



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
CARRERA DE BIOLOGÍA
LABORATORIO DE ANATOMÍA DE VERTEBRADOS Y
EDUCACIÓN CIENTÍFICA
LAVEC**



**Análisis de las deformaciones óseas de los peces
ángeles *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae)
reproducidos en cautiverio variedades oro, zebra, humo y
mármol utilizando la técnica de diafanización.**

TESIS

Que para obtener el título de:

BIÓLOGA

Presenta:

Sánchez Montejo Patricia

Director de Tesis:
M. en P.E. Roberto Moreno Colín

Los Reyes Iztacala, Edo. De México

Año 2016



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.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme permitido iniciar desde CCH con este aprendizaje que me ha llevado hasta donde me encuentro hoy, por ser cuna de oportunidades y por brindarme el privilegio de ignorar menos.

A la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, por brindarme 4 años de valioso aprendizaje, conocimiento y experiencias que me han convertido en profesionalista, pero sobre todo en un mejor ser humano, agradezco infinitamente que haya sido mi casa, mi guía de vida y mi oportunidad para descubrir un mundo lleno de metas, retos, y oportunidades que nunca imagine tener.

Al Laboratorio de Anatomía de Vertebrados y Educación Científica por el apoyo otorgado durante el período de la elaboración del proyecto, por proporcionarme el material, el espacio y el tiempo necesarios, para llevarlo a cabo y concluirlo con éxito.

Al laboratorio de microscopia de la FES Iztacala por el apoyo incondicional para la obtención de las imágenes. Especial agradecimiento al profesor Héctor Barrera† y a la profesora Daleth Guedea, por sus consejos y el tiempo dedicado.

A la M. en D. Gabriela Sánchez Fábila por proponer el proyecto y aportar todo su tiempo conocimiento y dedicación, a la conclusión del mismo.

Al M. en P.E. Roberto Moreno Colín asesor de tesis por el apoyo incondicional durante el proyecto y durante la carrera.

Al profesor Mario Alfredo Fernández Araiza, su guía y profesionalismo fueron vitales para poder encaminar el proyecto a buenos términos, gracias por la paciencia y la comprensión.

A los sinodales Omar Ángeles y Samuel Meraz por el tiempo dedicado y el apoyo en la revisión del proyecto, por su aportación en las correcciones y comentarios para mejorarlo y por las enseñanzas a lo largo de la carrera.

A todos los profesores que durante los cuatro años de la carrera nos brindaron su tiempo, paciencia, y conocimientos, que se preocuparon por nuestro aprendizaje y se comprometieron totalmente a nuestro desarrollo profesional y humano. Agradezco su ejemplo y sus palabras, hicieron que me enamorara aún más de esta hermosa carrera, BIOLOGÍA.

DEDICATORIAS

A mi padre Abelino Sánchez Domínguez, ¡LO LOGRAMOS! Me has enseñado a trabajar duro por lo que quiero, que todos aprendemos de todos, que si quiero algo debo ir por ello no importando los obstáculos, a ser humilde y agradecida con lo que tengo, que no importa cuán difícil se vea siempre voy a poder lograrlo si me lo propongo. Gracias por mostrarme que estoy hecha para cosas mucho más grandes. SIEMPRE FUIMOS TU Y YO CONTRA EL MUNDO, ahora, soy yo, con todo lo que me enseñaste, contra todo lo que se quiera interponer en mis metas. Te amo papá y a pesar de todo te agradezco infinitamente la mujer fuerte que hiciste de mí.

A mi madre Raquel Montejo Moreno, este tiempo juntas ha sido lo más gratificante que he podido vivir, he aprendido mucho de ti, desde siempre has sido ejemplo de trabajo duro, de fortaleza y de superación, nunca te conformas y cuando algo no te parece no importa quién sea, jamás permites que te afecte, gracias por permitirme reencontrarte, por tu apoyo incondicional, aunque estemos solas NOS TENEMOS LA UNA A LA OTRA, no lo olvides.

A mi hermano Eduardo Sánchez Montejo, ¡Bro! Gracias por tus consejos, quien diría que podrías centrarme aun cuando tú no estabas bien, sabes que eres un ejemplo de fortaleza y lucha, a pesar de todo estamos y estaremos el uno para el otro SIEMPRE.

A Emiliano Sánchez García, mi corazón, mi bebé hermoso, sé que en algún momento leerás esto, solo quiero agradecerte, por devolverme la esperanza y la alegría en los momentos más difíciles, por sentarte a mi lado, y brindarme ese ¡Wow! Completamente honesto ,que me permitió elegir las fotos de este proyecto, si así es, así elegí mis fotos hahahaha, eres esa luz que me hacía falta para encaminarme, que esto sea tu ejemplo para nunca conformarte, para que luches por lo que de verdad te haga feliz y para que sepas que incondicionalmente voy a amarte y a apoyarte siempre.

A Pamela Ruvalcaba Hernández, JUNTAS LOGRAMOS COSAS IMPOSIBLES, gracias por el apoyo incondicional, por estos 5 años de amistad inquebrantable, por creer en mí, aun cuando yo no lo hacía, por ser guía , confidente, hermana, e inspiración, por demostrarme con el ejemplo que si trabajas duro y sobre todo si amas lo que haces obtienes lo que mereces. LUCHEMOS POR NUESTROS SUEÑOS, TÚ Y YO CONTRA EL MUNDO.

A María del Consuelo Rivera Gómez, ME APOYASTE Y CREISTE EN MI, en el momento que más lo necesitaba, gracias por no dejarme caer, por hacerme ver cuán grande puedo llegar a ser y que el límite es el cielo cuando se trata de soñar, MI ENANO, mi hermana, mi familia, gracias por ser parte de mi vida no te vayas nunca.

A Karla Lorena Peñavera Cadena y a Oscar Gregorio Araujo Fortanel JUNTOS me enseñaron que no importan los obstáculos ni que tan difícil sea el camino, TODO SE PUEDE LOGRAR, con cariño y comprensión. Los quiero mucho, gracias por las sonrisas, por quererme así de enojona y por estar siempre conmigo.

A Manuel Alejandro Rizo Hernández: contigo descubrí que seguir lo que me hace feliz a pesar de sentir miedo es la mejor decisión de este mundo, porque trae consigo grandes cambios, grandes comienzos, y grandes amores, me haz enseñado que soy capaz de resurgir de las cenizas con más fuerza y determinación y que puedo ser quien quiera ser, me has demostrado que aun en la adversidad hay un abrazo sincero esperando por mí, que podemos estar juntos

peleando por nuestros sueños y aun así seguir siendo individuales y libres, ERES PAZ , ALEGRÍA. y ESPERANZA. Meu dente de leao.

A mi banda británica favorita Coldplay, su música me ha acompañado en los momentos más difíciles, estresantes y caóticos de mí vida, pero también en los más felices como este, no habría podido concluir mi proyecto sin su música , las luces me guiaran a casa, y encenderán mis huesos y entonces me curare.(Fix you).

A Juan Antonio y Raúl Yunuen son el mayor ejemplo de hermandad masculina que he tenido, me han apoyado, cuidado y protegido, en momentos muy difíciles, jamás dejaron que nada frenara esta meta, siempre han estado allí, los quiero mucho.

Y a todas aquellas personas que formaron parte de mi camino y que por las circunstancias de esta vida ya no están más en él, gracias por dejar lo mejor de ustedes en mi, por todas las enseñanzas, por todas las vivencias, y por mostrarme el camino para ser quien soy ahora, por ustedes SOY TITANIO.

Questões da ciência, ciência e progresso. Ninguém disse que era fácil.
Las cuestiones de la ciencia de la ciencia y el progreso, Nadie dijo que era fácil.
Christopher Anthony John Martin.

INDICE

Resumen.....	9
I.- Introducción.....	10
I.1 Malformaciones anatómicas.....	10
I.2 Técnica de diafanización.....	10
I.3 Características de los peces óseos.....	11
I.4 Esqueleto y función.....	12
I.5 Importancia económica del pez ángel ,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	13
I.6 Reproducción en cautiverio.....	14
I.7 Características del pez ángel.....	14
I.8 Características de las variedades: Oro, Zebra, Humo y Mármol.....	15
II. Marco Teórico	
II.1 Malformaciones.....	17
II.2 Morfología.....	19
II.3 Técnica de diafanización.....	23
II. 4 Morfometría.....	24
III. Antecedentes.....	24
IV. Justificación.....	25
V. Objetivos.....	26
VI .Material y método.....	27

VII. Esquema morfométrico de P. Scalare.....	28
VIII. Resultados	
VIII.1 Deformidades encontradas en las 4 variedades.....	30
VIII.2 Cráneo.....	39
VIII.3 Columna vertebral.....	53
VIII.4 Aletas	
VIII.5 Aleta caudal.....	97
VIII.6 Aleta dorsal, anal y pterigóforos neurales y hemales.....	104
VIII.7 Aletas pectorales y cleitrum.....	116
VIII. 8 Aletas pélvicas.....	124
VIII.9 Tablas medidas morfométricas	129
IX. Análisis y discusión.....	131
X. Conclusiones.....	136
XI .- Literatura Citada	138
XII.- Anexo 1.....	141
XII. Anexo 2.....	142

Resumen:

El presente trabajo consiste en la descripción y el análisis de las deformaciones óseas de 33 peces ángeles *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae) reproducidos en cautiverio, separados por variedad (oro, zebra, humo y mármol) apoyada en la técnica de diafanización, presentaron 13 tipos de deformidades, cuyo análisis morfométrico determinó la incidencia de las deformaciones. Se elaboró un compendio fotográfico con 1400 fotografías con ayuda del microscopio estereoscópico que permitió elaborar las descripciones con mayor detalle.

I. INTRODUCCIÓN:

El término malformaciones morfo-anatómicas es utilizado para describir desviaciones de la morfología externa, asociado a defectos en la anatomía interna. Estas malformaciones son desviaciones irreversibles naturales o inducidas de la morfología estándar y fisiología de los peces silvestres tomados como referencia. (Beraldo *et al.*, 2003).

Las principales malformaciones morfológicas en peces se pueden agrupar en cinco categorías principales dependiendo del aspecto involucrado; forma, pigmentación, nivel, estructura y vejiga natatoria. (Divanach *et al.*, 1996).

Las malformaciones esqueléticas especialmente craneales y a nivel del eje vertebral, han sido reportadas en casi todas las especies de peces de cultivo con variada incidencia y severidad desarrollándose, principalmente durante la ontogenia hasta la metamorfosis. (Georgakopoulou *et al.*, 2007)

Las causas asociadas a la manifestación de malformaciones esqueléticas se relacionan con la intensificación de los cultivos, condiciones abióticas desfavorables, desbalances nutricionales, enfermedades y factores genéticos. (Izquierdo *et al.*, 2010).

Dichos factores genéticos provocan predisposiciones hereditarias que no se transmiten simultáneamente a la población, la transmisión solo ocurre de padres a hijos, estos padecimientos pueden ser macroscópicos como las malformaciones congénitas, que pueden ser estudiadas de manera más específica a través de la técnica de diafanización de Dawson (1926), modificada por Gersenowies y Sánchez (2010), que es eficiente al permitir observar de manera óptima y detallada las estructuras óseas, posibilitando corroborar la secuencia anatómica del proceso de osificación en diferentes áreas así como las deformidades.

Independientemente del tipo de proceso que se lleve a cabo, el fundamento es el mismo: el organismo se somete a un proceso de fijación para impedir que se presente una autólisis y por tanto la degradación post mortem de los organismos, incluye

sustancias corrosivas como el hidróxido de potasio (KOH), que mediante reacciones de óxido reducción despigmenta los tejidos igualando los índices de refracción de la luz en el interior del organismo con el medio que lo contiene(Concha 2006), y la tinción del sistema óseo, mediante colorantes específicos como la alizarina, esto debido a que existe una afinidad alta entre el colorante y las sales que constituyen los huesos permitiendo que este se adhiera a ellos, por lo que la tinción es completa, a pesar de que se utiliza en todos los grupos de vertebrados, su aplicación en peces es una de las más destacadas principalmente por su gran diversidad, facilidad de adquisición y tamaño que la hace más eficiente y relativamente rápida (Rodríguez, 2012).

CARACTERISTICAS DE LOS PECES ÓSEOS

Fisiológicamente los peces son iguales a otros vertebrados, sin embargo existen algunas diferencias en órganos y tejidos. La mayoría son ectotermos de superficie epitelial igual o mayor al resto del cuerpo. Su piel es la primera barrera contra el medio ambiente y es responsable de mantener la integridad osmótica del pez. (Ferguson, 1988). La boca nos brinda información sobre los hábitos y conducta alimenticia, de acuerdo a su posición, puede ser inferior, terminal o subterminal.

Las branquias son capas de delicadas membranas que difunden el oxígeno a la corriente sanguínea. En los peces óseos los movimientos operculares permiten la circulación del agua en el interior de la cámara branquial.

El sistema nervioso de los peces consta de un sistema cerebroespinal y un sistema autónomo. El primero está formado por un sistema central que incluye al cerebro o encéfalo y la medula espinal y un sistema periférico que comprende los nervios craneales, espinales y los órganos de los sentidos.

Los órganos de los sentidos están constituidos por células sensoriales que responden a estímulos físicos y químicos específicos turnando la información recibida a los centros de asociación y análisis del sistema nervioso central. Los principales órganos de los sentidos son los ojos, el sistema acústico-lateral, los órganos olfativos y los del gusto. (Torres, 1991).

La vejiga natatoria les permite mantener la posición a un nivel determinado, a veces actúa como amplificador de cualquier sonido producido por el organismo o participa en las funciones de audición.

La forma del cuerpo brinda información importante sobre los hábitos de vida en los peces, los movimientos, las corrientes de agua, la profundidad a la que nadan y el lugar donde habitan, forman parte de los aspectos hidrodinámicos que gracias al tipo de esqueleto y musculatura que lo recubren permiten que el organismo se adapte.

El esqueleto de los peces consta de diversos elementos dispuestos en estructuras internas y externas, ambas con porciones blandas y duras, cuya función es el sostén protección e inserción de la musculatura del cuerpo, el esqueleto interno se divide en axial y apendicular, el primero comprende el cráneo la columna vertebral, las costillas y los huesos intermusculares. El esqueleto apendicular comprende las estructuras que brindan soporte interno a las aletas.

El conocimiento de la estructura, la anatomía y las funciones corporales de los peces ayuda a entender sus necesidades y costumbres además del modo en que afecta el hecho de que presenten deformaciones.

El interés por los peces se enfoca en diversas líneas de investigación que van desde inventarios taxonómicos, revisiones sistemáticas, ecología de peces, conservación de comunidades hidrobiológicas, esto en cuanto al enfoque ictiológico, sin embargo estas líneas de investigación también se enfocan a estudios biogeográficos y taxonómicos, además de los alimenticios y ornamentales.

El pez ángel *Pterophyllum scalare* es una de las especies ornamentales cuyo posicionamiento en el acuarismo a nivel internacional ha ido aumentando, debido a que los estándares de calidad en cuanto a su comercialización han mejorado (Parada 2010; Landines M. 2001) además de que permite utilizar alternativas de producción sostenible, ya que pueden ser reproducidos bajo condiciones

controladas y tener mayor variabilidad mediante cruces que producen individuos con características llamativas que satisfacen la demanda del mercado. No obstante, *P. scalare* ha sido capturado, producido y comercializado durante muchos años de una manera empírica, ocasionando muchas veces elevadas mortalidades, baja fertilidad, incidencia de enfermedades y lento crecimiento y debido a su demanda en el comercio reproducido de manera exponencial.(Cruz Casallas 2011; Luna Figueroa *et. Al.*, 2000)

En cuanto al conocimiento de la especie, se sabe que los escalares que actualmente viven en cautividad, son el híbrido de varias especies silvestres que se encuentran en la naturaleza en la región amazónica, El *P. scalare*, pertenece a la familia Cichlidae que constituyen una de las familias con mayor número de especies. Cuentan con 700 especies en América del Sur y América Central, 500 en África y tres en Asia.

Se agrupan varias especies pertenecientes al género *Pterophyllum spp* y cuya sistemática es aún discutida, dichas denominaciones son: *P. altum*, también conocido como escalare alto por sus dimensiones, en cuanto a altura son superiores a las de cualquiera de las otras especies del género, de ahí su denominación “altum” puede llegar a alcanzar los 18 cm de longitud y mayor altura. Y *P. leopoldi*, considerado como una subespecie o un híbrido entre las otras dos especies de escalares. Su cuerpo es más corto y menos estilizado que el de sus otros compañeros de género. Tanto *P. leopoldi* como *P. altum*, son escasos en los acuarios dada la dificultad de su reproducción en cautiverio y a las altas exigencias en cuanto a la calidad del agua, además del nivel de estrés que presentan. (Swann, L. 2006)

Sin embargo *P. scalare* presenta mayor versatilidad en cuanto a la reproducción en cautiverio de donde se obtienen distintas variedades, dentro de ellas se encuentran las variedades oro, zebra, humo y mármol cuya singular belleza y facilidad de reproducción hace que junto con las demás variedades de esta especie estén presentes en el 99% de los acuarios, y que sean altamente recomendados por acuarofilos expertos para iniciar uno.

Estos peces presentan dimorfismo sexual (diferencia evidente entre machos y hembras), las principales diferencias son: la zona en la que se insertan las aletas abdominales es más redondeada en la hembra que en el macho, la distancia entre las aletas abdominales y la anal es mayor en la hembra que en el macho. Otra característica se encuentra en el extremo proximal de la aleta anal ya que se une a la zona ventral de manera menos perpendicular en la hembra que en el macho. En ejemplares adultos se observa que los costados son más abultados en las hembras que en los machos.

En su ambiente natural *P. scalare*, habita en los cursos de agua tranquilos, poco profundos y con abundante vegetación, su distribución geográfica comprende las cuencas geográficas de los ríos Amazonas y Orinoco. Su dieta es omnívora exceptuando los primeros días de vida en los que se alimentan casi exclusivamente de presas vivas. (Norman. 1975) La madurez sexual es alcanzada entre los 9 y 12 meses de edad, pudiendo ser un poco más rápida o más retardada influenciada en gran medida por las condiciones ambientales (parámetros físico químicos del agua) y el tipo de nutrición al que sean sometidos, las condiciones ideales para la reproducción son las siguientes: pH de 6,8 a 7,2, la dureza no debe ser mayor a 100mg/lit de carbonatos, la temperatura debe estar entre los 26 y 28° C, los niveles de nitratos deben estar por debajo de los 100mg/l por lo que los recambios parciales de agua deben ser frecuentes, además se recomienda que deben tener acceso a un periodo lumínico diario entre 8 a 12 horas/día, parte del éxito de la reproducción en cautiverio en cuanto a frecuencia de desove, cantidad de huevos por postura y porcentaje de supervivencia de los alevines está determinado por el valor nutricional de la dieta suministrada, la edad de los reproductores también está asociada a la fertilidad. (Swann, L. 2006)

El comportamiento reproductivo de los cíclidos es muy diverso, existen aquel en que los huevos son fertilizados e incubados en la boca de la hembra, en otras especies los machos realizan la incubación bucal, en otros casos los huevos son depositados en un sustrato previamente preparado por los progenitores. En el caso de *P. scalare* la hembra desova sobre superficies de troncos, hojas o rocas

que previamente han limpiado, una vez que la hembra realiza la puesta, el macho fertiliza los huevos. El cuidado de los huevos y de los alevines durante los primeros días de vida está a cargo de los dos progenitores, que forman una pareja estable, lo que permite que sean catalogados como monógamos. (Pérez C. 2002).

CARACTERISTICAS DE LAS VARIEDADES



Fig. 1- Variedad Oro

Nombre común: Escalar dorado o gold

Características de la variedad Aunque se parecen a los albinos, no son iguales, esta especie tiene pigmentos que dan una coloración dorada en algunas áreas (también se los llama destellos), se han encontrado ejemplares casi totalmente dorados, aunque en la mayoría estos “destellos” se encuentran en la parte superior.



Fig. 2 - Variedad Zebra

Nombre común: Escalar zebra

Características de la variedad: De un color gris opaco aunque puede presentarse en distintas variaciones de color, de aletas muy finas y normalmente oscuras, podemos encontrar hasta 6 franjas en el cuerpo, pero normalmente se distinguen 5,



Fig.3 -Variedad Humo o ahumado

Nombre común: Escalar ahumado, humo o smoke

Características de la variedad. Presenta sus aletas oscurecidas al igual que un cuerpo color humeante como marrón, normalmente en la parte superior y en ocasiones cubre gran parte del cuerpo, presenta 4 bandas verticales.



Fig. 4 Variedad Mármol

Nombre común: Escalar mármol o marmolado

Características de la variedad Su coloración base es el plateado o plomo con “manchas” negras que cubren casi totalmente al pez, estas pueden percibirse como franjas (pero no lo son), esta variedad es muy común en los acuarios.

II. Marco Teórico.

Dado que el punto central de este trabajo estuvo enfocado en el análisis de las deformaciones óseas del pez ángel *pterophyllum scalare*, como primer paso se describen dichas deformaciones, que son los ejes conceptuales en los que apoyamos la lectura interpretativa del trabajo. Las 13 deformidades principales encontradas fueron las siguientes.

1.-LORDOSIS: Curvatura neural pronunciada que se encuentra generalmente en las primeras vertebras (torácicas) de la columna.

2.-XIFOSIS: Curvatura hemal pronunciada que se encuentra en las últimas vertebras (caudales) de la columna.

3.-LORDOSIS-XIFOSIS: Conjunción de las vértebras torácicas y hemales que forman una S, afectando la zona neural y hemal del organismo.

4.-ESCOLIOSIS: Curvatura anormal en la columna que se genera a partir de un desfase hacia cualquiera de los lados (izquierdo o derecho) del organismo por lo que se observa aplanado de un lado y del otro con una protuberancia.

5.-DEFORMACION Y/O AUSENCIA DE ALETA DORSAL: Aletas poco desarrolladas, quebradizas, incompletas, o ausentes se recorren hacia atrás o delante de la posición inicial.

6.-DEFORMACIÓN Y/ O AUSENCIA DE ALETA ANAL: Aletas poco desarrolladas, quebradizas, incompletas, o ausentes se recorren hacia atrás o delante de la posición inicial.

7.-DEFORMACIÓN Y/O AUSENCIA DE ALETA CAUDAL: Aletas poco desarrolladas, quebradizas, incompletas, o ausentes se recorren hacia atrás o delante de la posición inicial

8.-AUSENCIA DE PTERIGOFOROS NEURALES: La estructura de soporte de la aleta dorsal o pterigóforo, no se presenta o se encuentra incompleta

9.-AUSENCIA DE PTERIGOFOROS HEMALES: La estructura de soporte de la aleta anal o pterigóforo, no se presenta o se encuentra incompleta

10.- ALARGAMIENTO Y ADELGAZAMIENTO DE COSTILLAS Y ESPINAS: La deformación se observa en la forma que presentan las costillas puede ser escalonada o en zigzag, en su mayoría son muy delgadas y alargadas y llegan hasta la zona visceral

11.-FUSIÓN DE ESTRUCTURAS: Se observa que las espinas y los pterigóforos hemales se encuentran completamente unidos entre sí por un engrosamiento anormal en las paredes, además de alterar su posición al recorrerse hacia adelante o hacia atrás.

12.- ENGROSAMIENTO DE PARED HEMAL: Esta malformación se aprecia usualmente en las primeras espinas hemales, en donde la pared normal que poseen es más osificada y gruesa, esto causa que las espinas se fusionen entre sí.

13.-SEPARACIÓN ANORMAL ENTRE VÉRTEBRAS: Esta deformación divide a la columna vertebral a la mitad, puede existir cartílago entre esta separación para brindar soporte, sin embargo se recomienda realizar doble tinción para verificarlo.

Morfología del pez ángel *pteroptyllus scalare*.

Las descripciones anatómicas en los peces se realizaron a partir del esqueleto axial por lo que es importante comprender que lo constituye:

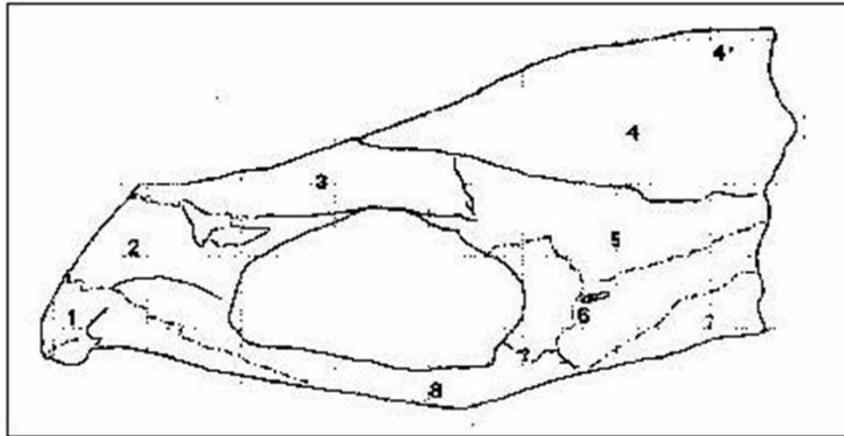
Esqueleto axial:

El esqueleto axial corresponde al cráneo, columna vertebral, las costillas y los huesos intermusculares. La primera estructura que se describió fue el cráneo por lo que es necesario presentar el concepto y función del mismo.

Cráneo: proporciona soporte y protección al cerebro y órganos del olfato, de la vista y oído. Además une a la parte anterior de los aparatos digestivo y respiratorio (boca y branquias).

Se compone de un **neurocráneo** y un **branquiocráneo**.

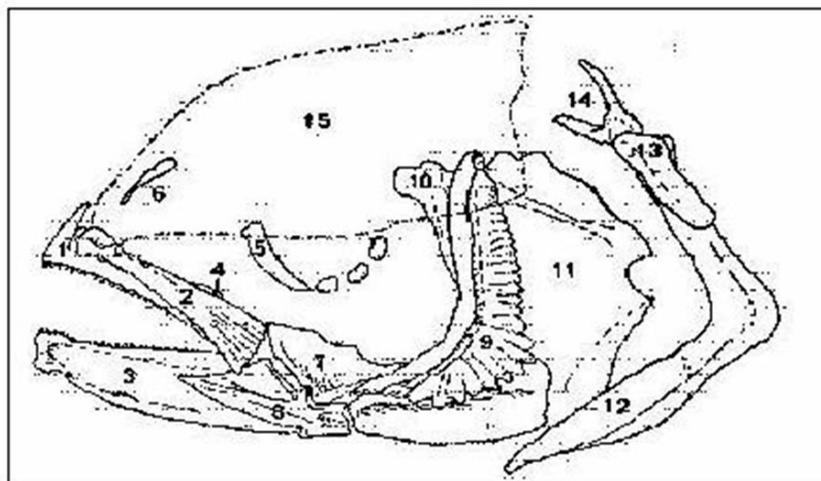
El **neurocráneo** consta de dos partes a) huesos interiores (endosteales) que forman un piso y rodean las capsulas olfatorias, óptica y ótica, b) huesos dérmicos externos (ectosteales) que forman el techo de la caja cerebral y le dan forma al rostro.



Neurocráneo en vista lateral izquierda. 1: vómer, 2: etmoides, 3: frontal, 4: supraoccipital, 4': cresta supraoccipital, 5: parietal, 6: otolitos, 7: basioccipital, 8: paraesfenoides.

Fig. 5 Neurocráneo de un pez

Branquiocráneo: Se divide en tres regiones a) mandibular; b) hioidea; (huesos de la serie opercular); y c) branquial (arcos branquiales)



Huesos faciales, operculares y huesos de la cintura pectoral articulados, en vista lateral izquierda. 1: premaxila, 2: maxila, 3: dentario, 4: palatino, 5: lacrimal, 6: nasal, 7: cuadrado, 8: articular, 9: preopérculo, 10: hiomandibular, 11: opérculo, 12: cleitro, 13: supracleitro, 14: posttemporal, 15: silueta del neurocráneo.

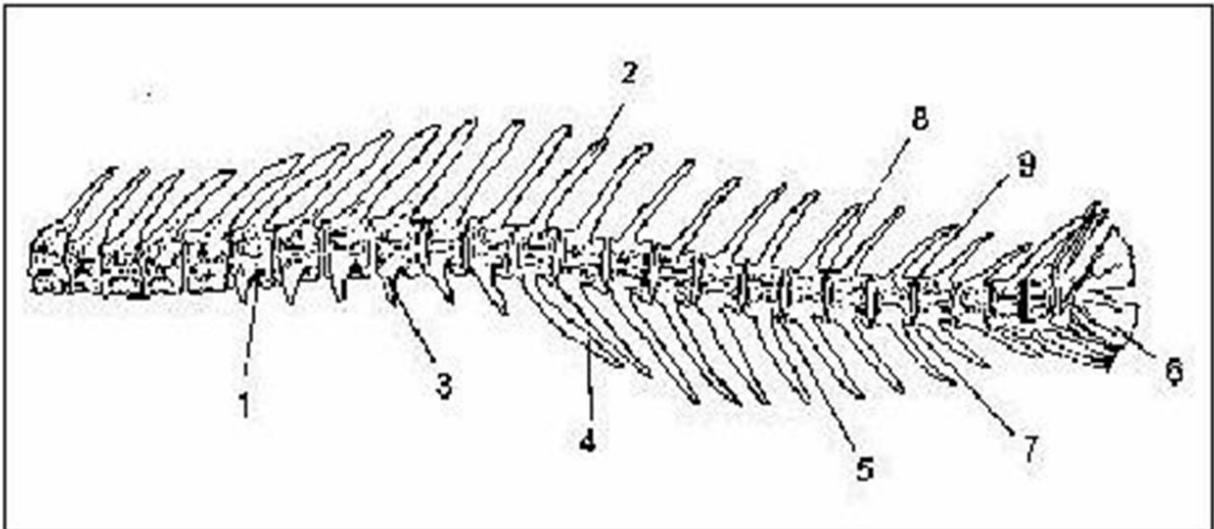
Fig. 5.1 Partes del Branquiocráneo de un pez

COLUMNA VERTEBRAL

La columna vertebral o espina dorsal, es un soporte flexible, que se desarrolla alrededor de la notocorda, suplantándola por completo en la mayoría de las especies, provee un eje estructural, ofrece un lugar para la fijación de la musculatura regional, impide el acortamiento del cuerpo y soporta gran parte del peso, soporta y protege la médula espinal, la aorta dorsal y vena caudal. Sirve de apoyo a los músculos de la locomoción.

Está formada por las vértebras y se divide en dos regiones, pre caudal y caudal. El complejo uróforo constituye el término de la región caudal.

Estos elementos óseos forman a lo largo de la columna, una serie de arcos: el arco neural, ubicado sobre el centro de la vértebra que protege a la médula espinal; y el arco hemal, que se ubica debajo de cada centro de las vértebras caudales y encierran la arteria aorta dorsal. (Nadal 2001)



Columna vertebral en vista lateral izquierda. 1: surco para la implantación de las costillas,

2: espina neural, 3: parapófisis, 4: espina hemal, 5: postzigoapófisis ventral,

6: complejo uróforo, 7: prezigoapófisis ventral, 8: prezigoapófisis dorsal,

9: postzigoapófisis dorsal.

ESQUELETO APENDICULAR

El esqueleto apendicular comprende la cintura pectoral, formada por elementos esqueléticos dérmicos y endocondrales, que sostiene la aleta pectoral o miembro anterior; y la cintura pélvica o caderas, formada sólo por elementos endocondrales, que sostienen la aleta pelviana o miembro posterior (Kardong 2005). Las aletas están constituidas por radios dérmicos, que se originaron como elementos estabilizadores y de avance del cuerpo del pez. La parte proximal de la aleta, junto al cuerpo, está sostenida por pterigóforos de dos tipos: basales y radiales, que articulan a las aletas pectorales y pelvianas, con las cinturas respectivas.

ALETAS

Una aleta es una estructura que presentan los peces o los animales pisciformes acuáticos para la locomoción, son guía durante la natación y para mantener el balance del cuerpo. La piel que forma las membranas de las aletas está sostenida generalmente por radios cartilagosos u óseos, que pueden ser blandos (radios blandos) o duros (espinas de las aletas). Se dividen en:

Pares: Son aquellas aletas que se encuentran una en cada uno de los lados, como ejemplos se tienen a las aletas pélvicas o ventrales y pectorales.

Impares: Son las que se ubican en el plano de simetría bilateral. El número de ellas no es necesariamente impar (puede haber, por ejemplo, dos aletas dorsales).

Aleta caudal: Es una aleta impar situada al final del cuerpo del pez, es el principal órgano para generar el empuje. En esta variedad de peces esta aleta es difercera, dicho de otra manera, significa que está formada por dos lóbulos iguales, separados por la columna vertebral, que se prolonga en línea recta hasta la extremidad de la cola.

Aleta dorsal: Es una aleta localizada en la espalda del pez. Sirven para proteger del balanceo y asistir en vueltas y paradas bruscas. Un pez puede tener hasta tres de ellas.

Cada rayo de las aletas impares se sostiene por tres huesos llamados **pterigóforos**, uno cartilaginoso (distal) y dos osificados (proximal y medio). El pterigóforo proximal es alargado y se deriva de una espina interneural, en el caso de la aleta dorsal, o de una espina interhemal, en el caso de la aleta anal.

El pterigóforo medio articula y da flexibilidad a los pterigóforos proximal y distal. En aletas de rayos blandos los pterigóforos distales se ubican entre las bases de los rayos.

-Aleta Anal: Es una aleta impar situada inmediatamente detrás del ano, en posición vertical en la línea media ventral del cuerpo de los peces, entre la abertura anal y la cola. Puede haber una o más aletas anales y los peces la usan para estabilizarse durante el nado.

ALETAS PECTORALES Y CLEITRUM

La cintura pectoral de los peces, se compone de huesos dérmicos y cartilaginosos.

Los huesos de cartílago son el coracoides y los escapulares (pares) y cuatro pares de radiales, mientras que entre los dérmicos se cuentan los posttemporales, cleitros, postcleitros y supracleitros (pares).

En las variedades deformes estas estructuras presentan variaciones muy marcadas que se describen a continuación.

ALETAS PELVICAS

Son también llamadas aletas ventrales. Están ubicadas ventralmente bajo las aletas pectorales.

TECNICA DE DIAFANIZACIÓN:

La técnica tiene como objetivo principal el aclaramiento de huesos y cartílago, lo anterior se logra equilibrando la refracción de luz dentro del cuerpo con la refracción de luz que el ojo humano puede detectar, esto permite que al término

de la técnica se pueda observar el sistema óseo y el nivel de deformidad presente en los organismos, por lo que es de gran importancia en investigaciones teratológicas.

Dicha técnica ha sido utilizada principalmente para el estudio de organismos vertebrados. El primer método establecido fue implementado por Hollister, posteriormente utilizado por Schultze (1897) y, subsecuentemente, ha sido modificado por diversos investigadores con el fin de obtener mejores resultados, Dawson (1926), Lipman (1935), Cumley, Crow, and Griffen (1939), Gamble (1945), True (1947), McLeod (1980), Mikolji (2010) son algunos de ellos.. Hasta la fecha se sigue innovando la técnica, sustituyendo diferentes sustancias o empleándolas de distinta forma, acelerando su capacidad de respuesta. Dichos avances han sido patentados en especímenes frescos o apenas preservados. Es común utilizarla en especímenes pequeños.

Morfometría:

La morfometría, es el estudio cuantitativo de la variación de las formas biológicas (Bookstein, 1996) se ha llevado a cabo desde los inicios de la biología, en la descripción anatómica y morfológica de los seres vivos con la finalidad de analizar diferencias entre especies y dentro de una misma especie,

II. Antecedentes:

Astorga et al. (1999) Estudiaron la caracterización de las malformaciones esqueléticas de dorada criadas en condiciones de cultivo intensivo, 1166 presentaron lordosis como la principal deformidad poniendo en manifiesto que las incidencias de esta deformación en las granjas y empresas de engorde, no parecen ser de origen genético sino alimenticio.

Astorga et al. (1999) Evaluaron el efecto de la deformidad de la columna (lordosis) y la consanguinidad de reproductores de dorada (*Sparus aurata*) cruzando peces con lordosis, peces con y sin deformidades de columna y peces

normales de medios hermanos y hermanos carnales, observando que el fenotipo de deformidad en los reproductores y el grado de consanguinidad afecta a la calidad de la larva, incrementando el porcentaje de larvas deformes.

Eric Gisbert et al. (2003) Estudiaron las deformaciones esqueléticas en larvas de peces marinos, utilizando la técnica de diafanización para teñir el sistema óseo y el cartílago, encontraron que las principales deformaciones esqueléticas que afectan a estos organismos se encuentran en la cabeza, la columna vertebral y la cola y que muchas de ellas están asociadas al tipo de nutrición que se suministra.

Joanne Norton (1994).Elaboró un compendio fotográfico con peces ángel vivos que presentaban deformaciones, realizó una breve descripción de las mismas sin utilizar métodos químicos o histológicos, únicamente observacionales, indicando que los niveles dorso ventrales son los más afectados, así mismo concluyó que dichas malformaciones no son ocasionadas únicamente por enfermedad o lesión, sino que también pueden ser heredables.

Rodríguez-Ibarra Luz Estela et al. (2014) Realizaron un estudio con el fin de evaluar y describir el desarrollo osteológico normal de la columna vertebral y complejo caudal de la especie *Lutjanus guttatus* cultivada bajo condiciones controladas para detectar cambios en el crecimiento con muestras procesadas siguiendo las técnicas estándar de intercambio de información, y el cartílago (azul de alcian) y tinción de hueso (rojo alizarina) y cuyo análisis detallado de estructuras osteológicas permitirá una descripción de referencia para evaluar y detectar malformaciones que pueden ocurrir durante el cultivo larval del pargo manchado rosa.

III. Justificación:

Las malformaciones óseas en peces de ornato son cada vez más frecuentes, limitan el desarrollo, comportamiento biológico y bienestar del organismo en cultivo, además generan pérdidas económicas por la reducción del valor del

producto e imagen de comercialización de los individuos deformados, sin embargo más allá de las pérdidas económicas, no existe un método de estudio y detección apropiado para contrarrestarlas, y analizarlas una vez que ya se presentaron, por lo que este trabajo contribuye al primer análisis ,en las cuatro variedades de pez ángel *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae) del que no existía ningún reporte de este tipo hasta ahora, además de proporcionar la técnica de diafanización como alternativa eficiente para que dichas deformaciones puedan ser estudiadas de una manera más precisa, y poder realizar más estudios, no solo en peces de ornato si no en cualquier organismo que las presente y apoyar de este modo a que las investigaciones de este tipo aumenten.

IV. Objetivo general: Analizar las deformaciones óseas que presentan los peces ángel de las variedades oro, cebrá, humo y mármol, criados en cautiverio.

Objetivos particulares:

1. Destacar las estructuras óseas mediante la técnica de diafanización.
2. Describir las deformaciones anatómicas de los peces.
3. Establecer las diferencias en la relación entre mediciones morfométricas en peces deformes de la especie *P. scalare* entre sus distintas variedades.
4. Determinar las deformaciones óseas en las 4 variedades de pez ángel
5. Comparar la incidencia de las malformaciones entre las 4 variedades de pez ángel y determinar la más afectada.
6. Elaborar un compendio fotográfico de los organismos estudiados.

V.MATERIAL Y MÉTODO

- Se trabajaron 33 organismos de la especie *Pterophyllum scalare* de 4 variedades diferentes (oro, zebra, humo y mármol) muertos y fijados en formol al 4% procedentes de la granja de cultivo comercial.
- Se inició el tratamiento de diafanización con la técnica de Dawson modificada por Gersenowies y Sánchez 2010 (Anexo 1). Debido a que la mayoría de los ejemplares tenían un alto contenido de grasa entre los músculos, se modificó el manejo de los reactivos. En el caso del hidróxido de potasio (KOH) junto con el rojo de alizarina, se cambió de 3 a 4 veces debido a la saponificación que presentó durante el proceso, esto para asegurar la correcta tinción de los organismos, asimismo el hidróxido de potasio sin colorante tuvo la misma reacción y prolongo el tiempo establecido para completar el procedimiento.
- Al término de la técnica se tomaron 20 medidas morfométricas en cada uno de los ejemplares con base en el Manual de ciencias pesqueras de la FAO (Holden, 1975) y Strauss y Bookstein (1982) mencionadas en la Tabla. 1 e ilustradas en la Fig. 6.
- Se realizaron las descripciones morfológicas de los peces deformes con ayuda de un microscopio estereoscópico Nikon.
- Para la elaboración del compendio fotográfico se utilizó un microscopio estereoscópico para las estructuras pequeñas y una cámara Panasonic marca Lumix.

VII.- ESQUEMA MORFOMETRICO DEL PEZ ÁNGEL (*P. Scalare*)

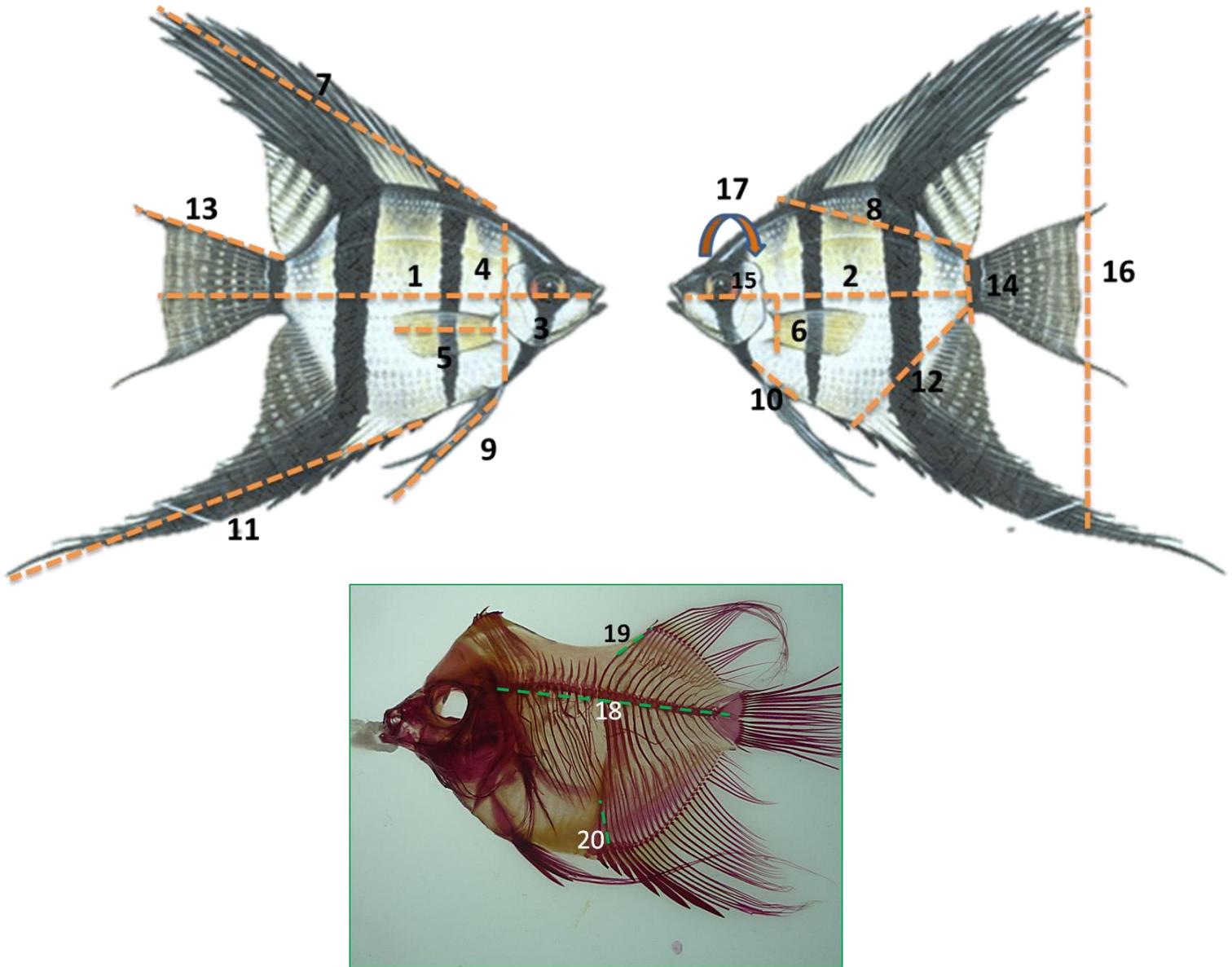


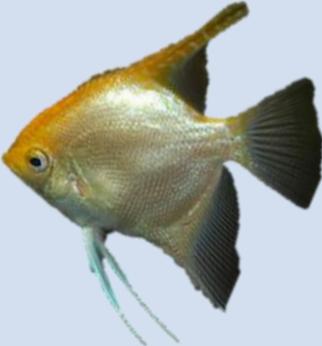
Fig. 6 Esquema de las medidas tomadas en el pez ángel (*P. Scalare*)

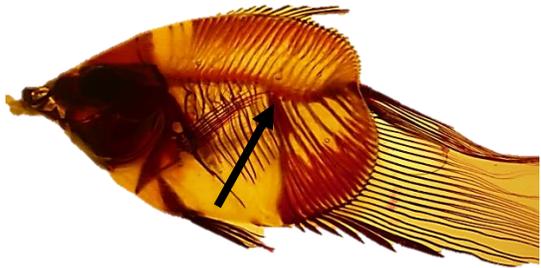
Núm.	Abreviatura	Medidas morfométricas	Núm.	Abreviatura	Medidas morfométricas
1	LT	Longitud total	11	LAA	Longitud aleta anal
2	LP	Longitud patrón	12	ANAA	Ancho aleta anal
3	AC	Ancho cráneo	13	LAC	Longitud aleta caudal
4	LC	Longitud cráneo	14	AAC	Ancho aleta caudal
5	LAPEC	Longitud aleta pectoral	15	LO	Longitud orbita
6	AAPEC	Ancho aleta pectoral	16	ALTURA	Altura total
7	LAD	Longitud aleta dorsal	17	ANCHURA	Ancho del pez
8	AAD	Ancho aleta dorsal	18	LCV	Longitud columna vertebral
9	LAP	Longitud aleta pélvica	19	LPTHN	Longitud pterigóforos neurales
10	AAP	Ancho aleta pélvica	20	LPTH	Longitud pterigóforos hemales

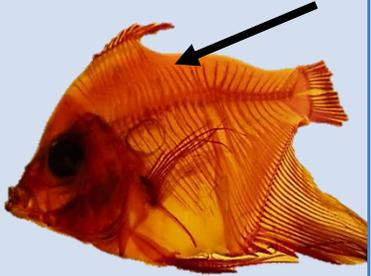
Tabla 1. Medidas morfométricas realizadas.

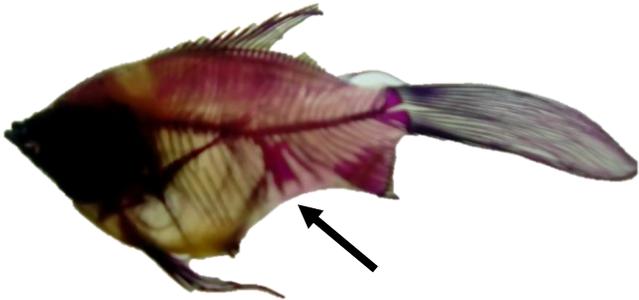
VIII. RESULTADOS

Al finalizar el tratamiento se obtuvieron como resultado de las observaciones realizadas, y de las medidas morfométricas tomadas, trece deformaciones relevantes que se muestran a continuación.

Variedad	Pez sano	Peces deformes	Peces diafanizados	Deformidad presente
ORO				LORDOSIS

	 <p>(a)</p>	 <p>(b)</p>	<p>(a) XIFOSIS</p> <p>(b) ENGROSAMIEN TO DE LA PARED HEMAL</p>
<p>Zebra</p>			 <p>LORDOSIS-XIFOSIS</p>

				<p>ESCOLIOSIS</p>
<p>Humo</p>				<p>DEFORMACIÓN O AUSENCIA DE ALETA DORSAL</p>

	 <p>(a)</p>	 <p>(b)</p>	<p>(a) DEFORMACIÓN Y O AUSENCIA DE ALETA ANAL.</p> <p>(b) DEFORMACIÓN Y O AUSENCIA DE ALETA CAUDAL.</p>	
<p>Mármol</p>			 <p>(b)</p> <p>(a)</p>	<p>(a) AUSENCIA DE PTERIGOFOROS HEMALES</p> <p>(b) AUSENCIA DE PTEIGOFOROS NEURALES</p>

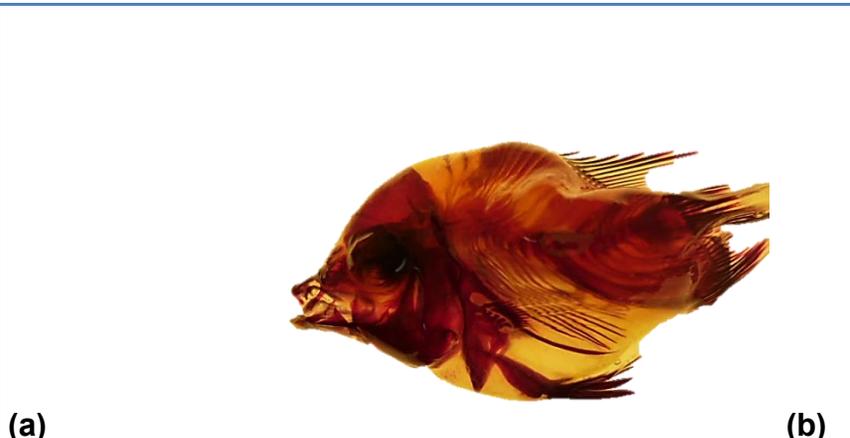
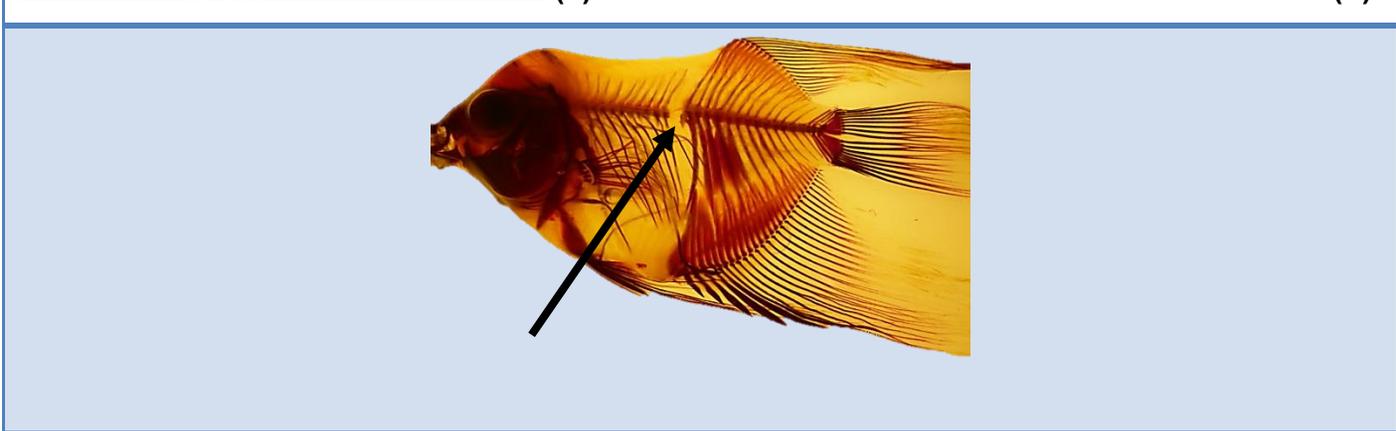
		<p>(a) ALARGAMIENTO Y ADELGAZAMIENTO DE ESPINAS Y COSTILLAS</p> <p>(b) FUSIÓN DE ESTRUCTURAS</p>
		<p>SEPARACIÓN ANORMAL DE VERTEBRAS</p>

Tabla 2. Deformaciones halladas en las 4 variedades de pez ángel

Como aclaración se indica que no se trabajó con organismos sanos estas imágenes se obtuvieron de la página <http://www.pezangel.com/variedades/> únicamente fueron utilizadas como referencia para destacar las deformaciones.

Se tomaron 20 medidas morfométricas al finalizar la técnica de diafanización establecidas en los 33 organismos, se observó que de manera general presentan variaciones notorias en cuanto a la diferencia en centímetros entre cada una de ellas. (Anexo 2), las cuales se atribuyen a las distintas malformaciones que los afectan.

En el caso de la longitud total que fue de un rango de 4 a 11 cm de manera general en las 4 variedades, se observa una diferencia entre ellas de 2 a 5 cm, la longitud parcial se tomó desde la boca hasta el urostilo, con un rango de 3 a 6 cm y una diferencia de 1 a 2 cm entre cada variedad, ambas medidas nos indica que el organismo conservo cierta regularidad en cuanto al tamaño, que fue un aspecto representativo de cada variedad, ya que a pesar de pertenecer a la misma especie e incluso estando en el mismo estadio adulto, hubo organismos pequeños, medianos y grandes , esta variación nos permitió observar ciertos patrones que relacionaron al tamaño con la deformidad desarrollada, es decir, los organismos pequeños presentaron deformaciones muy marcadas a nivel columna , lordosis y xifosis y en algunos casos escoliosis, en cuanto a los organismos medianos y grandes presentaron una tendencia más elevada a las deformaciones en el esqueleto apendicular y las aletas, no obstante también mostraron daño a nivel columna pero en un grado menor.

La altura total, anchura, longitud del cráneo y la anchura del cráneo fueron medidas que permitieron determinar las proporciones del cráneo con respecto al resto del cuerpo, el rango de las medidas va de 3 a 5 cm para la altura total con una variación de 2 cm entre cada variedad, la anchura con un rango de 0.3 a 2 cm aproximadamente y una variación de 0.7 mm entre variedades, la longitud del cráneo y la anchura del mismo con un rango de 1 a 4 cm y una variación de 2 cm aproximadamente, nos muestran que existe proporcionalidad entre ellas, por lo que se podría afirmar que no sufrió ningún daño significativo y que conservo la forma triangular característica, sin embargo al observar detalladamente los huesos, de todos los cráneos se determinó que si sufrieron modificaciones en cuanto a la forma, el acomodo y la distribución

dentro de la estructura, hubo huesos que se acortaron, se ensancharon o que simplemente no se encontraban, en el caso especial la variedad marmoleada se perdió la característica forma triangular ya que la cresta supraoccipital se achato, esto nos demuestra que aunque las medidas sean proporcionadas, pueden presentarse daños a nivel hueso que solo pueden determinarse mediante la observación detallada, por lo que en este caso las medidas no determinan cierta deformidad o regularidad en las mismas.

La longitud de la órbita mantuvo cierta proporción en cuanto a las medidas que van de 0.4 a 0.9 mm con una variante de 0.3 mm entre cada variedad, por lo que el ojo en sí no sufrió ninguna afectación en cuanto a la forma y el tamaño, sin embargo al observar esta sección del cráneo, la zona que sostiene al ojo es decir la serie de huesos circumorbitarios sufrieron modificaciones en cuanto a la distribución, forma y acomodo, por lo que en este caso las medidas no reflejan el daño interno, solo nos proporcionan datos relevantes en cuanto a la proporción que mantuvieron los organismos a pesar de las deformidades.

La longitud de la columna vertebral que va de un rango de 1 a 4 cm con una variación de 3 cm entre variedades también nos indica cierta proporción, sin embargo fue una de las estructuras afectadas por las deformidades, en este caso las longitudes menores nos indican que la columna presentó lordosis, xifosis, o lordosis-xifosis muy acentuada, en algunas variedades el número de vértebras no estaba completo, o se compactaban para poder dar sostén al resto del cuerpo, al contrario de las longitudes mayores, donde solo una sección de la columna presentó algún daño o bien la separación anormal de las vértebras, que solo se observó en especímenes grandes, esta medida nos indica que los organismos se adaptaron al tipo de deformidad que desarrollaron y que lograron mantener cierta regularidad en cuanto al tamaño.

La longitud de los pterigóforos neurales y hemales no muestra homogeneidad, hay valores que van desde 0 a 1 cm de manera muy irregular, esto debido a que en algunos casos dichas estructuras no se presentaron en los organismos o se

encontraban muy disminuidas, estas longitudes están directamente relacionadas con la aleta dorsal y la aleta anal, se observó que si los pterigóforos neurales eran pequeños o no se presentaban las aletas dorsales no lograban desarrollarse por completo, o no se desarrollaba, e incluso algunos de ellos se fusionaban para poder compensar la ausencia de los demás, lo mismo ocurrió con la aleta anal en el caso de los pterigóforos hemales, por eso es que las medidas de las aletas se encuentran tan dispares entre sí, en la aleta anal por ejemplo las medidas van de 0.9 a 6 cm en cuanto a lo largo, en la anchura va de 0.8 a 3 cm pero de igual manera sin presentar homogeneidad, la aleta dorsal fue una de las más afectadas en cuanto a la longitud por ello las medidas son muy irregulares, la anchura también se vio afectada porque en algunos casos la aleta solo era una pequeña sección o se encontraba dividida y la medida se tomó a partir del inicio de la estructura, que muchas veces se encontraba recorrida por la ausencia de huesos.

Las aletas pectorales y las aletas pélvicas conservaron cierta regularidad en las medidas sin embargo, las aletas pectorales de algunos de ellos se encontraban acortadas o estaban rotas, las aletas pélvicas no mostraron irregularidades en las medidas, sin embargo al momento de la observación de los huesos, muchas de ellas tenían los radios rotos o incompletos y en los procesos pélvicos y post pélvicos se observó una fusión bastante marcada por lo que en este caso la longitud no nos proporciona información sobre el daño presente en las aletas.

Las medidas de la aleta caudal también fueron irregulares, la longitud de la aleta que va de 0.8 a casi 4 cm nos indica que las longitudes pequeñas fueron el resultado de algún daño presente en esta sección de la aleta, mientras que las longitudes mayores nos indican que en esta zona el daño fue mínimo, lo mismo ocurre con la anchura de la aleta, las medidas van de 0.34 a 2 cm que a pesar de conservar cierta regularidad no nos indica que la aleta si sufrió ciertas modificaciones igualmente en el acomodo de los huesos, en algunos casos se encontraban fusionados o recorridos, algunos eran más anchos para compensar la ausencia.

A pesar de esto no se puede asegurar que exista un patrón en concreto para las deformaciones interpretando únicamente las medidas y aunque las descripciones avalan ciertos aspectos es necesario incrementar el tamaño de la muestra para que sea posible realizar un análisis estadístico que permita establecer relaciones entre las variables y predecir la funcionalidad de las estructuras en las siguientes generaciones, además es de suma importancia agregar especímenes sanos a la muestra para poder realizar la comparación correspondiente, esto como apoyo para observar la forma el tamaño y la distribución original de los huesos y poder elevar el nivel de confianza de los resultados obtenidos.

Sin embargo se pudieron observar con mayor detalle las diferencias morfológicas en las distintas regiones del pez y se realizaron las siguientes descripciones.



XVIII- 2 .Fig. 6.- Cráneo de pez ángel *pterophyllum scalare* variedad Oro.

- 1.-Cresta supraoccipital
- 2.- epiótico
- 3.- interopercular
- 4.- opercular
- 5.- subopercular
- 6.- preopercular
- 7.- metapterigoides
- 8.- cuadrado
- 9.- yugal
- 10.-ceratohial
- 11.-articular
- 12.- angular
- 13.- paraesfenoides
- 14.- Dentario
- 15.-Lacrimal
- 16.-Maxilar
- 17 premaxilar
- 18.-nasal
- 19.- palatino
- 20.- prefrontal
- 21.- circumorbitarios
- 22.-frontal
- 23 cresta parietal
- 24.- orbito esfenoides
- 25.- parietal

Neurocráneo

El neurocráneo en esta variedad es el que presenta mayor tamaño, esta es una de las causas por las que tomar una fotografía completa resulta complicado, y por lo que algunos de los huesos no pudieron ser tomados.

De la cresta supra occipital (1) solo se puede observar la base que presenta poca osificación, y en la cual no se forma un triángulo, la cresta parietal (23) forma una meseta irregular e incompleta en la base, mientras que el hueso parietal (25) no se encuentra definido, la cresta pterótica y el hueso pterótico no se observan en la fotografía. En cuanto al perfil ventral, el paraesfenoides (13) no forma un ángulo, ya que cubre la base del orbital.

La región olfatoria destaca por el tamaño de los huesos, el hueso frontal (22) está incompleto y presenta una curvatura pronunciada el hueso nasal (18) se encuentra acortado e irregular, conecta con el pre maxilar (17) acortado y ensanchado, esta región está delimitada por pre frontales (20) completos.

El hueso orbito esfenoides, forma la serie suborbital, compuesta por la serie de 6 huesos circumorbitarios (24) que al igual que en la variedad anterior son poligonales, sin embargo del lado derecho del orbital no se definen, debido al grado de osificación que presentaron, el hueso lacrimal (15) es muy amplio, y el yugal (9) es delgado, alargado y presenta una tenue división.

La región ótica que forma la fosa pos temporal y que está delimitada por el epiótico, la cresta pterótica y el pterótico no se observan en la fotografía del cráneo completo por lo que no se logró describir, además de que la región posterior del pos temporal el hueso escapular cresta supra escapular cuya curvatura da origen al supracleitrum cleitrum y postcleitrum tampoco se puede observar debido al tamaño del cráneo.

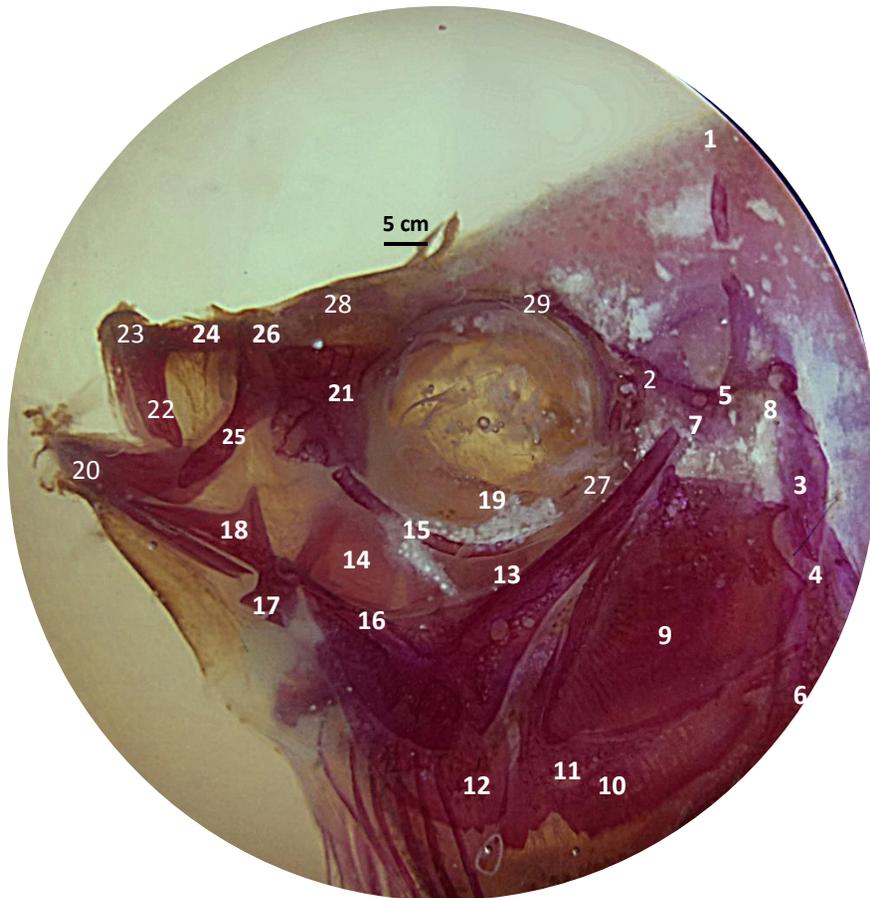
Branquiocráneo

El branquiocráneo o esqueleto visceral está conectado directamente con el neurocráneo mediante el palatino (19) que en esta variedad se ensancha en la base y se alarga hasta terminar en una punta redondeada, La región hiomandibular se encuentra formada por el arco mandibular y la serie hiopalatina, el palatino se articula posteriormente mediante el metapterigoides (7). El arco mandibular está constituido por los huesos pre maxilar (17) y maxilar (16) que presenta forma de punta de flecha y que no se encuentra bien conjuntado con el pre maxilar, el dentario (14) se encuentra desfasado del maxilar, el articular (11) es de forma irregular, ya que presenta una división pequeña en la parte basal, lo que parece dividirlo a la mitad ,sostiene al angular (12) de tamaño mediano y en forma de triángulo, que constituye el extremo posterior de la mandíbula inferior.

Los pre maxilares apoyan la retractilidad de la mandíbula superior, en el caso de esta variedad, este proceso no se lleva a cabo correctamente debido a que el maxilar está incompleto además de que se observa ensanchado, lo que le confiere una forma particular, además de que presenta una fisura muy tenue que pareciera dividir al hueso, el dentario es irregular en la parte apical , ancho y definido en el resto del hueso, el maxilar no logra conjuntarse correctamente con él, tiene una escotadura que recibe al articular y cerca de su extremo posterior esta la fosa articular que recibe al cuadrado (8) que es laminar y lleva una escotadura posterior y un cóndilo inferior que recibe al articular.

El hiomandibular es el elemento más grande de la serie, se articula mediante dos cóndilos y el hueso pterótico, y mediante un cóndilo posterior con el opercular (4) a lo largo de un reborde lateral recibe al pre opercular (5) al subopercular (5) y al inter opercular (3) este conjunto de huesos presentan un tamaño mucho mayor que en otras variedades y es una de las razones por las que el esqueleto apendicular no pudo ser fotografiado. El ceratohial (10) es definido y alargado, engrosado en la parte basal y con una curvatura suave en la misma.

Fig. 7 Cráneo de pez ángel *pterophyllum scalare* variedad zebra.



- 1.-Cresta supra occipital
2. Epiótico
3. Supracleitrum
4. Cleitrum
5. Pteriótico
6. Postcleitrum
7. Hiomandibular
8. Cresta Pterótica
9. Interopercular
10. Opercular
11. Subopercular
12. Preopercular
13. Metapterigoides
14. Cuadrado
15. Yugal
16. Ceratohial
17. Articular
18. Angular
19. Paraesfenoides
20. Dentario
21. Lacrimal
22. Maxilar
23. Premaxilar
24. Nasal
25. Palatino
26. Prefrontal
27. Circumorbitarios
28. Frontal
29. Orbitoesfenoides

Neurocráneo.

El neurocráneo de esta variedad es más alto que largo, la cresta supra occipital (1) es curvada y no logra observarse completamente además de que no forma el triángulo característico de esta especie, la cresta parietal y hueso parietal no se observan en la fotografía al igual que la cresta pterótica, el hueso pterótico (5) es muy pequeño y alargado se encuentra muy conjuntado con los demás huesos por lo que es un tanto complicado de observar, el paresfeoides (19) también se encuentra difuminado y no está bien definido, debido a que no se encuentra bien osificado, la región olfatoria muestra el hueso nasal (24) recto y completo, aunque un poco reducido en longitud, el pre maxilar (23) corto y redondeado está orientado hacia arriba, y el frontal (28) también muy pequeño y delgado, delimitado por prefrontales (26) compactados.

La serie suborbital muestra al hueso orbito esfenoideas que incluye la serie de 6 huesos circumorbitarios (27) muy delgados y algunos poco osificados por lo que no se observan correctamente, el hueso lacrimal (21) es amplio y presenta varios canales, que hacen que se observe fracturado, el yugal es delgado, alargado y no logra conectarse con el hueso lacrimal por una pequeña separación que presenta en la parte basal (15)

En la región ótica se forma la fosa pos temporal delimitada por el hueso epiótico, alargado, pequeño y poco osificado (2), la cresta pterótica y el hueso pterótico no se observan. La faceta articular del epiótico es notable y recibe la rama posterior del pos temporal que no logra observarse al igual que el escapular y la cresta supra escapular esto debido a que este cráneo también tenía un tamaño grande, el supracleitrum (3) tiene forma lanceolada, ensanchado en la parte intermedia y terminado en punta, el cleitrum (4) no se encuentra bien definido y se observa conjuntado con el postcleitrum (6) del que solo puede observarse una pequeña sección.

Branquiocráneo

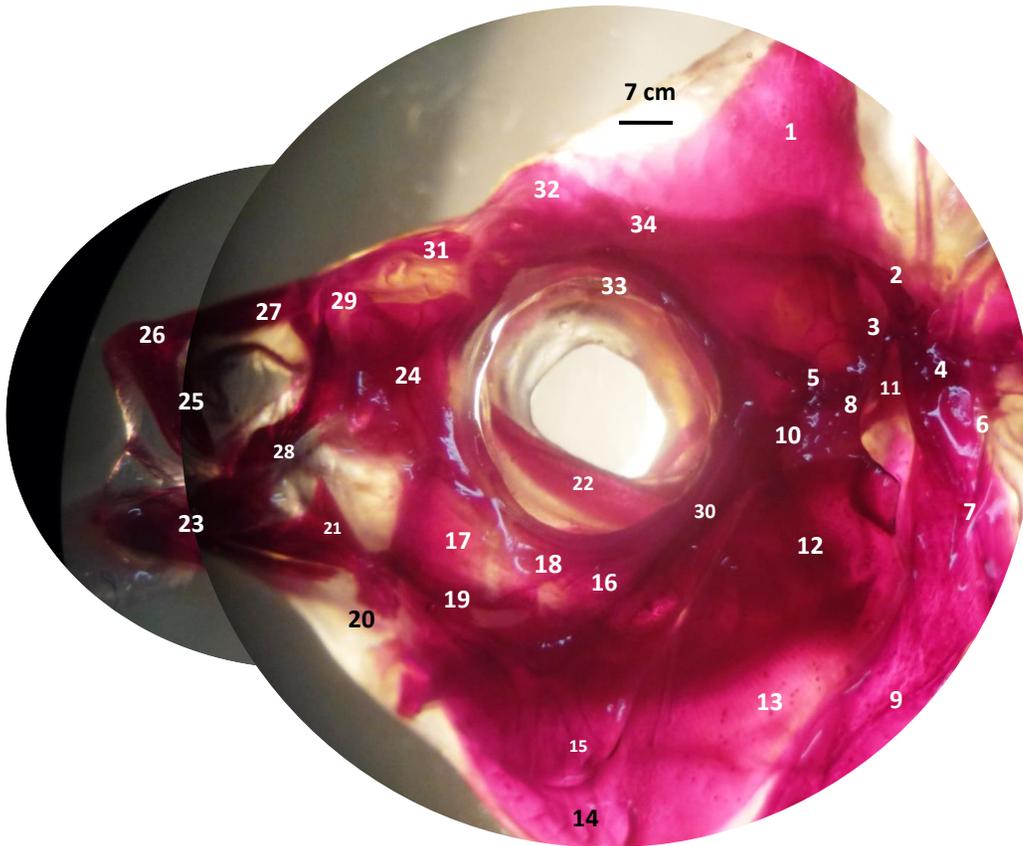
El branquiocráneo o esqueleto visceral está conectado directamente con el neurocráneo mediante los huesos palatino (25) que está completo, es de tamaño mediano, alargado en la base a modo de repisa, y el hueso hiomandibular (7) que es muy delgado y poco osificado. La región hiomandibular se encuentra formada por el arco mandibular y la serie hiopalatina, el palatino se articula posteriormente mediante el metapterigoides (13) que se encuentra difuminado y poco osificado. El arco mandibular está constituido por los huesos pre maxilar (23) que se observa muy comprimido y el maxilar que a pesar de ser alargado se encuentra ensanchado (22) son de buen tamaño y se conjuntan correctamente, el dentario (20) forma una especie de L curva que sobrepasa al pre maxilar, el articular (17) que forma una especie de cuadrado con los lados estrechos, orientado hacia arriba que sostiene al angular (21) de tamaño mediano y en forma de triángulo que constituye el extremo posterior de la mandíbula inferior que se observa orientada hacia arriba.

Los pre maxilares apoyan la retractilidad de la mandíbula superior, en el caso de esta variedad este proceso es funcional para los organismos debido a que el maxilar no está incompleto, y en cuanto a forma y tamaño no presenta irregularidades, a pesar de que el dentario es irregular, tiene una escotadura que recibe al articular y cerca de su extremo posterior está la fosa articular que recibe al cuadrado (14) es laminar lleva una escotadura posterior y un cóndilo inferior que recibe al articular.

El hiomandibular es el elemento más grande de la serie, se articula mediante dos cóndilos y el hueso pterótico, respectivamente, mediante un cóndilo posterior con el opercular (10) a lo largo de un reborde lateral recibe al pre opercular (12) que se encuentra disminuido y recorrido hacia abajo, al subopercular (11) que se encuentra fracturado de la base y que se conjunta con el inter opercular (9) este conjunto de huesos se encuentran bien definidos dentro del cráneo, el opercular presenta un borde aserrado y el pre opercular se encuentra bifurcado,

El ceratohial (16) soporta cuatro branquístegos, es alargado y delgado, presenta buena osificación a pesar de su complexión.

Fig.8 Cráneo del pez ángel *pterophyllum scalare* variedad humo.



- | | |
|---------------------------|----------------------|
| 1.-Cresta supra occipital | 18. Yugal |
| 2.-Supraescapular | 19. Ceratohial |
| 3.-Escapular | 20. Articular |
| 4.-Posttemporal | 21. Angular |
| 5. Epiótico | 22. Paraesfenoides |
| 6. Supracleitrum | 23. Dentario |
| 7. Cleitrum | 24. Lacrimal |
| 8. Pteriótico | 25. Maxilar |
| 9. Postcleitrum | 26. Premaxilar |
| 10. Hiomandibular | 27. Nasal |
| 11. Cresta Pterótica | 28. Palatino |
| 12. Interopercular | 29. Prefrontal |
| 13. Opercular | 30. Circumorbitarios |
| 14. Subopercular | 31. Frontal |
| 15. Preopercular | 32. Cresta parietal |
| 16. Metapterigoides | 33. Orbitoesfenoides |
| 17. Cuadrado | 34. Parietal |

Neurocráneo

El neurocráneo de esta variedad es más largo que alto, es el más completo debido a que por su tamaño se pudieron tomar todas las estructuras, la cresta supra occipital (1) presenta una elevación pronunciada formando un triángulo, la cresta parietal (32) se encuentra definida, presenta una curvatura pronunciada en la base que parece extenderse hasta la cresta supra occipital, debido a que se conjunta con el hueso parietal (34) que es alargado y forma una curvatura en la base de la cresta supraoccipital, la cresta pterótica (11) es pronunciada, y el hueso pterótico (8) es irregular debido a que se conjunta con el hueso epiótico lo que hace que ambos se observen más gruesos de lo normal,. El perfil ventral muestra al paraesfenoides (22) formando un marcado ángulo, la región olfatoria muestra al hueso nasal (27) alargado que conecta con el pre maxilar curvado y corto, esta región está delimitada por pre frontales completos (29)

La serie suborbital muestra al hueso orbito esfenoides que incluye la serie de 6 huesos circumorbitarios (30) irregulares que forman un polígono, el hueso lacrimal (24) es amplio y el yugal (18) se encuentra poco osificado en algunas regiones, sin embargo se observa claramente en la fotografía.

En la región ótica se forma la fosa pos temporal delimitada por el epiótico (5), la cresta pterótica (11) y el pterótico (8) La faceta articular del epiótico es notable y recibe la rama posterior del pos temporal (4) del extremo posterior del pterótico hasta llegar al escapular (3) y a la cresta supra escapular (2) cuya curvatura da origen al supracleitrum (6) cleitrum (7) y postcleitrum (9) cuyas estructuras se observan bien osificadas y delimitadas.

Branquiocráneo

El branquiocráneo o esqueleto visceral está conectado directamente con el neurocráneo mediante los huesos palatino (28) que está fragmentado en dos secciones, y el hueso hiomandibular (10), que se encuentra demasiado conjuntado

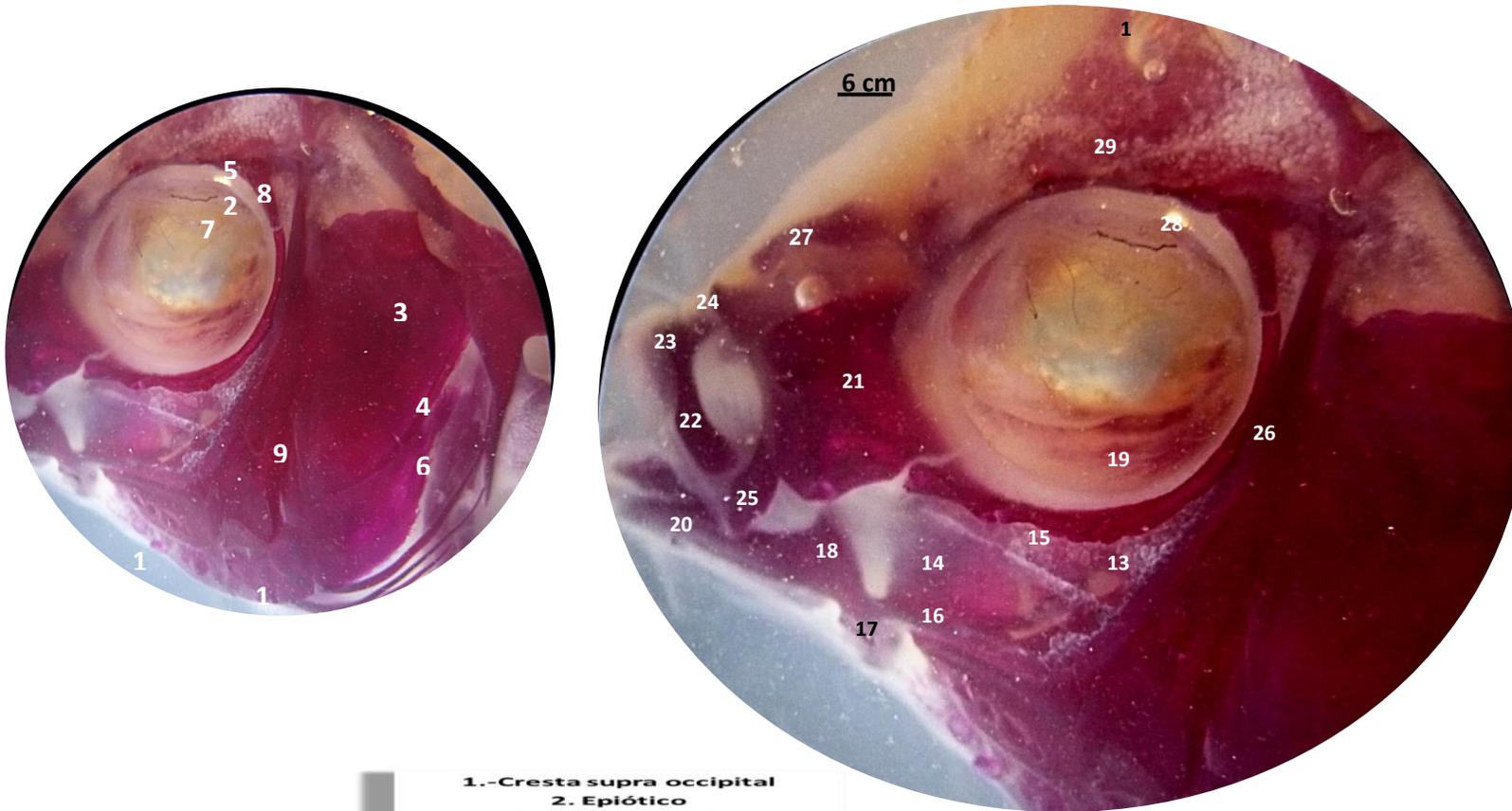
por lo que se diferencia poco de los demás huesos que lo rodean, La región hiomandibular se encuentra formada por el arco mandibular y la serie hiopalatina, el palatino se articula posteriormente mediante el metapterigoides (16). El arco mandibular está constituido por los huesos pre maxilar (26) y maxilar (25) que en este grupo se encuentra engrosado e incompleto, el hueso dentario (23) de gran tamaño, bien osificado y ensanchado en la parte apical, el articular (20) que sostiene al angular (21) de tamaño mediano y en forma de triángulo que constituye el extremo posterior de la mandíbula inferior.

Los pre maxilares apoyan la retractilidad de la mandíbula superior, en el caso de esta variedad este proceso no se lleva a cabo correctamente debido a que el maxilar está incompleto además de presentar un ensanchamiento inusual, el dentario es irregular, tiene una escotadura que recibe al articular y cerca de su extremo posterior esta la fosa articular que recibe al cuadrado (17) es laminar lleva una escotadura posterior y un cóndilo inferior que recibe al articular.

El hiomandibular es el elemento más grande de la serie, se articula mediante dos cóndilos el pterótico, respectivamente y mediante un cóndilo posterior con el opercular (13) a lo largo de un reborde lateral recibe al pre opercular (15) al subopercular (14) y el inter opercular (12) este conjunto de huesos.

El ceratohial (19) tiene forma de reloj de arena y soporta cuatro branquiestegos.

Fig. 9- Cráneo del pez ángel *pterophillum scalare* variedad mármol



- 1.-Cresta supra occipital**
- 2. Epiótico**
- 3. Supracleitrum**
- 4. Cleitrum**
- 5. Pteriótico**
- 6. Postcleitrum**
- 7. Hiomandibular**
- 8. Cresta Pterótica**
- 9. Interopercular**
- 10. Opercular**
- 11. Subopercular**
- 12. Preopercular**
- 13. Metapterigoides**
- 14. Cuadrado**
- 15. Yugal**
- 16. Ceratohial**
- 17. Articular**
- 18. Angular**
- 19. Paraesfenoides**
- 20. Dentario**
- 21. Lacrimal**
- 22. Maxilar**
- 23. Premaxilar**
- 24. Nasal**
- 25. Palatino**
- 26. Circumorbitarios**
- 27. Frontal**
- 28. Orbitoesfenoides**
- 29. Parietal**

Neurocráneo

El neurocráneo en esta variedad es de tamaño medio, más alto que largo, y achatado, lo que no es característico de este pez, por lo que en primera instancia se observa una deformación completa del cráneo ya que no posee la forma triangular característica de estos organismos, la cresta supra occipital (1) es pequeña, presenta una elevación media, la cresta parietal no se observa dentro del conjunto de los huesos, el hueso parietal se encuentra sobrepuesto a la cresta supra occipital pero no se encuentra bien definido. La cresta pterótica (8) no es muy pronunciada sin embargo la curvatura que forma está bien definida, el hueso pterótico es muy pequeño y solo logra observarse una porción pequeña del mismo (5).

El paraesfenoides (19) a pesar de no estar tan definido muestra una forma irregular con pliegues, lo que hace que en el perfil ventral no se forme ningún ángulo, la región olfatoria muestra al hueso nasal (24) acortado e irregular terminado en punta que conecta con el pre maxilar (23) redondeado y corto y un hueso frontal (27) acortado e irregular que no logra conjuntarse con el hueso nasal, esta región no está delimitada por pre frontales ya que en esta sección se observa incompleto

La serie suborbital muestra al hueso orbito esfenoides que incluye la serie de 6 huesos circumorbitarios (28) bien definidos, el hueso lacrimal (21) es amplio, y se separa del orbital y el yugal (15) de tamaño medio.

En la región ótica se forma la fosa pos temporal delimitada por el epiótico (2), la cresta pterótica (8) y el pterótico (5) La faceta articular del epiótico es notable sin embargo no puede observarse el pos temporal el hueso escapular y la cresta supra escapular, esto debido al tamaño del cráneo, el supracleitrum (6) cleitrum (7) y postcleitrum (9) no poseen una regionalización definida, se observan “fusionados”

Branquiocráneo

El branquiocráneo o esqueleto visceral está conectado directamente con el neurocráneo mediante los huesos palatino (25) que presenta una curvatura pronunciada en toda su estructura, y el hueso hiomandibular (7) que es muy pequeño, La región hiomandibular se encuentra formada por el arco mandibular y la serie hiopalatina, el palatino se articula posteriormente mediante el metapterigoides (13). El arco mandibular está constituido por los huesos pre maxilar (23) y maxilar (22) que se ensancha y que en conjunto con el pre maxilar forma una especie de mazo. El hueso dentario (20) de tamaño mediano, presenta una fisura que hace que el hueso se divida, el articular (17) que es pequeño y poco osificado, al angular (18) de tamaño mediano y ancho que forma un triángulo irregular y que constituye el extremo posterior de la mandíbula inferior.

Los pre maxilares y el maxilar en esta variedad se encuentran conjuntados lo que no permite que el proceso de retractilidad de la mandíbula superior se realice correctamente, el dentario es irregular, tiene una escotadura que recibe al articular y cerca de su extremo posterior esta la fosa articular que recibe al cuadrado (14) es laminar y es muy ancho y grande, lleva una escotadura posterior y un cóndilo inferior que recibe al articular.

El hiomandibular es el elemento más grande de la serie, se articula mediante dos cóndilos el pterótico, respectivamente y mediante un cóndilo posterior con el opercular (10) a lo largo de un reborde lateral recibe al pre opercular (12) al subopercular (11) y el inter opercular (9) este conjunto de huesos se encuentran bien definidos dentro del cráneo, el subopercular presenta ondulaciones en la base.

El ceratohial (16) es pequeño y se encuentra poco definido, sin embargo la estructura logra observarse conjuntada con los demás huesos.

Con esta sección se terminan las descripciones del cráneo y se inicia con la siguiente sección que es la columna vertebral. Las descripciones se presentaran en el siguiente orden de acuerdo a la variedad: Oro, zebra, humo y mármol.

La **figura 10** muestra al pez completo, esto con el fin de regionalizar las partes, para facilitar la ubicación de los huesos, además de resaltar las deformaciones presentes en los demás organismos.

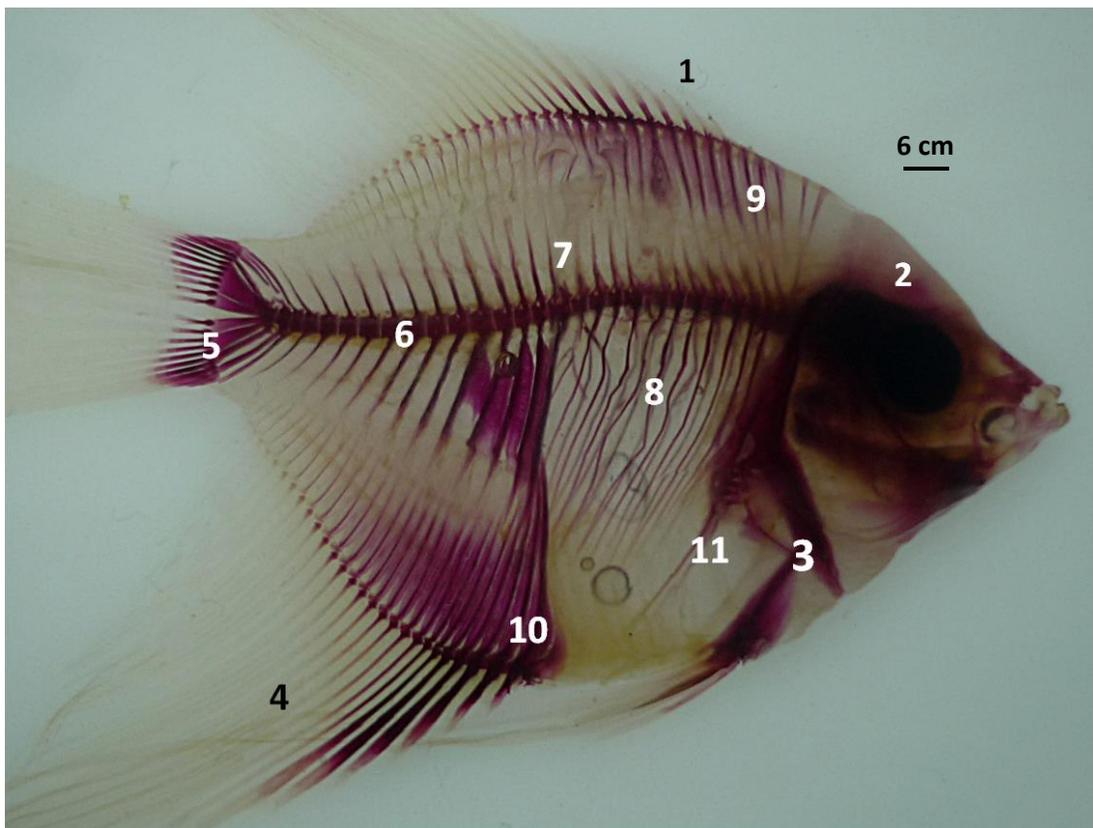


Fig. 10- Esqueleto de pez: 1) aleta dorsal; 2) cráneo; 3) Aletas pélvicas; 4) Aleta anal; 5) Aleta caudal; 6) columna vertebral; 7) Espinas; 8) costillas; 9) Pterigoforos neurales; 10) Pterigóforos hemales; 11) Aleta pectoral.

XVIII- 3 .Descripción de la columna y las vértebras en la variedad oro.

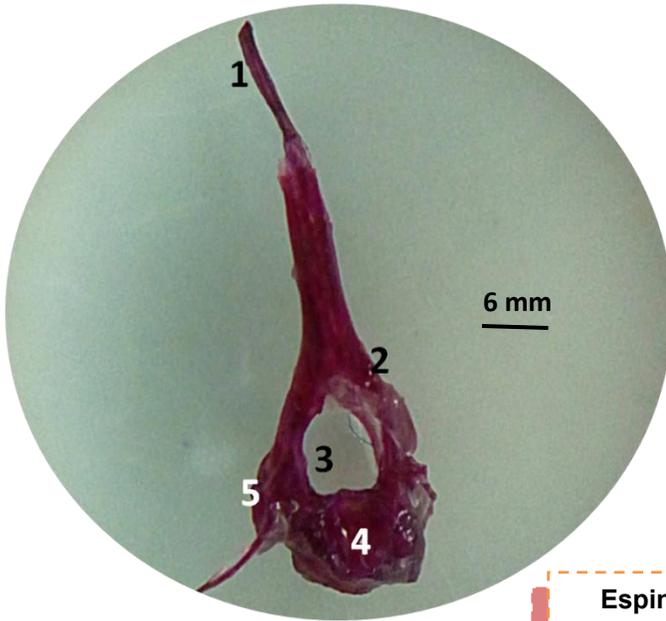


Fig 11- Columna vertebral variedad oro.

Esta variedad cuenta con 29 vértebras que presentan espinas y costillas muy delgadas y quebradizas, desde la primera vértebra torácica hasta la sexta, se observan a las estructuras de soporte o pterigóforos encimados e incompletos, a partir de la séptima vértebra y hasta la décimo cuarta no hay presencia de estos soportes por lo que la aleta se encuentra incompleta, de la décimo quinta hasta la décimo novena, las vértebras presentan alargamiento excesivo de las costillas, y espinas muy delgadas, la vértebra vigésimo novena no se encuentra bien definida por lo que el inicio de la aleta caudal se recorre a la siguiente. A pesar de que las vértebras no se encuentran completas, el organismo fue capaz de adaptarse, sin embargo, la columna presenta lordosis a partir de la primera vértebra y hasta la novena, donde se observa una pequeña separación de las mismas.

Descripción de vertebras de la variedad Oro

VISTA FRONTAL



(a)

VISTA LATERAL



(b)

Espina neural (1)

Arco neural (2)

Canal neural (3)

Cuerpo vertebral (4)

Prezigapófisis (5)

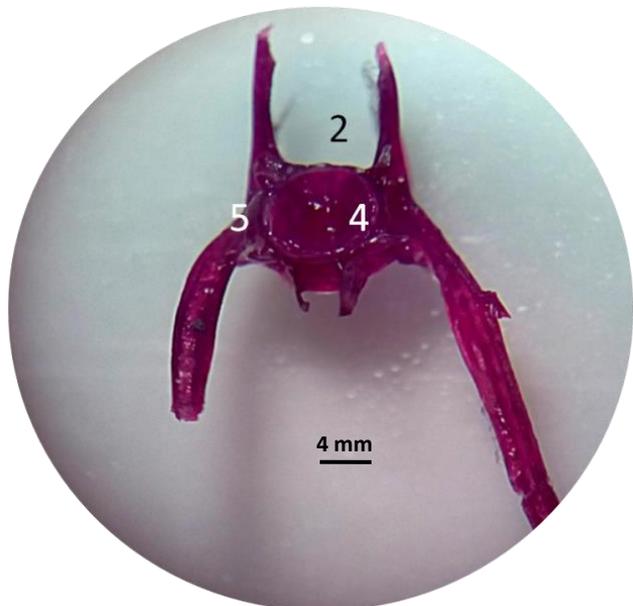
Zigapófisis (6)

Primera vértebra torácica

En esta variedad la primera vértebra en vista frontal (a), presenta una espina neural muy delgada en la parte apical, mientras que en la parte basal se encuentra engrosada, el arco neural es casi recto lo que provoca que el canal neural posea una forma redondeada y mucho más abierta de lo normal, la prezigapófisis derecha se encuentra ausente mientras que la izquierda (5) se encuentra incompleta e irregular ya que se observa achatada. El centrum o cuerpo vertebral

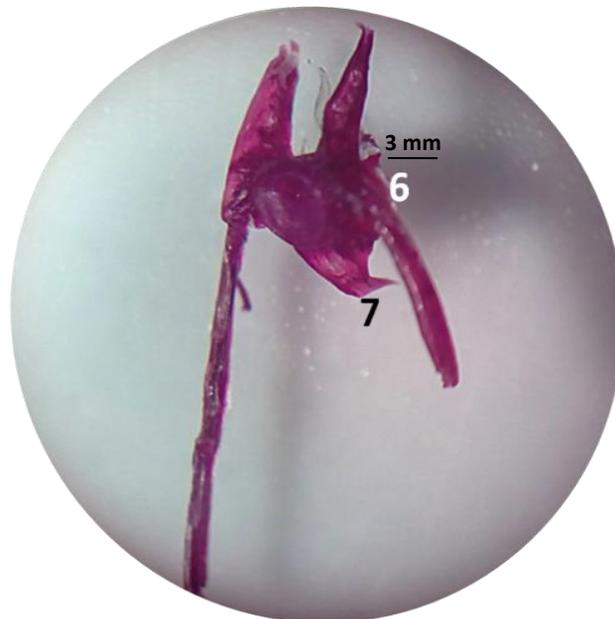
se observa ensanchado y ovalado .En vista lateral (b) se observa una conjunción entre la vértebra uno y la vértebra dos, comparten el cuerpo vertebral por lo que son dos espinas neurales en una, la zigapófisis se encuentra acortada por lo que la forma no logra completarse correctamente, además de que no se observa bien definida.

VISTA FRONTAL



(a)

VISTA LATERAL



(b)

Espina neural (1)

Arco neural (2)

Canal neural (3)

Cuerpo vertebral (4)

Prezigapófisis (5)

Zigopófisis (6)

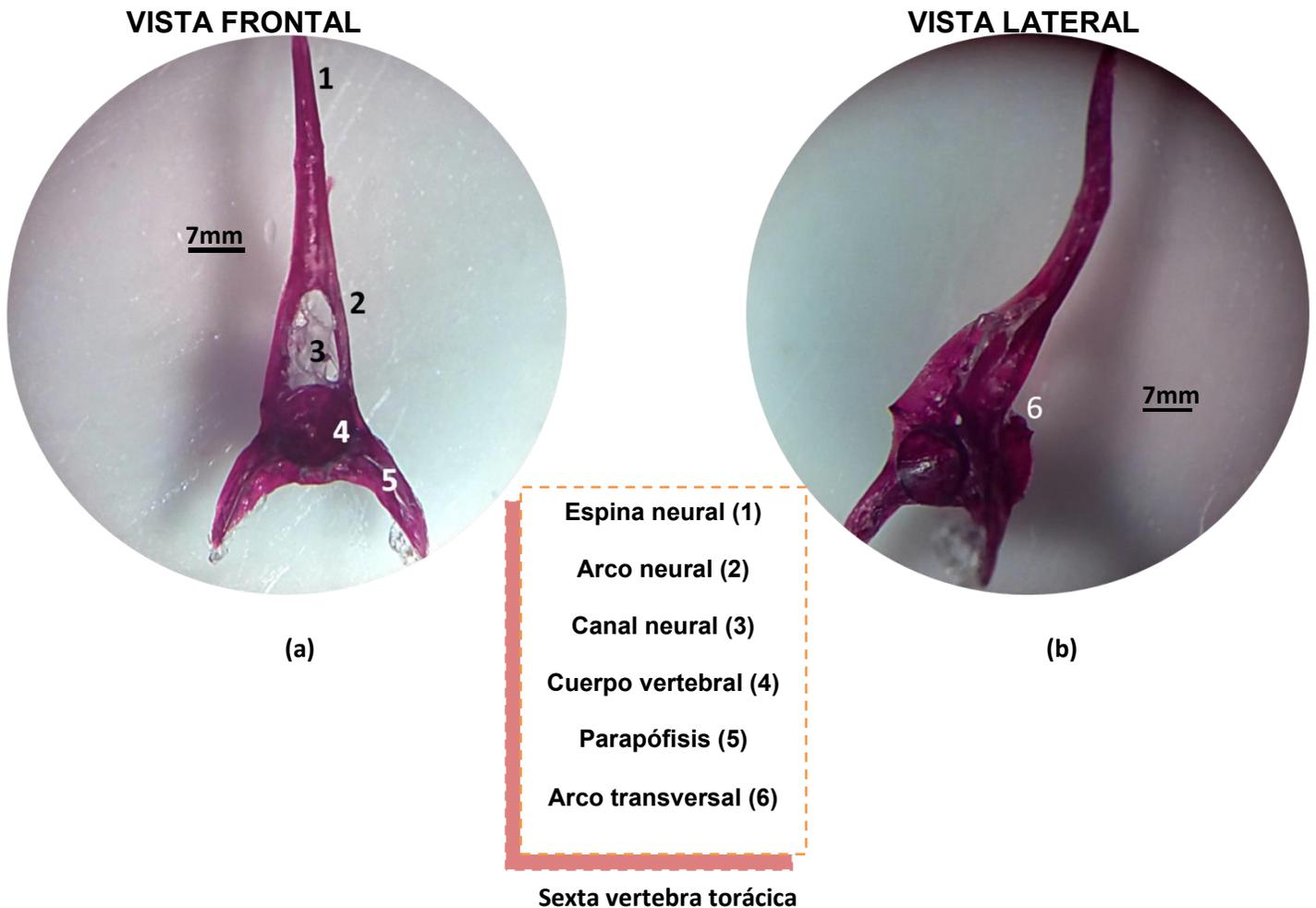
Soporte hemal (7)

Cuarta vertebra torácica

En esta vertebra la espina neural (1) se fracturo desde la base, ya que era muy delgada y se encontraba fusionada con el cartilago, no presenta arco neural y no hay formación de canal neural, el cuerpo vertebral (4) es ovalado por lo que se puede determinar que el canal era muy abierto, la prezigapófisis(5) se fusiono con

las espinas tanto de lado derecho como del izquierdo, el soporte hemal es acortado y se observan en ambas partes del cuerpo vertebral.

En vista lateral (b) y a pesar de que el cuerpo vertebral está incompleto se puede observar una pequeña zigapófisis, y las bases del canal neural, además de que se distingue la fusión entre prezigapófisis y espinas una más larga que la otra.

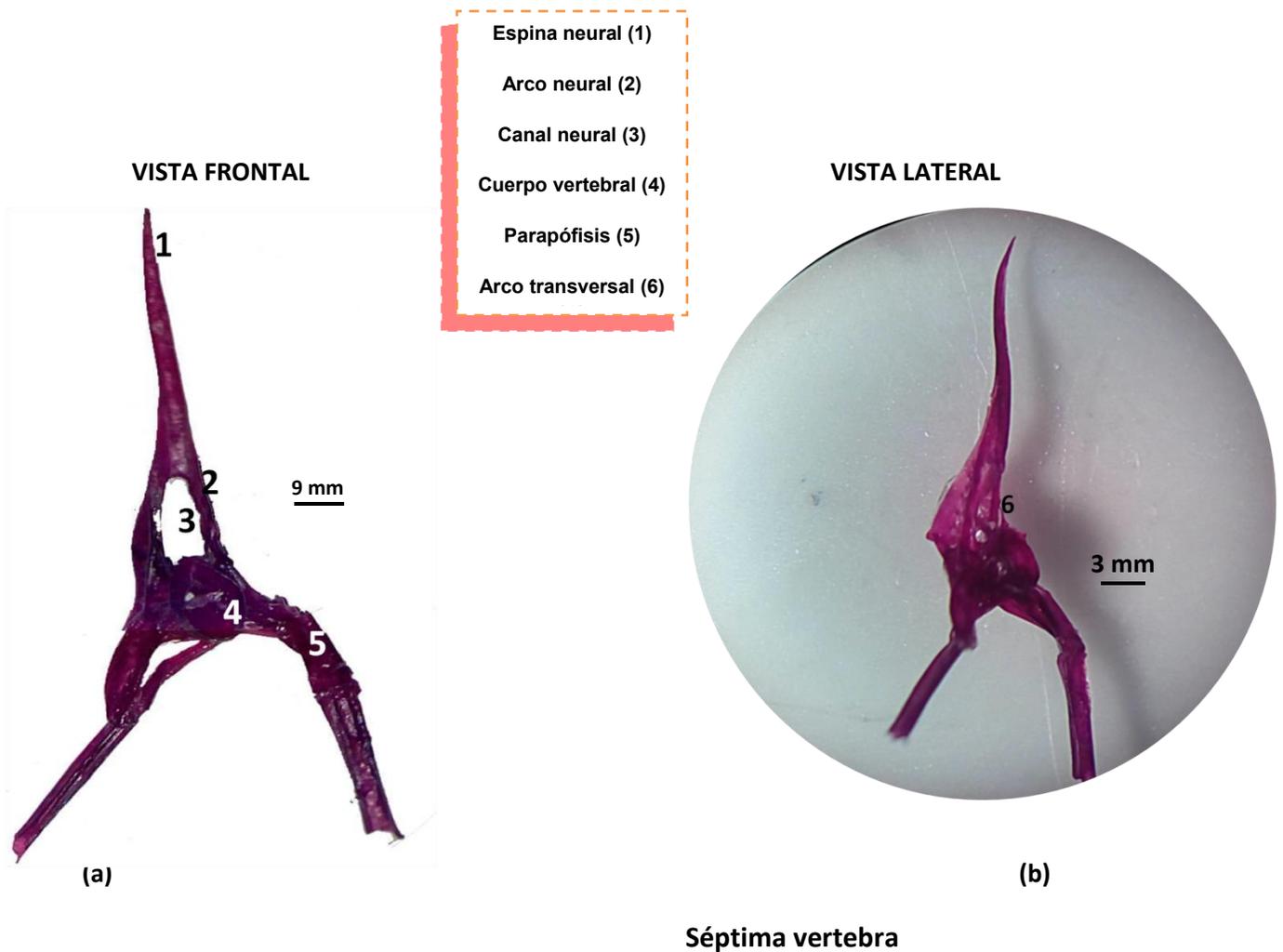


La espina neural es alargada y delgada en la parte apical, se ensancha un poco en la parte basal, para formar el arco neural que en este caso es recto, lo que provoca que el canal neural se alargue formando una U, El cuerpo vertebral es redondeado pero no sobresale del canal neural, la prezigapófisis se encuentran

bien definidas y son de mayor tamaño que las demás. Ambas terminan en punta y forman una especie de media luna debido a la curvatura que resulta de su conjunción.

En vista lateral (b) la espina neural se encuentra curvada en su parte apical.

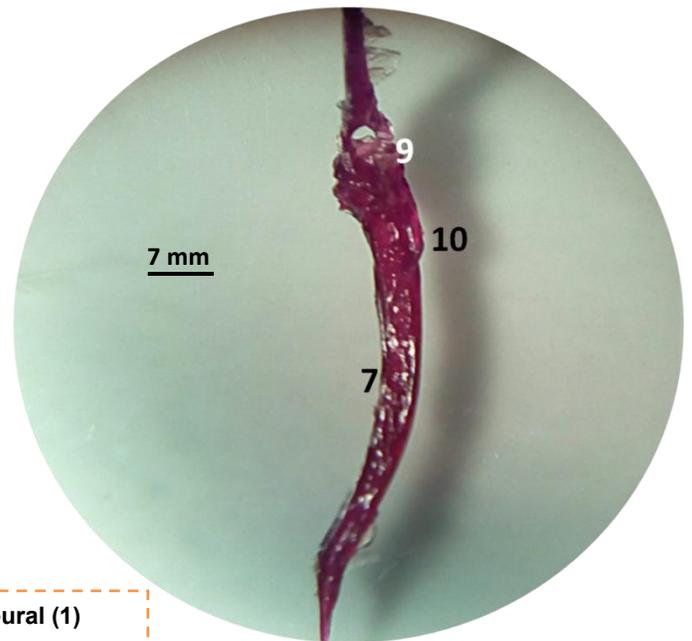
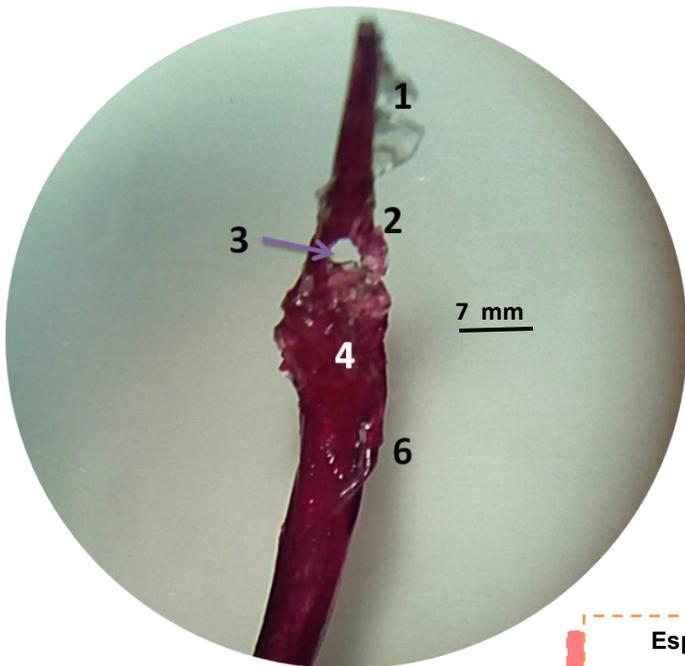
El arco transversal se encuentra poco definido curvado y el cuerpo vertebral se encuentra en posición frontal por ello las prezigapófisis también se encuentran de lado.



La espina neural en esta vertebra es muy delgada en su parte apical, y de mayor tamaño que en las demás, el arco neural es recto lo que provoca que el canal neural se alargue, la pared izquierda del arco es más gruesa y curvada que la derecha, el cuerpo vertebral es pequeño y el circulo que forma es irregular, las parapófisis están orientadas hacia abajo y se fusionan con las espinas, en vista lateral se puede observar que el arco transversal se conjunta con el cuerpo vertebral por lo que no hay una definición entre estas dos partes, la espina presenta una curvatura en la parte apical y la fusión entre parapófisis y espinas.

VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



(a)

(b)

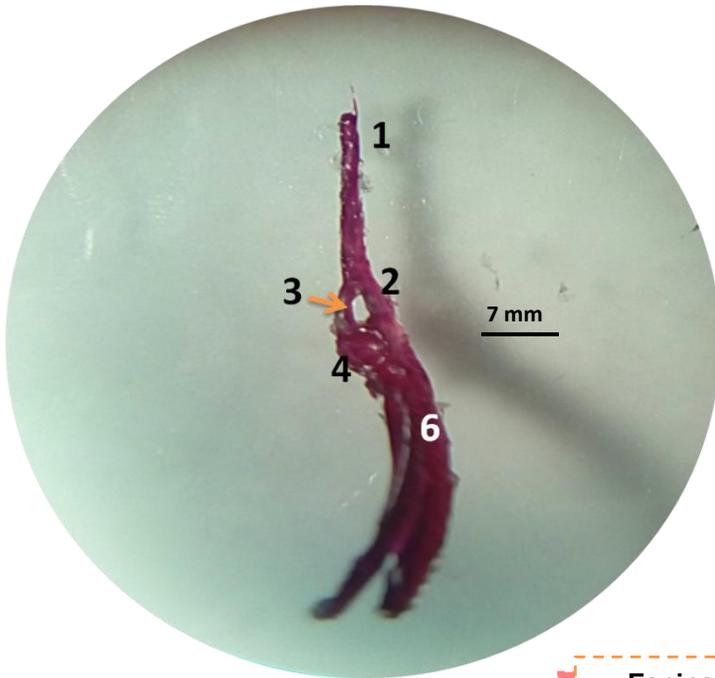
- Espina neural (1)
- Arco neural (2)
- Canal neural (3)
- Cuerpo vertebral (4)
- Canal hemal (5)
- Espina hemal (6)
- Pared hemal (7)
- Prezigapófisis (8)
- Pared transversal (9)
- Parapófisis (10)

Decimo cuarta vertebra caudal

Esta vertebra tiene la característica de presentar espina hemal, que en este caso es demasiado gruesa en la parte basal, no se observa el canal hemal, la espina neural normalmente es alargada, sin embargo se encuentra demasiado acortada y ensanchada, el arco neural es corto y recto, el canal neural es pequeño y redondo, el cuerpo vertebral no se encuentra definido y no presenta prezigapófisis o se encuentran fusionadas con el cuerpo vertebral.

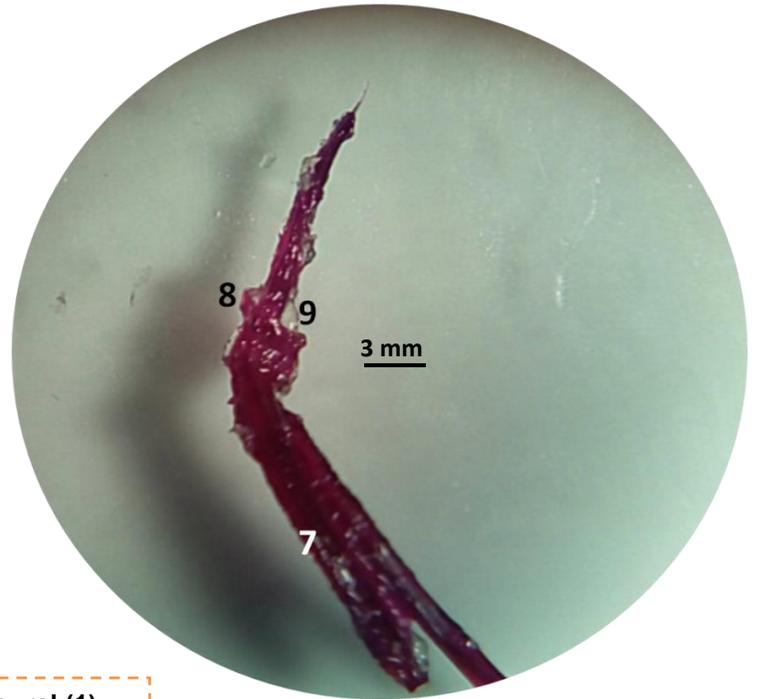
En vista lateral (b) se observa que la espina hemal además de estar engrosada presenta una curvatura en la parte apical, no hay una definición entre el centrum y las parapófisis, sin embargo esta se observa recorrida hacia abajo, esta sección se ve aglomerada, la espina neural es mucho más pequeña que la hemal y si presenta canal.

VISTA FRONTAL



(a)

VISTA LATERAL



(b)

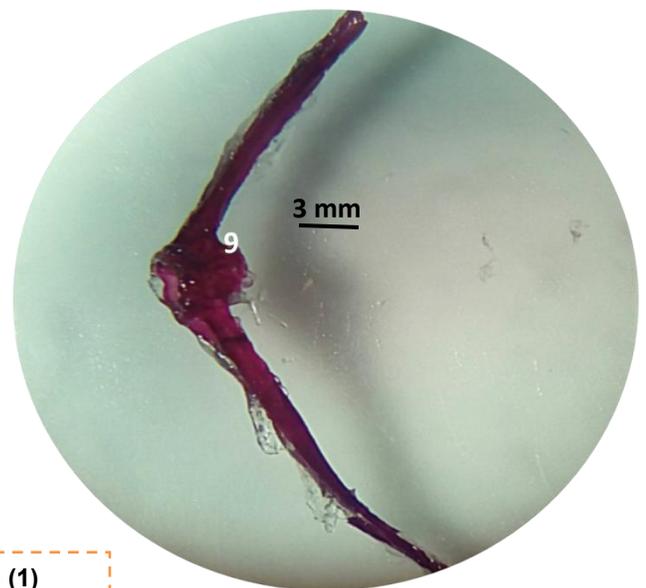
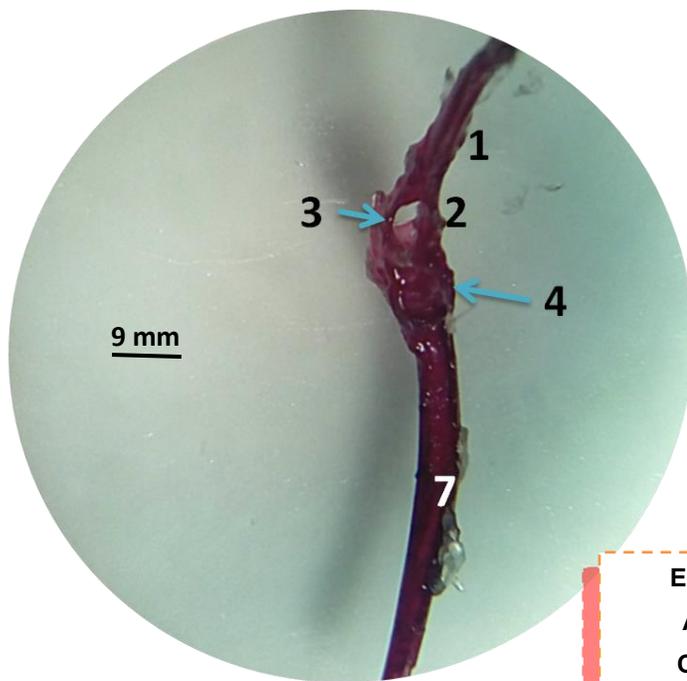
- Espina neural (1)
- Arco neural (2)
- Canal neural (3)
- Cuerpo vertebral (4)
- Canal hemal (5)
- Espina hemal (6)
- Pared hemal (7)
- Prezigapófisis (8)
- Pared transversal (9)

Décimo sexta vertebra caudal

La espina neural es acortada y achatada en la parte apical el arco neural es recto y muy pequeño a manera de ojal. El cuerpo vertebral es alargado y poco definido, no hay presencia de canal hemal y la espina correspondiente es acortada y curvada en la parte apical asemejando una doble espina hemal. En vista lateral la vértebra completa forma una L, la espina neural es recta y alargada, el cuerpo vertebral se recorre hacia abajo dejando un pequeño surco donde se observa la prezigapófisis muy pequeña, la pared transversal es recta lo que hace que el cuerpo vertebral en esta vista se observe cuadrado.

VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



(a)

(b)

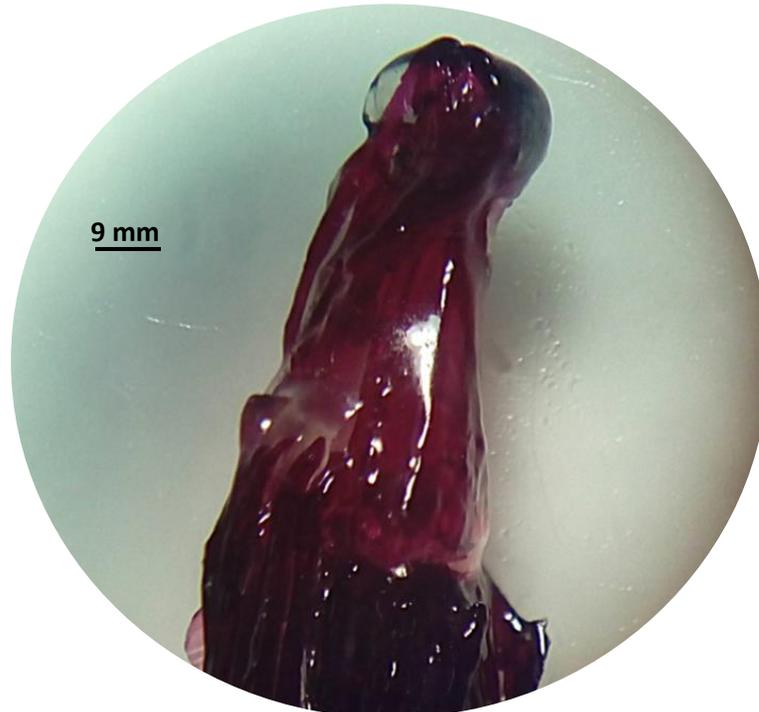
- Espina neural (1)
- Arco neural (2)
- Canal neural (3)
- Cuerpo vertebral (4)
- Canal hemal (5)
- Arco hemal (6)
- Espina hemal (7)
- Prezigapófisis (8)
- Pared transversal (9)

Décimo novena vertebra

La espina neural es acortada y achatada en la parte apical, el arco neural es recto y el canal neural es pequeño casi formando un cuadrado, el cuerpo vertebral es ovalado y pequeño, poco definido, el arco hemal es curvado y el canal es casi inobservable, la espina hemal se ensancha en la base y en la parte apical se adelgaza.

En vista lateral no se observa prezigapófisis y la pared transversal forma una curvatura pequeña que deforma al cuerpo vertebral, se puede observar que la espina hemal presenta una fisura en la parte apical

VISTA FRONTAL



Vigésimo octava vertebra

Esta vertebra se encuentra conjuntada con la aleta caudal sin embargo como se observa en la imagen no hay definición de estos huesos ni la formación completa de la aleta es por ello que en esta variedad no fue posible describir esta vertebra.

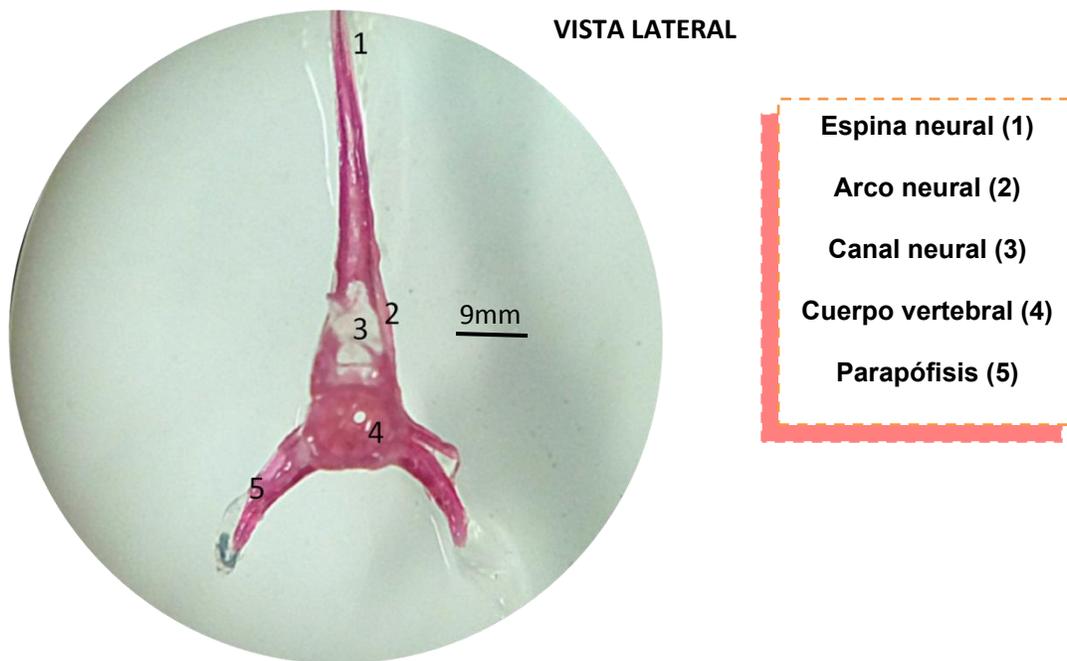
Descripción de la columna y las vértebras en la variedad Zebra.



Esta variedad cuenta con 18 a 28 vertebras, las primeras 10 vertebras torácicas presentan espinas muy delgadas y quebradizas, además de presentar lordosis en las primeras 5, y la ausencia de pterigóforos que hacen que la aleta se recorra hacia la izquierda, y se observe un espacio en la vértebra 10 se observa una separación pequeña que divide a las vértebras torácicas de las caudales, cuyas espinas son muy alargadas llegando hasta la parte basal del pez, a partir de la vértebra 13 y hasta la 17 se observa una pequeña curvatura que podría ser el inicio de lordosis, debido a la separación no logro completarse.

DESCRIPCIÓN DE VERTEBRAS VARIEDAD ZEBRA

Las primeras vertebras en esta variedad estaban demasiado conjuntadas por lo que la extracción de la columna se inició a partir de la vértebra 5, esto dificulta la descripción de las primeras cuatro vertebras sin embargo es un punto importante para tomar en cuenta el tipo de deformación que se presentó a este nivel.

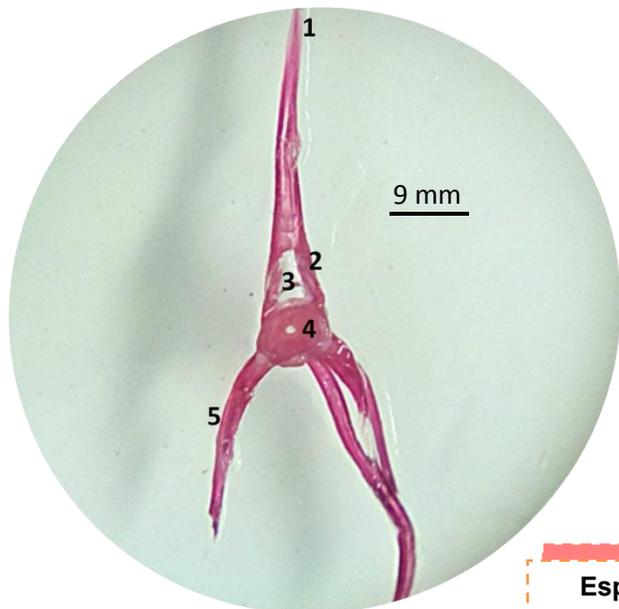


(a)

Sexta vertebra torácica

La espina neural es gruesa en la parte basal alargada y terminada en punta en la parte apical, el arco neural es alargado y presenta un borde delgado del lado derecho, del lado izquierdo se observa fisurado, a pesar de esto el canal neural se ensancha y se alarga en la parte apical, el cuerpo vertebral es ovalado y ensanchado, las parapófisis se muestran completas sin embargo la derecha presenta una división en la base además se encuentra achatada en la parte apical, la derecha muestra rotura en la parte apical sin embargo logra completarse

VISTA FRONTAL



(a)

VISTA LATERAL

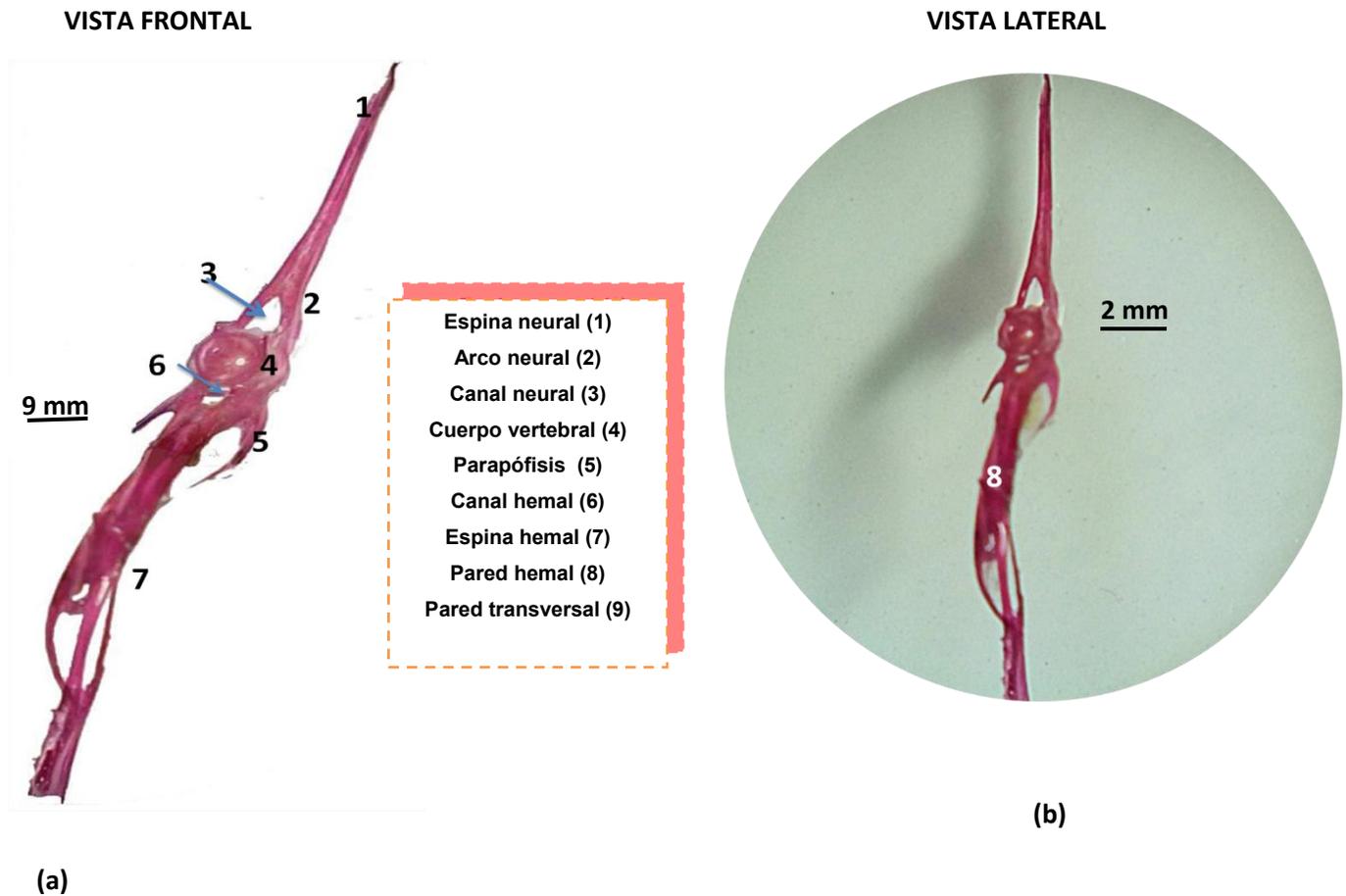


(b)

- Espina neural (1)**
- Arco neural (2)**
- Canal neural (3)**
- Cuerpo vertebral (4)**
- Parapófisis (5)**
- Arco Transversal (6)**

En vista frontal (a), la espina neural es esbelta en la parte basal terminando en punta en su parte apical, presenta una pequeña fisura en la parte media, lo que hace que se observe ladeada a la derecha, el arco neural es recto y un tanto ensanchado de lado derecho, el canal neural es alargado, pero no de mayor tamaño, el cuerpo vertebral es ovalado y pequeño se encuentra bien definido, las parapófisis son demasiado alargadas y terminadas en punta, se observa cierta conjunción entre las espinas que se observan como filamentos en la base del cuerpo vertebral y la parapófisis.

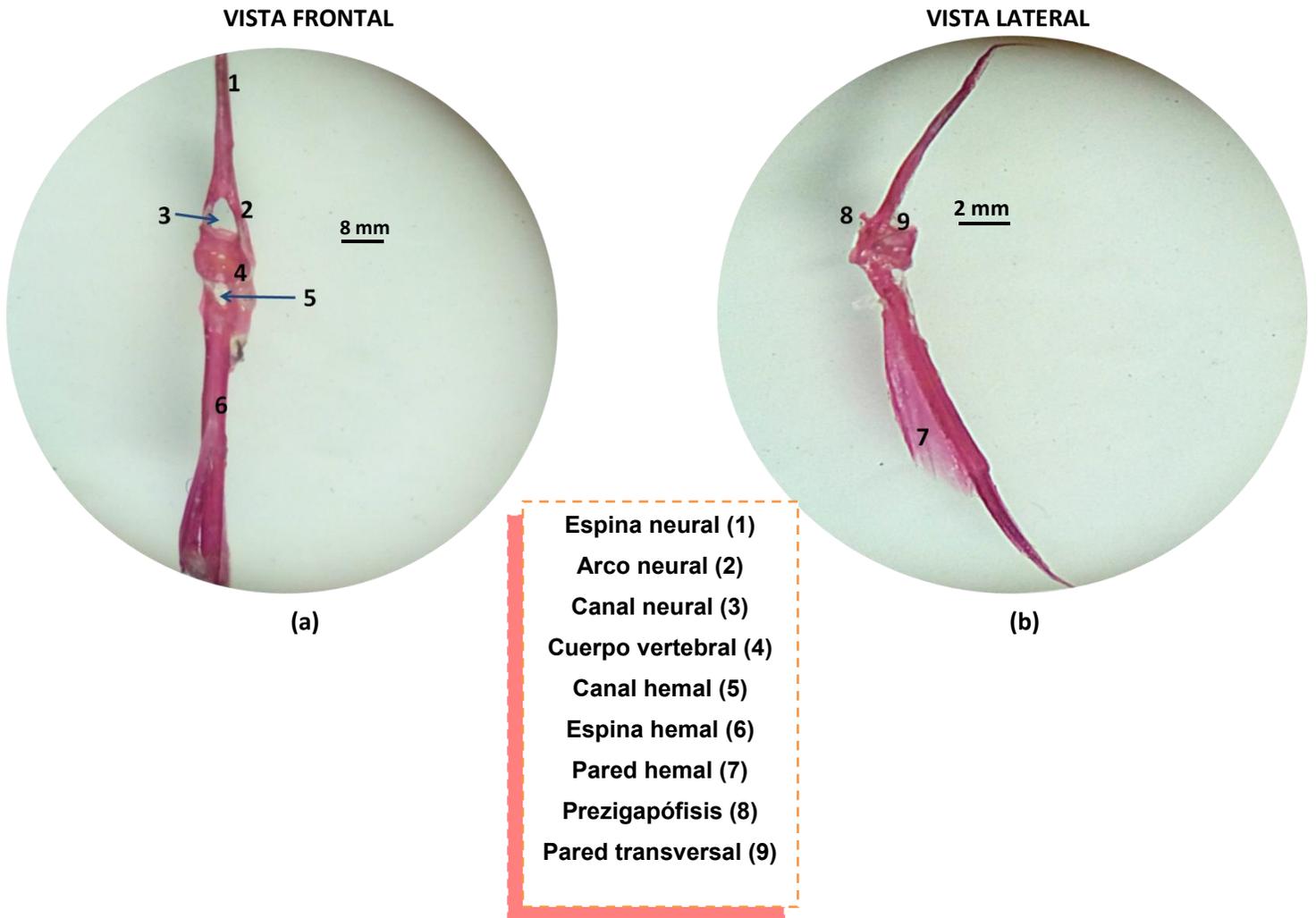
En vista lateral (b) la pared transversal no se encuentra formada correctamente, se observa una curvatura pronunciada lo que hace que se vea incompleta, el arco transversal se encuentra disminuido y desfasado de la pared, en cuanto al cuerpo vertebral es alargado y cilíndrico y las parapófisis se encuentran deformadas.



Décimo cuarta vertebra

La espina neural es muy esbelta tanto en la parte basal como en la apical, el arco neural es recto y engrosado en la pared derecha, la pared izquierda es más delgada, el canal neural, es pequeño y alargado, sin embargo el cuerpo vertebral es redondeado y se encuentra bien definido, el arco hemal es pequeño y acortado un tanto grueso a los lados, el canal hemal es más pequeño y semicircular, las parapófisis se alargan y adelgazan en la parte apical, además de presentar una curvatura suave en la base que provoca que esta tenga forma de “cuerno”, la

prezigapófisis izquierda es acortada y más pequeña que la derecha, la espina hemal es alargada y gruesa, presenta una serie de filamentos en la parte apical.

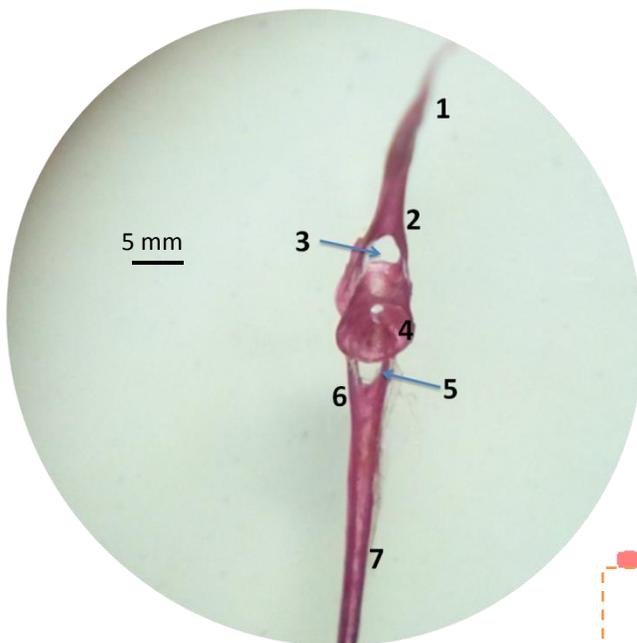


Décimo sexta vertebra

La espina neural es alargada y esbelta un tanto engrosada en la parte basal, el arco neural es recto y la pared derecha es más gruesa que la izquierda, el canal neural es abierto, lo que provoca que el cuerpo vertebral se alargue formando un ovalo, se encuentra bien definido, en cuanto al arco hemal a pesar de ser pequeño se observa engrosado de lado derecho, mientras que de lado izquierdo la pared es muy delgada, el canal hemal es redondeado y la espina hemal se encuentra

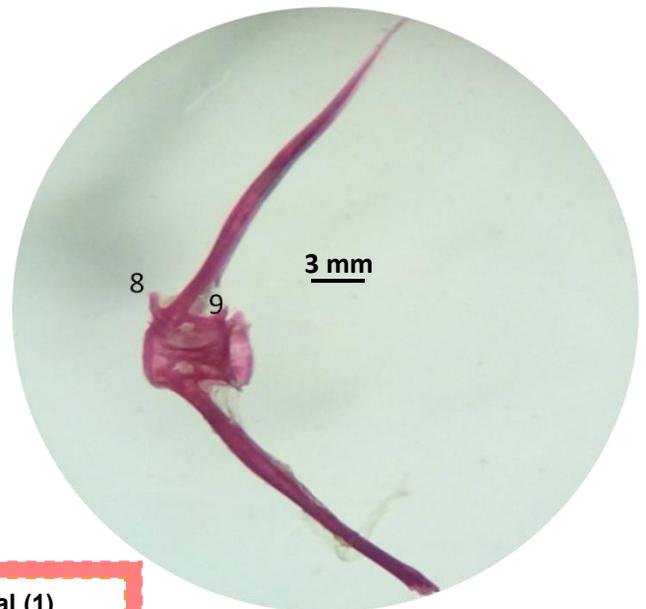
engrosada en la parte basal. En vista lateral, la espina se observa esbelta terminada en punta, el cuerpo vertebral se alarga hacia a fuera formando un rectángulo, la pared transversal es recta, la espina hemal además de ser alargada y terminada en punta en la parte apical, posee pared hemal que es característica de esta vertebra, y que se ensancha y se curva, no llega hasta el final de la espina hemal.

VISTA FRONTAL



(a)

VISTA LATERAL



(b)

- Espina neural (1)**
- Arco neural (2)**
- Canal neural (3)**
- Cuerpo vertebral (4)**
- Canal hemal (5)**
- Arco hemal (6)**
- Espina hemal (7)**
- Prezigapófisis (8)**
- Pared transversal (9)**

Décimo novena vertebra

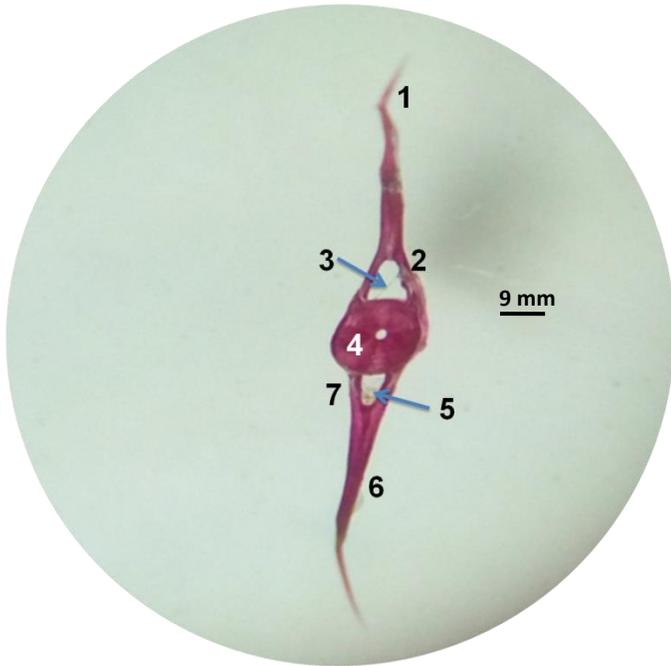
En vista frontal (a) la espina neural es esbelta en la parte basal, la parte apical presenta un adelgazamiento muy marcado que provoca que la espina se vea quebradiza, el arco neural es recto y ambas paredes son delgadas, el canal neural

es muy abierto, sostiene al cuerpo vertebral desde la parte distal este sobresale de ambos arcos tiene forma de cilindro.

El arco hemal se encuentra curvado hacia abajo, el canal hemal es alargado y pequeño, la espina hemal se encuentra “recostada” la base de esta es esbelta. En vista lateral, se observa la pared transversal que se alarga provocando que el cuerpo vertebral sobresalga, la prezigapófisis es pequeña y posee una curvatura suave que la orienta hacia arriba.

La espina neural no se encuentra totalmente recta, y la espina hemal tampoco se observa de esta manera además en la parte apical termina achatándose.

VISTA FRONTAL



(a)

VISTA LATERAL



(b)

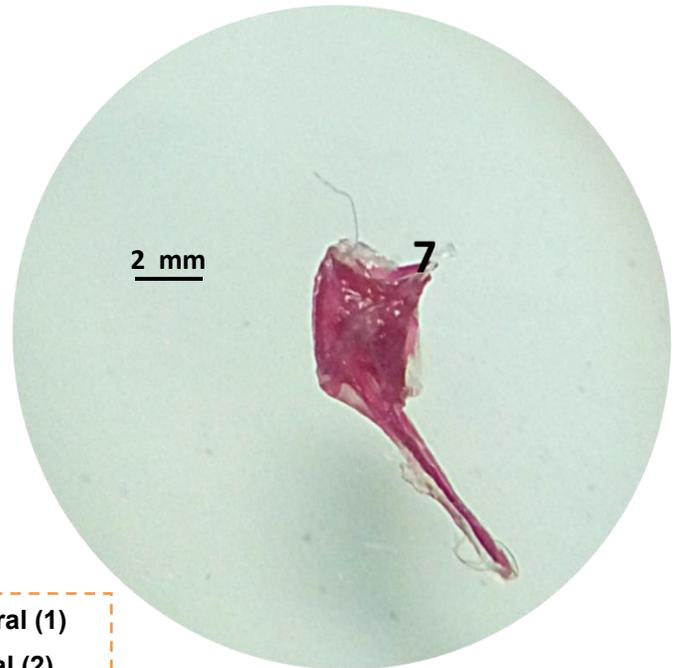
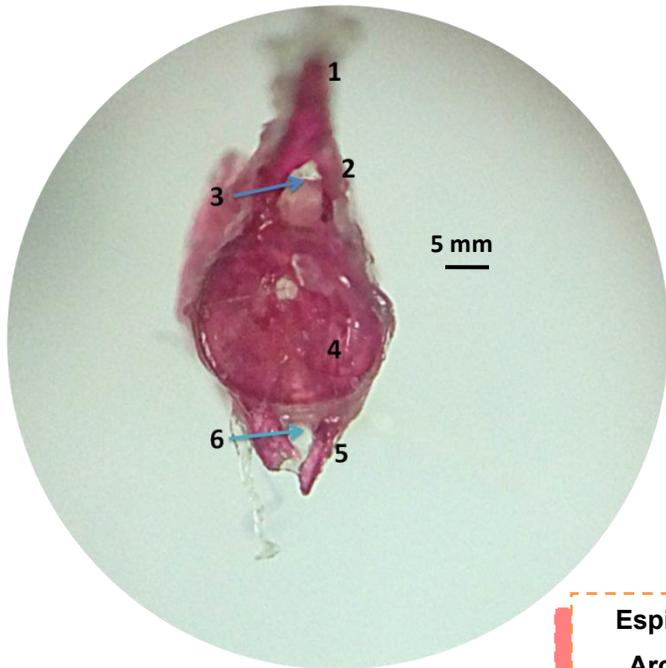
- Espina neural (1)
- Arco neural (2)
- Canal neural (3)
- Cuerpo vertebral (4)
- Canal hemal (5)
- Espina hemal (6)
- Arco hemal (7)
- Pared transversal (8)
- Prezigapófisis (9)

Vigésimo segunda vértebra caudal

La espina neural es esbelta, pero no es completamente recta, en la parte apical se observa quebradiza y en forma de rayo , el arco neural presenta una curvatura suave en la parte basal, la pared derecha es mucho más gruesa que la izquierda, el canal neural es recto en la parte basal y alargado en la apical, por ello el centrum es ovalado y se encuentra orientado hacia la izquierda por lo que ambas espinas pierden simetría, el arco hemal es recto y pequeño ambas paredes presentan engrosamiento suave el canal hemal es pequeño y se alarga en la parte apical, la espina hemal es gruesa en la parte basal y se adelgaza en la parte apical, en vista lateral la pared transversal es acortada por lo que el centrum no sobresale de manera irregular, la prezigapófisis es pequeña y acortada, se puede apreciar de manera más detallada la forma irregular y quebradiza de ambas espinas en la parte apical.

VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL



(a)

(b)

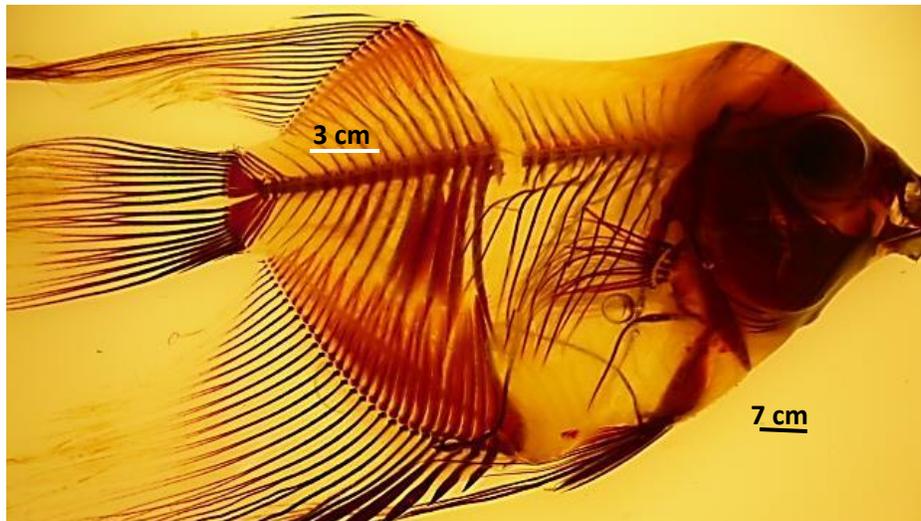
- Espina neural (1)
- Arco neural (2)
- Canal neural (3)
- Cuerpo vertebral (4)
- Canal hemal (6)
- Arco hemal (5)
- Prezigapófisis (7)

Vigésimo octava vertebra

En esta variedad las últimas vértebras que conforman la aleta caudal se encontraban bien definidas por lo que la obtención de esta vértebra no presentó complicación.

Se observa que la espina neural disminuye su longitud de manera considerable, el arco neural es recto y pequeño ambas paredes son gruesas, el canal neural es más abierto y alargado en la parte apical, el cuerpo vertebral es redondeado y muy grande comparado con el canal neural, el arco hemal es recto y delgado el canal hemal se encuentra incompleto debido a que presenta una fisura en la parte apical donde debería encontrarse la espina hemal, que al ser muy delgada y frágil se desprendió del cuerpo vertebral, sin embargo antes de que esto sucediera se pudo capturar en vista lateral, se observa que es alargada y pequeña, delgada y achatada en la parte apical. No se observa prezigapófisis, y el cuerpo vertebral presenta una curvatura suave en la parte superior.

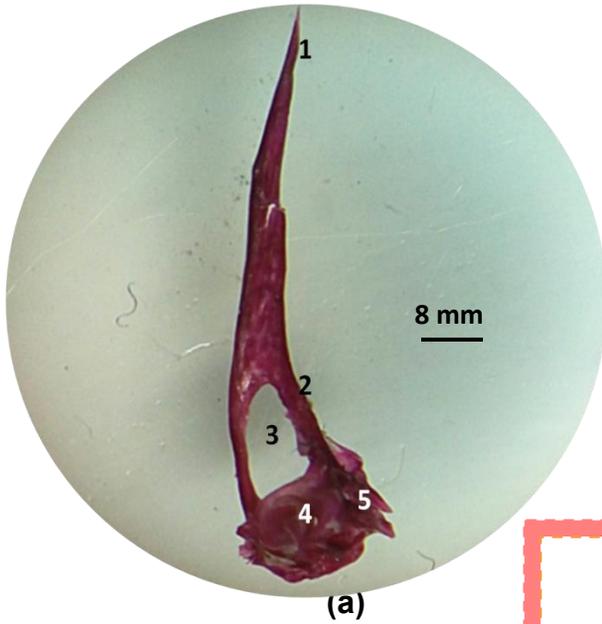
Descripción de la columna y las vértebras en la variedad humo.



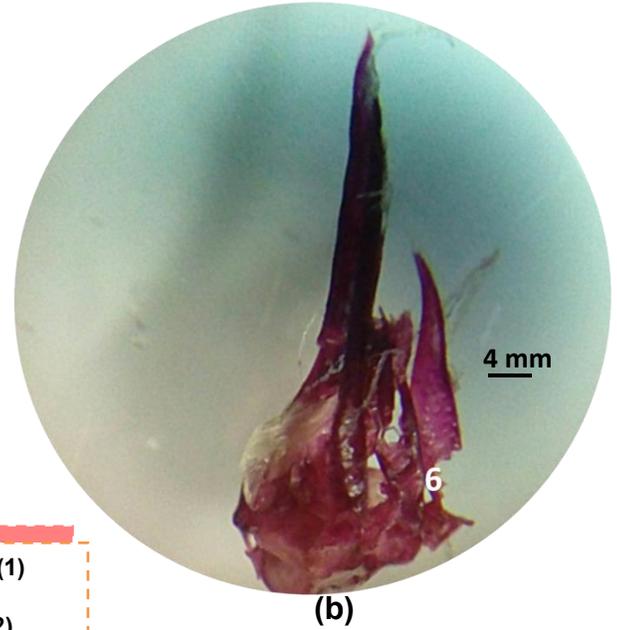
Esta variedad presenta de 18 a 28 vertebras, las primeras 10 vertebras torácicas no presentan pterigóforos por lo que la aleta se observa incompleta, además de que las costillas son muy alargadas y quebradizas, se presenta una separación entre las vértebras torácicas y caudales las cuales si poseen pterigóforos y se logra formar un segmento de la aleta.

DESCRIPCIÓN DE VERTEBRAS VARIEDAD HUMO.

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



- Espina neural (1)
- Arco neural (2)
- Canal neural (3)
- Cuerpo vertebral (4)
- Prezigapófisis (5)
- Zigapófisis (6)

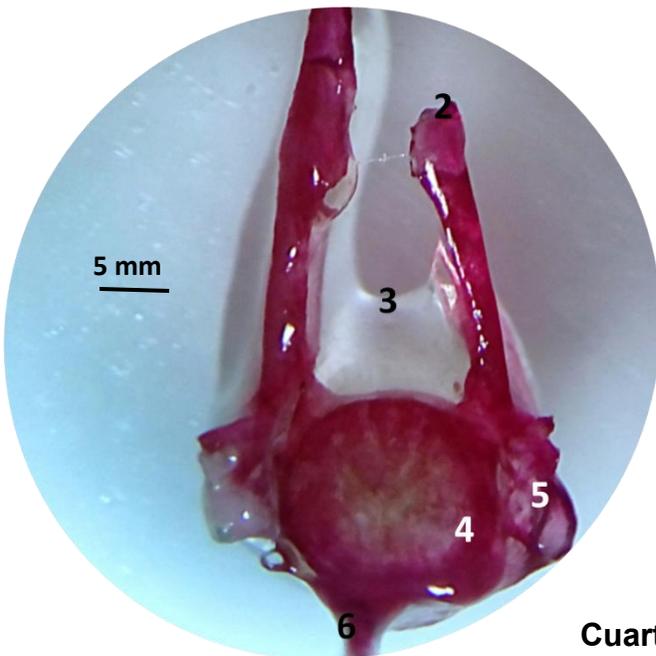
Primera vértebra torácica alargada y cóncava (espina neural) fisurada en la parte superior. Arco neural casi recto, con mayor osificación en la pared derecha y adelgazamiento en la izquierda

El canal neural se encuentra abierto ya que el arco es delgado y poco osificado.

La prezigapofisis presenta bifurcación y los bordes son muy afilados y alargados.

El centrum o cuerpo vertebral es pequeño pero conserva la forma cilíndrica básica, La extensión vertebral o zigapophisis esta curvada hacia abajo, además de presentar el segundo cuerpo vertebral fusionado e incompleto.

VISTA FRONTAL

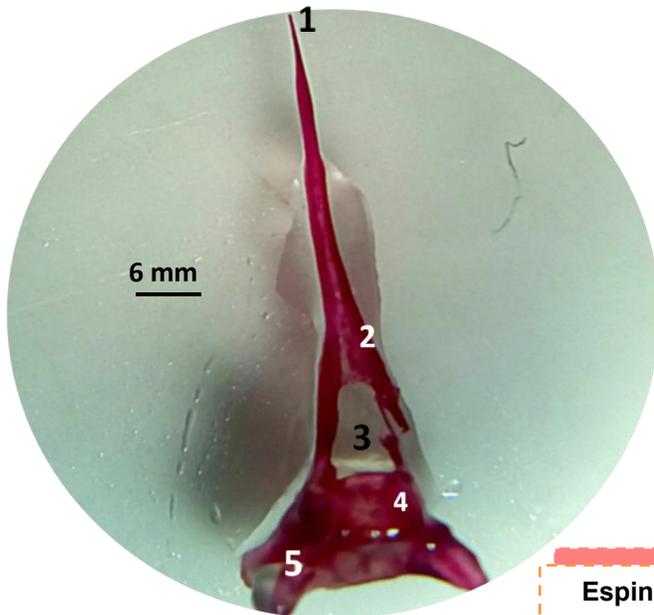


- Espina neural (1)**
- Arco neural (2)**
- Canal neural (3)**
- Cuerpo vertebral (4)**
- Prezigapófisis (5)**
- Soporte hemal (6)**

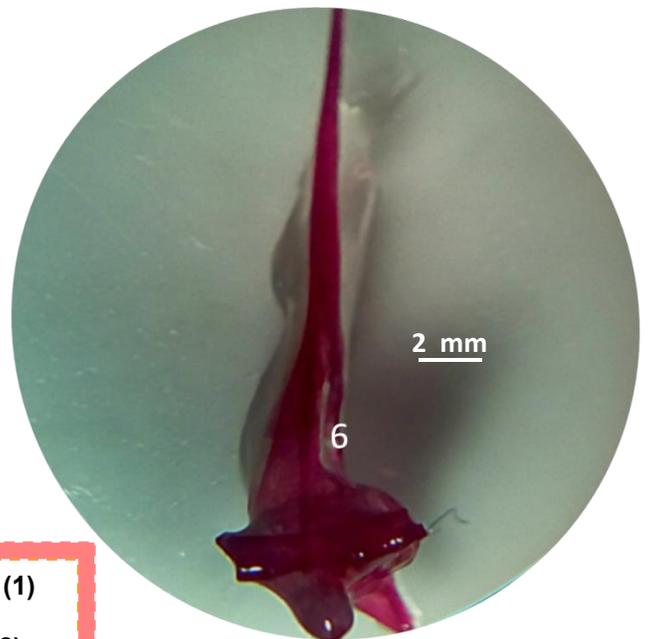
Cuarta vertebra

Posee las mismas características que las primeras tres vertebrae, la espina neural tiene una ruptura, lo que no permite que el arco neural se complete y que el canal neural se abra completamente, la prezigapofisis es irregular con bordes aserrados superiores que terminan en una curvatura suave inferior de lado derecho del cuerpo vertebral, mientras que de lado izquierdo se encuentra de manera escalonada y no se completa el borde inferior, presenta un soporte hemal que la distingue de las demás vertebrae y que se encuentra en la base, este es acortado, terminado en punta, y solo se observa la sección izquierda. La zigapofisis no se observa en vista frontal, y dado que no se tomó la vista lateral no puede describirse.

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



Espina neural (1)

Arco neural (2)

Canal neural (3)

Cuerpo vertebral (4)

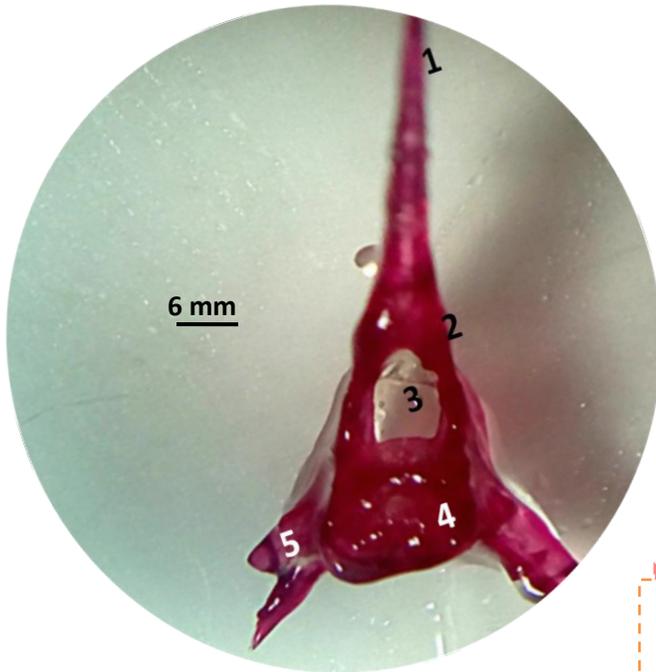
Parapófisis (5)

Arco transversal (6)

Sexta Vertebra

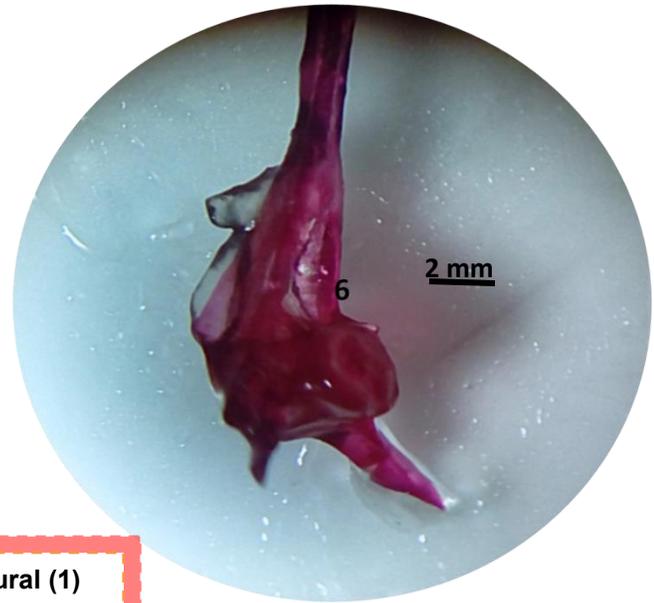
A partir de esta vertebra se comienza a presentar un arco transversal y las parapófisis, en el caso de esta variedad estas dos características se encuentran disminuidas y achatadas en la parte basal, la espina neural es muy esbelta, presenta una fractura en el canal neural que no permite que se complete este es más ancho lo que hace que el cuerpo vertebral sea más ovalado, además de que se encuentra orientado hacia arriba ya que las prezigapófisis deformadas no son completamente planas y “elevan” al cuerpo vertebral.

VISTA FRONTAL



(a)

VISTA LATERAL



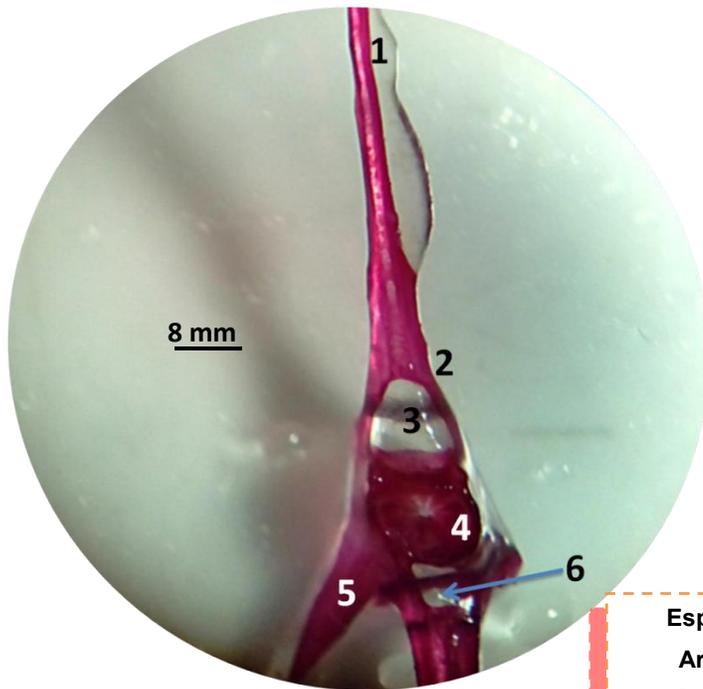
(b)

- Espina neural (1)
- Arco neural (2)
- Canal neural (3)
- Cuerpo vertebral (4)
- Parapófisis (5)
- Arco transversal (6)

Séptima vértebra

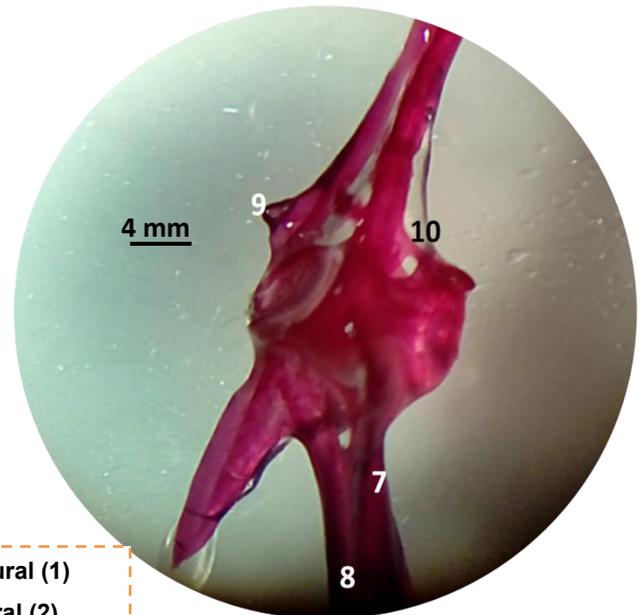
En vista frontal (a) presenta parapófisis irregulares e incompletas la del lado izquierdo se encuentra bifurcada, la espina neural es delgada y se ensancha en la base para formar el arco neural que es casi redondeado, provocando que el cuerpo vertebral sea ovalado e irregular. En vista lateral (b) el arco transversal no logra apreciarse ya que la vértebra es casi recta.

VISTA FRONTAL



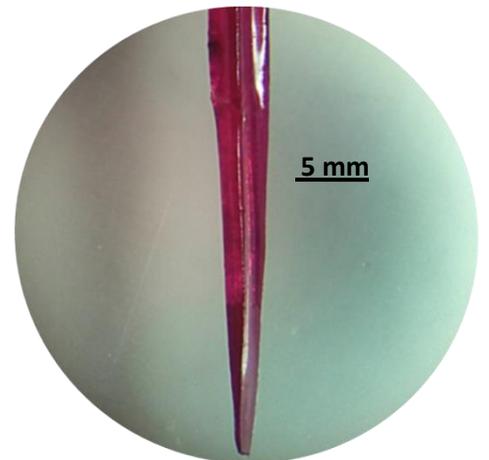
(a)

VISTA LATERAL



- Espina neural (1)
- Arco neural (2)
- Canal neural (3)
- Cuerpo vertebral (4)
- Parapófisis (5)
- Canal hemal (6)
- Espina hemal (7)
- Pared hemal (8)
- Prezigapófisis (9)
- Pared transversal (10)

Decimo cuarta vertebra

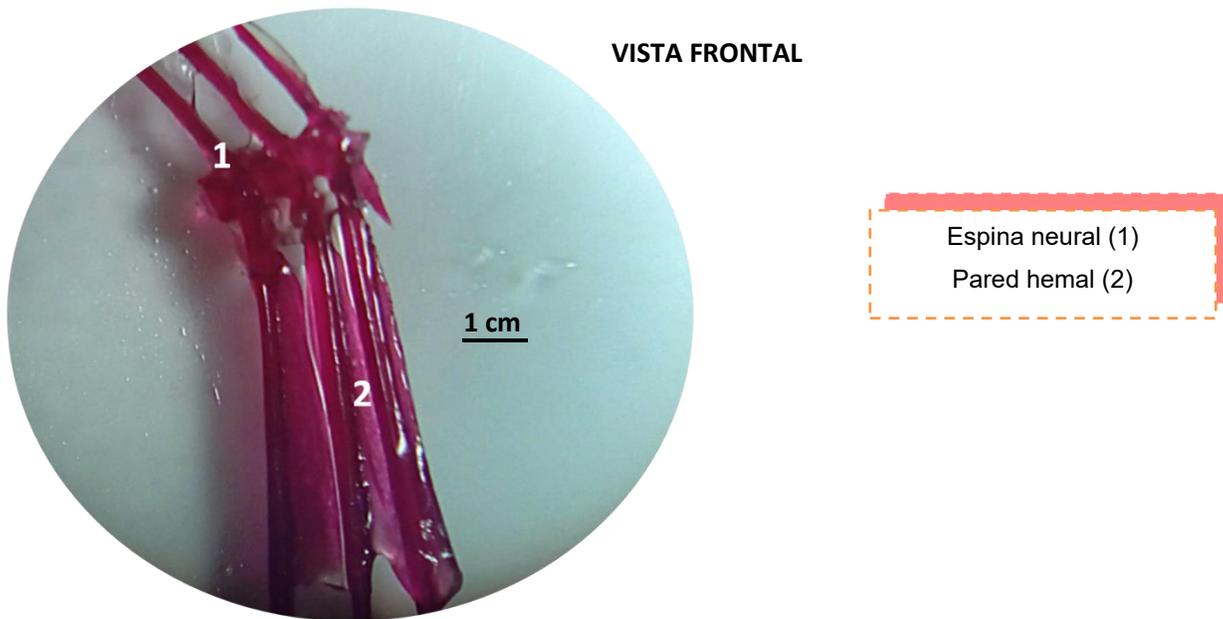


Esta sección de la vertebra es la espina hemal en su parte apical Demasiado grande para fotografiarla completa, además de gruesa.

(b)

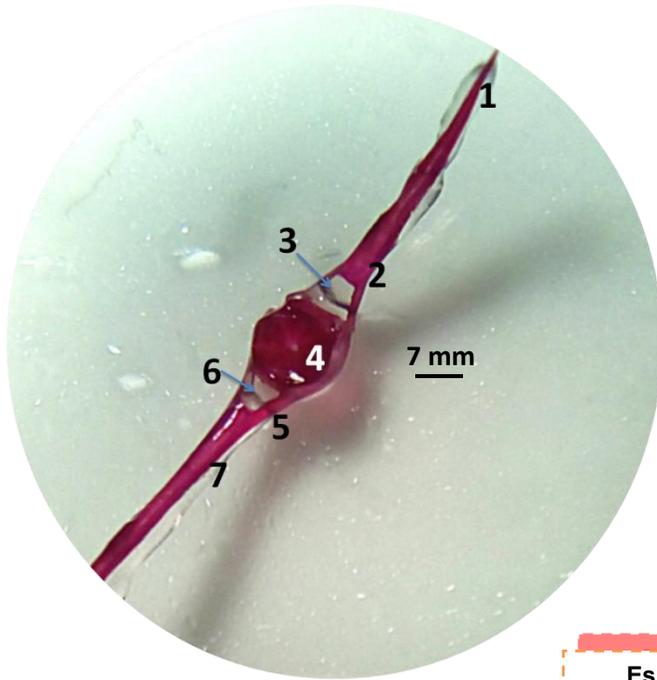
A partir de esta vertebra comienza a presentarse la espina hemal que es más larga y ensanchada que la espina neural, el canal neural es casi redondeado y las paredes son delgadas, el cuerpo vertebral forma un ovalo irregular, orientado hacia la derecha, el canal hemal es pequeño forma un polígono irregular, la parapófisis izquierda es muy gruesa y grande parecida a una punta de flecha, a

comparación con la derecha que se encuentra ausente, en vista lateral (b) la espina hemal es muy grande y gruesa terminada en punta, la pared hemal se observa conjuntada con la espina hemal lo que hace que se vea más gruesa, en la fotografía solo se presenta una pequeña sección de la misma, la prezigapófisis es pequeña, la pared transversal es recta sin embargo si logra observarse.



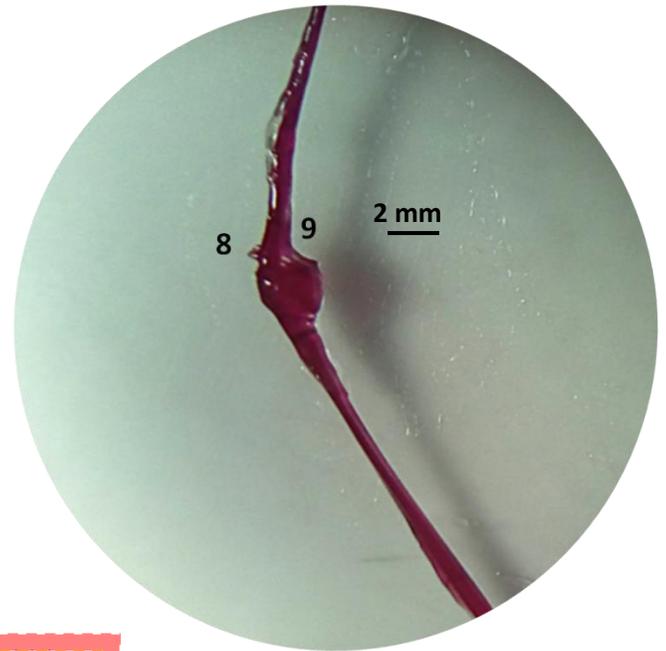
La vertebra 15 presenta las mismas características que la vértebra anterior la variante se presenta en la espina hemal que tiene una pared muy gruesa, en esta variedad las vertebra 16 y 17 se encuentran “fusionadas” por la pared hemal de la vertebra 15 es por ello que no se pusieron separar.

VISTA FRONTAL



(a)

VISTA LATERAL



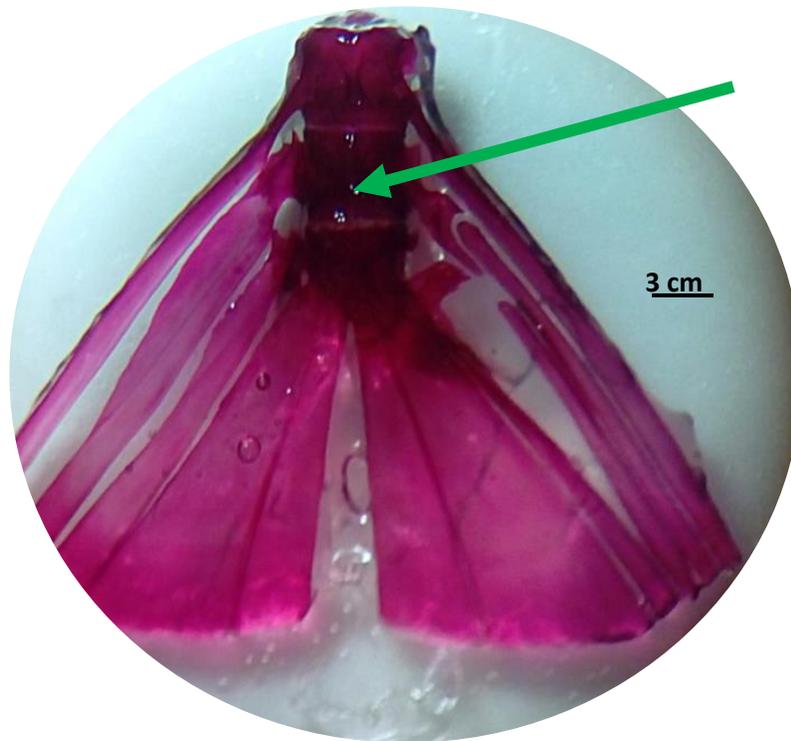
(b)

- Espina neural (1)
- Arco neural (2)
- Canal neural (3)
- Cuerpo vertebral (4)
- Canal hemal (5)
- Arco hemal (6)
- Espina hemal (7)
- Prezigapófisis (8)
- Pared transversal (9)

Vigesimo segunda vertebra

En vista frontal(a) se observa la espina neural esbelta y terminada en punta, el arco neural a pesar de ser pequeño, puede observarse bien definido, el canal neural es abierto y achatado, el cuerpo vertebral es redondeado y ensanchado, el arco hemal es irregular y el canal hemal es triagular , la espina hemal también es esbelta pero no termina en punta.

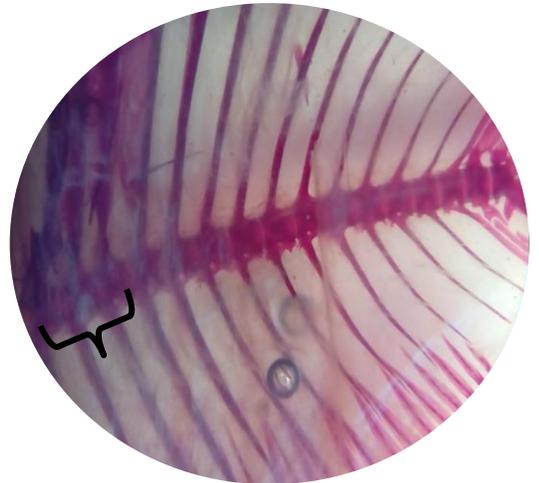
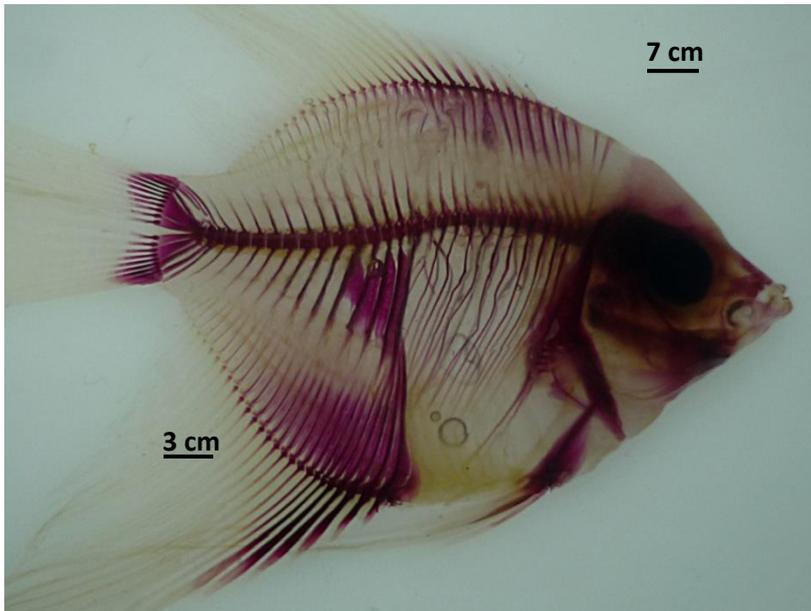
En la vista lateral la prezigapofisis es muy pequeña y la pared transversal es recta por lo que no logra observarse del todo.



Vertebra 28

La vertebra 28 se encuentra dentro de las vertebrae que forman la aleta caudal, en el caso de esta variedad no se obtuvo esta vertebra debido a la fragilidad de las estructuras que la rodean, sin embargo se señala en la imagen la posición en la que se encuentra.

Descripción de la columna y las vértebras en la variedad mármol.

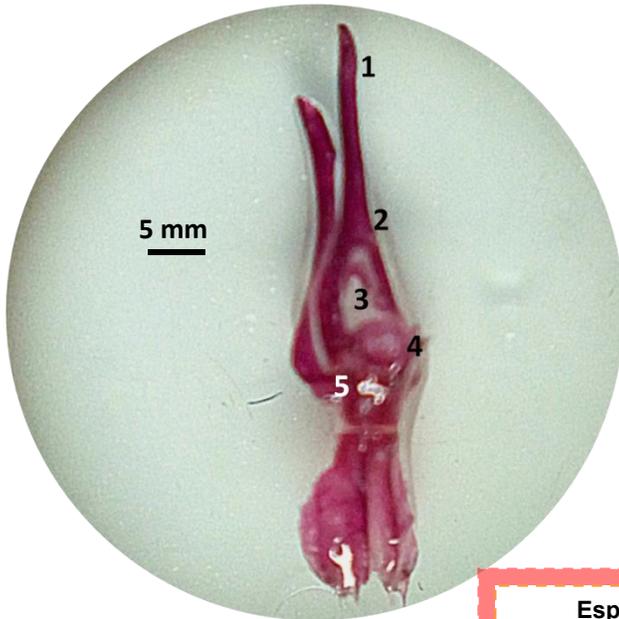


Segmento de la columna donde se observa el ensanchamiento de la pared hemal de las vértebras 14, 15 y 16.

En esta variedad la columna cuenta con 26 vértebras, de las cuales las primeras 8 presentan una ligera curvatura que puede ser el origen de lordosis, además de que las espinas son alargadas y quebradizas hasta la vértebra 13 donde se empiezan a observar las costillas con paredes hemales muy gruesas hasta la vértebra 16 esta es una de las columnas menos afectadas en cuanto a la distribución de las vértebras.

DESCRIPCIÓN VERTEBRAS VARIEDAD MARMÓL

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



- Espina neural (1)
- Arco neural (2)
- Canal neural (3)
- Cuerpo vertebral (4)
- Prezigapófisis (5)
- Conjunción de vertebras (6)

Primer vertebra torácica

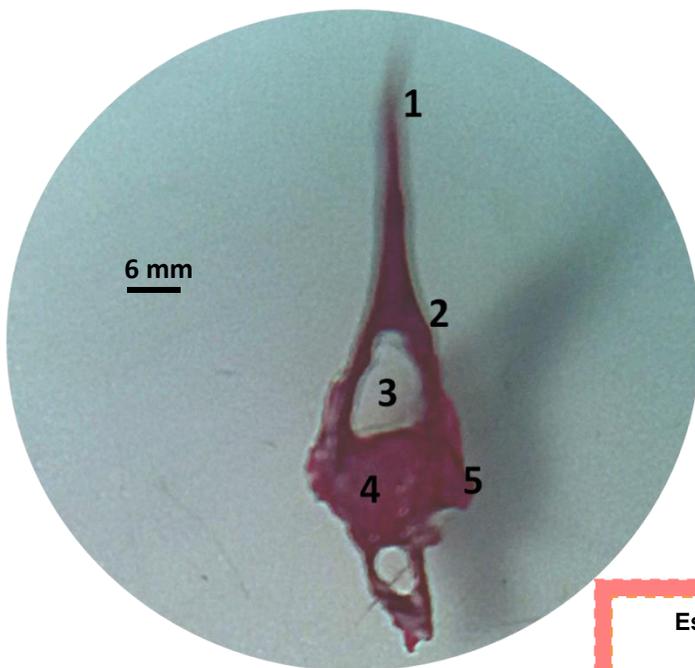
Esta vertebra se encuentra fusionada con la vértebra 2 es por ello que se observan dos espinas neurales, sin embargo la espina neural de la vértebra uno es alargada un poco gruesa y achatada en la parte apical, el arco neural es recto, y el canal neural se encuentra ensanchado en su parte basal a forma de pera la pared derecha es muy delgada y la pared izquierda esta curvada y es un poco

más gruesa, el centrum es ovalado e irregular orientado hacia arriba, las prezigopofisis no se encuentran definidas

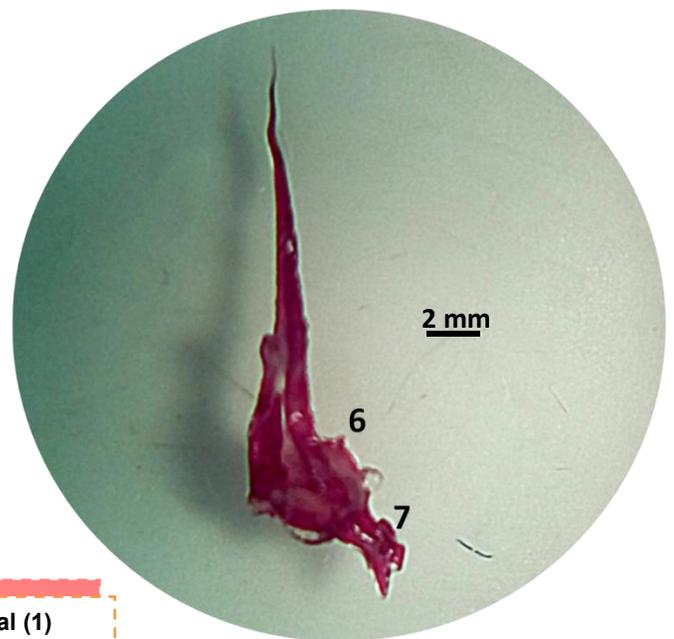
Y en la base de la vértebra se observan restos de pterigoforos

En vista lateral se observa la conjunción de ambas vertebrae compartiendo el cuerpo vertebral, las parapófisis presentan bordes irregulares y la zigapófisis es curvada.

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



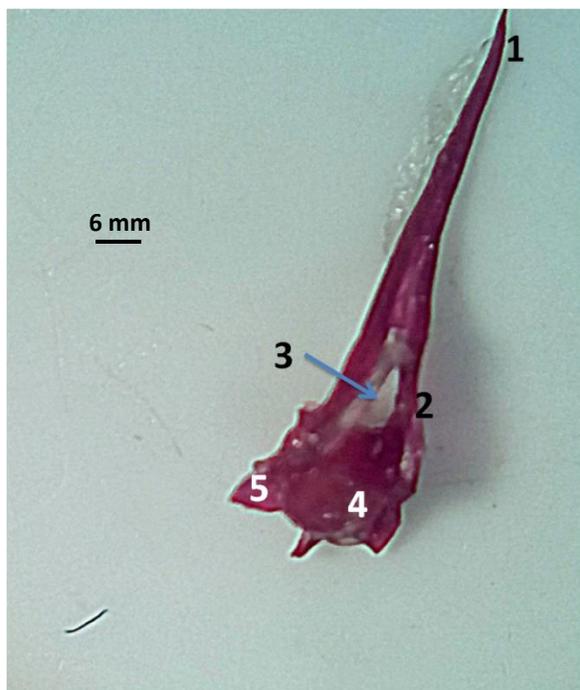
- Espina neural (1)
- Arco neural (2)
- Canal neural (3)
- Cuerpo vertebral (4)
- Prezigapófisis (5)
- Zigapófisis (6)
- Soporte hemal (7)

Cuarta vertebra torácica

La espina neural es esbelta y acortada, terminando en punta en la parte apical y ensanchándose un poco en la parte basa, el arco neural presenta una curvatura suave y el canal neural es muy abierto, la base de este es recta lo que provoca que el cuerpo vertebral sea ovalado y ancho el, soporte hemal está completo en la parte apical termina achatado e irregular.

En vista lateral la espina neural se observa recta y muy delgada en su parte apical, la zigapófisis es muy pequeña y el cuerpo vertebral se encuentra orientado hacia afuera, el soporte hemal en esta posición se encuentra deformado de lado derecho aserrado y muy delgado.

VISTA FRONTAL



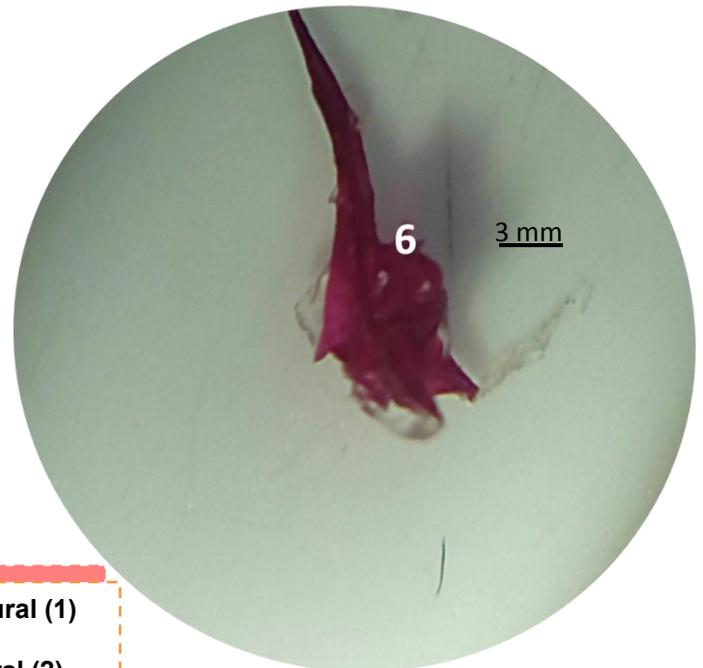
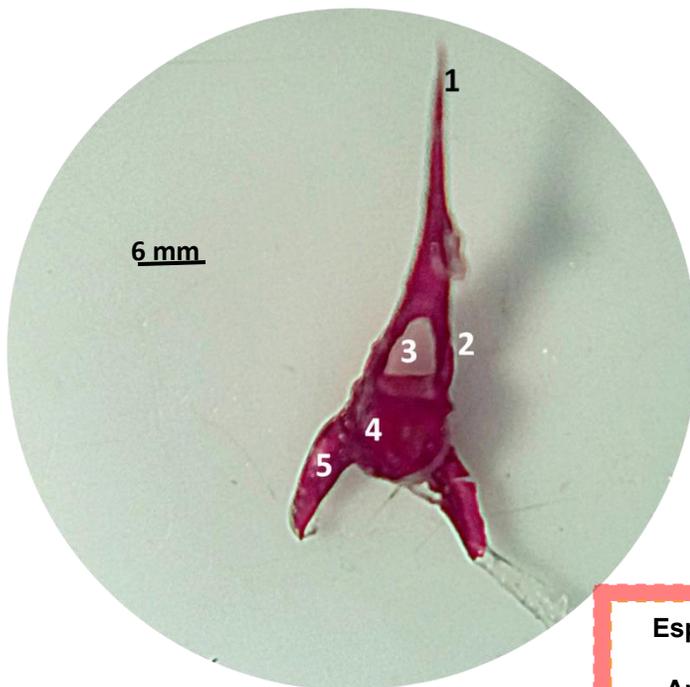
- Espina neural (1)
- Arco neural (2)
- Canal neural (3)
- Cuerpo vertebral (4)
- Parapófisis (5)

Séptima vértebra torácica.

La espina neural es alargada y termina en punta en la parte apical, presenta una curvatura suave en la parte media, el arco neural forma parte de esta curvatura, el canal neural se alarga y se cierra con una pequeña curva en la parte apical del mismo, el cuerpo vertebral es ovalado y sobresale hacia el frente, las parapófisis son pequeñas de lado derecho se encuentra achatada y la de lado izquierdo se encuentra recto en la base y termina en punta en la parte apical, tiene una especie de soporte en la base lo que no es característica en esta vertebra.

VISTA FRONTAL

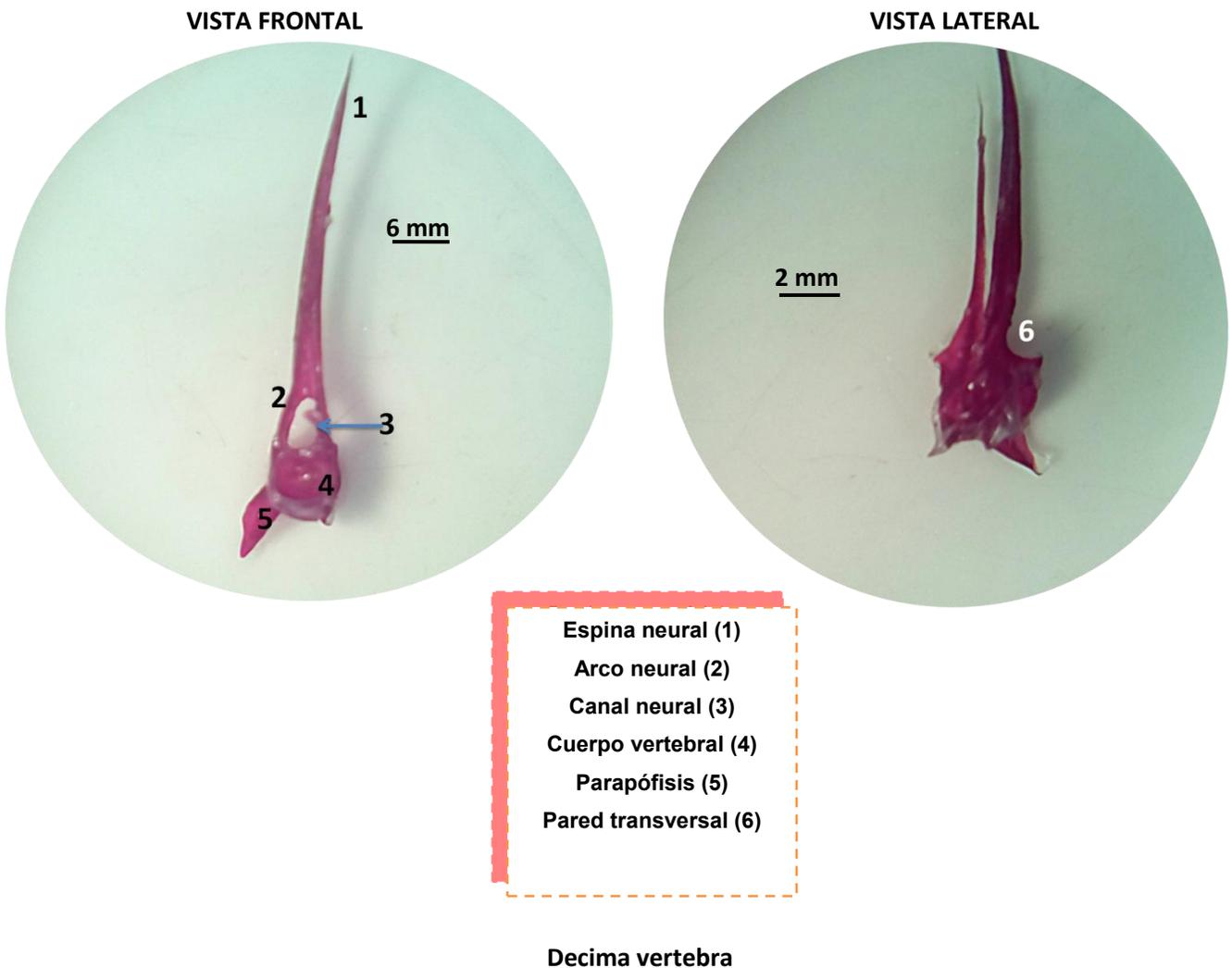
VISTA LATERAL



- Espina neural (1)
- Arco neural (2)
- Canal neural (3)
- Cuerpo vertebral (4)
- Parapófisis (5)
- Arco transversal (6)

Séptima vértebra torácica

La espina neural es muy esbelta, termina en una fina punta en la parte apical, el arco neural es recto y el canal neural es abierto y achatado, el centrum no es redondo se forma una especie de pentágono, las parapófisis son alargadas, la derecha es casi recta debido a que no presenta la curvatura característica en la base, además es achatada en la parte apical, la izquierda termina en pico, en vista lateral la espina neural se muestra curvada en la parte apical el arco transversal se alargó, las parapófisis se observan rectas y el cuerpo vertebral sobresale de forma irregular.



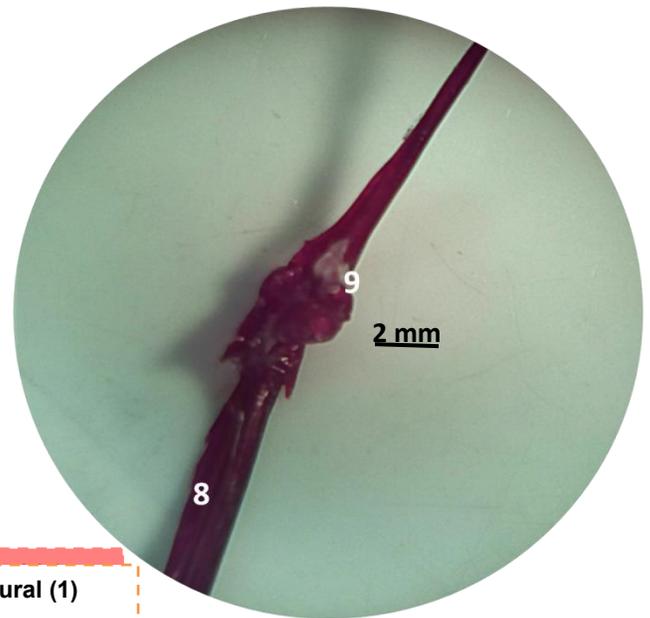
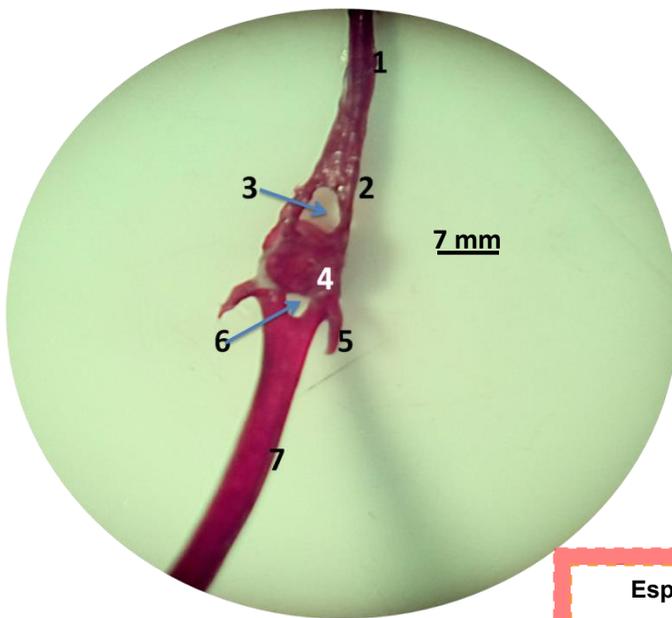
Presenta una espina neural esbelta y terminada en punta en su parte apical

El arco neural es recto y delgado, el canal neural se abre y se alarga hacia arriba, el cuerpo vertebral es pequeño y ovalado, en el caso de las parapófisis solo se presenta la del lado izquierdo y se observa una rotura en la parte apical de la misma, la derecha no se observa.

En vista Lateral se observa la pared transversal y el arco sin embargo también se observa la conjunción con otra vertebra, cuyo espina neural es más pequeña que la de la vértebra base, el cuerpo vertebral no se encuentra bien definido y no se observa parapófisis de lado derecho

VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



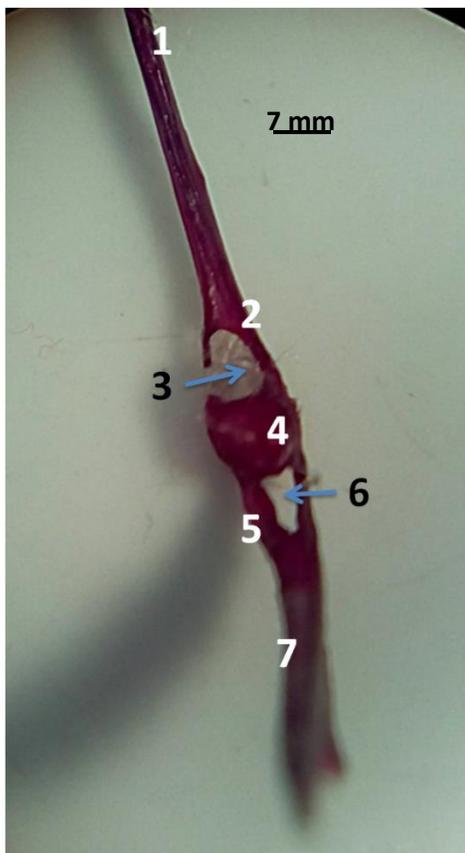
- Espina neural (1)
- Arco neural (2)
- Canal neural (3)
- Cuerpo vertebral (4)
- Parapófisis (5)
- Canal hemal (6)
- Espina hemal (7)
- Pared hemal (8)
- Pared transversal (9)

Decimo cuarta vertebra.

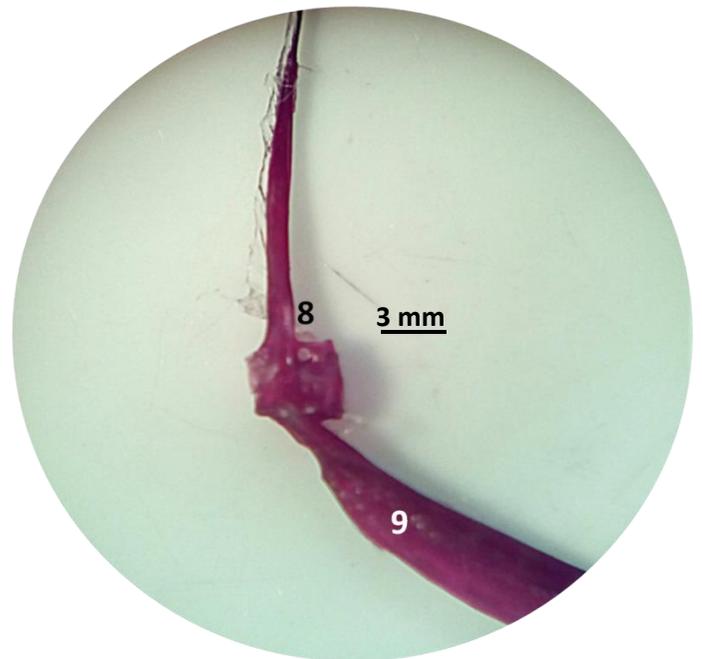
La espina neural es alargada se ensancha en la base y la parte apical se encuentra achatada

El arco neural es recto y muy delgado, el canal neural es casi redondeado la base es recta por lo que el cuerpo vertebral no se encuentra redondeado de forma completa, el canal hemal es muy pequeño y semi curvado, las parapófisis terminan en punta son pequeñas y curvadas, la espina hemal es alargada y ancha presenta una curvatura suave en la base , en vista lateral el cuerpo vertebral se encuentra poco definido, la prezigapófisis no se observa y la pared transversal está completamente recta es por ello que el cuerpo vertebral parece aplanado.

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

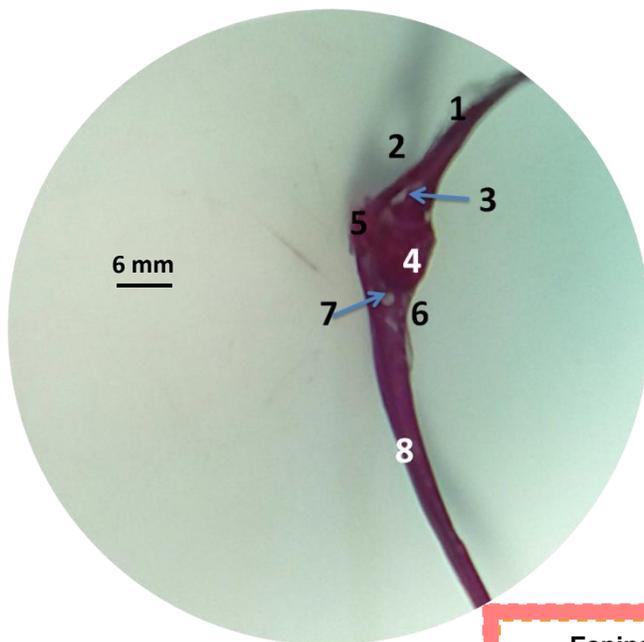


Decimo sexta vertebra

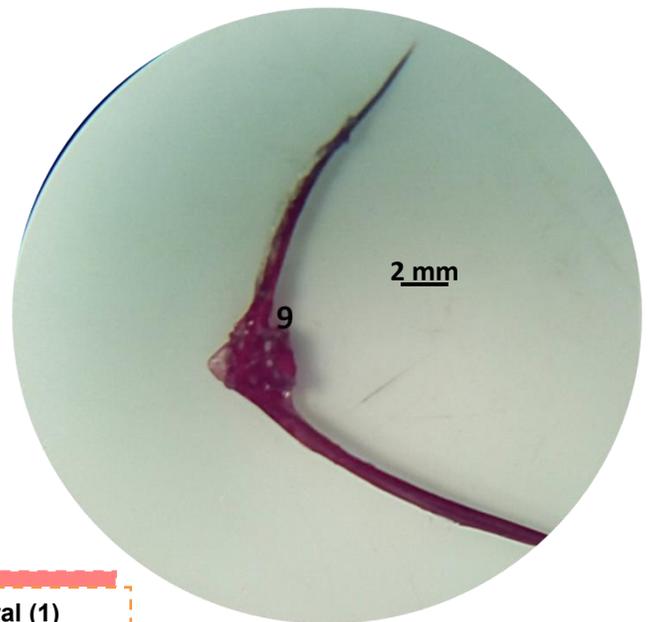
La espina neural es alargada y esbelta terminando en punta en su parte apical el arco neural delgado y alargado por lo que el canal neural se encuentra mucho más abierto, se puede observar que el lado izquierdo del mismo se encuentra fisura do por lo que la forma del canal no logra completarse, el cuerpo vertebral es pequeño y ovalado, el canal hemal es alargado y forma una U la espina hemal es acortada se ensancha en la parte apical.

En vista lateral la pared transversal es recta, la prezigapófisis no se observa y la pared hemal es muy ancha, la espina hemal no se encuentra recta lo que provoca que el cuerpo vertebral forme una L

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



- Espina neural (1)
- Arco neural (2)
- Canal neural (3)
- Cuerpo vertebral (4)
- Prezigapófisis (5)
- Arco hemal (6)
- Canal hemal (7)
- Espina hemal (8)
- Pared transversal (9)

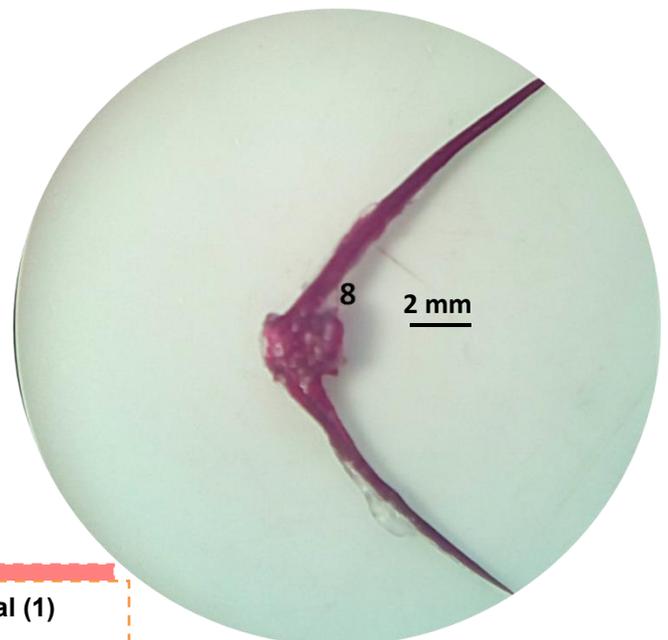
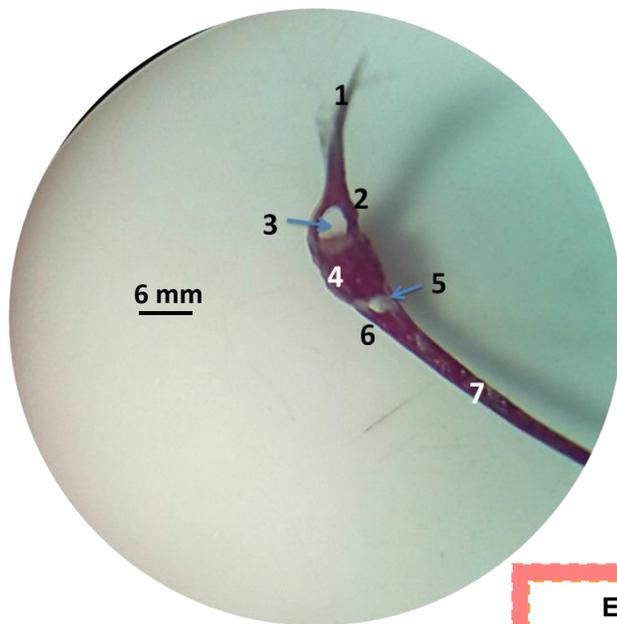
Décimo novena vertebra

La espina neural es alargada y esbelta, el arco neural es pequeño y casi cerrado, el cuerpo vertebral es pequeño y redondeado, el arco hemales muy pequeño y el canal neural asemeja un ojal, la espina hemal se engrosa en su parte basal y en la parte apical se adelgaza.

En vista lateral la espina neural se encuentra curvada en la parte apical , la prezigapófisis no puede distinguirse y la pared transversal se encuentra acortada , la espina hemal no es totalmente recta es esbelta y alargada.

VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



- Espina neural (1)
- Arco neural (2)
- Canal neural (3)
- Cuerpo vertebral (4)
- Canal hemal (5)
- Arco hemal (6)
- Espina hemal (7)
- Pared hemal (8)
- Prezigapófisis (9)

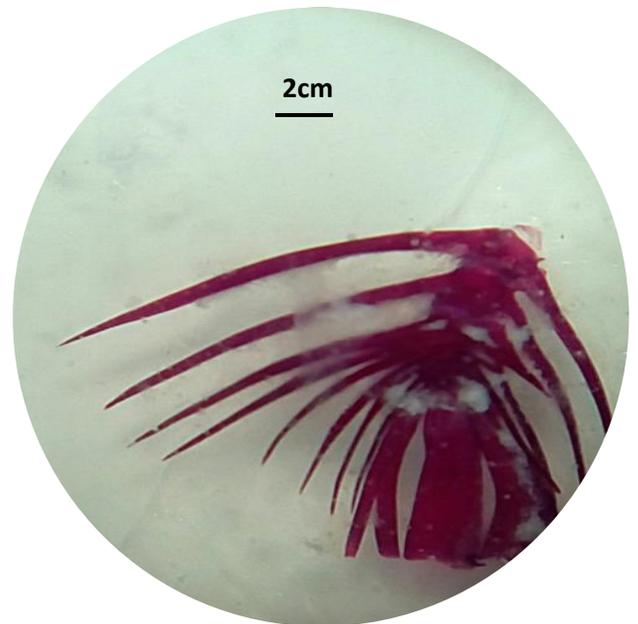
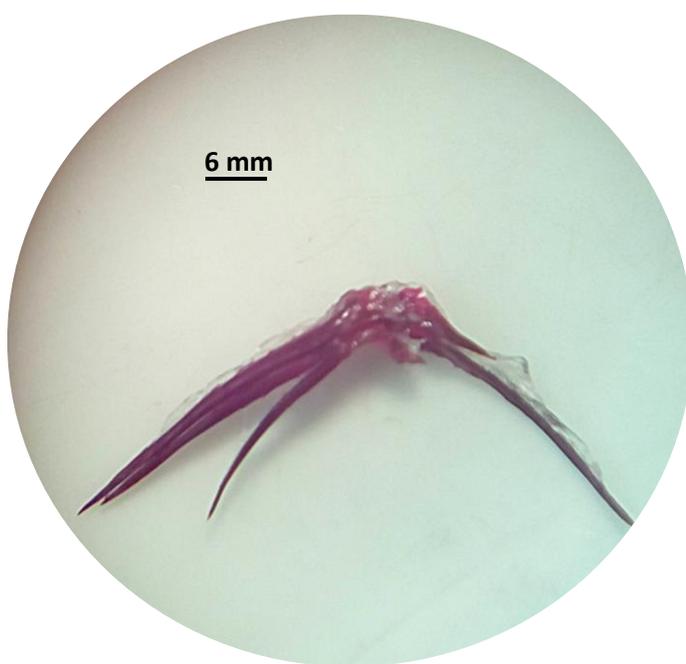
Vigésimo segunda vertebra

La espina neural presenta una curvatura pronunciada que hace que esta se vea orientada hacia arriba,

El arco neural es recto y el canal neural es muy abierto, el centrum forma un cuadrado y es pequeño, el arco hemal es curvo y el canal hemal es muy pequeño esta curvatura en el arco hemal hace que la espina hemal

Se vea orientada hacia lado derecho, En vista lateral la prezigapófisis es pequeña y el cuerpo vertebral forma un cuadrado irregular las espinas neurales y hemal se observan alargadas y muy esbeltas

VISTA FRONTAL

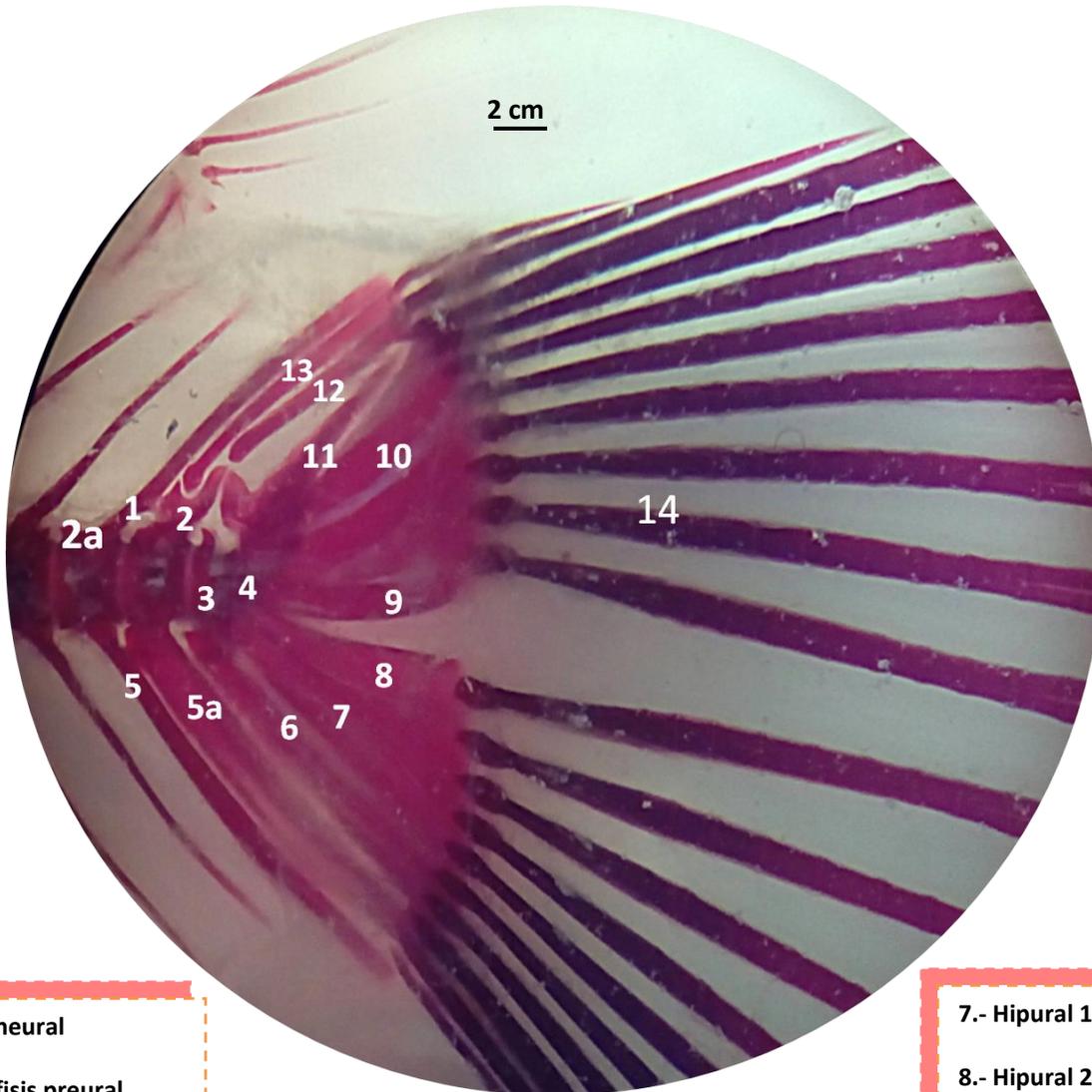


Vigésimo octava vertebra

La vertebra 28 forma parte de la aleta caudal, sin embargo esta no pudo ser separada debido a la fusión que se presentó en las vértebras anteriores.

Con esta sección se termina la descripción de las vértebras, y se inicia con la descripción de las aletas.

XVIII-5 .ALETA CAUDAL VARIEDAD DORADO



- 1.- Espina neural
- 2.- Parapófisis preural
- 2ª.- Parapófisis vertebra 26
- 3.- Vertebra preural
- 4.- Urostilo
- 5.- Espina hemal 1
- 5ª.- Espina hemal 2
- 6.- Paripural

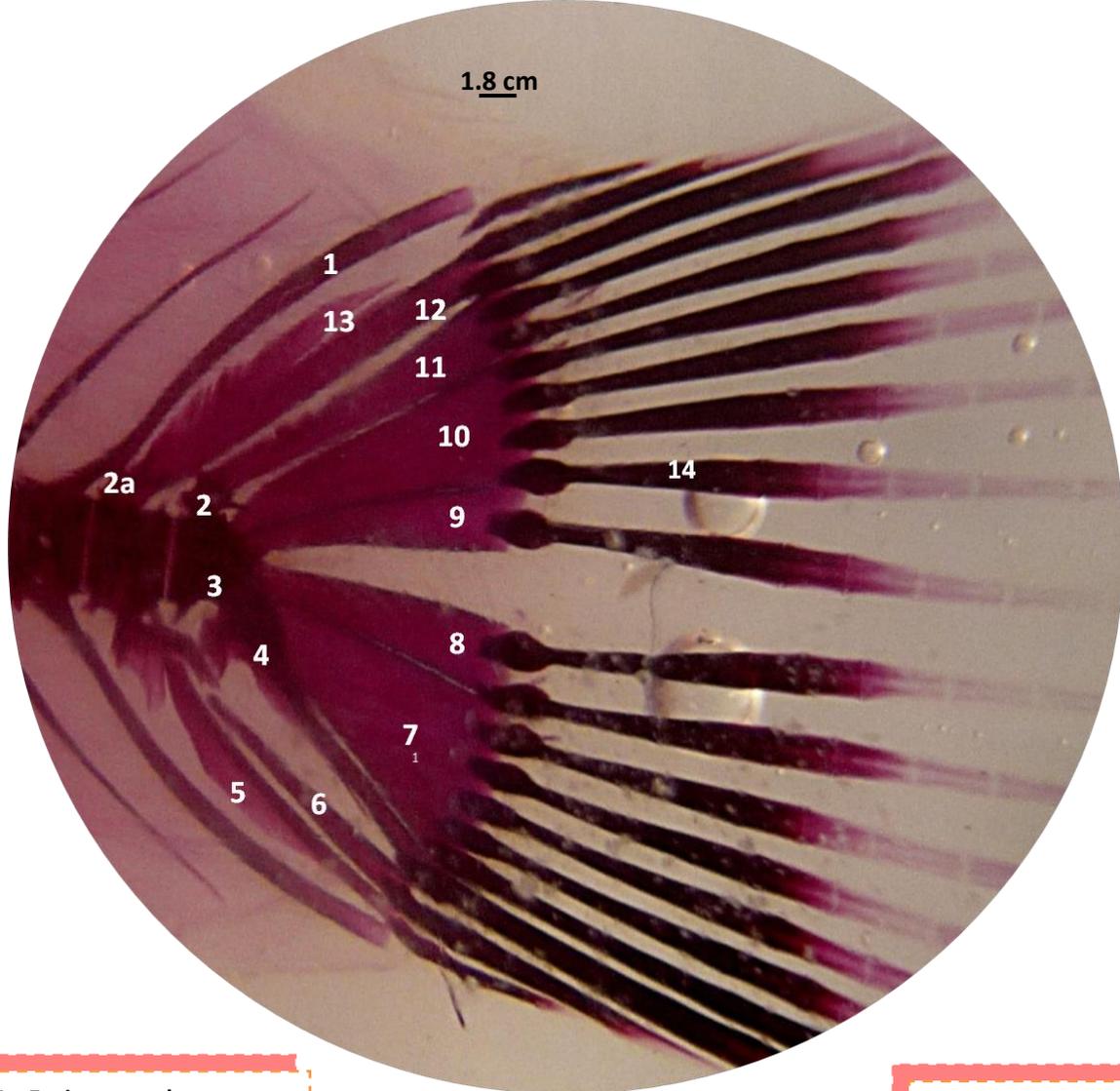
- 7.- Hipural 1
- 8.- Hipural 2
- 9.- Hipural 3
- 10.- Hipural 4
- 11.-Uroneural
- 12.- Epural 1
- 13.- Epural 2
- 14.- Radios

En esta variedad la espina neural (1) es esbelta y alargada tanto en la base como en la parte apical donde termina achatándose, la prezigapófisis preural (2) se encuentra bifurcada y presenta un engrosamiento y ensanchamiento muy marcados, mientras que la prezigapófisis de la vértebra 26 (2ª) es más pequeña y se encuentra recorrida hacia arriba, la vértebra pleural(3) se encuentra disminuida y poco definida ya que el urostilo(4) se conjunta con ella sin permitir una diferenciación clara de ambos huesos, la espina hemal (5) es esbelta en la parte basal y se engrosa en la parte apical achatándose y quedando fuera del conjunto de radios, la espina hemal dos (5ª) es mucho más gruesa que la primera tanto en la parte basal como en la apical, presenta una fisura en la parte media sin embargo esto no impide que se complete.

El hueso paripural (6) que debería terminar en la base del urostilo presenta una pequeña elevación en la parte basal terminada en punta, es grueso hasta la parte apical y se observa una conjunción basal con el hueso hipural 1 (6) que es mucho menos ancho de lo normal y que parece albergar también al hipural 2 (8) que conserva la forma triangular característica a pesar de ello se pueden diferenciar ambos huesos, el hipural tres (8) pierde completamente la forma triangular ya que presenta una curvatura suave desde la base hasta la parte apical, además de una pequeña fisura en la parte media es el más ancho de todos, el hipural cuatro (9) se deforma completamente primeramente por la curvatura que presentan la parte basal, no es muy ancho y su conexión con el urostilo no se completa debido a que el hueso uroneural(11) parece atravesarse, este hueso es muy grueso en la parte basal, y se adelgaza en la parte apical terminando en punta sin embargo no logra conectarse con la base donde inician los radios, este hueso afecta la ubicación del epural 1 (12) ya que lo recorre hacia la derecha , es pequeño alargado y esbelto tanto en la base como en la parte apical donde la punta es redondead, el epural dos(13) también es alargado y delgado, la parte apical no logra conjuntarse debido a la bifurcación que presenta la vértebra preural.

Los radios (14) son alargados y esbeltos, en esta aleta son 20 y se encuentran distribuidos de manera uniforme en toda la base, el primero de ellos es el más delgado y no logra tocar al hueso que lo origina es decir a la espina hemal uno (5), dos más se encuentran en la espina hemal dos y dos más en el hueso paripural, los otros 5 se encuentran distribuidos entre el hipural uno y el hipural 2 debido a la conjunción que ya se describió, los siguientes 10 se distribuyen en la segunda sección de la aleta los primeros 5 en el hipural 3, todos son alargados y esbeltos la parte basal de estos tiene forma lanceolada y el quinto radio es intermediario del hipural 4 que contiene 3 radios más y que debido a lo angosto del hueso se juntan más, los últimos 3 se encuentran distribuidos entre el hueso uroneural que no logra ser la base del radio, y el epural 1 donde se conjunta el radio que le pertenecía al uroneural con el que alberga este hueso, y el epural 2 cuyo radio no está completo y semeja una espina por lo delgado de la base y de la parte apical.

ALETA CAUDAL VARIEDAD ZEBRA



1.- Espina neural

2.- Parapófisis preural

2ª.- Parapófisis vertebra 26

3.- Vertebra preural

4.- Urostilo

5.- Espina hemal 1

5ª.- Espina hemal 2

6.- Paripural

7.- Hipural 1

8.- Hipural 2

9.- Hipural 3

10.- Hipural 4

11.-Uroneural

12.- Epural 1

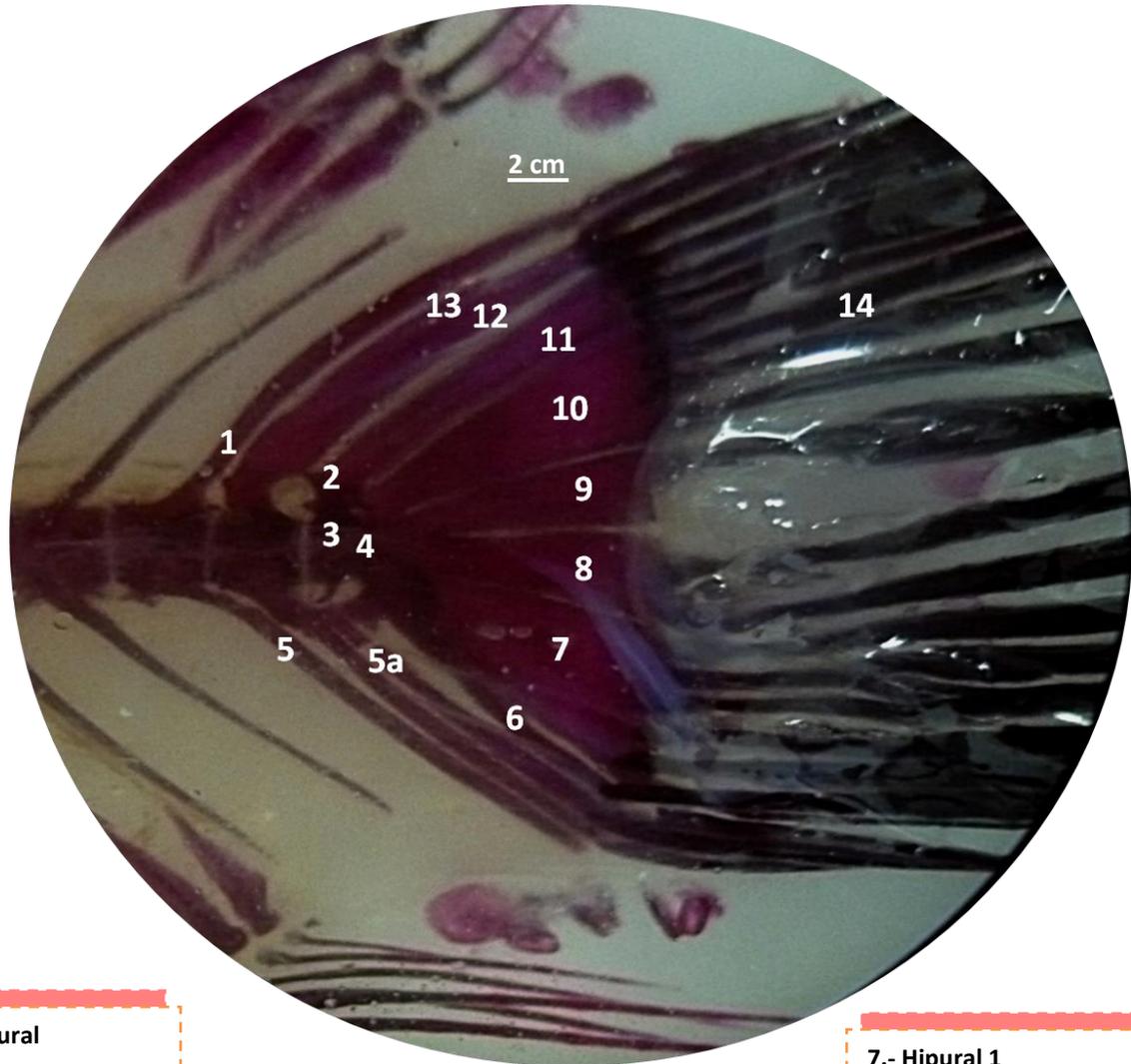
13.- Epural 2

14.- Radios

En esta variedad la espina neural (1) se encuentra desfasada, presenta una curvatura pronunciada además de estar incompleta en la parte apical.

La vertebra 26 y la vértebra pleural (3) no presentan prezigapófisis (2), el urostilo (4) se encuentra orientado hacia abajo, la primer espina hemal (5) presenta adelgazamiento en la parte basal, alargada e incompleta, la segunda espina hemal (5^a) se ensancha en la parte basal, presenta pared y no hay definición entre la vértebra y el radio. El hueso paripural(6) se encuentra fusionado con el urostilo ,presenta cuatro huesos hipurales en forma de triángulo, el primero de ellos (7) se encuentra ensanchado, el segundo hueso hipural (8) es más delgado, hay una separación pronunciada entre los hipurales tres (9) y cuatro(10) , el hipural tres es mucho más delgado que el cuatro, el hipural cuatro no es homogéneo en cuanto a tamaño respecto a su semejante el hipural uno, el hueso uroneural (11) se sostiene de forma irregular al urostilo el tercero se fusiona al epural uno (12) que es demasiado grueso en la parte basal y de donde se genera el epural dos (13), que se encuentra incompleto y fisurado. Posee un total de 20 radios distribuidos en toda la base de la aleta, los primeros tres están ubicados desde la segunda espina hemal, el hueso paripural y parte del hipural 1, el primero está incompleto y es muy delgado, el segundo se ensancha en su parte basal y la parte apical está incompleta, el tercero se encuentra se encuentra de manera intermedia y es mucho más grueso en la parte basal, dentro del hipural 1 se encuentran 7 radios más, la base de estos es ovalada alargada, son delgados en la parte basal y la parte apical se va ensanchando, en el hipural 2 se encuentra un solo radio ovalado alargado en la base e igual de ensanchado en la parte apical que los anteriores, en el hipural 3 se encuentra un radio con las mismas características que el anterior, el hipural 4 alberga 4 radios más alargados y ovalado alargados en la base, el hueso uroneural tiene 3 radios, este último es intermedio entre el epural 1 que solo tiene 2 radios, el epural 2 esta fusionado con el epural 1 está incompleto al igual que el radio incompleto e irregular que está separado aparentemente por cartílago.

ALETA CAUDAL VARIEDAD HUMO



- 1.- Espina neural
- 2.- Parapófisis preural
- 3.- Vertebra preural
- 4.- Urostilo
- 5.- Espina hemal 1
- 5ª.- Espina hemal 2
- 6.- Paripural

- 7.- Hipural 1
- 8.- Hipural 2
- 9.- Hipural 3
- 10.- Hipural 4
- 11.-Uroneural
- 12.- Epural 1
- 13.- Epural 2
- 14.- Radios

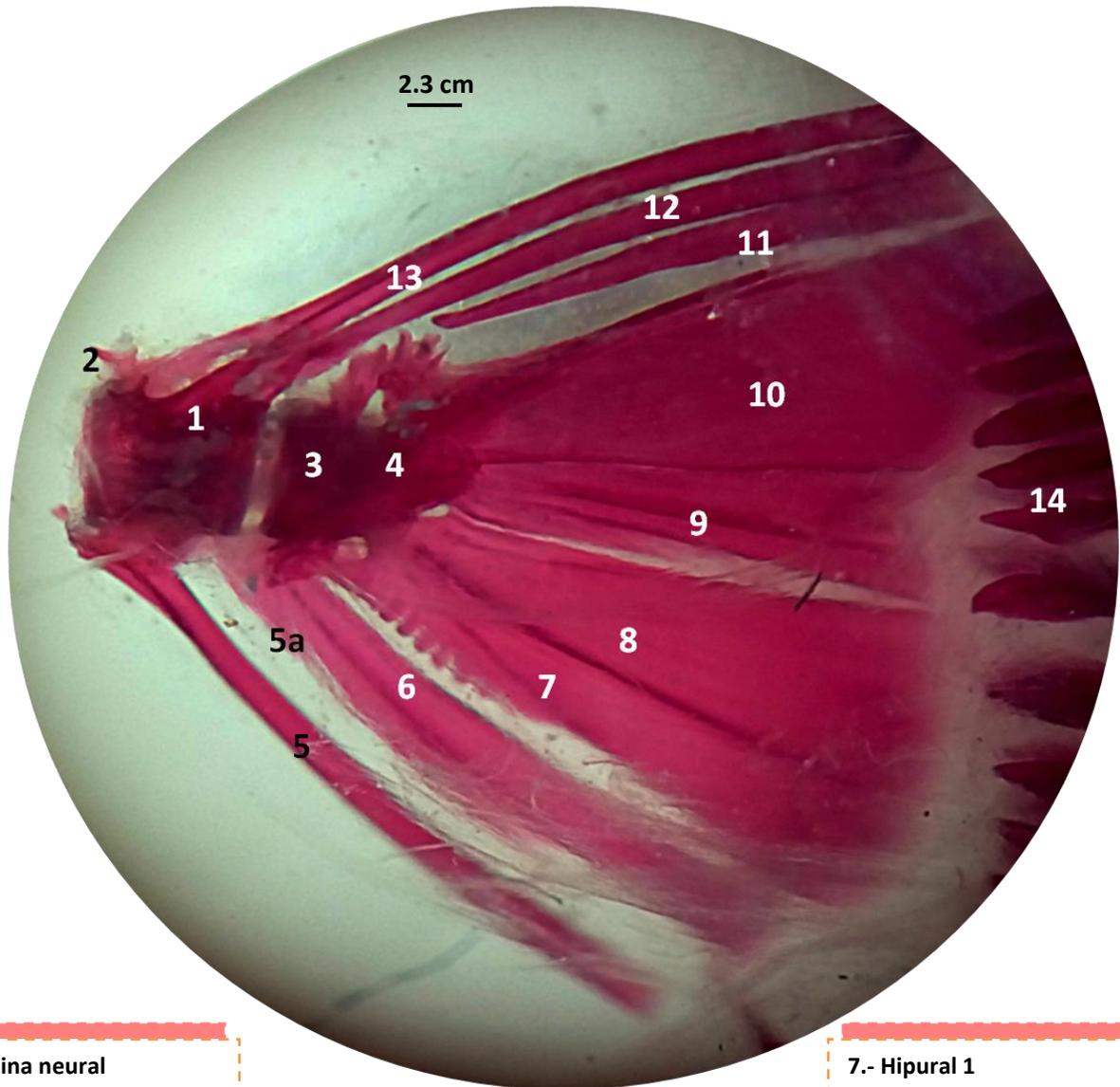
La espina neural (1) es delgada en la parte basal sin embargo ocurre un ensanchamiento en la parte media hasta llegar a la apical lo que la hace más gruesa, la parapófisis pleural(2) es ancha en la base y recta orientada hacia el lado derecho mientras que la prezigapófisis de la vértebra anterior(2^a) no logra distinguirse, la vértebra pleural se encuentra disminuida y poco definida ya que no se observa una separación clara entre esta y el urostilo cuya orientación no puede determinarse ya que no se observa como tal en la imagen, la vértebra hemal uno (5) es recta delgada y redondeada en la parte apical, la vértebra hemal dos (5^a) es gruesa en la parte basal y se adelgaza hasta llegar a la parte apical, se observa una espina extra, sin embargo la base se encuentra fragmentada, por lo que se puede inferir que la espina hemal dos se encuentra dividida, el hueso paripural(6) se encuentra fusionado con el hipural uno(7) lo que no permitió que se completara y que solo se pueda observar la parte apical y un pequeño fragmento de la parte basal, el hipural uno es ancho recto y no logra formar el triángulo la base se encuentra poco definida y la parte apical es recta, el hipural dos (8) tiene una curvatura suave que orienta al hueso hacia afuera la base tampoco se encuentra bien definida y la separación entre el hipural uno es mínima, el hipural tres (9) es angosto y pequeño forma un triángulo alargado y recto en la base, el hipural cuatro(10) es ancho y recto en la parte basal, mientras que en la parte apical termina achatado, el hueso uroneural(11) es grueso y ancho además de que se conjunta con la prezigapófisis preural, el epural uno (12) y el epural dos (13) se fusionaron formando un solo hueso, ancho y semi curvo, solo se puede diferenciar la separación entre ambos debido a que el epural dos está incompleto y solo se observa parte de la zona apical.

Cuenta con 23 radios que se distribuyen irregularmente por la base de la aleta, no poseen un patrón específico en cuanto a la forma algunos de ellos están incompletos, son más anchos de lo normal o se generan más de 2 en uno solo,

Los dos primeros se ubican en la vértebra hemal 2, el primero de ellos es esbelto y acortado, mientras que el segundo es más ancho y se encuentra fisurado en la

parte basal, el tercer radio se encuentra orillado y curvado en la parte basal es alargado y se ensancha en la parte apical el cuarto y el quinto se encuentran ubicados en el hipural 1 con las mismas características que los anteriores, el sexto radio presenta una bifurcación en la parte basal lo que provoca que se observen dos radios en uno, a partir del octavo radio la parte basal se observa muy delgada, el décimo tercer radio que se ubica en el hipural tres es mucho más grueso en la parte media que en la basal o en la apical, todos los radios a partir de este se encuentran demasiado conjuntados, en el radio 16 y parte del 17 se observa una fisura que rompe parte de la base de ambos, los últimos 7 radios son delgados y alargados y en la parte basal no se observa que forma tiene.

ALETA CAUDAL VARIEDAD MARMÓL



1.- Espina neural

2.- Parapófisis preural

2^a.- Parapófisis vertebra 26

3.- Vertebra preural

4.- Urostilo

5.- Espina hemal 1

5^a.- Espina hemal 2

6.- Paripural

7.- Hipural 1

8.- Hipural 2

9.- Hipural 3

10.- Hipural 4

11.-Uroneural

12.- Epural 1

13.- Epural 2

14.- Radios

La espina neural(1) en esta variedad es alargada y gruesa en la parte apical, en la parte basal se puede observar una fisura que divide a la vértebra en dos solo en esta parte, esto debido a que la parapófisis(2) de la vértebra se alargó hacia la espina, esta parapófisis es pequeña y bifurcada, la parapófisis preural(2ª) es alargada y aserrada, y se curva en la parte apical, la vértebra preural (3)no se encuentra bien definida debido a que el urostilo(4) no se separa de ella, se orienta hacia abajo sin embargo no se observa una separación concreta, la espina hemal uno (5) se encuentra muy separada es alargada y un tanto achatado en la parte basal como en la apical donde termina acortándose y achatándose, la espina hemal dos(5ª) es ancha y curvada en la parte basal, no logro formarse por completo la parte apical ya que se fusiono con el hueso paripural(6) que no se encuentra bien definido y que se encuentra muy separado del hueso hipural 1 (7) que de lado derecho parece tener un borde dentado, además de ser angosto y estar sobre puesto al hipural dos (8)que es ancho tanto en la base como en la parte apical, el hipural tres (9) es angosto y parece tener pliegues , el hipural cuatro (10)es más angosto en la parte basal que en la apical donde se ensancha parte de este hueso contiene al hueso uroneural cuya complexión es muy delgada y solo se observa la parte apical que termina en punta , el epural 2 es grueso en la parte basal y va adelgazando conforme llega a la parte apical, queda un pequeño espacio donde debería estar el hueso uroneural sin embargo al no completarse la formación el epural uno se recorre hacia la izquierda, el epural 2 es alargado y esbelto la base se ensancha para poder conjuntarse con la vértebra 26.

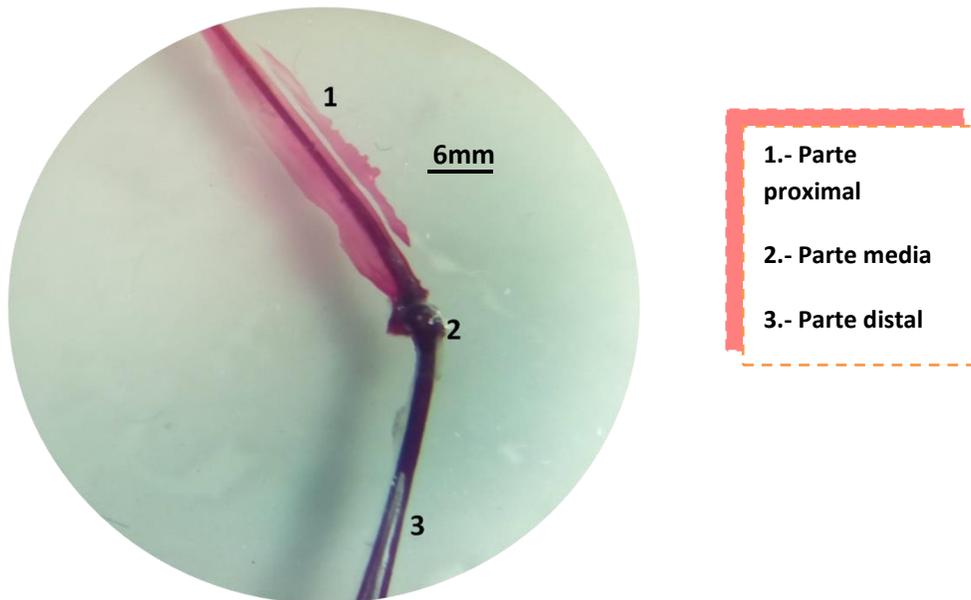
En esta aleta los radios (14) no tenían buen soporte por lo que se separaron de la base, únicamente se pueden observar 10 y la distribución no es exacta debido al desprendimiento en la imagen se tienen 10 y únicamente se puede describir la parte apical en esta zona son gruesos y lanceolados.

Las siguientes descripciones son de la aleta dorsal y la aleta anal, junto con sus soportes o su pterigóforos, neurales en el caso de la aleta dorsal y hemales en el caso de la aleta anal de cada una de las variedades.

XVIII-6.DESCRIPCIÓN DE LA ALETA DORSAL, ANAL Y PTERIGOFOROS NEURALES Y HEMALES VARIEDAD DORADO.



Aleta dorsal y pterigóforos neurales variedad oro con estructuras incompletas y deformes.



Pterigóforo neural completo que en la parte proximal muestra rupturas pequeñas

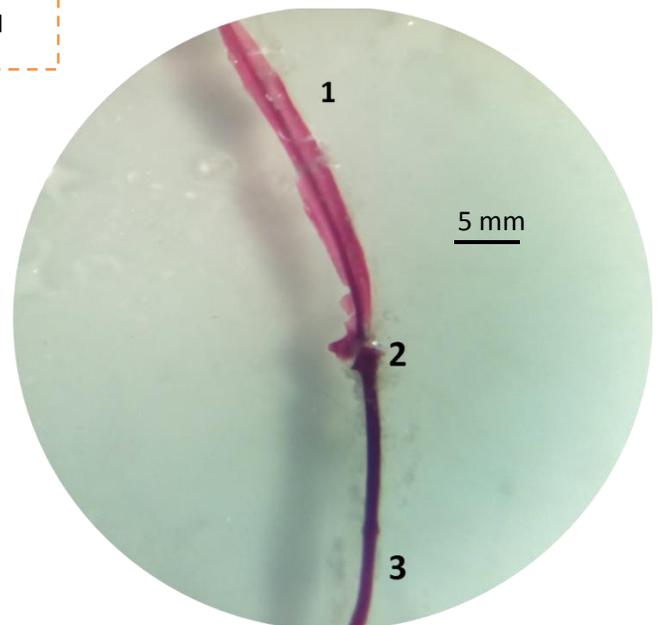
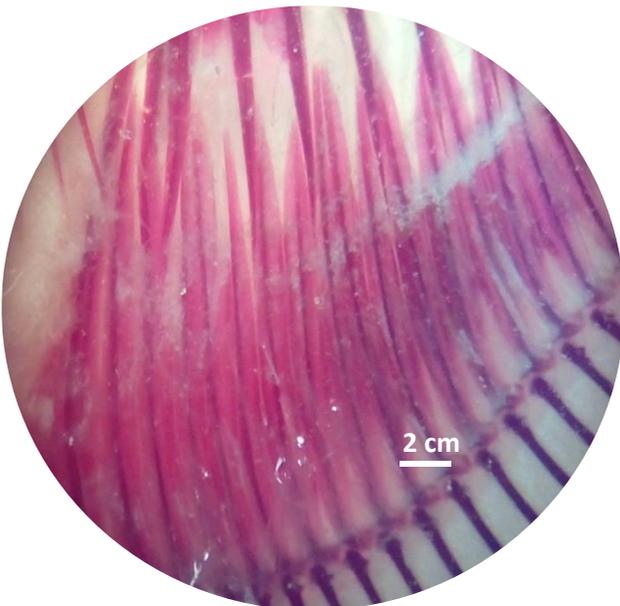
ALETA DORSAL

En esta variedad la aleta dorsal se encuentra incompleta, presenta los dos primeros pterigóforos sueltos, a partir de la vértebra 1 y hasta la vértebra 5 se observan 6 pterigóforos cuya parte proximal(1) es muy alargada y delgada, no poseen parte media(2) , por lo que tampoco se forma la parte distal(3) y esto afecta a la formación de los radios duros, de la vértebra 5 a la vértebra 13 no hay formación de pterigóforos, de la vértebra 14 a la vértebra 19 los pterigóforos se observan delgados y alargados además de que se empieza a observar la parte distal y la parte media, la parte distal se encuentra quebrada en cada uno de los pterigóforos en la parte media , la vértebra 20 y 21 poseen los primeros pares de pterigóforos que en este caso también son alargados y delgados y que se encuentran completos antes de llegar a la vértebra 22 se encuentra un pterigóforo libre, las vértebras 22, 23 y 24 poseen tres pares más de pterigóforos que se observan difuminados y de menor tamaño.

ALETA ANAL

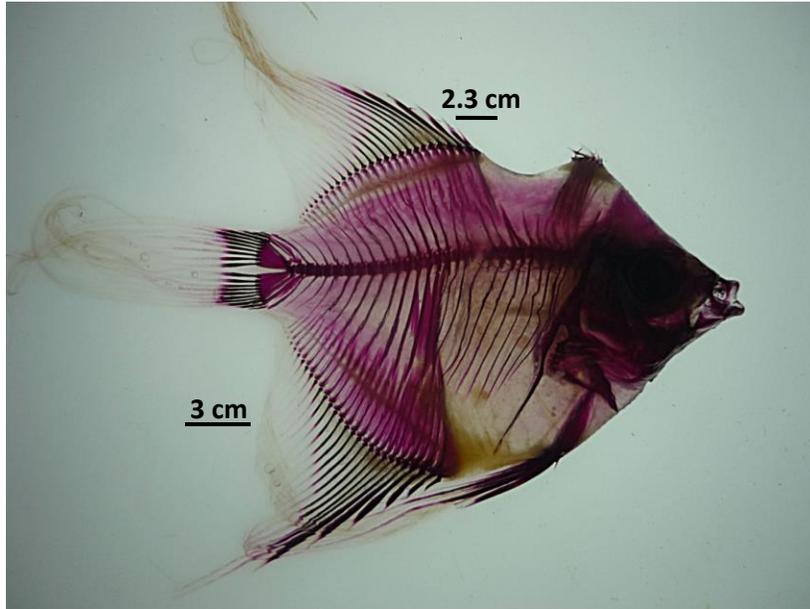
La aleta anal también se encuentra incompleta desde el opérculo hasta la vértebra 13 donde se observan los primeros 4 pterigóforos hemales, los primeros dos son gruesos en la base y curvados, los siguientes dos son alargados y gruesos en la parte proximal(1) , la parte media (2) se encuentra fuertemente unida, a pesar de la diferencia morfológica entre la parte proximal y la distal, la parte distal(3) también es gruesa y larga, los siguientes 3 se encuentran en la vértebra 14, empiezan a observarse más esbeltos pero conservan lo largo, los siguientes dos se encuentran en la vértebra 15 conservan las mismas características que los pterigóforos anteriores, comienzan a observarse pareados a partir de la vértebra 16 y hasta la 23 donde se encuentran hasta tres pterigóforos por espina., en total son 28 pterigóforos aproximadamente, 6 radios duros, y 23 radios blandos.

- 1.- Parte proximal
- 2.- Parte media
- 3.- Parte distal

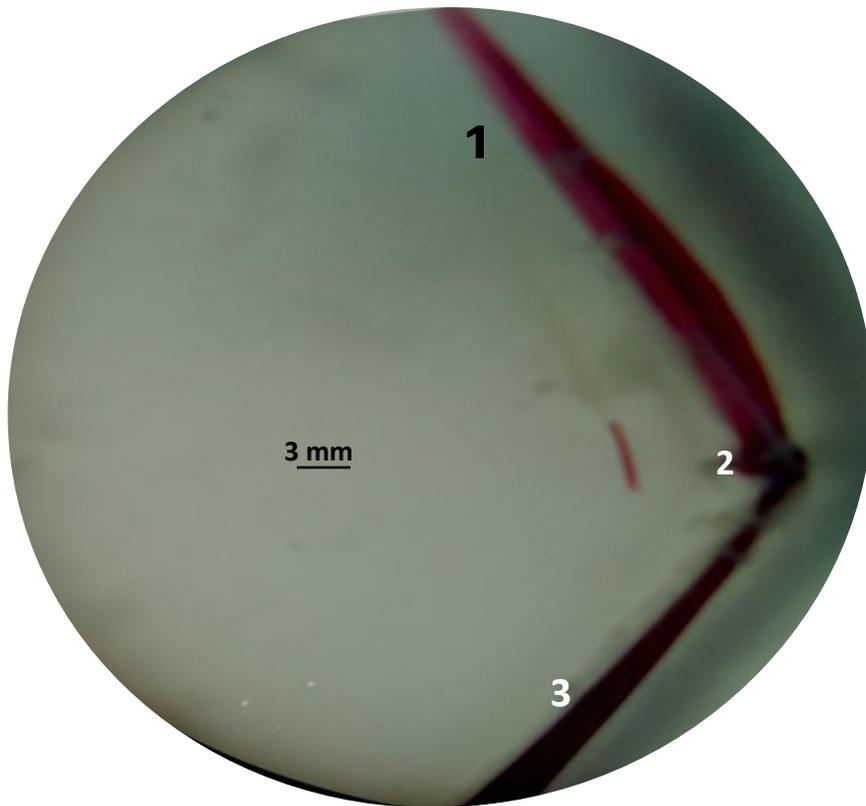


Sección de la aleta anal, donde se observa el engrosamiento y alargamiento de los pterigóforos por lo que se encuentran “encimados”.

DESCRIPCIÓN DE ALETA DORSAL Y ALETA ANAL EN LA VARIEDAD ZEBRA



Aleta dorsal y pterigóforos neurales variedad zebra con estructuras incompletas y deformes.



- 1.- Parte proximal
- 2.- Parte media
- 3.- Parte distal

Pterigóforo neural completo que en la parte proximal se observa engrosado, la parte media (2) se encuentra ensanchada y la parte distal(3) alargada.

ALETA DORSAL

En esta variedad la aleta dorsal se encuentra incompleta en la parte inicial debido a que los pterigóforos dorsales se encuentran incompletos, estos están formados por componentes proximal y distal, son aproximadamente 34, los primeros dos se encuentran libres y solo poseen la parte proximal,, los cinco siguientes se encuentran separados del neurocráneo y tienen contacto directo con las primeras espinas neurales, son alargados y muy gruesos, además de que no se encuentran pareados, solo poseen la parte proximal, la parte distal no logra formarse correctamente por lo que los radios duros no se encuentran desarrollados, a partir de la vértebra 4 y hasta la 8 no hay formación de pterigóforos.

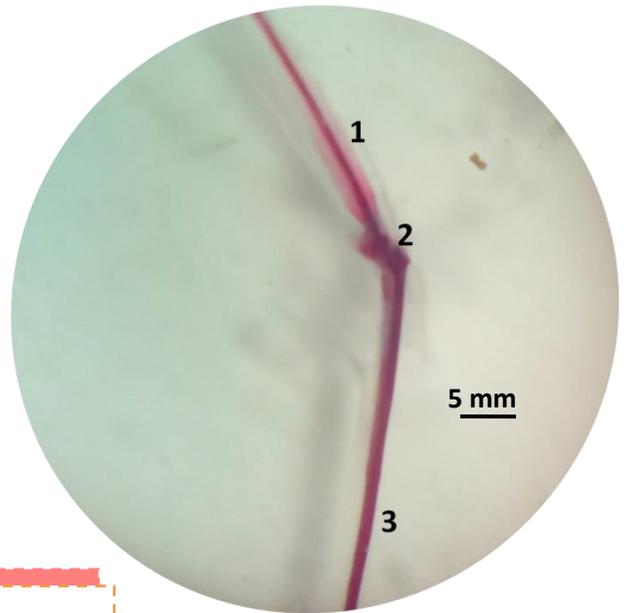
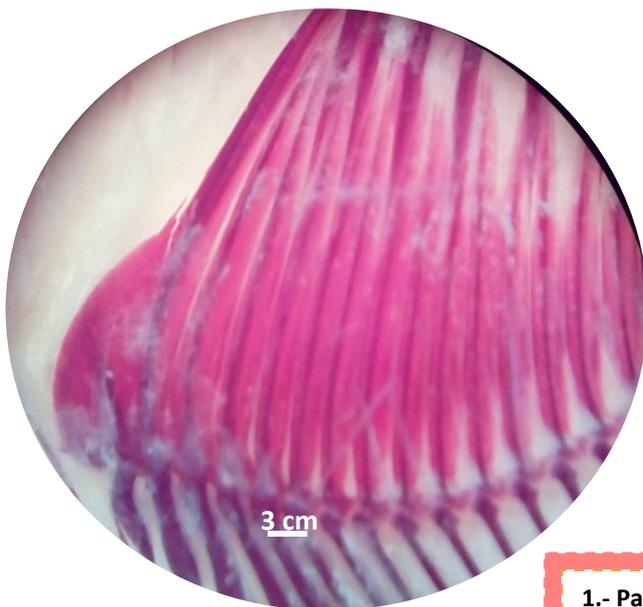
Las vertebra 9 y 10 comienzan a presentar de nuevo pterigóforos que se encuentran quebradizos y muy largos en la parte proximal, en esta sección ya comienza a tener parte media y distal que son las que forma los radios blandos,

las vértebras 11, 12,13 presentan 4 pterigóforos discontinuos y quebradizos en la parte proximal, y en la parte media se comienza a engrosar, a partir de esta vertebra se observa un pterigóforo libre, la vértebra 14 tiene un pterigóforo muy largo y delgado en la parte proximal que parece fusionarse con la espina, en la vértebra 15 se observa el primer par de pterigóforos, lo que no es continuo de la vértebra 16 a la vértebra 18 donde se muestran difuminados y muy delgados en la parte proximal, de la vértebra 19 a la 22 se muestran pareados nuevamente, se acortan y la parte media se observa separada de la parte proximal del pterigóforo, la vértebra 23 solo tiene un solo pterigóforo y la vértebra 24 y 25 ya no los presentan.

Posee 5 radios duros que se encuentran a partir de la vértebra 9 hasta la 12 y un total de 22 radios blandos distribuidos a partir de la vértebra 13 y hasta la 23.

ALETA ANAL

La aleta anal también se observa incompleta, desde el cráneo hasta el inicio de la aleta pélvica, las primeras 11 vertebras no poseen pterigóforos hemales, se observan las espinas hemales muy alargadas y demasiado quebradizas, a partir de la vértebra 12 comienzan a observarse los primeros pterigóforos, son aproximadamente 28,, los primeros 8 se encuentran muy conjuntados gruesos alargados en la parte proximal y algunos de ellos curvados en la base, la parte distal también es gruesa y la parte media es alargada se encuentran distribuidos entre las vértebras 12 y 14 se encuentran en contacto directo con las espinas hemales y con la pared hemal de estas, los pterigóforos del 9 al 15 se encuentran alargados y un poco anchos en la parte proximal que se encuentran entre las vértebras 16 y 17 no se encuentran pareados, a partir de la vértebra 17 se observan pareados alargados y delgados en la parte proximal hasta la vértebra 23 se observan pareados y acortados, posee un total de seis radios duros y 22 radios blandos.



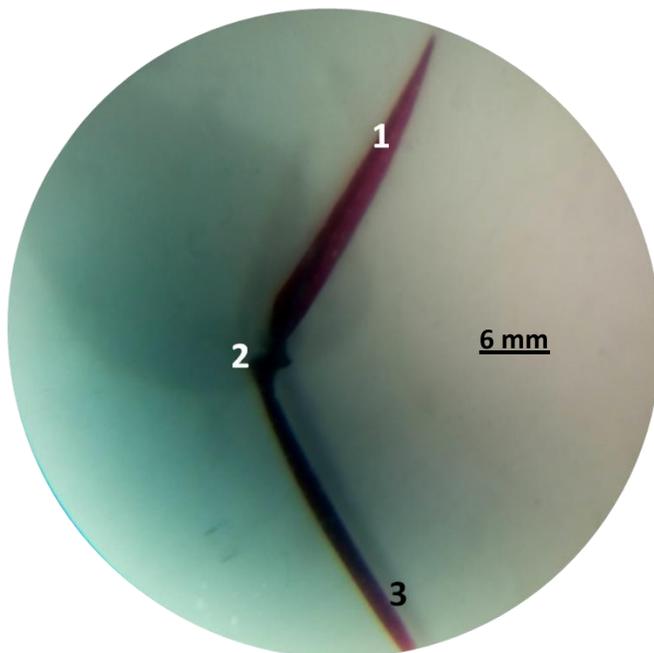
- 1.- Parte proximal
- 2.- Parte media
- 3.- Parte distal

Sección aleta anal, donde se observa el engrosamiento y alargamiento de los pterigoforos por lo que se encuentran “encimados”, b) pterigoforo hemal completo que no muestra este engrosamiento porque pertenece a la parte media de la aleta.

DESCRIPCIÓN DE ALETA DORSAL Y ANAL VARIEDAD HUMO



Aleta dorsal incompleta con pterigóforos hemales muy gruesos e incompletos, aleta anal ausente con fusión de estructuras.



- 1.- Parte proximal
- 2.- Parte media
- 3.- Parte distal

Pterigóforo neural completo perteneciente a la última sección de la aleta dorsal por lo que es más delgado.

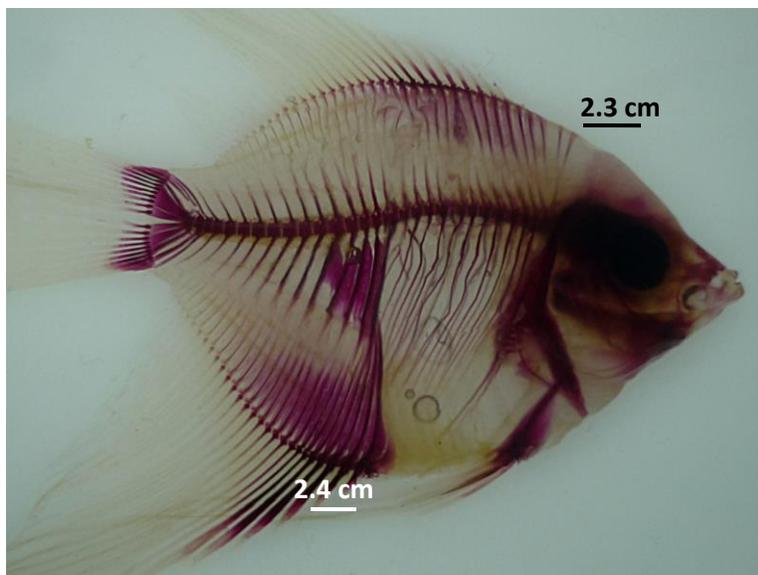
ALETA DORSAL

En esta variedad la aleta dorsal se encuentra fusionada con la aleta anal, esta deformación impide realizar una descripción detallada de las aletas, Posee 33 pterigóforos dorsales aproximadamente ya que debido a las condiciones de la aleta no se puede observar si se presentan pareados, sin embargo en el caso de se observan los dos pterigóforos sueltos característicos, a partir de la vértebra 4 y hasta la 9 los pterióforos poseen una parte proximal muy gruesa, los primeros 3 forman un solo pterigóforo que descansa en la vértebra 4 y los pterigóforos del 4 al 10 comienzan a presentar parte distal, posee un total de 8 radios duros, y 17 blandos,

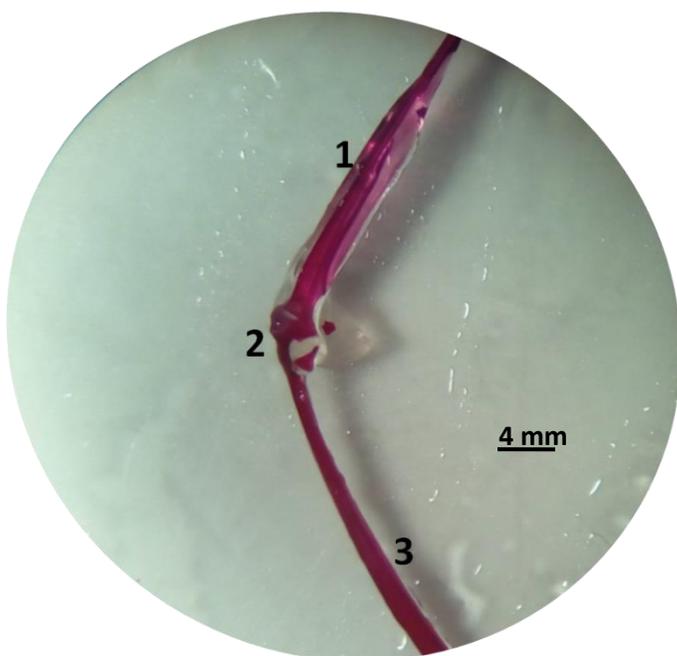
ALETA ANAL.

En esta variedad y debido a la deformación que se observa la aleta anal se conjunto a manera de “quiste” con parte de la aleta dorsal, por lo que no se puedo realizar conteo de radios, ni de pterigóforos.

DESCRIPCIÓN ALETA DORSAL Y ANAL VARIEDAD MARMÓL



Aleta dorsal y pterigóforos neurales variedad mármol con estructuras completas, pero poco osificadas y deformadas en la parte media, la aleta anal y los pterigoforos se observan con mayor grado de osificación aunque muy delgados y conjuntados.



- 1.- Parte proximal
- 2.- Parte media
- 3.- Parte distal

Pterigóforo neural completo, donde la parte proximal (1) se observa semi osificada y alargada, la parte media (2) se encuentra incompleta del lado derecho y es muy ancha en la parte basal, que sostiene a la parte distal (3) muy alargada y un poco engrosada.

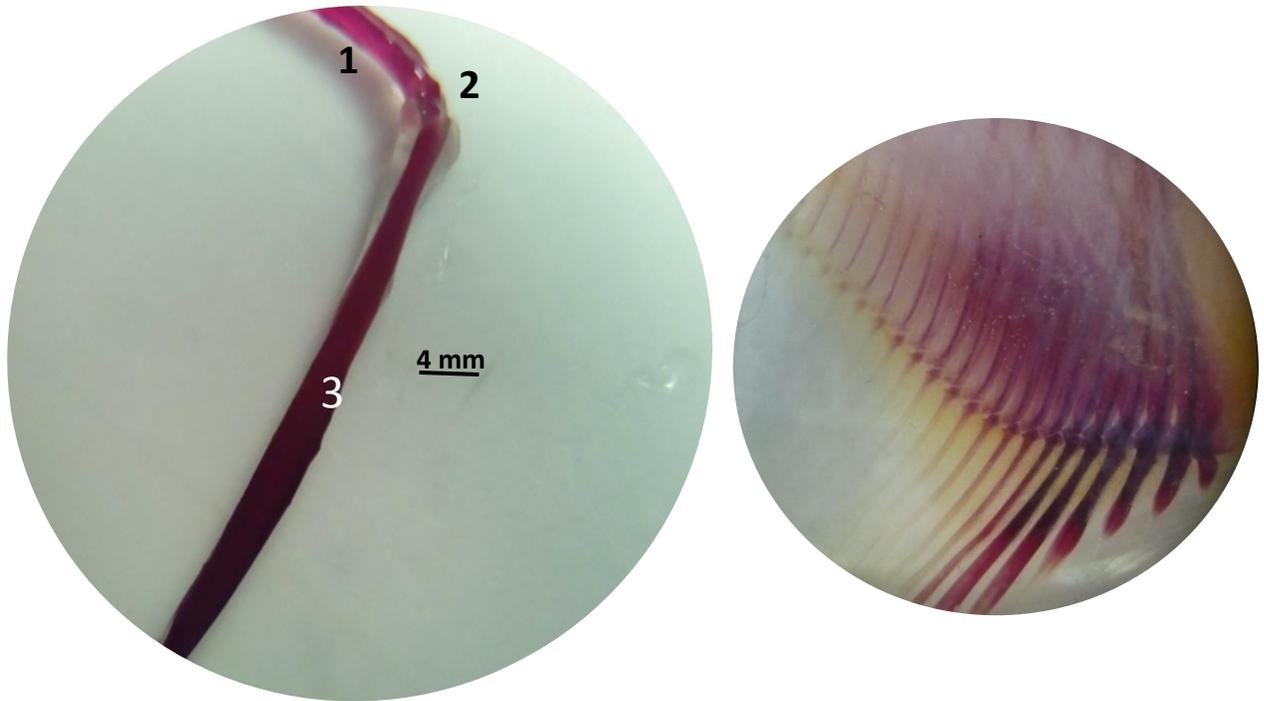
ALETA DORSAL

En esta variedad los pterigóforos de la aleta dorsal se observan completos, formando la aleta completa, se encuentran poco osificados, no son muy anchos en su parte proximal, son 34 aproximadamente, se observan los dos primeros libres, los primeros 12 son alargados anchos y un poco más osificados en la parte proximal, la parte distal es muy tenue y la parte media es muy delgada, los últimos 4 son quebradizos y acortados y abarcan hasta la vértebra 13, de la vértebra 14 a la 17 los pterigóforos se encuentran poco osificados extremadamente delgados y quebradizos, de la vértebra 17 a la 23 son muy tenues, no se encuentran pareados, presenta 9 radios duros y 22 blandos.

ALETA ANAL

Posee aproximadamente 28 pterigóforos hemales, a partir de la vértebra 13 se comienzan a observar los primeros pterigóforos hemales, el primero de ellos se encuentra curvado en la base es el más pequeño, los cinco siguientes se encuentran muy conjuntados en la parte proximal y se encuentran distribuidos entre la vértebra 14 y la 15, los doce siguientes son muy delgados y alargados, medianamente osificados y se encuentran completos.

Los últimos 10 también son alargados en la parte proximal, no se encuentran bien osificados y esto hace que apenas se puedan diferenciar tampoco se observan pareados la aleta también se encuentra completa, posee 6 radios duros y 20 radios blandos.

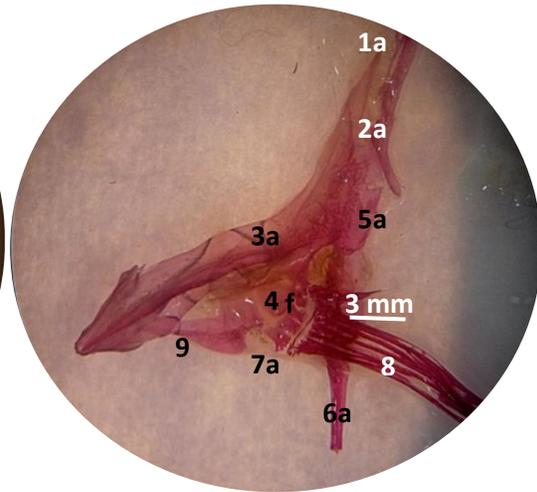
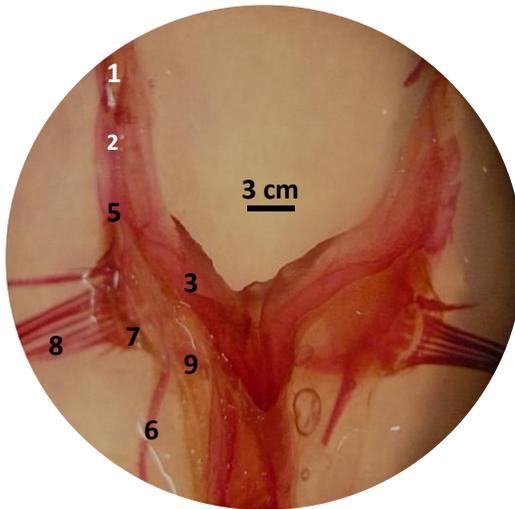


Sección de la aleta anal donde se observan los primeros pterigóforos hemales engrosados y muy conjuntados, mientras que los últimos se observan muy delgados y poco osificados por lo que no se encuentran bien definidos.

VIII-7 -ALETAS PECTORALES Y CLEITRUM

En las variedades deformes estas estructuras presentan variaciones muy marcadas que se describen a continuación.

DESCRIPCIÓN DEL CLEITRUM VARIEDAD DORADO



- 1, (1ª).- Posttemporal
- 2, (2ª).- Supracleitrum
- 3, (3ª).- Cleitrum
- 4, (4ª).- Escapula
- f,(fa).- Foramen
- 5, (5ª).- Postcleitrum superior
- 6, (6ª).- Postcleitrum inferior
- 7, (7ª).- Radios
- 8, (8ª).- Aleta Pectoral
- 9, (9ª).- Coracoides

En esta variedad el cleitrum es uno de los de mayor tamaño, puede observarse parte del posttemporal 1(1^a) en ambas estructuras es pequeño y terminado en punta, se diferencia muy bien el supracleitrum 2(2^a) en ambas partes es pequeño del lado izquierdo (2^a) se muestra fisurado y alargado, el cleitrum de lado izquierdo (3) se encuentra poco definido, ensanchado en la parte inferior poco osificado y casi recto, el cleitrum de lado derecho(3^a) es más ancho y alargado en la parte media, en la parte inferior presenta una curvatura suave que lo orienta hacia abajo, a pesar de que logra teñirse es uno de los menos osificados.

La escapula de lado izquierdo (4) no se encuentra definida y el foramen(f) no esta presente, mientras que de lado izquierdo (4^a) se puede observar, aunque es pequeña y poco osificada, el foramen(fa) es un circulo pequeño que se recorrió a la parte superior de la escapula.

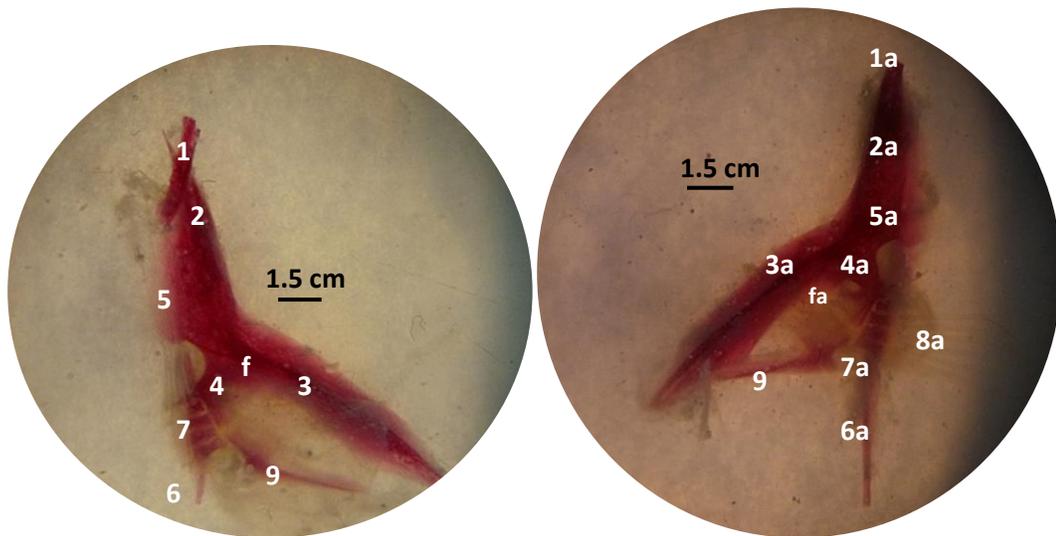
El postcleitrum superior izquierdo (5) se encuentra poco definido, la parte basal es delgada y poco osificada, la parte inferior no logra distinguirse y el postcleitrum inferior (6) no se encuentra alineado con él, este es demasiado delgado y alargado además de que se encuentra poco osificado.

El postcleitrum superior derecho(5^a) se observa más ancho y un poco más osificado, presenta una fisura en la parte superior, sin embargo logra conjuntarse con el postcleitrum inferior(6^a) que es mucho más grueso y ensanchado que el izquierdo, se acorta en la parte inferior.

Los radios de lado izquierdo (7) no logran observarse ya que no se encuentran bien definidos, mientras que los del lado derecho (7^a) se definen correctamente, en esta parte son 5, son acortados y anchos, las aletas pectorales 8(8^a) lograron formarse en ambas estructuras, de lado izquierdo no se observa bien definida, de lado derecho se observa completa y bien formada.

El coracoides de lado izquierdo (9) no se encuentra bien definido ni osificado, mientras que el de lado derecho(9^a) se observa acortado y muy grueso en la parte inferior, no logra conjuntarse con el cleitrum y se encuentra separado de la aleta.

DESCRIPCIÓN DEL CLEITRUM VARIEDAD ZEBRA



- 1, (1^a).- Posttemporal
- 2, (2^a).- Supracleitrum
- 3, (3^a).- Cleitrum
- 4, (4^a).- Escapula
- f,(fa).- Foramen
- 5, (5^a).- Postcleitrum superior
- 6,(6^a).- Postcleitrum inferior
- 7, (7^a).- Radiales
- 8, (8^a).- Aleta Pectoral
- 9, (9^a).- Coracoides

En esta variedad el cleitrum en general es pequeño y poco osificado en algunas zonas, el pos temporal (1) presenta una rotura en la parte basal del lado izquierdo, mientras que de lado derecho solo se puede observar un pequeño segmento (1^a), el supracleitrum 2,2(2^a) no se encuentra bien definido en ambas partes, el cleitrum de lado izquierdo (3) se observa más delgado y alargado en la base, no logra formarse el triángulo característico por completo sin embargo se encuentra bien osificado, de lado derecho el cleitrum (5^a) también es esbelto en la parte basal, se ensancha en la parte media donde se observa una curvatura suave es alargado y se observa la forma de triángulo completo.

La escapula de lado izquierdo (4) es pequeña y no se encuentra bien definida, se observa difuminada y el foramen (f) no logra apreciarse del todo, en el caso del lado derecho (4^a) a pesar de que logra observarse también se encuentra poco definida y difuminada el foramen (fa) presenta una fisura en la parte basal por lo que la forma es irregular.

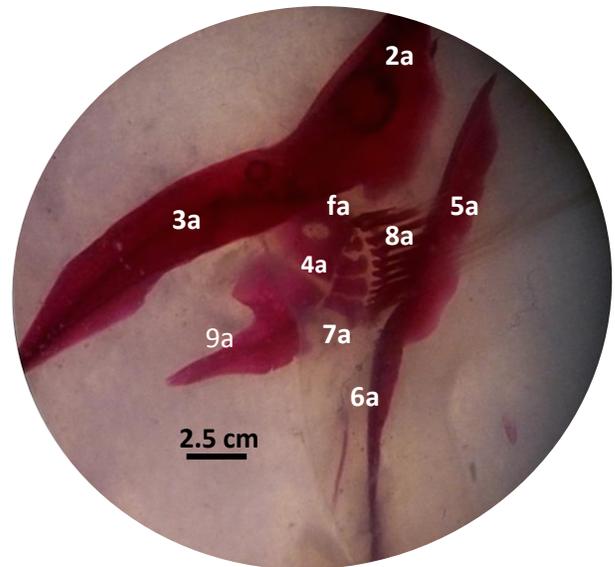
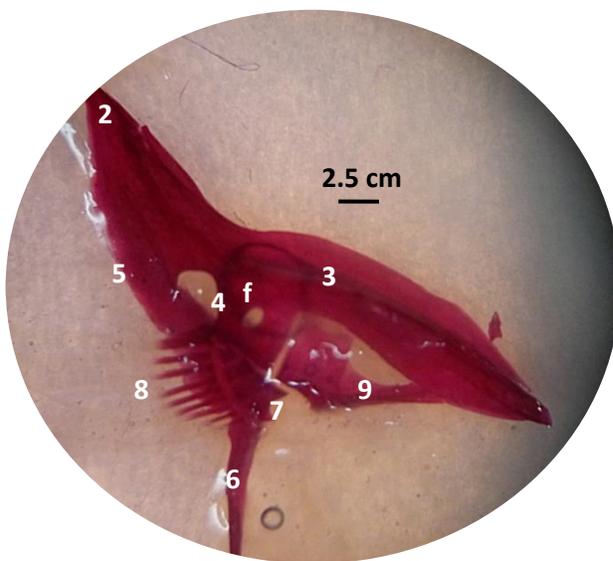
El Postcleitrum superior derecho (5) es recto y alargado presenta una curvatura pronunciada hacia dentro lo que lo hace parecer incompleto, no se encuentra aliado con el postcleitrum inferior (6) porque este presenta una fisura en la base además de que se observa poco osificado y extremadamente delgado en la parte inferior, de lado derecho el postcleitrum superior (5^a) también es recto y presenta la misma curvatura orientada hacia adentro que lo hace parecer incompleto, se encuentra alineado con el postcleitrum inferior(6^a) que a pesar de ser muy delgado se encuentra completo desde la base, la osificación que presenta es muy tenue.

Los radios, 7(7^a) se encuentran definidos en ambas partes de lado derecho los primeros cuatro son alargados y pequeños parecidos a barras, el quinto es pequeño y achatado, de lado izquierdo son acortados y se encuentran muy juntos, solamente se pueden observar cuatro, en cuanto a las aletas pectorales, la izquierda (8) no se observa y en el caso de la derecha (8^a) se encuentra difuminada y las estructuras apenas se observan, el coracoides de lado izquierdo(9) se encuentra separado del cleitrum de la parte inferior no logra tocar

la base de este porque esta acortado, es muy delgado presenta una curvatura en la parte media y una fisura que lo divide en la parte basal,

El coracoides de lado derecho (9ª) también se encuentra fisurado en la parte basal, a pesar de ello logra tocar parte de la base del cleitrum porque está completo en la parte inferior, sin embargo es muy acortado y delgado.

DESCRIPCIÓN ANATOMICA DEL CLEITRUM EN LA VARIEDAD HUMO



- 1, (1ª).- Posttemporal
- 2, (2ª).- Supracleitrum
- 3, (3ª).- Cleitrum
- 4, (4ª).- Escapula
- f,(fa).- Foramen
- 5, (5ª).- Postcleitrum superior
- 6,(6ª).- Postcleitrum inferior
- 7, (7ª).- Radiales
- 8, (8ª).- Aleta Pectoral
- 9, (9ª).- Coracoides

En esta variedad no se puede observar el posttemporal, 1,(1^a) tanto de lado derecho como del lado izquierdo, se puede observar una pequeña porción del supracleitrum 2,(2^a) en ambas partes sin embargo no nos indica la forma de este, el cleitrum 3,(3^a) que posee forma triangular, se encuentra bien osificado en ambas partes, de lado derecho se observa una curvatura en la parte media y se encuentra engrosado desde la parte basal hasta la apical, de lado izquierdo se presenta la misma curvatura en la parte media, se alarga un poco más que el derecho y se encuentra menos ensanchado desde la base hasta la parte apical. La escápula que es la estructura que se une con los radiales en ambas estructuras es totalmente visible, se encuentra osificada y definida, el foramen f (fa) se aprecia en ambas partes de lado izquierdo es redondo y un poco más pequeño que la escapula que en este caso es mucho más ancha, de lado izquierdo es ovalado y alargado la escapula se encuentra difuminada y es menos ancha que la izquierda.

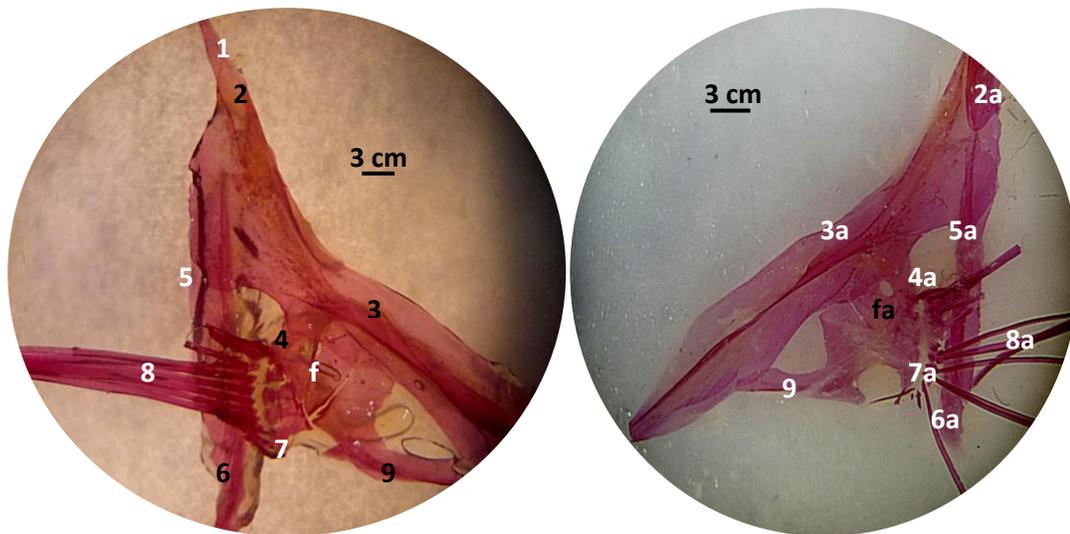
El postcleitrum superior (5)del lado izquierdo se encuentra bien definido, delgado y alineado con el postcleitrum inferior(6) que es ancho en la parte basal y se adelgaza en la parte apical, no presenta fisuras y solo se observa una curvatura suave en la parte media, en el caso del lado derecho el postcleitrum superior (5^a) se separa completamente del cleitrum, en este caso es recto y presenta bordes curvados, se encuentra bien conjuntado con el postcleitrum inferior (6^a) que en este caso es más alargado y delgado que el de la izquierda.

Los radios 7,(7^a) se encuentran bien definidos, del lado izquierdo se observan un poco más juntos y pequeños que los del lado derecho que se encuentran separados y de mayor tamaño, tanto de lado derecho como de lado izquierdo son 4, estos sostienen a las aletas pectorales,8(8^a) que es este caso están completas.

El coracoides 9(9^a) que es la estructura que se ubica junto a la escápula está completa y bien posicionada del lado izquierdo, mucho más gruesa en la base y delgada en la parte inferior que se encuentra orientada hacia el cleitrum, de lado derecho se encuentra desfasada del cleitrum la parte inferior es mucho más

pequeña y gruesa que la de lado izquierdo a pesar de ello se puede distinguir las estructuras basales.

DESCRIPCIÓN DEL CLEITRUM EN LA VARIEDAD MARMÓL



- 1, (1ª).- Posttemporal
- 2, (2ª).- Supracleitrum
- 3, (3ª).- Cleitrum
- 4, (4ª).- Escapula
- f,(fa).- Foramen
- 5, (5ª).- Postcleitrum superior
- 6,(6ª).- Postcleitrum inferior
- 7, (7ª).- Radiales
- 8, (8ª).- Aleta Pectoral
- 9, (9ª).- Coracoides

En esta variedad el cleitrum fue uno de los más complicados de obtener debido a que había estructuras muy delgadas como el posttemporal 1(1ª) , que se encontraban conjuntados con la piel y al momento de desarticular la estructura no lograba salir completa, sin embargo en este espécimen se puede observar que esta estructura de lado izquierdo se encuentra definida y terminada en punta , de lado derecho (1ª) no se observa, el supracleitrum de lado izquierdo(2) es pequeño irregular y alargado, de lado derecho(2ª) se muestra un pequeño segmento de esta estructura, se observa redondeado en la base y recto en la parte superior.

El cleitrum de lado izquierdo(3) es más ancho presenta una curvatura suave en la parte media y no logra observarse la parte inferior, se encuentra bien osificado y definido, de lado derecho(3ª) se muestra más alargado y delgado en la parte basal. La parte inferior se ensancha un poco pero logra observarse la estructura completa, presenta una curvatura pronunciada que orienta la parte inferior hacia abajo, en ambos casos la forma triangular no se modifica.

La escapula de lado derecho(4) es alargada sin embargo se encuentra poco definida, el foramen(f) no logra apreciarse por completo la forma que presenta es irregular, la escapula de lado izquierdo(4ª) se observa más definida, ancha y grande, el foramen (fa) es ovalado y el tamaño corresponde al de la escapula.

El postcleitrum superior izquierdo(5) presenta bordes irregulares, es grueso y completamente recto, no se observa una diferenciación adecuada entre este y el postcleitrum inferior(6) que también es grueso, pero se acorta en la parte inferior.

El postcleitrum superior derecho(5ª) también es recto pero es más delgado, presenta una pequeña fisura en la parte media, que es la manera en la que se separa del postcleitrum inferior(6ª) cuya parte inferior no termina en punta, si no que se aplana..

Los radiales de lado izquierdo(7) se encuentran bien definidos los primeros cuatro son alargados y el quinto es el más pequeño, se observan más o menos conjuntados, los radios de lado derecho(7ª) no se encuentran bien definidos ni

separados, por lo que no se puede definir un número exacto de ellos, las aletas pectorales se encuentran incompletas en ambos lados, de lado izquierdo se observa mejor definida que del lado derecho donde parece solo una serie de filamentos sin soporte.

VIII- 8- ALETAS PELVICAS

ALETA PELVICA VARIEDAD DORADO

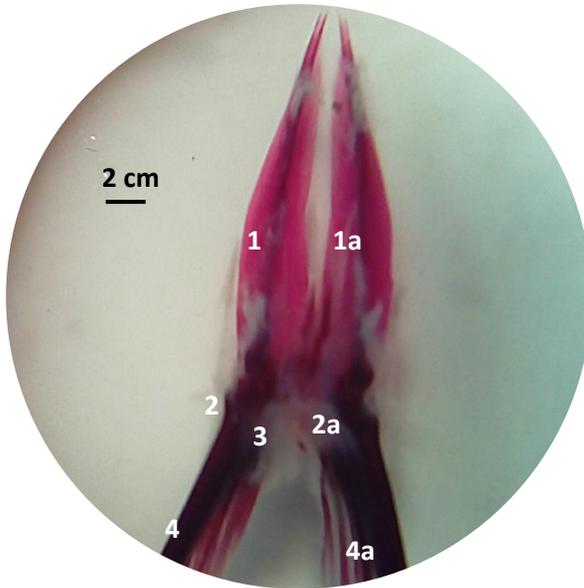


- 1. 1ª.- hueso pélvico
- 2. 2ª.- espina pélvica
- 3.-Proceso pos pélvico
- 4, 4ª.- Radios



Los huesos pélvicos 1, (1^a) en esta variedad son alargados y delgados terminados en punta y poco osificados en la parte apical, las espinas pélvicas 2,(2^a) se encuentran poco definidas y acortadas, el proceso pélvico(3) se encuentra bien conjuntado y unido con los huesos pélvicos, los radios 4,(4^a) se encuentran discontinuos de lado derecho se encuentra más delgado que el lado izquierdo donde se encuentran albergados la mayoría de ellos.

DESCRIPCIÓN ALETA PELVICA VARIEDAD ZEBRA



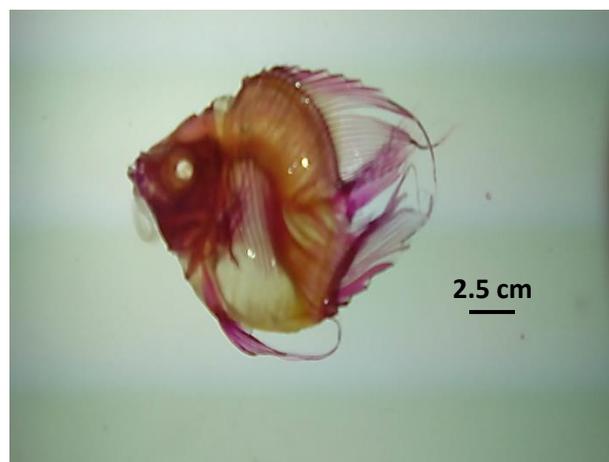
1. 1ª.- huesos pélvicos

2. 2ª.- espina pélvica

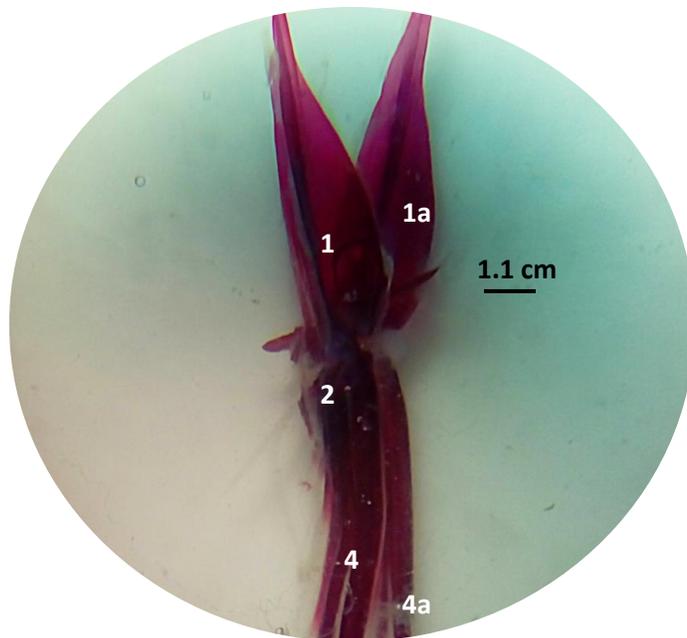
3.-Proceso post pélvico

4, 4ª.- Radios

En esta variedad las aletas pélvicas presentan huesos pélvicos 1,(1ª) alargados, ensanchados en la base y terminados en punta en la parte apical, ambos lanceolados, las espinas pélvicas 2, (2ª) son acortadas y curvadas formando una especie de reloj de arena, el proceso post pélvico se encuentra fuertemente unido, a los huesos pélvicos por medio de un cartílago, los primeros 2 radios 4,(4ª) son muy gruesos y se encuentran bastante osificados, los radios que les preceden son más delgados y acortados.



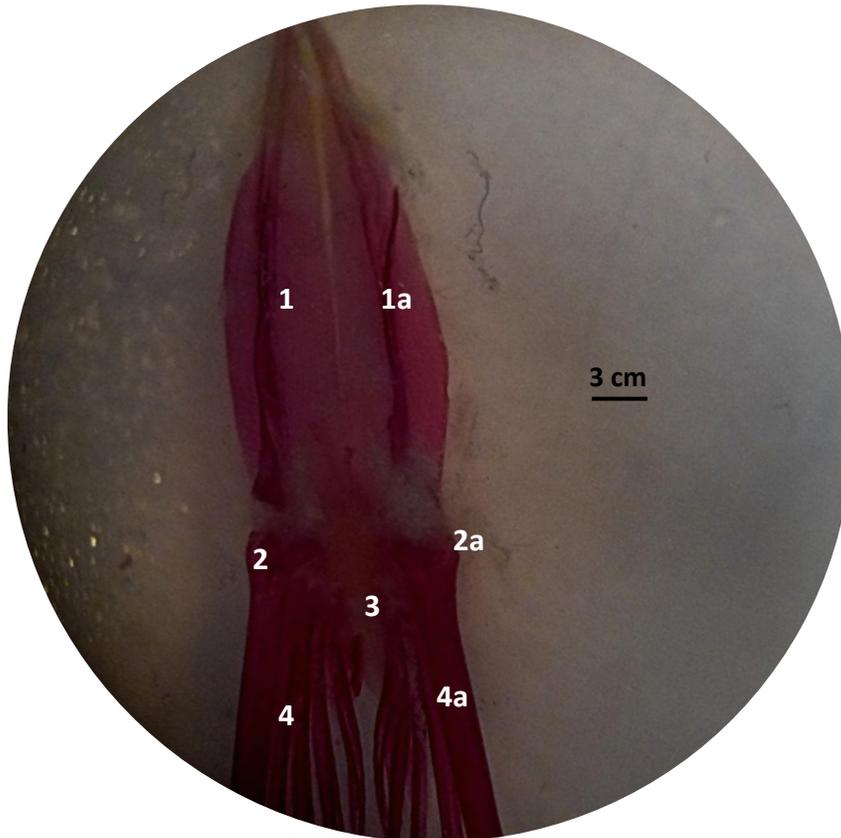
DESCRIPCIÓN ALETA PELVICA VARIEDAD HUMO



- 1. 1^a.- hueso pélvico
- 2. 2^a.- espina pélvica
- 3.-Proceso pos pélvico
- 4, 4^a.- Radios

Las aletas pélvicas en esta variedad son pequeñas, los huesos pélvicos 1,(1^a) son alargados y anchos en la base, terminando en punta en la parte apical, las espinas pélvicas 2, (2^a) se encuentran poco definidas y en este caso solo se observa una de ellas , los radios 4, (4^a) son gruesos, alargados y en este caso se muestran en pares.

ALETA PELVICA VARIEDAD MARMÓL



- 1. 1^a.- hueso pélvico
- 2. 2^a.- espina pélvica
- 3.-Proceso postpélvico
- 4, 4^a.- Radios

Los huesos pélvicos 1,(1^a) en esta variedad son mucho más largos y gruesos en la parte basal que en cualquiera de las demás variedades , terminan en punta en la parte apical y los procesos pélvicos se observan bien osificados y definidos, las espinas pélvicas 2, (2^a) son pequeñas y se encuentran poco definidas, el proceso postpelvico (3) es angosto y se encuentra fuertemente unido a los huesos pélvicos , los radios 4(4^a) son gruesos y alargados, el radio izquierdo se encuentra conjuntado con dos más.

Después de terminar con las descripciones, se obtuvo el porcentaje de incidencia de las malformaciones presentes en las 4 variedades del pez ángel (*P. scalare*) los resultados se muestran en la siguiente tabla.

XVIII-9. Tabla 3.- Incidencia de malformaciones en las cuatro variedades de *Pterophyllum scalare*.

Deformación	Oro	Zebra	Humo	Mármol
Lordosis	71.42%	50%	69.23%	40%
Xifosis	42.85 %	25%	30.76%	20%
Lordosis-Xifosis	0 %	12.5%	23.07 %	40%
Escoliosis	0 %	0%	76.92%	40%
Fusión de estructuras	14.28%	0%	69.23%	80%
Deformación y /o ausencia de aleta dorsal	100%	71.42%	100%	100%
Deformación y / o ausencia de aleta anal	42.85%	71.42%	69.23 %	100%
Deformación y/o ausencia de aleta caudal	28.57%	100%	46.15%	80%
Ausencia de pterigóforos hemales	42.85%	71.42%	69.23%	100%
Ausencia de pterigóforos neurales	85.71%	71.42%	100%	100%
Alargamiento y adelgazamiento de costillas y espinas	42.85%	100%	61.53%	100%
Engrosamiento de pared hemal	57.14%	100%	46.15%	100%
Separación anormal de vertebras	57.14%	0 %	23.07%	60%
Total de organismos (100%)	7	8	13	5

La principal deformación presentada en los 33 organismos analizados fue la deformación y o ausencia de la aleta dorsal con un 100% en tres de las cuatro variedades, lo que también se ve reflejado en los pterigóforos neurales ya que 29 de los 33 organismos presentaron la ausencia o deformación de esta estructura (87.87%) que está directamente relacionada con la

aleta dorsal al ser el soporte, la tercera deformación con mayor incidencia fue el alargamiento y adelgazamiento de costillas y espinas con 24 de 33 especímenes afectados (72.72%) el cuarto lugar lo ocupa la ausencia de pterigóforos hemales y la deformación y/o ausencia de la aleta anal con 22 de 33 organismos afectados (66.66%) la quinta corresponde al engrosamiento de la pared hemal ya que 23 de 33 organismos la presentaron (69.69 %) la sexta es la lordosis y la deformación y/o ausencia de aleta caudal con 20 organismos en total (60.60%), la séptima es la fusión de estructuras con 14 de 33 organismos dañados (42.42%), la escoliosis ocupa el octavo lugar con un (36.36%) de incidencia al presentarse en 12 organismos en total, la xifosis y la separación anormal de vertebras tuvieron un (30.30%) de incidencia con 10 especímenes afectados y finalmente la novena con únicamente 6 ejemplares (18.18%).

Sin embargo es necesario aclarar que los peces ángel presentaron varias deformaciones en un mismo espécimen, los más afectados mostraban de cuatro a cinco, en el menor de los casos fueron dos. La variedad mármol fue la más afectada principalmente a nivel de aletas y pterigóforos, seguido de la variedad humo cuya afectación principal fue la misma, la variedad zebra y la variedad oro, presentaron la misma deformación pero en estos casos las demás deformidades se manifestaron en menor porcentaje.

Se realizó una tabla con las 20 medidas morfométricas tomadas (Anexo 2) en la que se muestran las diferencias entre las estructuras que conforman los 33 organismos de las 4 variedades de pez ángel que se explican más adelante de manera más específica.

IX- ANALISIS Y DISCUSIÓN

Se realizó el análisis de las deformaciones óseas de las 4 variedades de pez ángel (*Pterophyllum Scalare*) criados en cautiverio utilizando la técnica de diafanización, obteniendo resultados inéditos, ya que no se había elaborado una investigación de este tipo con peces de ornato. En total se encontraron 13 deformaciones en el esqueleto axial de *Pterophyllum scalare*, en el cráneo se observó que varios de los huesos se encontraban ausentes o alterados en su tamaño, forma y posición, mientras que en el esqueleto apendicular también se presentaron deformaciones y ausencias en las estructuras basales y los radios de las aletas. Mediante un análisis observacional se llevó a cabo la descripción anatómica de cada una de las partes del cuerpo del pez ángel y a través del compendio fotográfico se destacó cada una de estas deformaciones óseas en los ejemplares estudiados las principales deformaciones encontradas fueron a nivel de la columna vertebral, aletas y cráneo, en la columna vertebral la lordosis, la xifosis y la escoliosis fueron algunas de las afecciones observadas en los especímenes, esto coincide con los resultados obtenidos por Astorga et al. (1999) donde la lordosis fue la principal deformidad presentada en los organismos estudiados (dorada *Spaurus Aurata*) que es una especie que se comercializa como alimento y cuya incidencia se atribuyó al desequilibrio alimenticio al ser criadas en condiciones de cultivo intensivo, sin embargo en el caso de los peces ángel la lordosis no fue la única deformidad observada, en algunas variedades si fue la de mayor incidencia pero no la única, tampoco se puede afirmar que el único motivo por el que se desarrolló dicha deformidad sea la deficiencia alimenticia ya que existe el factor genético que si bien no fue parte de este estudio no puede ser descartado debido a que la granja que nos proporcionó los organismos aclaro que las líneas sanguíneas ya estaban mezcladas por lo que el grado de consanguinidad era muy alto y al ser criados de manera intensiva y en cautiverio pudo haber contribuido a que las deformaciones fueran genéticas esta hipótesis la respalda Astorga et al. (1999) Al evaluar el efecto de la lordosis y la consanguinidad de reproductores de dorada, donde realizo cruza entre peces con lordosis, y peces normales de hermanos y hermanos carnales observando el fenotipo de deformidad y el grado de consanguinidad que incrementa el porcentaje de larvas deformes, a pesar de que el análisis en los peces ángel se realizó con

peces adultos y no desde que eran alevines, no puede descartarse que desde esa etapa ya estuvieran afectados.

Otra cuestión interesante en este estudio es que los organismos no presentaban una deformidad específica por variedad, si no que era un conjunto de ellas que en algunos casos se presentaban en un solo organismo o que una de ellas era la que más afectaba al espécimen, en cuanto a la columna vertebral es la primera vez que se reporta la separación anormal de vertebras en la que el segmento podría estar unido con cartílago por ello se recomienda realizar doble tinción con azul de alcian para verificar o descartar esta hipótesis.

En cuanto a la técnica de diafanización se presentaron varios inconvenientes al momento de aplicarla, primeramente porque los organismos contenían una gran cantidad de grasa lo que en un principio impidió la digestión alcalina del tejido por lo que el proceso tardó mucho más de lo normal debido a que el KOH se saponificaba rápidamente lo que lo dejaba inutilizable, en cuanto a la tinción hubo varios organismos que no lograron teñirse completamente, uno de los factores determinantes fue la poca osificación del esqueleto lo que también fue una característica de algunas de las variedades deformes, en algunos casos las estructuras se teñieron de más esto porque los huesos mostraron una osificación muy marcada, es la primera vez que se utiliza esta técnica en este tipo de organismos tan deformados, sin embargo y a pesar de que no tenían las mismas condiciones los organismos que trabajó Eric Gisbert et al.(2003) demuestran que la técnica es muy versátil y que aunque fue aplicada en larvas de peces marinos donde empleo doble tinción (hueso y cartílago) pudo encontrar las principales deformidades que afectaron a estos organismos mostrando que la cabeza la columna y la cola fueron las más afectadas relacionándolo también al tipo de nutrición que les suministraron, Este antecedente también hace referencia al daño en las aletas que también coincide con los resultados obtenidos solo que en este caso los daños fueron mucho más marcados y no solo afectaron un tipo de aleta, si no que la alteración se presentaba de manera aleatoria además de que no se describieron los huesos afectados.

Ya que los peces se nos entregaron deformes no se pudieron observar los cambios que comenzaron a tener los huesos desde etapas de crecimiento tempranas, además de que no participamos en el proceso de cultivo por lo que tampoco pudimos controlar los factores que

podieron haber provocado las deformidades, es importante seguir con una línea de investigación encaminada a estos aspectos ya que Rodríguez Ibarra et al. (2014) demuestra que el cultivo bajo condiciones controladas puede detectar los cambios osteológicos, utilizo la técnica de diafanización (doble tinción) para elaborar un análisis detallado de las estructuras osteológicas mediante una descripción de referencia que permitió detectar malformaciones que pudieran ocurrir durante el cultivo larval de *L. guttatus*133.

Las fotografías fueron de vital importancia para el proyecto ya que con ellas se realizaron las descripciones y permitieron la observación detallada del esqueleto completo de los peces, obtenerlas fue un proceso tardado y presento varios inconvenientes, esto porque las estructuras tenían características nunca antes trabajadas, el tamaño de los cráneos por ejemplo no permitía que se tomara completo, en muchos casos se tuvo que dividir en secciones para poder capturarlo, la osificación de los huesos represento un factor determinante, esto porque si se encontraban poco osificados la fotografía no se observaba definida, y en caso contrario donde la osificación era elevada, se observaban estructuras definidas en algunas secciones que opacaban a las que no se encontraban bien osificadas, en el caso de la columna vertebral, el primer inconveniente fue el tamaño del organismo, estas vertebras son pequeñas y en algunos casos se encontraban fusionadas, o incompletas lo que al momento de fotografiar representaba un proceso meticuloso y tardado, las aletas y el cleitrum también fueron difíciles de capturar esto debido a las características que presentaron, muy frágiles, incompletas o fuertemente fusionadas en el caso del cleitrum, Otros factores como los pixeles de la cámara , el uso de soportes para la misma , esto para evitar que el movimiento desenfocara el lente ,la intensidad de la luz utilizada el enfoque en el microscopio, determinaron la calidad de las fotografías, este es el primer compendio fotográfico de este tipo, sin embargo un primer acercamiento con los organismos in vivo lo realizo Joanne Norton (1994) ya que elaboro un compendio con peces ángel vivos que presentaron deformaciones muy similares a las que se describieron, sin embargo no utilizo ningún método químico o histológico, únicamente observacional, si bien este es uno de los antecedentes más fuertes ya que también indico en una breve descripción que los niveles dorso ventrales de los peces fueron los más afectados, también apoya la hipótesis de que las malformaciones no son ocasionadas únicamente por enfermedad o lesión sino que también pueden ser heredables.

Respecto a la morfometría fue posible establecer de manera cuántica la tendencia y las distintas variaciones en la forma, que presentaron los especímenes deformes de las 4 variedades pertenecientes a la especie *Pterophyllum scalare* (oro, zebra, humo y mármol). Se realizaron 20 mediciones específicas en ciertas estructuras basadas en las características diacríticas de la especie, que se evidenciaron claramente. El cambio estructural ocurrió a modo de adaptación, lo que permitió cubrir las carencias que presentaron estos ejemplares originalmente y asegurar una mayor probabilidad de sobrevivencia.

El cráneo fue una de las estructuras en las que se logró apreciar que casi en su totalidad los organismos carecían de varios huesos y el resto poseían un acomodo y tamaño muy variados, morfométricamente se explica que la forma triangular característica de esta especie no se modificó, sin embargo, si se presentaron diferencias respecto al largo y al ancho entre cada variedad, lo que sugiere una adaptación a modo de compensación de estos ejemplares con respecto a su proporción corporal.

El diámetro de la órbita ocular no tuvo variaciones significativas entre las distintas variedades a pesar de las deformaciones, sin embargo en los huesos circumorbitarios se observó la carencia de huesos y la diferencia en la distribución de los mismos en cada variedad, esta estructura es importante porque fue una de las regiones más constantes en la zona craneal e indica si existe o no algún cambio en la simetría del rostro del pez.

De la misma forma, la altura y anchura del cuerpo fueron dos de las medidas más importantes para caracterizar a la especie ya que son los ejes principales del cuerpo. La forma del cuerpo se modificó en la mayoría de los organismos debido a la ausencia de las aletas dorsales y, así como en los organismos con deformaciones severas en la columna vertebral, principalmente aquellos con escoliosis.

La longitud total también se relacionó directamente con la proporción del cuerpo de los peces, refleja el estadio en que se encuentran y es una referencia entre organismos de la misma y de distinta especie. 25 organismos de los 33 totales presentaron algún tipo de deformación en la columna y en los casos más graves se presentan variaciones muy marcadas en esta medida. Estas afectaciones se pudieron observar en acortamientos corporales, formas muy

conjuntadas y redondeadas de manera irregular y en que se vean “doblados” de manera anormal, los especímenes que no manifestaron estas deformaciones o que no fueron afectados tan severamente se mantienen más homogéneos.

En la mayoría de los casos los peces tuvieron un cráneo proporcional respecto a su longitud, sin embargo en cuanto a la forma triangular característica la variedad mármol fue la más afectada ya que no conservo dicha forma debido a que el cráneo no presento las crestas correspondientes que se la confieren, en el caso de la variedad oro el cráneo era mucho más grande que en las demás variedades en algunos casos esto acortaba un poco el cuerpo, por lo que la capacidad para nadar se vio afectada.

El análisis morfométrico corrobora las descripciones en las que los peces presentaron afectaciones importantes en las aletas (pectoral, pélvica, dorsal, anal y caudal), esto debido a la ausencia total, parcial e incluso el acomodo de las estructuras de soporte o pterigóforos tanto hemales como neurales, así como en los radios y espinas (acortamiento, ausencia total, parcial o alargamiento). Los organismos que mostraron la ausencia total de las estructuras se encontraban atrofiados y entre muchos aspectos la capacidad natatoria se vio fuertemente afectada en primera instancia porque no poseen estabilidad corporal ni dirección en los giros, además a nivel comercial estos peces son valorados por la belleza de sus aletas.

La aleta caudal mostro variaciones muy marcadas con respecto a su desarrollo y al tamaño, muchos de los organismos cuya columna resultó afectada y reducida tenían modificada la posición del urostilo, en algunos casos este hueso se encontraba orientado hacia abajo, muy alargado, o se fusionaba con la siguiente estructura lo que acortaba la aleta, los huesos epurales e hipurales se encontraban adelantados y esto ocasiono que los radios de las aletas se incrustaran dentro de la parte final del cuerpo del organismo, en algunos casos los radios se encontraban desfasados e incompletos lo que causaba que aunque la aleta estuviese presente, no conservara la longitud característica de esta especie, en algunos casos los radios eran muy largos y la estructura basal muy delgada o en pocos casos inexistente. En otros casos se apreció de manera inversa, ya que los radios eran muy cortos y la base de la aleta muy ancha, por lo que resultaron en desventaja contra las aletas largas, que en el caso

de esta especie son importantes porque le permiten una mayor velocidad respecto a nado y una mayor estabilidad corporal debido a su forma aplanada

Las aletas pélvicas mostraron gran heterogeneidad en la formación de sus estructuras, en el caso de la variedad Oro, las aletas se encontraban fuertemente unidas y los procesos pélvicos fueron los más osificados además de ser las de mayor tamaño, las variaciones en las medidas morfométricas se presentaron principalmente en su longitud, eran aletas muy largas con una base muy angosta, mientras que otros poseían aletas cortas con bases más anchas. Por lo que los organismos no conservaban su posición vertical normal, perdían estabilidad y muchos de ellos nadaban de manera horizontal..

La longitud de la columna vertebral también se tomó en cuenta porque estos organismos presentaron deformaciones significativas en esta estructura que afectaron el desarrollo y la motilidad de los ejemplares, ocasionando muchas de las modificaciones que les permitieron sobrevivir y adaptarse.

X. CONCLUSIONES.

- 1.- Las estructuras óseas que conforman al pez ángel lograron destacarse a través de la técnica de diafanización de Dawson modificada por Gersenowies y Sánchez, lo que permitió observar las deformaciones para su descripción y realizar el análisis correspondiente.
- 2.- Se observaron y describieron las estructuras óseas del pez ángel de manera detallada, resaltando las deformaciones correspondientes.
- 3.- Se tomaron 20 medidas morfométricas que evidenciaron los cambios en la forma corporal entre los organismos deformes de las 4 variedades de la especie *P. scalare* y que permitieron una mejor comprensión de las descripciones anatómicas realizadas.
- 4.- Se encontraron y describieron un total de 13 deformaciones óseas en el esqueleto de las distintas variedades de pez ángel *Pterophyllum scalare*. En la zona craneal se encontró que

varios de los huesos que lo conforman estaban ausentes o modificados en tamaño, posición y forma. En la zona apendicular también se encontraron deformaciones importantes en las estructuras basales y en los radios de las aletas.

5.- Se realizó una comparación de la incidencia de cada malformación entre las cinco variedades y se determinó que la más afectada en este estudio resultó ser Mármol, seguida de Humo y Zebra, en tanto la deformación más recurrente se presentó en la aleta dorsal (deformación y o ausencia)

6.- Finalmente se elaboró un compendio fotográfico de los ejemplares diafanizados, obteniendo un total de 1,400 fotos que nos permitieron elaborar el estudio, y que representa la continuación de estudios posteriores.

Se recomienda la realización de estudios a nivel genético para determinar los factores que intervienen en la expresión de un fenotipo con deformaciones que afectan de manera importante a estos organismos,.

XI.- LITERATURA CITADA.

- Andrades, J.A., J. Becerra & P. Fernández-Llebrez. 1996. **Skeletal deformities in larval, juvenile and adult stages of cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.)**. Aquaculture, 141: 1-11.
- Alfonso, J.M., D. Montero, L. Robaina, N. Astorga, M.S. Izquierdo & R. Ginés. 2000. **Association of a lordosis- scoliosis-kyphosis deformity in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) with family structure**. Fish Physiol. Biochem., 22: 159-163.
- Beraldo, P., M. Pinosa, E. Tibaldi & B. Canavesi. 2003. **Abnormalities of the operculum in gilthead sea bream (*Sparus aurata*): morphological description**. Aqua-culture, 220: 89-99.
- Cahu, C., J. Zambonino-Infante & T. Takeuchi. 2003. **Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae**. Aquaculture, 227: 245-258.
- Fernandez Roca Juan Francisco. (2013). **The bony parts of our *Pterophyllum Scalare*. 2016, de The Angelfish Society** Sitio web: <http://www.theangelfishsociety.org/forum/showthread.php/263-The-bony-parts-of-our-Pterophyllum-scalare/page7-> REFERENCIA PARA ESQUEMATIZAR LAS VERTEBRAS Y LAS ALETAS.
- Fraser, M.R. & R. de Nys. 2005. **The morphology and occurrence of jaw and operculum deformities in cultured barramundi (*Lates calcarifer*) larvae**. Aquaculture, 250: 496-503.
- Georgakopoulou, E., A. Angelopoulou, P. Kaspiris, P. Divanach & G. Koumoundouros. 2007. **Temperature effects on cranial deformities in European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (L.)**. J. Appl. Ichthyology., 23: 99-103.
- Georgakopoulou, E., P. Katharios, P. Divanach & G. Koumoundouros. 2010. **Effect of temperature on the development of skeletal deformities in gilthead seabream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758)**. Aqua-culture, 308: 13-19.
- Gersenowies, R.J.R y Sánchez, F.G. (2010). **Descripción anatómica del esqueleto de los tractos respiratorios superiores del periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*)**. Int.J.Morphol., Laboratorio de anatomía animal comparada. Unidad de Morfología y función. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Estado de México. 28(1): 85-92.

Holden, M.J y Raitt, D.F.S. (1975). **Manual de ciencias pesqueras parte 2- Método para investigar los recursos y su aplicación**. Food and Agriculture organization of the United Nations (FAO).

Hollister, G. (1934). **Clearing and dyeing fish for bone study**. Zoológica 10: 89-101.

Landines M. Algunas experiencias de cultivo de peces Ornamentales. Fundamentos de Acuicultura Continental. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Bogotá, D.C., Colombia. 2001; 356 – 358 p.

Luna f, j., Figueroa t, j. y Hernández I, p. **Efecto de alimentos con diferente contenido proteico en la reproducción del pez ángel *Pterophyllum scalare* variedad perlada(Pisces: Cichlidae)**. Ciencia y Mar, vol. IV No.11 (2000); p. 3-9.

Norton J. (1994). **Notched-An angelfish Deformity**. Freshwater And Marine Aquarium *magazine*. Vol. 17, #3

Nadal J., 2001. Vertebrados. Origen, organización, diversidad y biología. Ed. Omega y Ed. Universidad de Barcelona.

Norman, J. R. A History of Fishers. 3ra ed.London. Ernest Been Limited. 1975. 467 p.

Ortiz J.B, I. Fernández, E. Gisbert, C. Sarasquete. (S/A). **Descripción histomorfológica del tejido esquelético de juveniles de dorada, *Sparus aurata*, con malformaciones vertebrales y operculares** Acuícola. Vol. 9 n° 3 p.p 13-14-15.

Parada-Guevara SL, Cruz-Casallas PE. **Variación de la calidad del agua y morbilidad durante el proceso de captura y post captura de dos especies de loricáridos comercializados en Acacias (Meta) Colombia**. Orinoquia 2011; 15(2): 180-191.

Parada-Guevara, SL. 2010. **Descripción de los procesos de captura y postcaptura de dos especies de Loricáridos comercializados en el Departamento del Meta y propuesta de intervención como estrategia indirecta de conservación**. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias

Agropecuarias y Recursos Naturales. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de los Llanos.

Pérez, C. Frecuencia **de desove de diferentes variedades del pez ángel *Peterophyllum scalar* (Pises: Cichlidae)**. Revista aquatic [on line]. México. 2002. [citado 10/01/2006] URL disponible en <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/html/art1603/pezangel.htm>.

Rodríguez-Ibarra, L.M., María, A., Gabriela, A., Gabriela V., Leonardo, I. (2014).

Desarrollo osteológico de la columna vertebral y del complejo caudal de larvas de *Lutjanus guttatus* (Perciformes: Lutjanidae) en condiciones de cultivo.

Revista de biología tropical. Vol 63. No1. Mazatlán Sinaloa, México.

Strauss, R. E. y Bookstein L. F. (1982). **The Truss: Body form reconstructions in morphometrics**. Texas Tech University. Systematic zoology. 31 (2). Pp 113-135.

Swann, L. **Reproduction of Angelfish (*Pterphyllum scalare*)**. En: Aquaculture Extension [On line]. Illinois-Indiana. [Citado 8/01/2006] URL disponible en: <http://aquanic.org/publicat/state/il-in/as-489.pdf>

Verhaegen, Y., D. Adriaens, T. De Wolf, P. Dhert & P. Sorgeloos. 2007. **Deformities in larval gilthead sea bream (*Sparus aurata*): a qualitative and quantitative analysis using geometric morphometrics**. Aquaculture, 268: 156-168.

Anexo 1. Técnica de diafanización modificada de Dawson

- 1) Los organismos ya fijados en formol al 4% durante un día se enjuagaron con agua corriente para retirar el exceso de fijador y se dejaron por 1 día.
- 2) Al finalizar el proceso de eliminación de formol, se procedió a separar a los organismos por variedades para descamarlos y eviscerarlos, esto con el fin de facilitar la entrada de colorante durante la aplicación de la técnica.
- 3) Los especímenes completos fueron sometidos a un proceso de tinción simple que consistió en los siguientes pasos:
- 4) Se inició el proceso de deshidratación con un tren de alcohol etílico (20- 96%) por un aproximado de 1 a 2 días en cada solución.
- 5) Se colocaron en agua por un día.
- 6) Se realizó una inmersión en una solución al 0.1% de rojo de Alizarina (que tiñe las estructuras calcificadas) y que consiste en 0.1% de rojo de alizarina en hidróxido de potasio al 4% por un periodo de 2 a 4 días.
- 7) Al concluir con esto, se sumergieron en una solución de hidróxido de potasio al 4% para la digestión alcalina de los tejidos suaves por un periodo aproximado de 2 a 4 semanas verificándolos cada semana hasta estuvieron completamente diafanizados.
- 8) Se lavaron nuevamente con agua.
- 9) Se pasaron por un tren de Glicerina (40,60 ,80 ,90 y 100%) para concluir el proceso de aclaramiento.
- 10) Se almacenaron en Glicerina pura (100%).

Variedad	LT	LP	Altura	Opérculo	LC	AC	LO	LCV	LptN	Lpth	ApL	ApA	ApeL	ApeA	AaL	AaA	AdL	AdA	AcaL	AcaA
humo 1	7.52	5.45	4.52	1.13	2.11	1.65	0.72	3.9	0.67	0.52	1.33	0.42	0.95	0.25	2.44	2.24	3.53	2.82	2.23	0.92
humo 2	7.58	5.22	3.67	0.81	1.88	1.11	0.82	3.13	0.87	0.62	1.52	0.48	1.66	0.34	2.81	2.13	5.7	2.59	2.34	0.94
humo 3	7.31	5.86	4.37	1.12	2.34	3.18	0.81	3.72	0.72	1.19	2.68	0.47	3.18	0.11	3.5	3.22	1.32	0.97	3.49	1.21
humo 4	6.25	4.64	4.11	0.82	1.4	2.33	0.69	2.64	1.3	1.6	1.26	0.48	1.18	0.24	1.23	2.37	3.13	2.77	1.91	0.34
humo 5	6.72	5.82	3.52	1.22	1.92	2.27	0.62	3.12	0	0.91	1.17	0.23	1.17	0.22	1.86	2.72	1.78	1.47	1.67	0.82
humo 6	4.72	4.11	3.62	0.82	2.14	2.17	0.56	1.81	1.12	1.1	0.37	0.22	0.82	0.23	2.22	1.42	2.12	1.42	0.92	0.64
humo 7	4.63	3.72	3.22	0.53	1.74	2.15	0.62	1.78	0.78	0.76	0.35	0.31	1.12	0.22	1.52	1.35	1.94	1.82	0.72	0.54
humo 8	5.14	3.84	3.18	0.94	1.91	2.41	0.65	2.07	0.64	0	0.75	0.41	1.17	0.14	0.94	0.82	2.16	1.72	1.14	0.42
zebra 1	5.65	5.5	3.37	0.35	1.82	1.96	0.58	2.83	1.19	0.93	1.76	0.32	1.59	0.39	1.39	1.78	0	0.52	0.82	0.78
zebra 2	3.74	3.55	2.82	0.47	1.35	1.46	0.53	1.34	1.8	0.96	0.54	0.32	0.96	0.19	1.27	0.88	1.19	1.65	0.95	0.34
zebra 3	5.75	4.83	3.52	7.13	1.77	1.99	0.53	2.42	0.92	0.72	0.88	0.43	0.55	0.25	1.74	2.16	1.72	1.92	1.82	0.86
zebra 4	5.62	4.15	3.91	1.3	1.85	1.82	0.43	2.12	0.72	0.62	1.17	0.35	1.42	0.22	2.32	2.12	1.82	2.32	1.52	0.97
zebra 5	8.14	6.44	5.43	1.14	2.42	2.32	0.65	3.82	0.22	0.96	0.92	0.22	1.25	0.22	1.85	2.14	3.46	1.75	1.93	1.12
zebra 6	5.44	4.23	3.42	0.85	1.85	1.72	0.64	2.14	0.42	0.52	0.92	0.32	0.56	0.22	2.52	2.29	2.32	1.77	2.22	0.54
zebra 7	10.73	6.95	4.41	1.19	2.92	2.32	0.63	3.91	0.52	1.52	5.13	0.38	1.28	0.34	6.28	3.12	5.82	4.99	4.63	0.94
dorado 1	6.83	4.95	3.68	1.19	2.45	2.19	0.54	2.97	1.54	0.59	1.49	0.24	1.53	0.39	2.25	1.53	2.83	2.95	2.8	0.69
dorado 2	6.45	4.34	2.75	0.54	1.78	1.54	0.54	2.97	0.84	0.85	3.36	0.15	0.69	0.49	2.69	2.13	4.19	2.63	2.14	0.85
dorado 3	6.19	4.4	2.64	0.45	1.43	1.54	0.53	2.93	0.54	0.98	4.74	0.28	0.94	0.32	4.35	1.85	6	2.14	2.49	0.69
dorado 4	6.84	4.69	3.32	0.98	1.79	1.88	0.69	2.41	0.78	0.98	0.85	0.38	1.24	0.36	1.54	1.63	3.4	2.48	1.89	0.58
dorado 5	6.84	4.69	3.32	0.98	1.79	1.88	0.63	2.56	0.82	1.23	0.92	0.46	1.37	0.36	1.98	1.72	3.8	2.52	1.92	0.58
dorado 6	7.69	4.54	2.98	0.55	2.68	2.4	0.59	2.52	0.86	0.54	2.58	0.28	1.33	0.34	2.8	1.75	2.58	2.84	2.25	0.68
dorado 7	8.29	6.14	4.27	1.14	2.47	2.24	0.52	2.99	1.46	1.18	3.53	0.34	1.45	0.42	4.86	2.85	4.44	2.77	2.13	1.19

mármol 1	8.68	5.39	9.54	0.97	2.29	1.92	0.54	3.22	0,86	0,92	4,43	0,25	2,24	0,42	6,14	2,64	7.43	3.19	3.25	0.94
mármol 2	6.65	4.54	3.45	0.78	2.14	1.78	0.53	2.83	0,45	0,74	2,13	0,25	1,14	0,34	2,53	2,63	3.32	2.63	2.52	0.74
mármol 3	6.85	4.54	3.45	0.72	1.72	1.78	0.45	3.28	0,45	0,74	2,13	0,14	0,74	0,23	3,23	2,15	2.13	0.14	2.44	0.75
mármol 4	6.65	4.82	3.14	0.82	2.23	1.41	0.52	3.27	0,64	0,34	1,36	0,32	0,82	0,49	2,74	2,25	4.35	0.32	2.26	0.72
mármol 5	6.32	4.65	2.95	0.43	1.53	0.53	0.62	2.94	0,32	0,42	1,48	0,12	0,53	0,13	3,37	2,43	1.48	2.33	2.23	0.65

Tabla 4. Mediciones morfométricas realizadas