882353 0.57058824		
11	83.5	32.5 37.5 47.7	0.38922156 0.4491018 0.57125749		
12	77.5	33 33.9 36.2 41.4 42 47 52	0.42580645 0.43741935 0.46709677 0.53419355 0.54193548 0.60645161 0.67096774	12.7 13.3 13.7 14.2 14.7 15.3 15.8 16.3 16.9 17.4 17.9 18.4 19 19.5	0.16387097 0.1716129 0.17677419 0.18322581 0.18967742 0.19741935 0.20387097 0.21032258 0.21806452 0.22451613 0.23096774 0.23741935 0.24516129 0.2516129
13	72	47.5	0.65972222		
14	78	33 39 48	0.42307692 0.5 0.61538462		
15	80	35.2 39.5 44.3	0.44 0.49375 0.55375		
16	84.5	37.6	0.44497041	15.6 16.2 16.8 17.5 18 18.5 19 19.6 23.7 34.4	0.18461538 0.19171598 0.19881657 0.20710059 0.21301775 0.21893491 0.22485207 0.23195266 0.28047337 0.40710059
17	81.5	48.8	0.59877301		
18	76.5			34.7	0.45359477

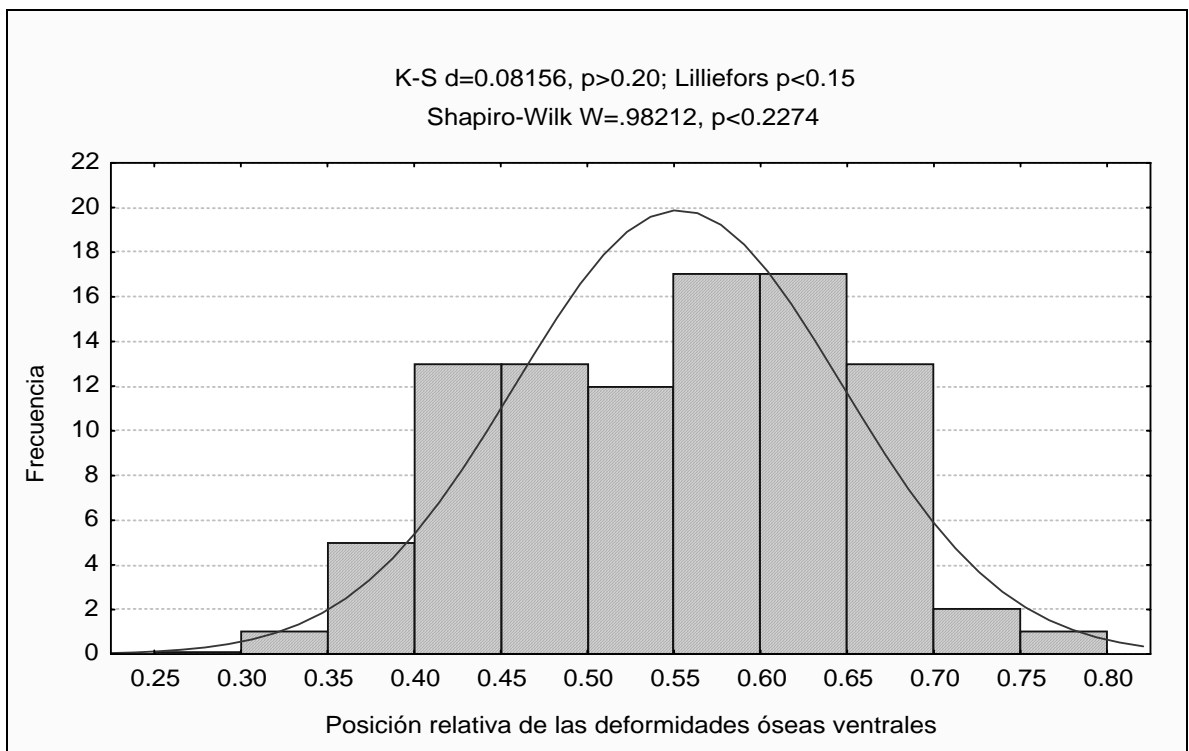
**TABLA 1-continuación-**

Nº de espécimen	Lt (cm)	Ventral		Dorsal	
		Ld (cm)	Pr	Ld (cm)	Pr

19	84	45.4	0.54047619	15.3	0.18214286
		52	0.61904762	15.8	0.18809524
		53	0.63095238	16.3	0.19404762
		53.5	0.63690476	17	0.20238095
		57.3	0.68214286	17.5	0.20833333
		59.2	0.7047619	18	0.21428571
				18.7	0.22261905
				19.3	0.2297619
				19.8	0.23571429
				22.6	0.26904762
				23.4	0.27857143
				23.7	0.28214286
20	64.7	35.5	0.54868624		
		39.2	0.60587326		
		39.7	0.61360124		
21	75	40	0.53333333		
		43	0.57333333		
		49	0.65333333		
		54.5	0.72666667		
22	85.3	36.5	0.42790152	20.5	0.24032825
		41.5	0.48651817		
		45.5	0.53341149		
23	72	47	0.65277778		
24	79.9	46.6	0.58322904		
		50.3	0.62953692		
25	78.5	37.5	0.47770701		
		39.5	0.50318471		
		43	0.5477707		
		44	0.56050955		
		45.3	0.57707006		
		46.7	0.59490446		
		51.7	0.65859873		
26	77	45.2	0.58701299		
27	80	42.7	0.53375		
28	70.9				
29	75.4	37.7	0.5		
		47.6	0.63129973		
30	77.5	29.3	0.37806452		
31	76	26.9	0.35394737		
32	72.2	24	0.33240997		
		45.2	0.62603878		
33	75	32.7	0.436		
		40.5	0.54		
		44.7	0.596		
34	72	45.3	0.62916667		
35	78.7	30.5	0.38754765		
		35	0.44472681		
		48.1	0.6111817		
		48.5	0.61626429		
		48.8	0.62007624		

De los datos de la tabla 1, al considerar la Pr de las deformidades óseas ventrales se obtuvo la distribución de la proporción para dichas deformidades como se muestra en la gráfica de la figura 6.



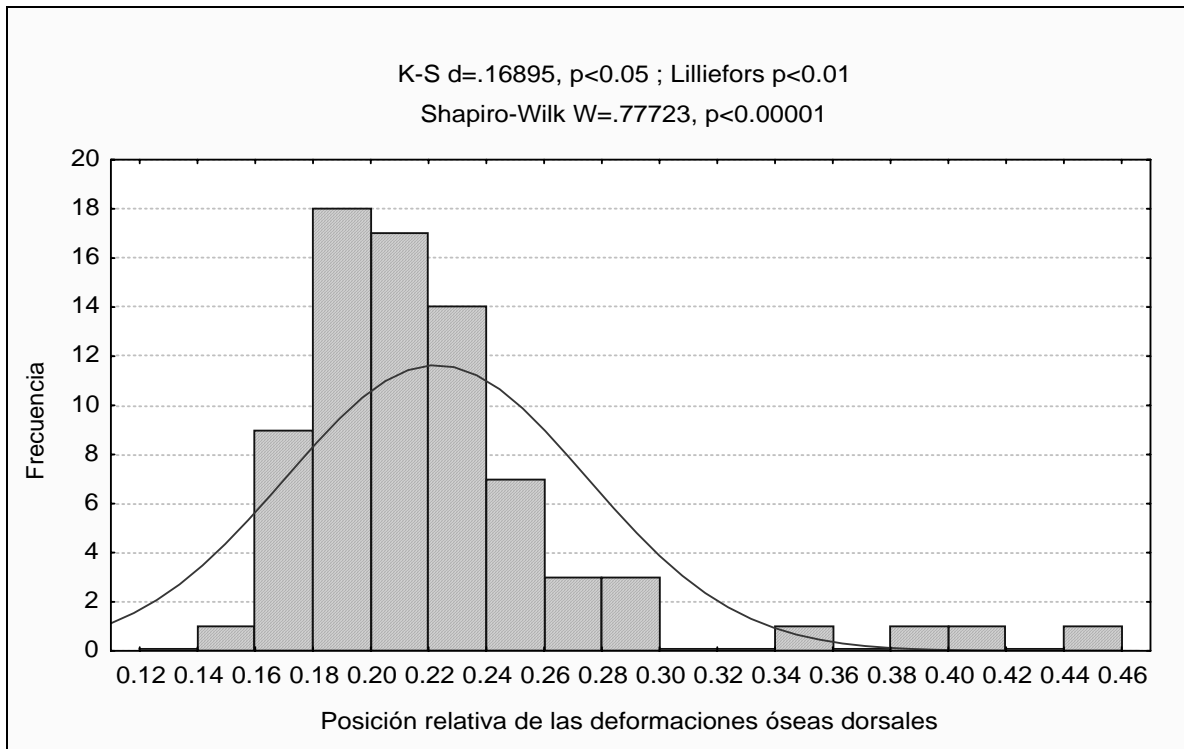


**Figura 6.- Distribución de las deformidades óseas ventrales.**

Observándose que posee un comportamiento normal de acuerdo con las pruebas de normalidad de K-S ( $p>0.20$ ), Lilliefors ( $p<0.16$ ) Shapiro-Wilk ( $p<0.2274$ ), con los siguientes parámetros:

n	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coefficiente de variación
94	0.552718	0.33241	0.772662	0.094298	0.170607796

Al tomar los datos referentes a la Pr de las deformidades óseas dorsales, se obtuvo la distribución de la proporción para dichas deformidades como se muestra en la gráfica de la figura 7.



**Figura 7.- Distribución de las deformidades óseas dorsales.**

Observándose de acuerdo a las pruebas de normalidad {K-S ( $p<0.16895$ ), Lilliefors ( $p<0.01$ ) Shapiro-Wilk ( $p<0.00001$ )} que posee un comportamiento que difiere significativamente de la distribución normal, estando sesgada la distribución hacia la izquierda, es decir, en donde los valores de Pr son más bajos, presentando los siguientes parámetros:

n	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coefficiente de variación.
76	0.222703	0.159884	0.453595	0.052113	0.234002236

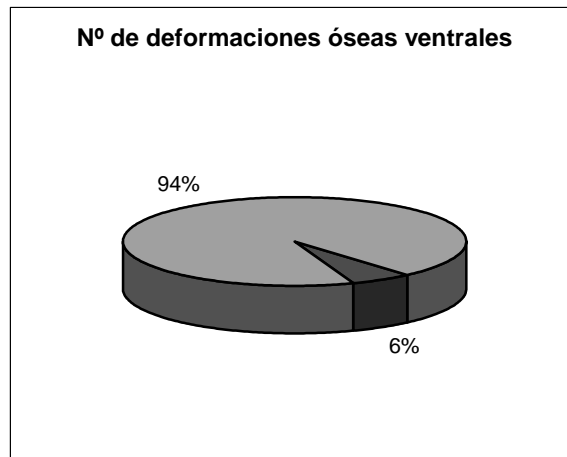
A partir de la tabla 1 se construyó la tabla 2, en donde se concentran la longitud total, así como el número de deformidades óseas tanto ventrales como dorsales.

**TABLA 2**

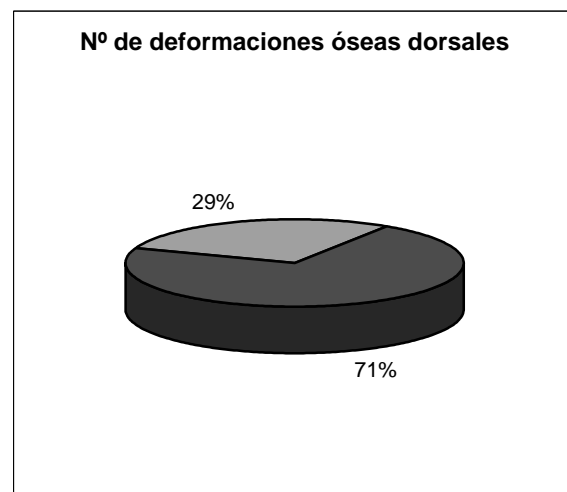
N° de espécimen	Lt (cm)	N° de deformidades óseas	
		Ventral	Dorsal
1	79	3	12
2	87	3	2

3	77	1	0
4	74	6	8
5	75	5	0
6	103.2	3	15
7	80.5	2	0
8	69.5	2	0
9	81.5	4	1
10	85	3	0
11	83.5	3	0
12	77.5	7	14
13	72	1	0
14	78	3	0
15	80	3	0
16	84.5	1	10
17	81.5	1	0
18	76.5	0	1
19	84	6	12
20	64.7	3	0
21	75	4	0
22	85.3	3	1
23	72	1	0
24	79.9	2	0
25	78.5	7	0
26	77	1	0
27	80	1	0
28	70.9	0	0
29	75.4	2	0
30	77.5	1	0
31	76	1	0
32	72.2	2	0
33	75	3	0
34	72	1	0
35	78.7	5	0

En base a la tabla 2, se determinó el porcentaje de presencia de deformidades óseas, con un resultado del 94% de especímenes con deformidades óseas en la región ventral (figura 8), y con un 29% con deformidades óseas dorsales (figura 9).

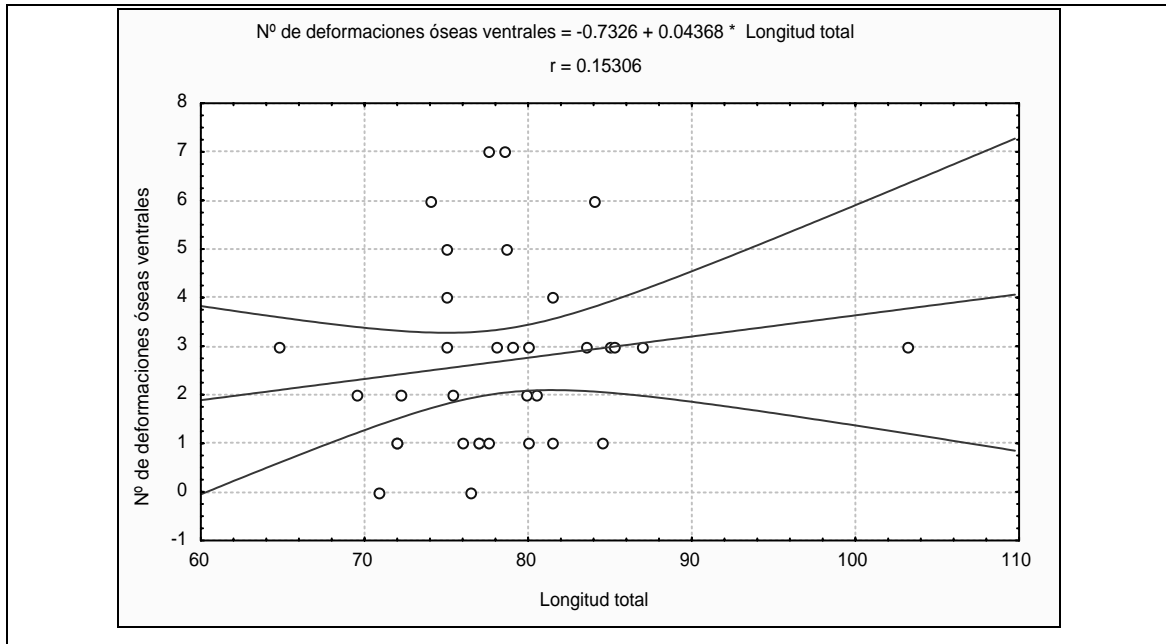


**Figura 8.- Gráfica de la presencia de deformidades óseas ventrales.  
Claro= presencia; Oscuro=ausencia**



**Figura 9.- Gráfica de la presencia de deformidades óseas dorsales  
Claro=presencia; Oscuro=ausencia**

Se procedió a realizar el análisis de correlación entre la longitud total (Lt) y el número de deformidades óseas ventrales de los ejemplares que las poseían, cuya gráfica se muestra en la figura 10.



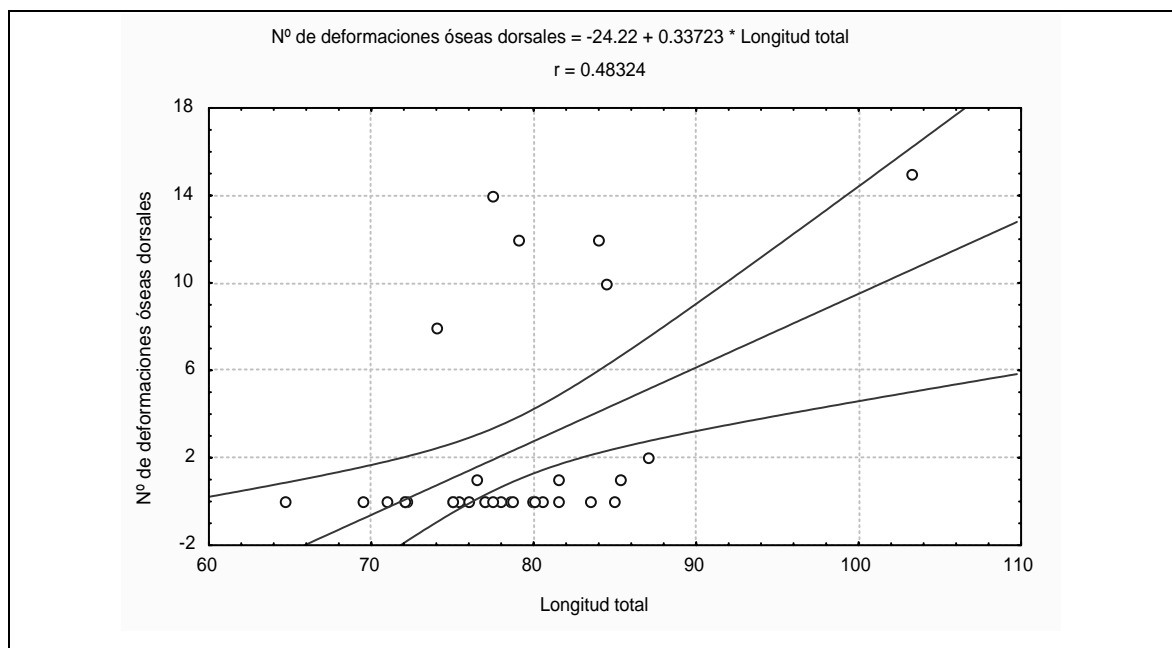
**Figura 10.- Gráfica del análisis de correlación entre la longitud total y el número de deformidades óseas ventrales.**

El resumen del análisis se muestra a continuación:

<b>Resumen del análisis de correlación: Deformidades óseas ventrales contra longitud total</b>				
r	r <sup>2</sup>	Error estándar de la correlación	F(1,33)	P. observada
0.15306099	0.02342767	0.172026	0.79166	0.380039

En esta es notorio que el número de deformidades óseas ventrales no se correlacionan con la longitud total.

El análisis de correlación entre la longitud total (Lt) y el número de deformidades óseas dorsales de los ejemplares que las poseían, se muestra en la gráfica de la figura 11.



**Figura 11.- Gráfica del análisis de correlación entre la longitud total y el número de deformidades óseas dorsales.**

El resumen del análisis se muestra a continuación:

<b>Resumen del análisis de correlación: Deformidades óseas dorsales contra longitud total</b>				
r	r <sup>2</sup>	Error estándar de la correlación	F(1,33)	P. observada
0.48324467	0.23352541	0.152402	10.054	0.003275

En esta tabla es notorio que el número de deformidades óseas dorsales están fuertemente ( $P < 0.01$ ) correlacionadas con la longitud total.

Para analizar la forma de las deformidades óseas ventrales, en la tabla 3 se concentran la longitud total, así como los valores del alto, ancho, grosor y volumen de dichas deformaciones:

**TABLA 3.**

<b>Deformidades óseas ventrales</b>					
Organismo	Longitud total	Altura	Ancho	Largo	Volumen
1	79	0.95	0.74	1	0.703
		0.92	0.41	1.1	0.41492
		0.91	0.36	0.8	0.26208
2	87	0.95	0.96	0.36	0.32832
		1.16	0.69	0.4	0.32016

		1.5	0.77	0.4	0.462
3	77	0.79	0.3	0.26	0.06162
4	74	1.13	0.7	0.4	0.3164
		1.1	0.67	0.44	0.32428
		1.4	0.62	0.4	0.3472
		0.9	0.56	0.33	0.16632
		0.8	0.6	0.37	0.1776
		0.69	0.54	0.26	0.096876
5	75	0.88	0.49	0.27	0.116424
		0.8	0.4	0.37	0.1184
		1	0.53	0.3	0.159
		0.96	0.27	0.2	0.05184
		0.7	0.24	0.14	0.02352
6	103.2	1.34	0.99	0.46	0.610236
		1.45	0.98	0.49	0.69629
		0.95	0.55	0.4	0.209
7	80.5	1.22	0.64	0.39	0.304512
		0.9	0.5	0.25	0.1125
8	69.5	0.9	0.55	0.29	0.14355
		0.7	0.26	0.26	0.04732
9	81.5	1.3	1.5	0.55	1.0725
		1.28	0.99	0.59	0.747648
		1.43	1	0.5	0.715
		1.1	0.7	0.38	0.2926
10	85	1.26	0.77	0.4	0.38808
		1.12	0.74	0.47	0.389536
		1	0.55	0.37	0.2035
11	83.5	1.48	0.86	0.4	0.50912
		1.57	0.97	0.48	0.730992
		1.2	0.8	0.5	0.48
12	77.5	1.4	0.94	0.4	0.5264
		1.5	0.9	0.4	0.54
		1.4	0.95	0.45	0.5985
		1.3	0.7	0.5	0.455
		1.34	0.6	0.5	0.402
		1.27	0.88	0.47	0.525272

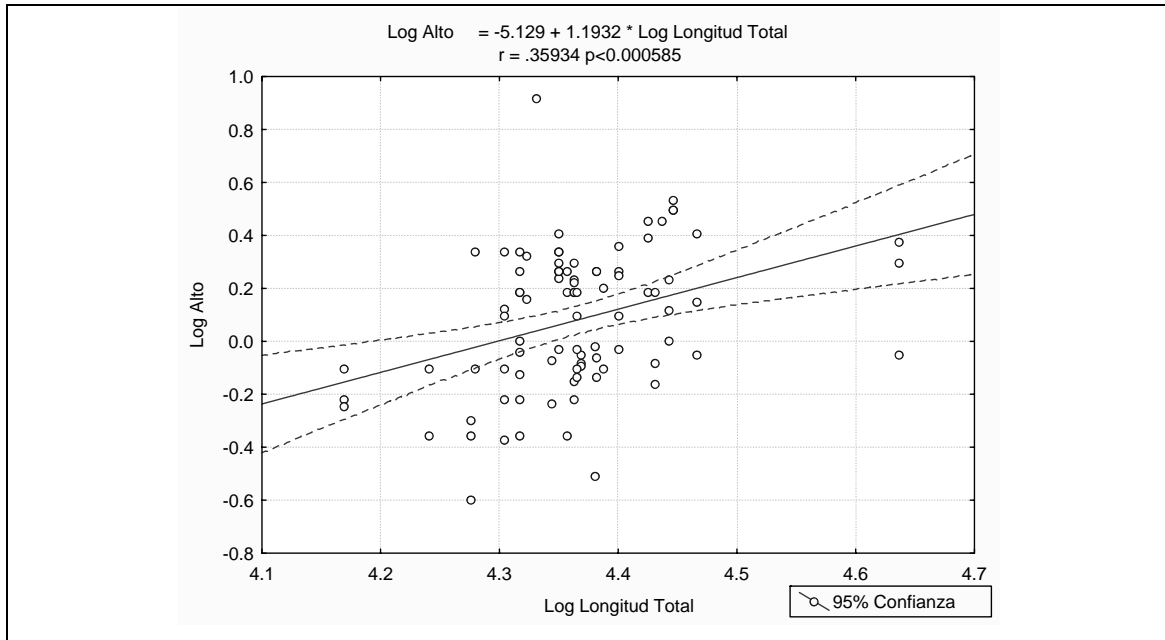
**Continuación Tabla 3-**

Organismo	Longitud total	Altura	Ancho	Grosor	Volumen
		0.97	0.6	0.4	0.2328
13	72	0.55	0.3	0.1	0.0165
14	78	1.2	0.6	0.3	0.216
		1.3	0.5	0.36	0.234
		0.7	0.4	0.3	0.084
15	80	1.3	0.87	0.4	0.4524
		1.3	0.8	0.4	0.416
		0.87	0.49	0.27	0.115101
16	84.5	1.57	1.48	0.73	1.696228
17	81.5	0.97	0.46	0.34	0.151708
19	84	1.2	0.7	0.4	0.336
		0.92	0.4	0.3	0.1104
		0.85	0.25	0.25	0.053125
20	64.7	0.9	0.4	0.29	0.1044

		0.8	0.36	0.2	0.0576
		0.78	0.3	0.2	0.0468
21	75	1.4	0.7	0.36	0.3528
22	85.3	1.7	0.9	0.55	0.8415
		1.64	1.3	0.63	1.34316
		1.64	0.97	0.55	0.87494
23	72	0.7	0.4	0.2	0.056
24	79.9	0.98	0.6	0.35	0.2058
		0.6	0.47	0.27	0.07614
25	78.5	1.26	0.75	0.5	0.4725
		1.34	0.84	0.55	0.61908
		1.25	0.85	0.58	0.61625
		0.8	0.3	0.26	0.0624
		1.2	0.8	0.46	0.4416
		1.2	0.77	0.5	0.462
		0.86	0.57	0.47	0.230394
26	77	0.93	0.6	0.44	0.24552
27	80	0.94	0.54	0.27	0.137052
29	75.4	1.38	0.95	0.54	0.70794
		1.17	0.8	0.5	0.468
30	77.5	1.3	0.77	0.46	0.46046
31	76	2.5	1.6	0.92	3.68
32	72.2	1.4	0.8	0.71	0.7952
		0.9	0.82	0.5	0.369
33	75	1.3	0.9	0.44	0.5148
		1.2	0.8	0.37	0.3552
		1.2	0.8	0.38	0.3648
34	72	0.74	0.4	0.26	0.07696
35	78.7	1.1	0.6	0.34	0.2244
		1.2	0.65	0.38	0.2964
		0.97	0.5	0.3	0.1455
		0.87	0.3	0.3	0.0783
		0.9	0.5	0.34	0.153

A los datos se les aplicó la transformación logarítmica y a continuación se realizó el análisis de correlación entre la longitud total (Lt) como variable independiente, contra las altura, ancho, grosor y volumen como variables dependientes. La gráfica de la longitud total contra la altura de las deformidades óseas ventrales se muestra en la figura 12.





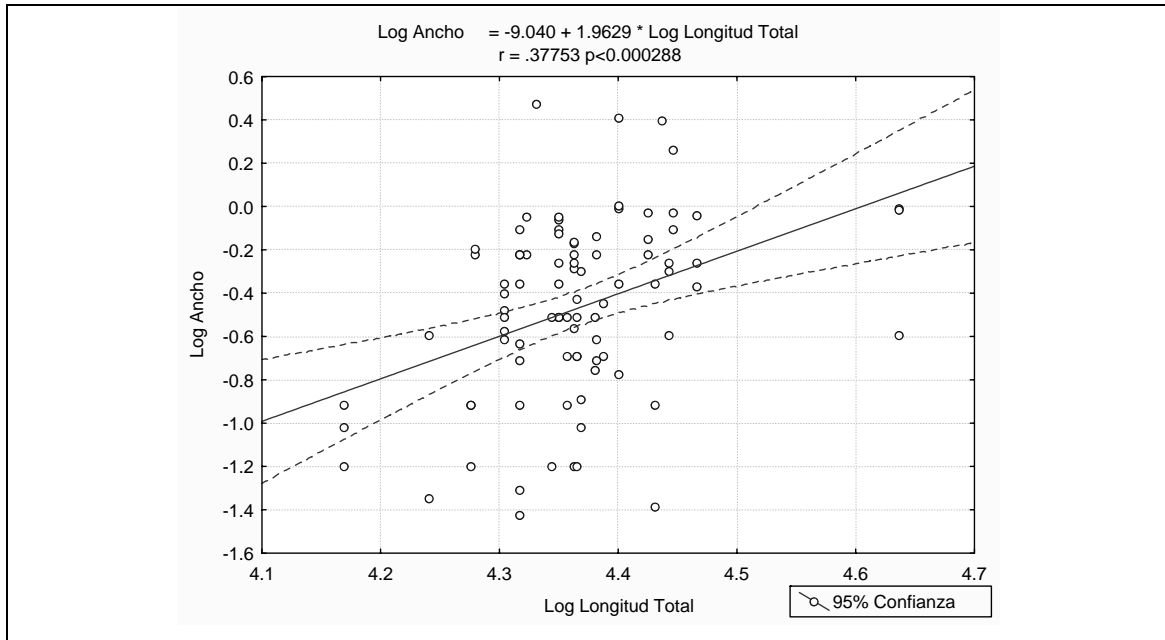
**Figura 12.- Gráfica del análisis de correlación entre el logaritmo de la longitud total y el logaritmo de la altura de las deformidades óseas ventrales.**

El resumen del análisis se muestra a continuación:

<b>Resumen del análisis de correlación: logaritmo de la longitud total contra el logaritmo de la altura de las deformidades óseas ventrales.</b>				
r	$\beta_1$	Error estándar de la correlación	F(1,86)	P. observada
0.35933589	1.1932	0.07537	12.751	0.000585

En esta tabla es notorio que la altura de las deformidades óseas ventrales esta fuertemente correlacionada con la longitud total, presentando una alometría positiva.

La gráfica de la longitud total contra el ancho de las deformidades óseas ventrales se muestra en la figura 13.



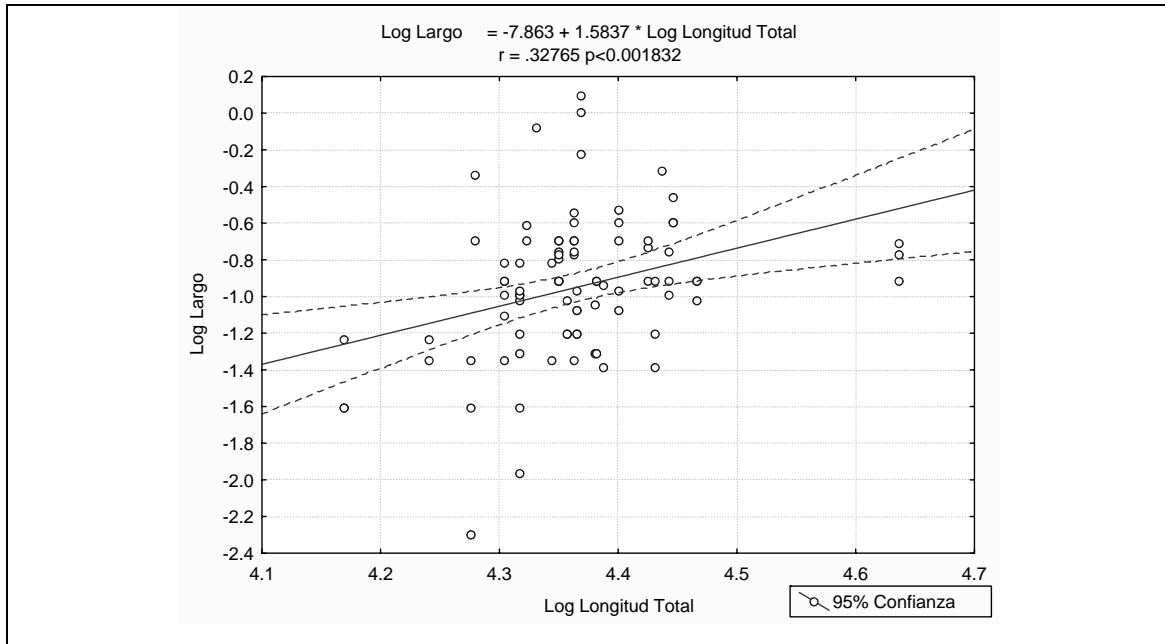
**Figura 13.- Gráfica del análisis de correlación entre el logaritmo de la longitud total y el logaritmo de la anchura de las deformidades óseas ventrales.**

El resumen del análisis se muestra a continuación:

<b>Resumen del análisis de correlación: logaritmo de la longitud total contra el logaritmo del ancho de las deformidades óseas ventrales.</b>				
r	$\beta_1$	Error estándar de la correlación	F(1,86)	P. observada
0.37752922	1.9629	0.07479	14.295	0.000288

En esta tabla es notorio que el ancho de las deformidades óseas ventrales está fuertemente correlacionada con la longitud total, por lo que presenta comportamiento alométrico positivo.

La gráfica de la longitud total contra el Grosor de las deformidades óseas ventrales se muestra en la figura 14.



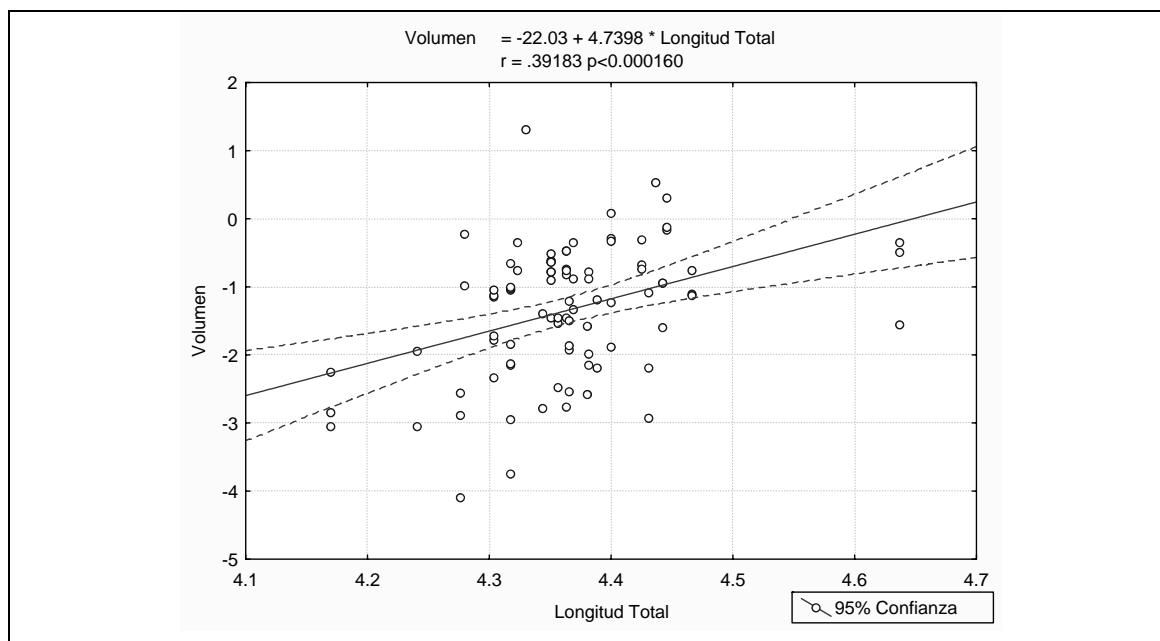
**Figura 14.- Gráfica del análisis de correlación entre el logaritmo de la longitud total y el logaritmo del grosor de las deformidades óseas ventrales.**

El resumen del análisis se muestra a continuación:

<b>Resumen del análisis de correlación: logaritmo de la longitud total contra el logaritmo del grosor de las deformidades óseas ventrales.</b>				
r	$\beta_1$	Error estándar de la correlación	F(1,86)	P. observada
0.32764889	1.5837	0.07631	10.343	0.001832

En esta tabla es notorio que el grosor de las deformidades óseas ventrales esta fuertemente correlacionada con la longitud total, por lo que presenta un comportamiento alométrico positivo.

La gráfica de la longitud total contra el volumen de las deformidades óseas ventrales se muestra en la figura 15.



**Figura 15.- Gráfica del análisis de correlación entre el logaritmo de la longitud total y el logaritmo del volumen de las deformidades óseas ventrales.**

El resumen del análisis se muestra a continuación:

<b>Resumen del análisis de correlación: logaritmo de la longitud total contra el logaritmo del volumen de las deformidades óseas ventrales.</b>				
r	$\beta_1$	Error estándar de la correlación	F(1,86)	P. observada
0.39183171	4.7398	0.07431	15.599	0.000160

En esta tabla es notorio que el volumen de las deformidades óseas ventrales está fuertemente correlacionada con la longitud total, por lo que presenta un comportamiento alométrico positivo.

Para analizar la forma de las deformidades óseas dorsales, en la tabla 4 se concentran la longitud total, así como los valores del largo, ancho, grosor y volumen de dichas deformidades:

**TABLA 4**

Deformidades óseas dorsales					
Organismo	Longitud total	Altura	Ancho	Grosor	Volumen
1	79	0.6	0.18	0.13	0.01404
		0.48	0.2	0.2	0.0192
		0.68	0.16	0.16	0.017408

		0.76	0.16	0.14	0.017024
		0.78	0.17	0.17	0.022542
		0.95	0.24	0.22	0.05016
		0.98	0.2	0.22	0.04312
		0.98	0.3	0.17	0.04998
		1	0.23	0.2	0.046
		1.1	0.2	0.2	0.044
		0.96	0.24	0.2	0.04608
		0.8	0.14	0.1	0.0112
2	87	0.8	0.25	0.17	0.034
		0.54	0.3	0.17	0.02754
4	74	0.78	0.28	0.2	0.04368
		0.78	0.2	0.2	0.0312
		0.78	0.2	0.2	0.0312
		0.78	0.24	0.2	0.03744
		1.8	0.24	0.2	0.0864
		1.8	0.24	0.2	0.0864
		0.99	0.26	0.2	0.05148
		1.9	0.34	0.24	0.15504
6	103.2	0.66	0.2	0.28	0.03696
		0.68	0.2	0.3	0.0408
		0.7	0.23	0.22	0.03542
		0.78	0.14	0.28	0.030576
		0.7	0.27	0.3	0.0567
		0.6	0.29	0.27	0.04698
		0.65	0.27	0.24	0.04212
		0.42	0.24	0.28	0.028224
		0.75	0.22	0.28	0.0462
		0.68	0.2	0.28	0.03808
		0.7	0.23	0.27	0.04347
		0.73	0.2	0.25	0.0365
		0.68	0.2	0.24	0.03264
		0.6	0.2	0.24	0.0288
		0.6	0.2	0.2	0.024
9	81.5	1.2	0.3	0.2	0.072

**TABLA 4 –continuación-**

Deformidades óseas dorsales					
Organismo	Longitud total	Altura	Ancho	Grosor	Volumen
12	77.5	1.2	0.3	0.2	0.072
		1.2	0.3	0.2	0.072
		1.2	0.3	0.2	0.072
		1.2	0.4	0.2	0.096
		1.3	0.4	0.2	0.104
		1.3	0.4	0.2	0.104
		1.3	0.4	0.3	0.156
		1.3	0.4	0.3	0.156
		1.3	0.4	0.3	0.156
		1.3	0.4	0.3	0.156

		1.3	0.4	0.3	0.156
		1.3	0.4	0.32	0.1664
		1.4	0.4	0.35	0.196
		1.2	0.4	0.2	0.096
16	84.5	0.86	0.28	0.28	0.067424
		0.84	0.26	0.26	0.056784
		0.88	0.26	0.28	0.064064
		0.78	0.23	0.24	0.043056
		0.92	0.27	0.25	0.0621
		1.14	0.25	0.25	0.07125
		0.89	0.22	0.2	0.03916
		1.16	0.2	0.3	0.0696
		1.28	0.48	0.3	0.18432
		1.34	0.84	0.4	0.45024
18	76.5	1.38	0.35	0.21	0.10143
19	84	0.7	0.2	0.2	0.028
		0.86	0.26	0.2	0.04472
		0.86	0.3	0.22	0.05676
		0.8	0.26	0.2	0.0416
		0.74	0.22	0.24	0.039072
		0.92	0.2	0.2	0.0368
		0.86	0.2	0.2	0.0344
		0.72	0.3	0.2	0.0432
		0.88	0.24	0.26	0.054912
		0.76	0.24	0.26	0.047424
		0.76	0.26	0.2	0.03952
		0.7	0.3	0.2	0.042
		0.86	0.24	0.2	0.04128
		0.65	0.45	0.17	0.049725
1.2	0.78	0.6	0.5616		

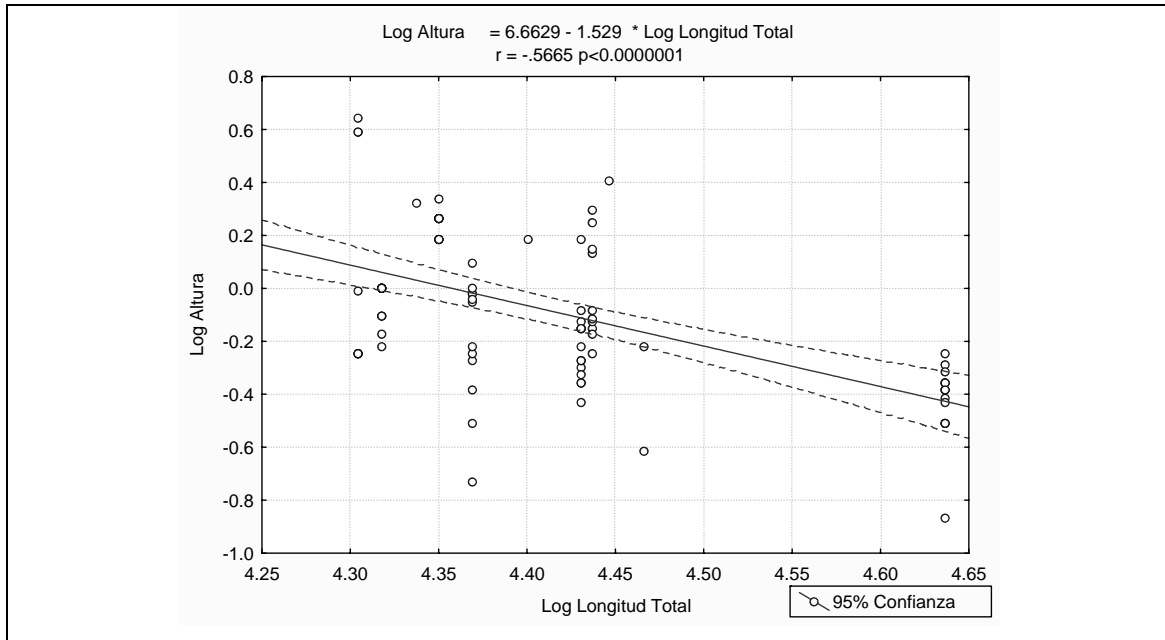
**TABLA 4 –continuación-**

Deformidades óseas dorsales					
Organismo	Longitud total	Altura	Ancho	Grosor	Volumen
22	85.3	1.5	0.7	0.26	0.273
33	75	0.9	0.2	0.2	0.036
		0.9	0.3	0.2	0.054
		1	0.3	0.2	0.06
		1	0.3	0.2	0.06
		1	0.3	0.2	0.06
		1	0.3	0.2	0.06
		1	0.25	0.2	0.05
		1	0.25	0.2	0.05

		1	0.2	0.2	0.04
		0.84	0.2	0.2	0.0336
		0.8	0.2	0.2	0.032
		0.9	0.2	0.2	0.036

A los datos se les realizó la transformación logarítmica y a continuación se efectuó el análisis de correlación entre la longitud total (Lt) como variable independiente, contra las altura, ancho, largo y volumen como variables dependientes.

La gráfica de la longitud total contra la altura de las deformidades óseas dorsales se muestra en la figura 16.



**Figura 16.- Gráfica del análisis de correlación entre el logaritmo de la longitud total y el logaritmo de la altura de las deformidades óseas dorsales.**

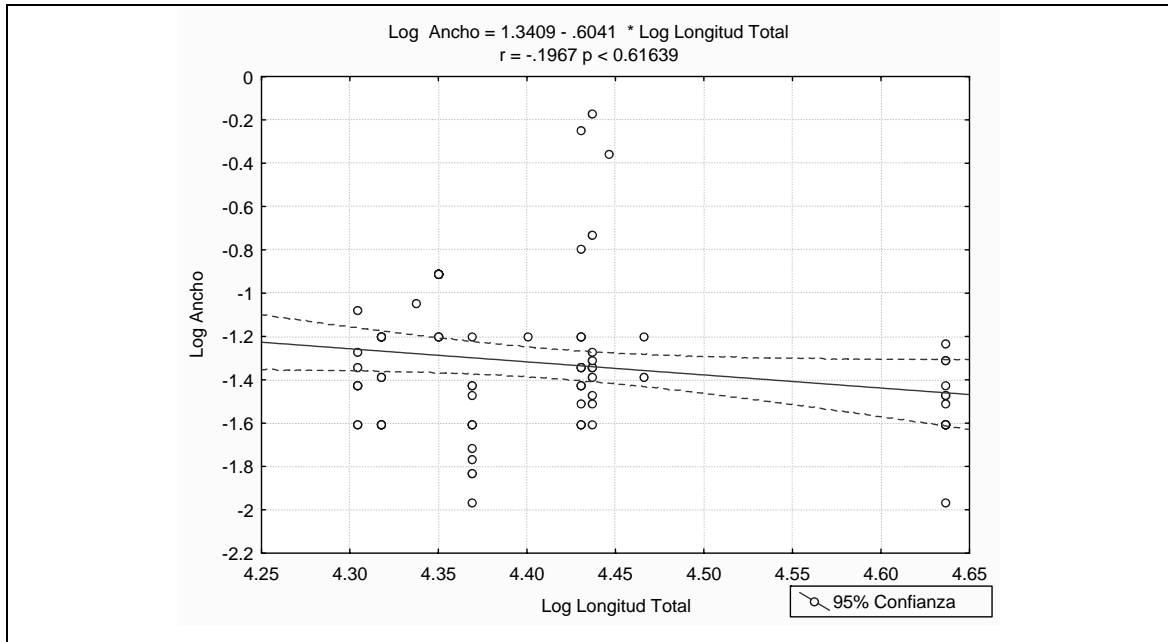
El resumen del análisis se muestra a continuación:

<b>Resumen del análisis de correlación: logaritmo de la longitud total contra el logaritmo de la altura de las deformidades óseas dorsales.</b>				
r	$\beta_1$	Error estándar de la correlación	F(1,89)	P. observada
0.56645658	-1.529	0.08964	42.051	0.0000001

En esta tabla es notorio que la altura de las deformidades óseas dorsales esta fuertemente correlacionada con la longitud total, presentando una alometría negativa.

La gráfica de la longitud total contra el ancho de las deformidades óseas dorsales se muestra en la figura 17.





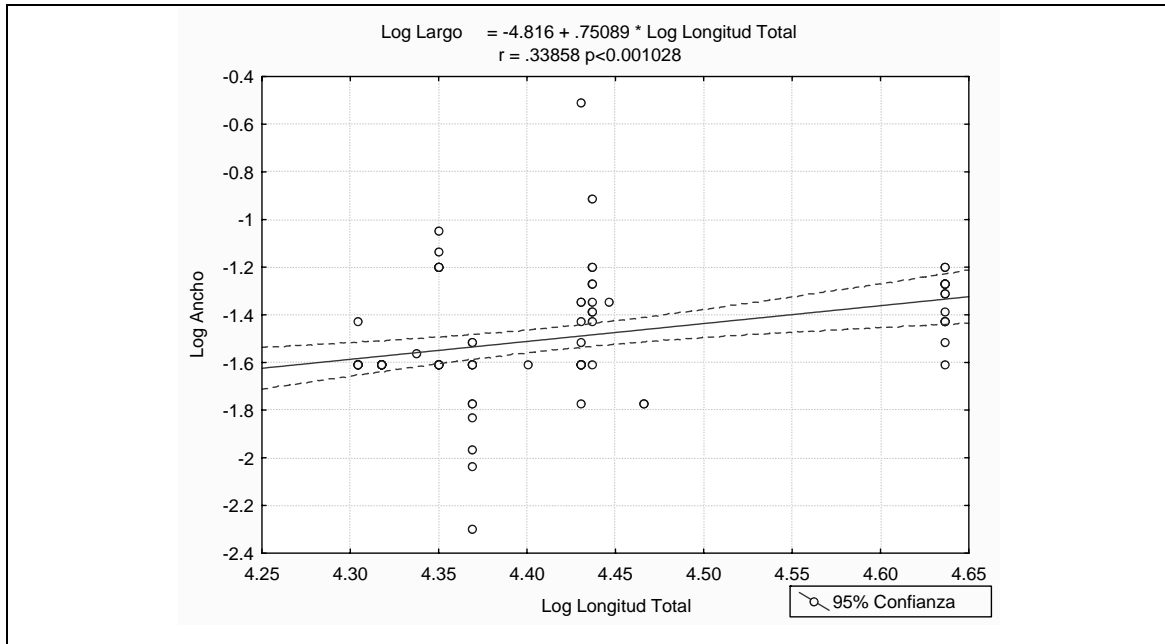
**Figura 17.- Gráfica del análisis de correlación entre el logaritmo de la longitud total y el logaritmo de la anchura de las deformidades óseas dorsales.**

El resumen del análisis se muestra a continuación:

<b>Resumen del análisis de correlación: logaritmo de la longitud total contra el logaritmo del ancho de las deformidades óseas dorsales.</b>				
r	$\beta_1$	Error estándar de la correlación	F(1,89)	P. observada
0.19671270	-0.6041	0.10665	3.5826	0.061639

En esta tabla es notorio que el ancho de las deformidades óseas dorsales no esta correlacionada con la longitud total, por lo que no presenta comportamiento alométrico.

La gráfica de la longitud total contra el grosor de las deformidades óseas dorsales se muestra en la figura 18.



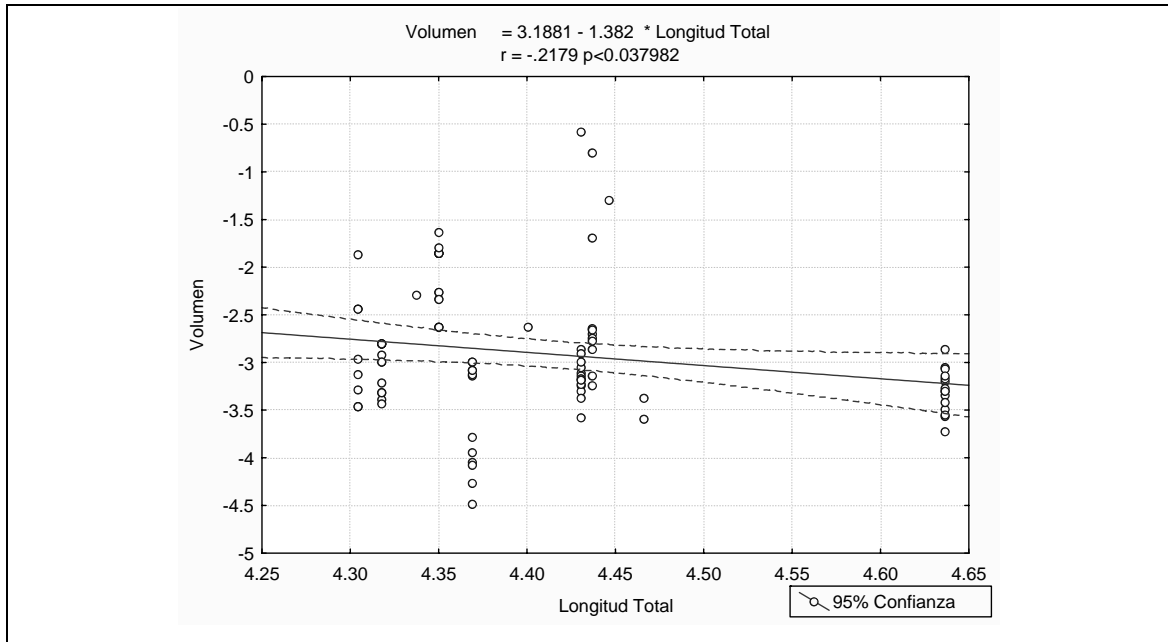
**Figura 18.- Gráfica del análisis de correlación entre el logaritmo de la longitud total y el logaritmo del grosor de las deformidades óseas dorsales.**

El resumen del análisis se muestra a continuación:

<b>Resumen del análisis de correlación: logaritmo de la longitud total contra el logaritmo del grosor de las deformidades óseas dorsales.</b>				
r	$\beta_1$	Error estándar de la correlación	F(1,89)	P. observada
0.33858113	0.75089	0.10235	11.524	0.001028

En esta tabla es notorio que el grosor de las deformidades óseas dorsales esta fuertemente correlacionada con la longitud total, por lo que presenta un comportamiento alométrico positivo.

La gráfica de la longitud total contra el volumen de las deformidades óseas dorsales se muestra en la figura 19.



**Figura 19.- Gráfica del análisis de correlación entre el logaritmo de la longitud total y el logaritmo del volumen de las deformidades óseas dorsales.**

El resumen del análisis se muestra a continuación:

<b>Resumen del análisis de correlación: logaritmo de la longitud total contra el logaritmo del volumen de las deformidades óseas dorsales.</b>				
r	$\beta_1$	Error estándar de la correlación	F(1,89)	P. observada
0.21791570	-1.382	0.10616	4.4371	0.037982

En esta tabla es notorio que el volumen de las deformidades óseas dorsales esta fuertemente correlacionada con la longitud total, por lo que presenta un comportamiento alométrico negativo.

Se tomaron fotografías de las deformidades óseas, de las cuales se muestran en la figuras 20, 21 y 22, una serie de deformaciones óseas ventrales. Mientras que en las figuras 23, 24 y 25 se muestran deformaciones óseas dorsales.



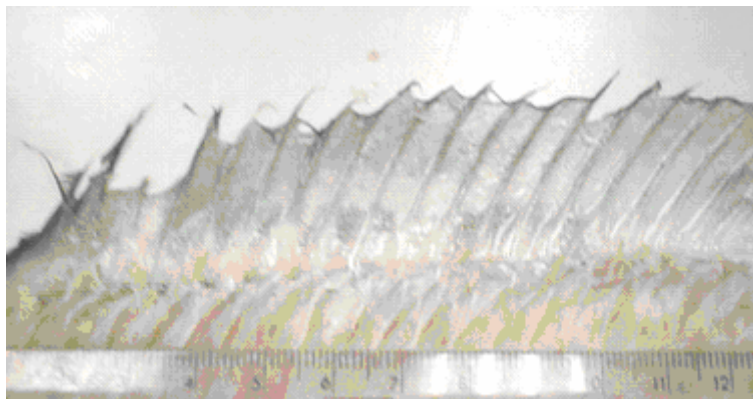
**Figura 20.- Foto mostrando una serie de deformaciones óseas ventrales en el espécimen N° 19.**



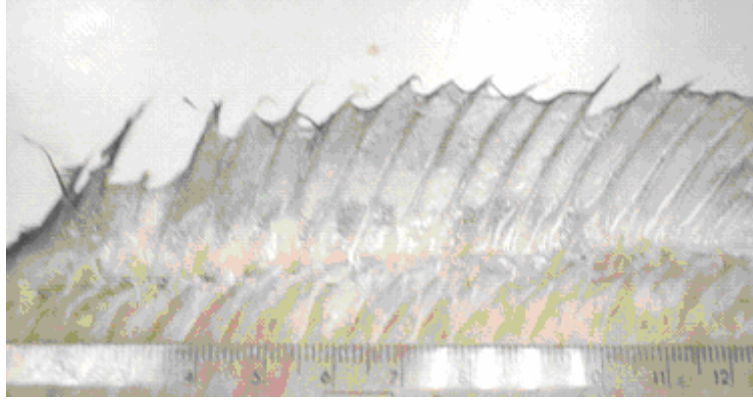
**Figura 21.- Foto mostrando una deformación ósea ventral en el espécimen N° 3.**



**Figura 22.- Acercamiento de la deformación ósea ventral en el espécimen N° 3.**



**Figura 23.- Foto mostrando una serie de deformaciones óseas dorsales en el espécimen N° 33**



**Figura 24.- Foto mostrando una deformación ósea dorsal en el espécimen N° 33.**



**Figura 25.- Acercamiento de la deformación ósea dorsal en el espécimen N° 33.**

## **VII.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

Para llevar acabo esta parte del trabajo, se decidió discutir y analizar por separado los resultados de las deformaciones óseas ventrales y dorsales, debido a que ambas reflejan procesos diferentes en su formación.

## VII. 1.- DEFORMACIONES ÓSEAS VENTRALES

Estas deformaciones óseas se encuentran sobre el plano sagital entre las espinas hemales en posición distal a las vértebras caudales, encontrándose entre 1 y 7 elementos de forma redondeada mostrando un color blanco opaco típico de los huesos esponjosos (figura 20, 21 y 22).

Debido a su alta frecuencia de aparición (94%) no se pueden considerar como una condición patológica, esto se ve reforzado por la tendencia de su posición relativa, el cual se corresponde con la distribución normal ( $W = 0.98212$ ,  $p < 0.2274$ ), con un coeficiente de variación de 0.170607796 que de acuerdo al criterio de Gould (1977), quien considera que todo carácter sujeto a fuerzas de selección natural posee un coeficiente de variación menor a 0.2, esto nos indica que las deformaciones óseas ventrales están sometidas a presiones de selección. Esta interpretación se ve fuertemente apoyada por el análisis de correlación ( $r = 0.15306099$ ,  $p < 0.380039$ ) que al no ser significativa, nos proporciona evidencias suficientes que indican que la presencia de estas deformaciones óseas no dependen de la longitud total del organismo.

En el análisis alométrico se observó que en la altura ( $\beta_1 = 1.1932$ ), ancho ( $\beta_1 = 1.9629$ ), grosor ( $\beta_1 = 1.5837$ ) y volumen ( $\beta_1 = 4.7398$ ), presentan un comportamiento alométrico positivo, el cual posee un coeficiente de correlación altamente significativo {altura ( $r = 0.3594$ ,  $p < 0.0006$ ); ancho ( $r = 0.3775$ ,  $p < 0.0003$ ), grosor ( $r = 0.3276$ ,  $p < 0.001$ ); Volumen ( $r = 0.3918$ ,  $p < 0.0002$ )}, lo cual nos demuestra que las deformaciones óseas ventrales crecen conforme crece el organismo, por lo que se comportan como cualquier elemento esquelético del patrón morfológico de *Trichiurus lepturus*.

Estas características, corresponden a las de huesos heterotópicos de acuerdo a la descripción dada por Kent y Carr (2001), la cual concuerda con la hipótesis propuesta por Halstead con respecto al origen de la mineralización del esqueleto que afirma que “el fosfato de calcio se acumuló en los primeros cordados en forma de excreciones debidas a un exceso de este mineral en el organismo, para posteriormente ser seleccionados como elementos esqueléticos que mejoraban la capacidad locomotora de aquellos organismos” (Agustí, 2003), por lo que se pueden considerar un elemento óseo en vías de formación. De ahí que no lo podemos considerar como un osteoma como lo

propone Lima y sus colaboradores (2002) debido a que este tipo de tumores poseen una frecuencia muy baja de aparición (Giday y Ash, 1976; Smith, 1980; Winter, 1977). Tampoco se pueden considerar como un caso de hiperosteosis, como lo propone Olsen (1971), debido a que estos últimos son dependientes de la talla del organismo y generalmente son deformidades de elementos óseos integrantes del esqueleto y no elementos adicionales (Desse, et al 1981; Meunier y Desse 1986,1994). Por lo cual consideramos a las deformaciones óseas ventrales como huesos heterotópicos que están en proceso de establecerse como parte del patrón morfoestructural de la especie *Trichiurus lepturus*.

## **VII. 2.- DEFORMACIONES ÓSEAS DORSALES**

Este tipo de deformaciones óseas se originan en el pterigóforo proximal de los radios de la aleta dorsal y se encuentran entre 1 y 15 mostrándose como un engrosamiento irregular del pterigóforo con una coloración brillante típica de los huesos compactos acelulares (figuras 23, 24 y 25).

Poseen una frecuencia de aparición mas baja que la presentada en las deformaciones óseas ventrales, estas presentan (29%), sin embargo no es tan baja como la que presentan los osteomas (Giday y Ash, 1976; Smith, 1980; Winter, 1977), sino que están relacionados con el crecimiento y edad del propio organismo, esto se ve reforzado por el análisis de correlación ( $r = 0.48324467$ ,  $p < 0.003275$ ), que al ser significativo, nos indica que a mayor talla tienden a presentarse con mayor frecuencia, esto en parte se ve apoyado por el valor del coeficiente de variación de 0.234002, que de acuerdo con el criterio de Gould (1977), lo cual nos indica que dicho carácter no esta sometido a presiones de selección. Estas características corresponden a un caso típico de hiperosteosis (Desse, et al 1981; Meunier y Desse 1986,1994) la cual es una condición característica de peces óseos de edad avanzada. Hay que hacer mención que la posición de las deformaciones óseas dorsales no sigue una distribución normal ( $W = 0.7772$ ,  $p < 0.0001$ ), esto es indicativo de la gran variabilidad del carácter, reforzando la interpretación como hiperosteosis.

En el análisis alométrico se observó que en la altura se presenta una alometría negativa ( $\beta_1 = -1.529$ ) la cual posee una correlación muy significativa ( $r = 0.5665$ ,  $p < 0.0000001$ ) esto nos indica que conforme crece el organismo la altura relativa de la deformación dorsal se reduce. Para el ancho se observa que presenta un comportamiento alométrico negativo de (-0.6041) debido a que posee una correlación significativa de ( $r$



= 0.19671,  $p < 0.0616$ ) nos indica que conforme crece el organismo el ancho de la deformación se reduce de la misma manera que la altura. En el caso del grosor, se presenta una alometría positiva ( $\beta_1 = 0.7509$ ) la cual posee una correlación muy significativa ( $r = 0.3386$ ,  $p < 0.0010$ ), esto nos indica que el grueso de la deformación dorsal crece conforme crece el pterigóforo. Por último, en el volumen se presenta una alometría negativa ( $\beta_1 = -1.382$ ) cuya correlación es significativa ( $r = 0.2179$ ,  $p < 0.0380$ ) lo que significa que conforme crece el organismo el volumen relativo de la deformación ósea dorsal se reduce. Esto en conjunto nos indica que las deformaciones óseas dorsales no se comportan como los demás elementos esqueléticos del patrón morfológico de *Trichiurus lepturus*.

Considerando lo anteriormente expuesto no podemos considerar a las deformaciones óseas dorsales como osteomas, como lo propone Lima y sus colaboradores (2002), debido a que este tipo de tumores poseen una frecuencia muy baja de aparición (Giday y Ash, 1976; Smith, 1980; Winter, 1977), sin embargo, nos apegamos a la propuesta de Olsen (1971) que los considera como un caso de hiperosteosis debido a que siempre se presentan como deformaciones de los pterigóforos proximales de los radios dorsales, su número está correlacionado con la talla del organismo, lo cual está apoyado por no presentar un comportamiento alométrico semejante a los restantes elementos del patrón morfoestructural de *Trichiurus lepturus*.

## VIII.- CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis y discusión de los resultados, podemos concluir que existen evidencias suficientes para afirmar que:

1.- En *Trichiurus lepturus* presenta deformaciones óseas en el esqueleto postcraneal, tanto en las regiones dorsales como en las ventrales, y ambos tipos de deformaciones reflejan procesos diferentes en su formación.

2.- Las deformidades óseas ventrales son huesos heterotópicos que están en proceso de establecerse dentro del patrón morfoestructural del esqueleto de la especie *Trichiurus lepturus*, la cual puede considerarse como un carácter que debe incluirse en su diagnosis, debido a que no hay reportes, con esta frecuencia, de este tipo de elementos en otras especies.

3.- Las deformaciones óseas dorsales son un caso de hiperosteosis, las cuales van siendo mas evidentes conforme aumentan la talla de los individuos de la especie *Trichiurus lepturus*. La hiperosteosis es un proceso que se observa en varias especies de peces, como son: *Caranx chrysophrys*, *Ulua mentales*, *Argyrops spinifer*, *Pomadasys argyreus*, *Platax teira*, y *Scomberoides commersonianu*, entre otros.

## IX.- BIBLIOGRAFÍA

1. Adriaens, D. and Verraes, W. (1997). The ontogeny of the chondrocranium in *Clarias gariepinus*: trends in siluroids. *Journal of Fish Biology* 50, 1221–1257.
2. Agusti, J. (2003) Fósiles, Genes y Teorías. Ed. TusQuets, España.
3. Alvarez, J. 1974. Contribución al Conocimiento de los Peces Fósiles de Chapala y Zacoalco (Aterinidos y Ciprínidos). *Anales del INAH.*, 4: 19-209.
4. Alvarez, J. A., y Moncayo Ma., 1976. Contribución a la Paleociología de la Cuenca de México, Epoca 7ª, 4: 191-292.
5. Alvarez, J. y Arreola, J., 1972. Primer Goodeido Fósil, Procedente del Plioceno Jalisciense (Piscis, Teleostomi). *Bol. Soc. Cienc. Nat. Jalisco, A. C.*, 6: 6-15.
6. Alvarez, J., 1966. Contribución al Conocimiento de los Bagres Fósiles de Chapala y Zacoalco, Jalisco, México. *Paleoecología*, 1: 1-26.
7. Bagliniere, J. L. (1985). La determination de l'age par scalimetrie chez le saumon atlantique (*Salmon salar* L.) dans son aire de repartition meridionale, utilisation pratique et difficultes de la methode. *Bulletin Francais de la Peche et de la pisciculture* 298, 69–109.
8. Bagliniere, J. L. and Porcher, J. P. (1984). Caracteristiques des stocks de reproducteurs lors de la migration genesique. In *Le saumon atlantique, Biologie et Gestion de la Ressource* (Guegen, J. C. and Prouzet, P., eds), pp. 101–122. Brest: IFREMER.
9. Balart, E. F. (1985). Osteological development of the hyobranchial apparatus in *Engraulis japonicus*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 51, 515–519.
10. Balart, E. F. (1995). Development of the vertebral column, fins and fin supports in the japanese anchovy, *Engraulis japonicus* (Clupeiformes: Engraulididae). *Bulletin of Marine Science* 56, 495–522.
11. Barahona-Fernandes, M. H. (1982). Body deformation in hatchery reared European sea bass *Dicentrarchus labrax* (L.). Types, prevalence and effect on fish survival. *Journal of Fish Biology* 21, 239–249.

12. Barbour, C. D. y Chernoff, B., 1984. Comparative Morphology and Morfometrics of the Pescados Blancos (Genus: *Chirostoma*) from lake Chapala, Mexico. En: A. A. Echelle and I. Kornfield (Eds), Evolution of the fish species flocks, Univaersity of Maine at Orono Press, USA, p. 111-128.
13. Bengtsson, A., Bengtsson, B. E. and Lithner, G. (1988). Vertebral defects in fourhorn sculpin, *Myoxocephalus quadricornis* L., exposed to heavy metal pollution in the Gulf of Bothnia. *Journal of Fish Biology* 33, 517–529.
14. Bereiter-Hahn J, and Zylberberg L (1993) Regeneration of teleost fish scale. *Comp Biochem Physiol* 105A: 625-641
15. Berg A (1968) Studies on the metabolism of calcium and strontium in freshwater fish I. - Relative contribution of direct and intestinal absorption. *Mem Ist Ital Idrobiol Dott Marco de Marchi Pallanza Italy* 23: 161-196
16. Bigler B (1989) Mechanism and occurrence of focal scale resorption among chum salmon (*Oncorhynchus keta*) of the north Pacific Ocean. *Can J Fish Aquat Sci* 46: 1147-1153
17. Borrego-Villalpando, Alberto, 2000. Contribución al Estudio Osteológico del Charal *Chirostoma humbolgtianum* (Osteoichthyes: Atherinidae). TESIS, Lic. ENEP, I. UNAM, México.
18. Campbell, W. B. (1995). Genetic variation of vertebral fusion patterns in coho salmon. *Journal of Fish Biology* 46, 717–720.
19. Camus, P. and Koutsikopoulos, C. (1984). Incubation expe´rimentale et de´veloppement embryonnaire de la Daurade royale, *Sparus aurata* (L.), a` di´e´rentes tempe´ratures. *Aquaculture* 42, 117–128.
20. Carragher, J. F. and Sumpter, P. (1991). The mobilization of calcium from calcified tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) induced to synthesize vitellogenin. *Comparative Biochemistry and Physiology* 99A, 169–172.
21. Castro Aguirre, J. L. (1978) Catálogo de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Serie Científica No. 19 Instituto Nacional de Pesca, México.

22. Chabanaud, P. (1926). "Fréquence, symétrie et constance spécifique d'hyperostose externes chez divers poissons de la famille des Sciaenidés." *Compte rendu hebdomaire des séances de l'Académie des Sciences, Paris* 182: 1647-1649.
23. Chatain, B. (1987). La vessie natatoire chez *Dicentrarchus labrax* et *Sparus aurata*. II. Influence des anomalies de développement sur la croissance de la larve. *Aquaculture* 65, 175–181.
24. Collette, B. B. and Gillis, G. B. (1992). Morphology, systematics, and biology of the double-lined mackerels (*Grammatorcynus*, Scombridae). *Fishery Bulletin, U.S.* 90, 13–53.
25. Crichton, M. I. (1935). Scale-absorption in salmon and sea trout. *Fishery Board for Scotland: Salmon Fisheries* 4, 1–8.
26. De la Vega, Y. (2003) Situación de los peces dulceacuícolas. *Rev. Ciencias* N° 72, 20-30
27. Desse, G. (1976). Les vertebres des Salmonides Actes 2e Congres European des Ichtyologistes. Paris 8 au 15 septembre 1976. *Revue des Travaux de l'Institut des Peches Maritimes* 40, 557
28. Desse, G. and J. Desse (1981). "Diagnostic des pieces rachidiennes de poissons: applications au materiel issu de sites archaeologiques." *CRA/CNRS Notes Internes* 28: 7.
29. Doyle, K. D. (1998). Osteology of *Dactyloscopus tridigitatus* (Dactyloscopidae: Blennioidei). *Bulletin of Marine Science* 63, 33–50.
30. Dunn, J. R. (1983). The utility of developmental osteology in taxonomic and systematic studies of teleost larvae: a review. *National Oceanic and Atmospheric Administration Technical Report National Marine Fisheries Service Circular* 450, 1–19.
31. Faustino, M. and Power, D. M. (1998). Development of osteological structures in the sea bream: vertebral column and caudal fin complex. *Journal of Fish Biology* 52, 11–22.

32. Faustino, M. and Power, D. M. (1999). Development of the pectoral, pelvic, dorsal and anal fins in cultured sea bream. *Journal of Fish Biology* 54, 1094–1110.
33. Faustino, M. and Power, D. M. (2001) Osteologic development of the viscerocranial skeleton in sea bream: alternative ossification strategies in teleost fish *Journal of Fish Biology* 58, 537–572
34. fishbase.org (2003) <http://www.fishbase.org/ComNames/>
35. Fitch, J.E. and R.J. Lavenberg. 1971. *Marine Food and Game Fishes of California*. University of California Press, Berkeley.
36. Fleming WR (1974) Electrolyte metabolism of teleosts - including calcified tissues. In: Florkin M, Scheer BT (eds) *Chemical zoology*, vol 8. Academic Press, New York, pp 471-508
37. Fleming, I. A. (1996). Reproductive strategies of Atlantic salmon: ecology and evolution. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 6, 379–416.
38. Fontaine, M. (1948). La physiologie du saumon. 1ere partie. *Annales de la Station centrale d'Hydrobiologie Appliquee* 2, 153–183.
39. Fontaine, M. (1975). Physiological mechanisms in the migration of marine and amphihaline fish. *Advances in Marine Biology* 13, 241–335.
40. Fontaine, M. (1993). Limnologie, oceanographie, ecophysiologie, disciplines cle's pour l'etude des mecanismes des migrations de poissons amphihalins. *Cybiurn* 18, 3–13.
41. Fontaine, M., Callamand, O. and Vibert, R. (1950). La physiologie du saumon. 2e partie. *Annales de la Station centrale d'Hydrobiologie Applique'e* 3, 15–26.
42. Franceson, A., Freddi, A., Barbaro, A. and Giavenni, R. (1988). Daurade *Sparus aurata* L. Reproduite artificiellement et daurade sauvage. Experiences paralleles en diverses conditions d'e'levage. *Aquaculture* 72, 273–285.
43. Garrod D, and Newell BS (1958) Ring formation in *Tilapia esculenta*. *Nature* 181: 1411-1412
44. Gilday DL, and Ash JM, (1976) Benign bone tumors. *Semin Nucl Med*; 6:33-46.

45. González-Díaz, Alfonso Angel, 2000. Osteología Comparada del Aparato Branquial en Especies del Género *Chirostoma* Swainson (Pisces: Atherinopsidae). TESIS, Maestría, IPN, 70 p.
46. Gould, S. J. (1977) *Ontogeny and Phylogeny*. The Belknap Press of the Harvard University Press, USA.
47. Grande, I. (1985) Recent and fósil clupeomorph fishes, with materials for revisión of the subgroups of clupeoids. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 181:231-372.
48. Greenwood, P. H., Rosen, D. E., Weitzman, S. H. y Myers, G. S., 1966. Phyletic studies of Teleostean fishes with a provisional classification of living form. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 131 (4): 341-453.
49. Gregory, W.K., and Conrad. G.M (1937), The comparative osteology of the swordfish (*Xiphias*) and the sailfish (*Istiophorus*): American Museum Novitates. 952 1–25
50. Günther, A. (1860). *Catalogue of the Acanthopterygian Fishes in the Collection of the British Museum*. London, British Museum.
51. Hinton, D. E., Baumann, P. C., Gardner, G. R., Hawkins, W. E., Hendricks, J. D., Murchelano, R. A. and Okihiro, M. S. (1992). Histopathological biomarkers. In *Biomarkers: Biochemical, Physiological and Histological Markers of Anthropogenic Stress* (Huggett, R. J., Kimerle, R. A., Mehrle, P. M. and Bergman, H. L., eds), pp. 155–209. Boca Raton: Lewis Publishers.
52. Hodson, P. V., Hilton, J. W., Blunt, B. R. and Slinger, S. J. (1980). Effects of dietary ascorbic acid on chronic lead toxicity to young rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37, 170–176.
53. Houde, E. D. and Pottho., T. (1976). Egg and larval development of the sea bream *Archosargus rhomboidalis* (Linnaeus): Pisces, Sparidae. *Bulletin of Marine Science* 26, 506–529.
54. Hubbs, C. L. and c. Hubbs, C. (1941) Pacific cutlassfish *Trichiurus nitens* Garman Calif. Fish & Game., 29-30. (1): 27
55. Hubbs, C. L., 1919. A comparative study of the bones forming the opercular series fishes. *J. Morph.*, 33(1): 61- 71.

56. Ikeda Y, Ozaki H, Yasuda H (1974) The effects of starvation and reduced diet on the growth of scales in goldfish. *Bull Jpn Soc Sci Fish* 40: 859-868
57. James, P. S. B. R. (1960). "Instances of excessive thickening of certain bones in the ribbon fish *Trichiurus lepturus* Linnaeus." *Marine Biological Association of India* 1960(2): 253-258.
58. Jarvick, K. (1980) *Basic structure and evolution of vertebrates*. Academic press. USA.
59. Johnson, C. R. (1973). "Hyperostosis in fishes of the genus *Platycephalus* (Platycephalidae)." *Japanese Journal of Ichthyology* 20: 178.
60. Johnson, G. D., Baldwin, C. C., Okiyama, M. and Tominaga, Y. (1996). Osteology and relationships of *Pseudotrichonotidae altivelis* (Teleostei: Aulopiformes: Pseudotrichonotidae). *Ichthyological Research* 43, 17–45.
61. Johnson, G.D., and Patterson C.. 1993, Percomorph phylogeny: a survey of acanthomorphs and a new proposal; pp. 554–626 *In* G.D. Johnson and W.D. Anderson, Jr. (eds.), *Proceedings of the Symposium on Phylogeny of Percomorpha*, June 15–17, Held in Charleston, South Carolina at the 70th Annual Meeting of the American Society of Ichthyologists and Herpetologists: *Bulletin of Marine Science*. 52 1–629.
62. Kacem, A Meunier, F. J. and Bagliniere, J. L. (1998) A quantitative study of morphological and histological changes in the skeleton of *Salmo salar* during its anadromous migration *Journal of Fish Biology* 53, 1096–1109
63. Kadmon, G., Gordin, H. and Yaron, Z. (1985). Breeding-related growth of captive *Sparus aurata* (Teleostei, Perciformes). *Aquaculture* 46, 299–305.
64. Kardong, K. V. (1999) *Vertebrados* 2a edición. Mc Graw-Hill Interamericana. España.
65. Kent, G. C. and Carr, R. K. (2001) *Comparative Anatomy of the Vertebrates*. 9<sup>a</sup> edition, Mc Graw-Hill, USA.
66. Kimmel, C. B., Ballard, W. W., Kimmel, S. R., Ullmann, B. and Schilling, T. F. (1995). Stages of embryonic development of the zebrafish. *Development Dynamics* 203, 253–310.
67. Kiriakos, Z., Koumoundouros, G., Divanach, P. and Kentouri, M. (1994). Prelarval and larval description of notochord development as a criterion for early detection of tail abnormalities in gilthead seabream (*Sparus aurata*). *In*



- Measures for Success* (Kestemont, P., Muir, J., Sevilla, F. and Williot, P., eds), pp. 185–190. Bordeaux: France.
68. Kitajima, Ch. I., Tsukashima, S., Watanabe, T. and Yone, Y. (1981). Relationship between uninflated swim-bladders and lordotic deformity in hatchery-reared red sea bream *Pagrus major*. *Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries* 47, 289–294.
  69. Korschelt, E. (1940) “Über Besonderheiten im Aufbau des Knochenfischskeletts.” *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie* 152: 507–546.
  70. Koumoundouros, G., Divanach, P. and Kentouri, M. (2000). Development of the skull in *Dentex dentex* (Osteichthyes: Sparidae). *Marine Biology* 136, 175–184.
  71. Koumoundouros, G., Gagliardi, F., Divanach, P., Boglione, C., Cataudella, S. and Kentouri, M. (1997a). Normal and abnormal osteological development of caudal fin in *Sparus aurata* L. fry. *Aquaculture* 149, 215–226.
  72. Koumoundouros, G., Oran, G., Divanach, P., Stefanakis, S. and Kentouri, M. (1997b). The opercular complex deformity in intensive gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) larviculture. Moment of apparition and description. *Aquaculture* 156, 165–177.
  73. Kullander, S., 1988. Telocichla, a new genus of south American Rheophilic Cichlid Fishes with six new species (Teleostei: Chichlidae). *Copeia*, (1): 196-230.
  74. Kwain, W. (1975). Embryonic development, early growth, and meristic variation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) exposed to combinations of light intensity and temperature. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 32, 397–402.

75. Langille, R. M. and Hall, B. K. (1987). Development of the head skeleton of the Japanese medaka, *Oryzias latipes* (Teleostei). *Journal of Morphology* 193, 135–158.
76. Lau, S. R. and Shafland, P. L. (1982). Larval development of snook, *Centropomus undecimalis* (Pisces: Centropomidae). *Copeia* 3, 618–627.
77. Lien, N. T. H., Adriaens, D. and Janssen, C. R. (1997). Morphological abnormalities in African catfish (*Clarias gariepinus*) larvae exposed to malathion. *Chemosphere* 35, 1475–1486.
78. Lima, F. C., Souza, A. P. M., Mesquita, E. F. M., Souza, G. N., Chinelli, V. C. J. (2002) Osteomas in cutlass fish, *Trichiurus lepturus* L., from Niteroi, Rio de Janeiro state, Brazil. *Journal Of Fish Diseases.* , v.25, n.1, p.57 - 61.
79. Lopez E, Peignoux-Deville J, Lallier E, Martelly E, Milet C (1976) Effects of calcitonin and ultimobranchiaectomy (UBX) on calcium and bone metabolism in the eel, *Anguilla anguilla* L. *Calcif Tiss Res* 20: 173-186
80. Lopez, E. (1973). Etude morphologique et physiologique de los cellulaire des poissons teleosteens. *Memoire du Museum National d'Histoire Naturelle* 80, 1–90.
81. Lopez, E. and Martelly-Bagot, E. (1971). Los cellulaire d'un poisson tel'osteen, *Anguilla anguilla* L. III. Etude histologique et histophysique de la maturation provoquee par injection d'extrait hypophysaire de Carpe. *Zeitschrift fur Zellforschung* 117, 176–190.
82. Maisse, G. and Baglinie`re, J. L. (1986). Le sexage morphologique du saumon atlantique (*Salmo salar* L.). *Bulletin Franc,ais de la Pe^che et de la pisciculture* 300, 13–18.
83. Maldonado-Koerdell, M., 1956. Peces fósiles de México, Nota preliminar sobre los Peces del Turoniano Superior de Xilitla, San Luis Potosí (México). *Ciencia*, 16: 31-35
84. Martinez, R., J. A. (1988) Identificación de peces. ENEP Iztacala UNAM, México.

85. Matsuoka, M. (1985). Osteological development in the red sea bream, *Pagrus major*. *Japanese Journal of Ichthyology* 32, 35–51.
86. Matsuoka, M. (1997). Osteological development in the Japanese sardine, *Sardinops melanostictus*. *Ichthyological Research* 44, 275–295.
87. Mejía-Mojica, H. y Díaz-Prado, E., 1991. Descripción del cráneo de *Astyanax fasciatus* (Pises: Characidae). *An. Esc. Nal. Cien. Biol., México*, 34: 191-214.
88. Meunier, F. J. and Desse G. (1994). “Histological structure of hyperostotic cranial remains of Pomadasys hasta (Osteichthyes, Perciformes, Haemulidae) from archaeological sites of the Arabian Gulf and the Indian Ocean.” *Fish Exploitation in the Past*. W. Van Neer. Tervuren, Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale, Sciences Zoologiques. 274: 47-53
89. Meunier, F. J. and Desse, G. (1978). Interpretation histologique de la ‘ metamorphose radiographique ’ des vertebres caudales du saumon, *Salmo salar* L., lors de sa remontee en eau douce. *Bulletin Francais de Pisciculture* 271, 33–39.
90. Meunier, F.J. and Desse, G. (1986) “Les hyperostoses chez les Teleosteens: description, histologie et problemes etiologiques.” *Ichthyophysiological Acta* 10: 130-141.
91. Misu H (1961). Studies on the fisheries biology of the ribbon fish in the East China and the Yellow Seas. (3) Distribution, migration and consideration of population. *Bull. Seikai.Fifh. Res. Lab.*; 24: 115-131.
92. Moncayo, L.. Ma. E., 1981. Osteología de *Notropis aztecus* (Woolman, 1894) (Pises: Cyprinida). *An. Esc. Nal. Cienc. Biol., México*, 24: 95-143.
93. Mook, D. (1977). Larval and osteological development of the sheepshead, *Archosargus probatocephalus* (Pisces: Sparidae). *Copeia* 1, 126–133.
94. Moss ML (1961) Osteogenesis of acellular teleost fish bone. *Am J Anat* 108: 99-110
95. Mugiya, Y. and Watabe, N. (1977). Studies on fish scale formation and resorption-II. EVect of estradiol on calcium homeostasis and skeletal tissue resorption in the Goldfish, *Carassius auratus*, and the Killifish, *Fundulus heteroclitus*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 57A, 197–202.
96. Myers, G. S. (1926) Two new genera of African characin fishes. *Rev. Zool. Afr.* 174-175

97. Nakamura I., and N.V. Parin. (1993). FAO species catalogue. Vol. 15. Snake mackenels and cutlassfishes of the world (families Gempylidae and Trichiuridae) FAO fish. Synop., (123) Vol. 15. 136pp.
98. Nakamura, I. (1985) FAO specie Catalogue. Vol.5. Bill fishes of the world. And annotated and illustrated catalogue of morlins, sailfishes, spearfisher and sword fishes known to date. FAO fish. Synop (125) 5.65 p.
99. Nelson, J.S. (1994) Fishes of the World 3<sup>rd</sup>. Edition, John Wiley de Sons, Inc. USA, 600p.
100. Neuman WF, Neuman MW, Meyers CR (1979) Blood: bone disequilibrium. III. Linkage between cell energetics and Ca fluxes. Am J Physiol 236: C244-C248
101. Olsen, S. J. (1969). "Hyperostotic fish bones from archaeological sites." Bulletin of the Archaeological Society of New Jersey 24: 1-3.
102. Olsen, S. J. (1971). "Swollen bones in the Atlantic Cutlassfish - *Trichiurus lepturus* (Linnaeus)." Copeia 1: 174-175.
103. Ouchi K, Yamada J, and Kosaka S (1972) On the resorption of scales and associated cells in the precocious male parr of the masu salmon (*Oncorhynchus masou*). Bull Jpn Soc Sci Fish 38: 423- 430
104. Paperna, I. (1978). Swimbladder and skeletal deformations in hatchery bred *Sparus aurata*. *Journal of Fish Biology* 12, 109–114.
105. Parenti, L. R. and Thomas, K. R. (1998). Pharyngeal jaw morphology and homology in sicydiine gobies (Teleostei: Gobiidae) and allies. *Journal of Morphology* 237, 257–274.
106. Parin, N. V. and Mikhailin, S. V. 198 A new species of cutlassfish, *\*Lepidopus dubius\** (Trichiuridae), from the eastern tropical Atlantic Ocean. J. Ichthyol. v. 21 (no. 3):1-8.
107. Parin, N.V. (1990) Percophid fishes (Percophidae) from sala y Gómez Ridge (suutheast Pacific) J.Ichthyol. 30 (1): 68-79.
108. Parin, N.V., and Bekker V.E. (1972). clasificacion an distribution data of some trichurid fishes (Prices Trichuridae, Scombrolabracidae, Genpylidae, Trichuridae). Trudy Insk Okean. SSR Akad Naux 93 110-204
109. Paulo-Maya, J. Y Cortés, M. T., 1995. Osteología de *Aterinella balsana* (Meek, 1904) (Peces: Atherinidae). An. Inst. Esc. Nal. Cien. Biol. Méx. 41: 65-106.

110. Person-Le Ruyet, J. and Verillaud, P. (1980). Techniques d'élévage intensif de la daurade dorée (*Sparus aurata* (L.)) de la naissance à l'âge de deux mois. *Aquaculture* 20, 351–370.
111. Paperna, I. (1978). Swimbladder and skeletal deformations in hatchery bred *Sparus aurata*. *Journal of Fish Biology* 12, 109–114.
112. Parenti, L. R. and Thomas, K. R. (1998). Pharyngeal jaw morphology and homology in sicydiine gobies (Teleostei: Gobiidae) and allies. *Journal of Morphology* 237, 257–274.
113. Parin, N. V. and Mikhailin, S. V. 198 A new species of cutlassfish, *\*Lepidopus dubius\** (Trichiuridae), from the eastern tropical Atlantic Ocean. *J. Ichthyol.* v. 21 (no. 3):1-8.
114. Parin, N.V. (1990) Percophid fishes (Percophidae) from sala y Gómez Ridge (southeast Pacific) *J. Ichthyol.* 30 (1): 68-79.
115. Parin, N.V., and Bekker V.E. (1972). clasificación an distribución data of some trichurid fishes (Prices Trichuridae, Scombrolabracidae, Genpylidae, Trichuridae). *Trudy Insk Okean. SSR Akad Nauk* 93 110-204
116. Paulo-Maya, J. Y Cortés, M. T., 1995. Osteología de *Aterinella balsana* (Meek, 1904) (Peces: Atherinidae). *An. Inst. Esc. Nal. Cien. Biol. Méx.* 41: 65-106.
117. Person-Le Ruyet, J. and Verillaud, P. (1980). Techniques d'élévage intensif de la daurade dorée (*Sparus aurata* (L.)) de la naissance à l'âge de deux mois. *Aquaculture* 20, 351–370.
118. Persson P, Sundell K, and BjoÈrnsson BTh (1994) Estradiol-17b-induced calcium uptake and resorption in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Fish Physiol Biochem* 13: 379-386

119. Persson P, Takagi Y, and Björnsson BTh (1995) Tartrate resistant acid phosphatase as a marker for scale resorption in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*: effects of estradiol-17 $\beta$  treatment and refeeding. *Fish Physiol Biochem* 14: 329-339
120. Persson, P. (1997). Calcium regulation during sexual maturation of female salmonids: Estradiol 17, and calcified tissues. PhD Thesis, Göteborg University, Sweden.
121. Pottho., T., Kelley, S., Moe, M. and Young, F. (1984). Description of porkfish larvae (*Anisotremus virginicus*, Haemulidae) and their osteological development. *Bulletin of Marine Science* 34, 21–59.
122. PotthoV, T. and Kelley, S. (1982). Development of the vertebral column, fins and fin supports, branchiostegal rays and squamation in the swordfish, *Xiphias gladius*. *Fishery Bulletin, U.S.* 80, 161–186.
123. PotthoV, T., Kelley, S. and Javech, J. C. (1986). Cartilage and bone development in scombroid fishes. *Fishery Bulletin, U.S.* 84, 647–678.
124. PotthoV, T., Kelley, S., Moe, M. and Young, F. (1984). Description of porkfish larvae (*Anisotremus virginicus*, Haemulidae) and their osteological development. *Bulletin of Marine Science* 34, 21–59.
125. Romer, A. y Pearson, T. (1981) *Anatomía Comparada*. Ed. Interamericana, México.
126. Rosen, D. E. y Bailey, R. M., 1963. The poeciliid fishes (Cypriformes), their structure, zoogeography and systematics. *Bull Amer. Mus. Nat. Hist.*, 126(1): 1-176.
127. Rosenblatt, R.H. , and R.R. Wilson, Jr. (1987). Cutlassfishes of the genus *Lepidopus* (trichiuridae), with Two new eastern Pacific species. *Jpn. J. Ichthyol.* 33 (4): 342-351..
128. Santamaría, J. A., Andrades, J. A., Herreraez, P., Fernandez-Llebrez, P. and Becerra, J. (1994). Perinotochordal connective sheet of gilthead sea bream larvae (*Sparus aurata*, L.) affected by axial malformations: an histochemical and immunocytochemical study. *The Anatomical Record* 240, 248–254.
129. Scarpace PJ, and Neuman WF (1976) The blood: bone disequilibrium. II. Evidence against the active accumulation of calcium and phosphate into the bone extracellular fluid. *Calcif Tissue Res* 20: 151-158

130. Scarpace PJ, and Neuman WF (1973) Quantitation of Ca<sup>2+</sup> fluxes in chick calvaria. *Biochim Biophys Acta* 323: 267-275
131. Schlumberger, H. and Lucké, B (1948). Tumors of fishes, amphibians and reptiles." *Cancer Research* 8: 657-754.
132. Silva Martins, A. and Haimovici. M. (2000) Reproduction of the cutlassfish *Trichiurus lepturus* in the southern Brazil subtropical convergence ecosystem *Sci. Mar.*, 64(1): 97-105
133. Sire J-Y, Huysseune A, and Meunier FJ (1990) Osteoclasts in teleost fish: light- and electron-microscopical observations. *Cell Tissue Res* 260: 85-94
134. Smith F. W. (1980) Scintigraphic appearances of osteoid osteoma. *Radiology*; 137:191-195.
135. Smith-Vaniz, W., L.S. Kaufman and J. Glowacki. 1995. "The natural history of fish hyperostosis: cellular bone within an acellular skeleton." *Marine Biology* 121:573-580.
136. Somasundaram, B., King, P. E. and Shackley, S. E. (1984). Some morphological effects of zinc upon the yolk-sac larvae of *Clupea harengus* L. *Journal of Fish Biology* 25, 333–343.
137. Sorbini, L., and Bannikov, A. F. 1991. The Cretaceous fishes of Nardo. 2. An enigmatic spiny-rayed fish. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 30 (2) : 239-249.
138. Suda, Y. (1996). Osteology and muscular attachments of the Japanese jack mackerel, *Trachurus japonicus*. *Bulletin of Marine Science* 58, 438–493.
139. Takagi Y (1990) Studies on the dynamics of bone and scale metabolism in teleosts, with special reference to their calcium homeostasis. PhD. thesis, Hokkaido University
140. Takagi Y, and Yamada J (1992) Effects of calcium deprivation on the metabolism of acellular bone in tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Comp Biochem Physiol* 102A: 481-485
141. Takagi Y, Hirano T, and Yamada J (1989) In vitro measurements of calcium influx into isolated goldfish scales in reference to the effects of putative fish calcemic hormones. *Zool Sci* 6: 83-89
142. Takahashi, K. (1929) "Studie uber die Fischgeschwulste." *Zeitschrift fur Krebsforschung* 29: 1-73.

143. Tandler, A., Har'el, M., Wilks, M., Levison, A., Brickell, L., Christie, S., Avital, E. and Barr, Y. (1989). Effect of environmental temperature on survival, growth and population structure in the mass rearing of the gilthead seabream, *Sparus aurata*. *Aquaculture* 78, 277–284.
144. Tchernavin, V. (1938a). The absorption of bones in the skull of salmon during their migration to the rivers. Fishery Board for Scotland: Salmon Fisheries 6, 1–4.
145. Tchernavin, V. (1938b). Changes in the salmon skull. Transactions of the Zoological Society of London 24, 103–184.
146. Thorpe, J. E. (1988). Salmon migration. *Science Progress* 72, 345–370.
147. Toften, H. and Jobling, M. (1996). Development of spinal deformities in Atlantic salmon and Arctic charr fed diets supplemented with oxytetracycline. *Journal of Fish Biology* 49, 668–677.
148. Tucker D. W., (1956) Studies on the trichiurid fishes. 3. A preliminary revision of the family Trichiuridae..Bull. Mus. Nat. Hist. Zool, . (3): 4 : 73-130
149. Valdez, M. M. E., 1997. Estudio Comparativo osteológico de las formas oculadas actuales del género *Astyanax* en diversas cuencas de México. TESIS, M. En. C. ENEP, I., UNAM., México, 78 p.
150. Van Someren, V. D. (1937). A preliminary investigation into the causes of scale absorption in Salmon, *Salmo salar* L. Fishery Board for Scotland: Salmon Fisheries 11, 1–11.
151. Vandewalle, P., Chikou, A., Laleye, P., Parmentier, E., Huriaux, F. and Focant, B. (1999). Early development of the chondrocranium in *Chrysiichthys auratus*. *Journal of Fish Biology* 55, 795–808.
152. Vandewalle, P., Focant, B., Huriaux, F. and Chardon, M. (1992). Early development of the cephalic skeleton of *Barbus barbus* (Teleostei, Cyprinidae). *Journal of Fish Biology* 41, 43–62.
153. Villani, P. (1976). Allevamento larvale di orata (*Sparus aurata* L.) riprodotta in condizioni artificiali di laboratorio. *Archivio di Oceanografia e Limnologia* 18, 295–302.
154. Von den Driesch, A. (1994a). “Viehhaltung, Jagd und Fischfang in der bronzezeitlichen Siedlung von Shimal bei Ras al-Khaimah/U.A.E.” Beiträge zur Altorientalischen Archäologie und Altertumskunde. Festschrift für



- Barthel Hrouda zum 65. Geburtstag. P. Calmeyer, K. Hecker, L. Jacob-Post and C. B. F. Walker. Wiesbaden: 73-85.
155. Von den Driesch, A. (1994b). "Hyperostosis in fish." Fish Exploitation in the Past. W. Van Neer. Tervuren, Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale, Sciences Zoologiques. 274: 37-45.
  156. von Westernhagen, H. and Dethlefsen, V. (1997). The use of malformations in pelagic fish embryos for pollution assessment. *Hydrobiologia* 352, 241–250.
  157. Voskoboinikova, O. S. (1998). Development of the bony skeleton in the ontogenesis of *Harpagifer antarcticus* (Harpagiferidae, Notothenioidei). *Journal of Ichthyology* 38, 501–510.
  158. Watson, W. and Walker, H. J. Jr (1992). Larval development of sargo (*Anisotremus davidsonii*) and salema (*Xenistius californiensis*) (Pisces: Haemulidae) from the Southern California Bight. *Bulletin of Marine Science* 51, 360–406.
  159. Weis, J. S. and Weis, P. (1989). Effects of environmental pollutants on early fish development. *Aquatic Sciences* 1, 45–47.
  160. Weitzman, S. H. (1962) The osteology of *Brycon meeki*, a generalized characid fish, with an osteological definition of the family.. Stanford Ichthyol. Bull. 8(1):1-77
  161. Wiegand, M. D., Hataley, J. M., Kitchen, C. L. and Buchanan, L. G. (1989). Induction of developmental abnormalities in larval goldfish, *Carassius auratus* L., under cool incubation conditions. *Journal of Fish Biology* 35, 85–95.
  162. Winter P.F. (1977) Scintigraphic detection of osteoid osteoma. *Radiology*; 122:1277-178.
  163. Yamada J (1956) On the mechanism of the appearance of the scale structure. VI. Some observations associating with the absorption of scale in the goldfish. Mem Fac Fish Hokkaido Univ 7: 202-207
  164. Yamada J (1961) Studies on the structure and growth of the scales in the goldfish. Mem Fac Fish Hokkaido Univ 9: 181-226
  165. Yamada J (1971) A fine structural aspect of the development of scales in the chum salmon fry. Bull Jpn Soc Sci Fish 37: 18-29

166. Zhao, Q.. 1990. Marine Fishery Resources of China. Zhejiang, China: Zhejiang Science and Technology Press.