



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Comparación de la anatomía esquelética de diferentes especies de serpientes (*Agkistrodon bilineatus*, *Bitis gabonica*, *Bothrops asper*, *Bothriechis schlegelii*, *Crotalus polystictus*, *Elaphe sp.*, *Lampropeltis getula*, *Naja kaouthia*, *Naja sp.*)

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
BIOLOGO**

PRESENTA

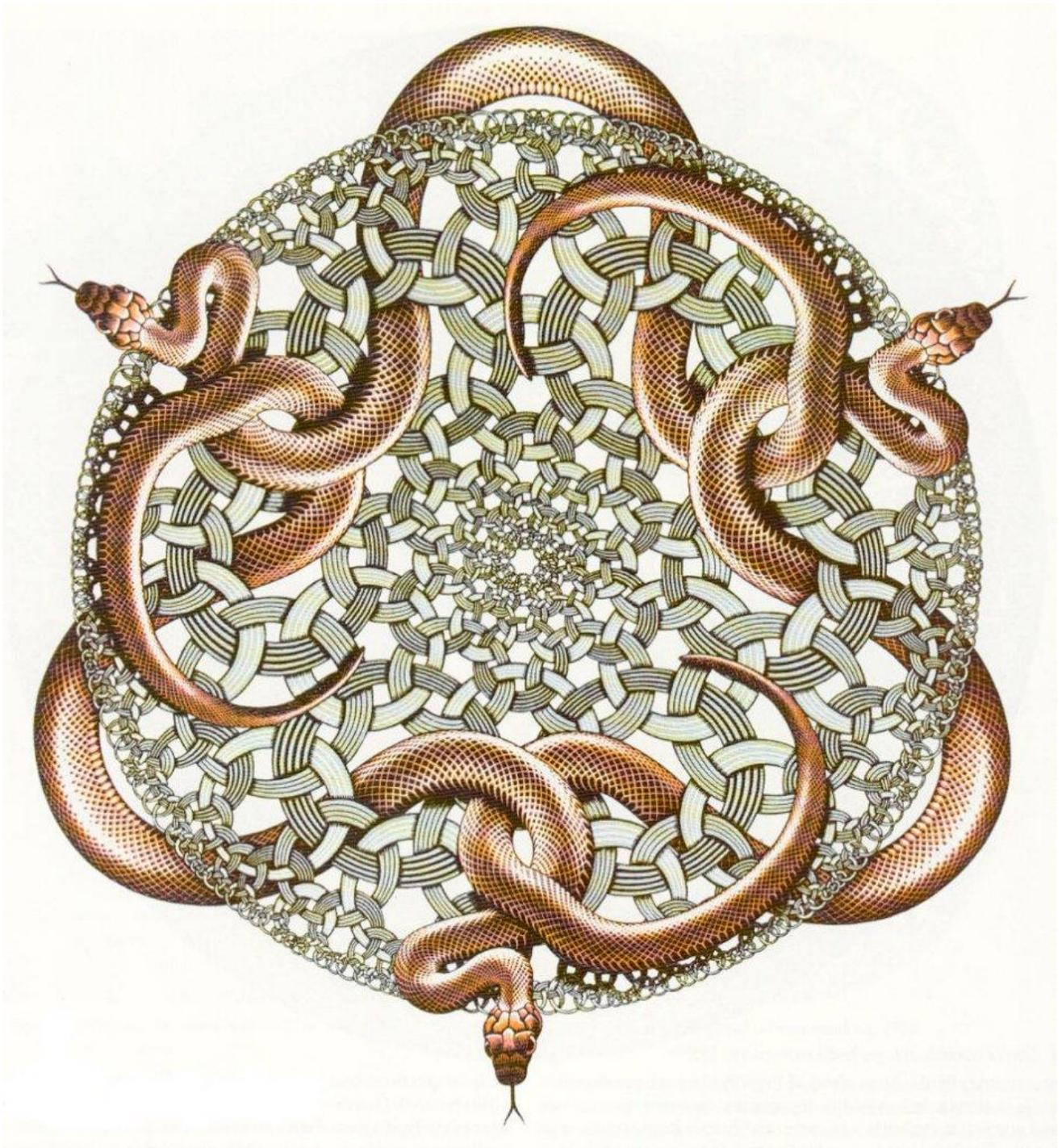
Oscar Alberto Domínguez Blanco

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Jorge Ricardo Gersenowies Rodríguez
Laboratorio de Anatomía Animal Comparada

Los Reyes Iztacala, Edo de México, 2012





“Vi Veri Universum Vivus Vici”

"Por el poder de la verdad, yo, estando vivo, he conquistado el universo"

Agradecimientos

La presente tesis representa el final de un arduo trabajo en el cual participaron varias personas opinando, corrigiendo, leyendo, acompañándome y dándome ánimos en todos los momentos tanto de felicidad como de angustia.

Agradezco a Dios

Agradezco a mi madre Julia y a mi abuela Guillermina que a través de su esfuerzo, sacrificio y dedicación me impulsaron a llegar cada vez más lejos en la vida al proporcionarme las herramientas necesarias para poder alcanzar mis metas. Gracias por proporcionarme cariño, amor, compañía, apoyo, confianza y la apreciación del conocimiento al darme la curiosidad.

"Creo que si, en el nacimiento de un niño, una madre pudiera pedirle al hada madrina dotarlo con el mejor regalo, éste sería la curiosidad."

Eleanor Roosevelt

Gracias por todo su apoyo tanto moral como económico, gracias por ser mis dos pilares en mi vida. Las amo

"Madre es el nombre de Dios ante los ojos y los corazones de los niños"

William Makepeace Thackeray

Quiero agradecer a mi director de tesis el Dr. Jorge Gersenowies que a través de su guía y sus conocimientos me encamino para la realización del presente trabajo y llegar a la culminación del mismo. Agradezco la paciencia que me brindo por las múltiples dudas y cuestionamientos que realice en todo este tiempo. Agradezco su enseñanza en las diferentes asignaturas que me impartió y el haberme proporcionado sus conocimientos porque gracias a eso surgió mi interés en la anatomía animal, por el cambio en las formas, la estructura y su evolución.

"Es fácil demostrar que una liebre no puede ser tan grande como un hipopótamo, o una ballena tan pequeña como un arenque. Para cada tipo de animal hay un tamaño adecuado, y un gran cambio en el tamaño implica inevitablemente un cambio en la forma"

Haldane

Además quiero agradecer los acercamientos a la ciencia que me proporciono a través de los libros que me prestaba, libros de divulgación científica con los cuales me acerque mucho más a la ciencia y amplié mi horizonte de la vida. Porque la ciencia nos muestra las maravillas del mundo, nos muestra las resoluciones de lo que alguna vez fue un misterio, nos ayuda a abandonar la molesta ignorancia, aquella ignorancia productora de prejuicios, juicios perniciosos y de una falsa comodidad

"La ignorancia genera confianza más frecuentemente que el conocimiento; son aquellos que saben poco y no esos que saben más, quienes tan positivamente afirman que este o aquel problema nunca será resuelto por la ciencia"

Charles Darwin

La ciencia pone ante nosotros la luz a través del conocimiento de las cosas, que poco a poco es descubierto por los científicos, esas personas con gran curiosidad porque la ciencia en sus niveles más básicos no es más que curiosidad. Como observa Richard Feynman: “Estoy atrapado, por así decirlo. Soy alguien a quien de pequeño le regalaron algo maravilloso que luego se pasa la vida buscando. Yo siempre estoy buscando, como un niño, las maravillas que sé que voy a encontrar, puede que no siempre, pero sí de vez en cuando”. La ciencia nos provee de la comprensión del mundo y el universo, así como de sus procesos y nuestro lugar en el cosmos.

“La ciencia es más que un simple conjunto de conocimientos: es una manera de pensar.”

Carl Sagan

También quiero agradecer a la profesora Rosario que me recibió en el laboratorio de paleontología para realizar mi servicio social, en donde se me brindó un ambiente de confianza y apoyo. Además agradezco la oportunidad que me brindó la profesora Rosario en la participación de la exposición del museo de historia natural mediante la identificación de fósiles. Muchas gracias

Igualmente quiero agradecer a la UNAM y a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala que me acogió para poder estudiar entre sus aulas y con sus profesores la mejor carrera, Biología.

Agradezco a la biología, porque desde mi infancia se apoderó de mi ser y mi mente aumentando mi curiosidad por el mundo, al principio solo enfocado al mundo animal y vegetal soñando con ser un naturalista. Posteriormente empecé a abrir más mi visión y ver que la biología era más que eso hasta que entendí todo el panorama que alcanza esta ciencia al concluir la carrera. Porque la biología es una ciencia bella, que nos muestra los enigmas de la vida, sus interacciones, sus cambios y su origen. Nos exhibe una visión tan amplia que aplasta la imagen antropocéntrica que el humano posee.

“El mundo, por desgracia, rara vez coincide con nuestras esperanzas y constantemente se niega a comportarse de una manera razonable.”

Stephen Jay Gould

Las ciencias biológicas avanzan, como cualquier ciencia, a través del descubrimiento de nuevos datos, de la autocorrección y el análisis de las posturas establecidas. Esto nos muestra que en realidad no somos más que una pequeña ramita en el gran árbol de la vida plagado de miles de especies con las que el humano convive y no somos, como muchos piensan, la culminación de la vida.

“A donde quiera que vayas en el mundo, cualquier animal, planta, bicho o gota que veas, utilizará el mismo diccionario y conocerá el mismo código. Toda la vida es una.”

Matt Ridley

Gracias a la biología aprendí y seguiré aprendiendo los diferentes misterios que envuelven al mundo, al mismo tiempo que aprecio la belleza y la humildad de los mismos.

“La ciencia es el pedestal de la verdad, el arte y el de la belleza.”

Nicolás Salmerón

Finalmente y no por eso menos importante quiero agradecer a aquellas personas que me acompañaron en todos estos años en aquellos momentos de felicidad y tristeza, que me apoyaron con sus palabras, con la cuales compartí trabajos, fiestas, consejos, horas eternas en la biblioteca, en el cine, simplemente en una charla, compartiendo la comida o simplemente pasando el rato. Aquellas personas que aprecio y apreciare por siempre, mis amigos. Gracias Yuritzin, Diego Orlando, Anahi, Julio, Andrea, Samantha, Paola, Jazmín, Diana, Cintia, Diego Tomasini, Elizabeth, Guillermo (que es mi tío), Andrés. Gracias a todos ustedes.

“El mejor amigo, mi manantial en el desierto”

George Eliot

“No hay amor mas grande que dar la vida por sus amigos”

Jesús, en Juan 15:13.

“De la esperanza nace lo eterno en el corazón del hombre;
El hombre nunca es, sino que será bendecido.
El alma, incomoda, y lejos de casa,
Reposa y se esponja en la vida venidera.”

Alexander Pope

ÍNDICE

Pág.

I. Introducción	1
II. Antecedentes	7
2.1. Osteología	7
2.2. Técnica de tinción	10
2.3. Descripción de las especies	12
III. Justificación	16
IV. Hipótesis	16
V. Objetivos	17
5.1. Objetivo general	17
5.2. Objetivos particulares	17
VI. Material y método	18
VII. Resultados	20
7.1. Descripción osteológica	20
7.1.1 <i>Lampropeltis getula</i>	20
7.1.2 <i>Bitis gabonica</i>	28
7.1.3 <i>Bothrops asper</i>	36
7.1.4 <i>Crotalus polystictus</i>	44
7.1.5 <i>Naja kaouthia</i>	52
7.1.6 <i>Agkistrodon bilineatus</i>	60
7.1.7 <i>Elaphe sp.</i>	68
7.1.8 <i>Naja sp.</i>	76
7.1.9 <i>Bothriechis schlegelii</i>	84
7.2. Análisis de conglomerados	92
VIII. Discusión	94
IX. Conclusión	104
X. Bibliografía	106
Anexos	112

I.- Introducción

Las serpientes son reptiles del orden Squamata perteneciente al suborden Serpentes las cuales son ectotermas, de cuerpo alargado, sin extremidades, de cabeza triangular cubierta por escamas o escudos córneos. La piel es seca, recubierta por escamas formadas por engrosamiento corneo de la epidermis, con repliegues finos de piel y de diferente coloración (García y De Vicente, 2000) la cual se desprende en su totalidad durante la muda o ecdisis (Kardong, 2007).

Por otra parte los músculos están bien desarrollados, son complejos y permiten una gran variedad de movimientos. La locomoción depende de los músculos que se encuentran entre las vértebras, entre las vértebras y costillas, entre las costillas, y entre las vértebras, costillas e integumento (Porter, 1972).

Presentan dientes grandes, delgados y curvados unidos a la mandíbula, una manera modificada de pleurodontia (Pough, et al., 2004). Asimismo, en algunas especies de serpientes se presentan dientes modificados a manera de colmillos para la inyección de veneno (hemolítico o neurotóxico). De acuerdo a sus dientes las serpientes venenosas entran en tres categorías: 1) Opistoglifos, presentan dientes acanalados en la parte posterior de la maxila (Porter, 1972). 2) Proteroglifos, cada maxila es relativamente larga en donde nacen colmillos huecos en su extremo anterior y usualmente dientes adicionales por detrás del colmillo. 3) Solenoglifos, la maxila es extremadamente reducida, sin otros dientes que no sean los colmillos huecos (Pough, et al. 2004). También poseen un esófago con pliegues longitudinales que permiten aumentar el diámetro para permitir el paso de objetos grandes. El estómago es particularmente largo seguido por un intestino largo y enroscado que desemboca en una cloaca (Kardong, 2007).

El sistema respiratorio consiste de dos pulmones alargados y delgados, en donde el pulmón izquierdo se reduce pudiendo estar ausente. Además presenta corazón tricavitario y el arco aórtico izquierdo más desarrollado que el derecho (Pough, et al., 2004).

En las serpientes los sentidos del olfato y vista están bien desarrollados. Aunque carecen de oído externo y medio, son capaces de detectar ondas sonoras del aire y el sustrato (Pough, et al., 2004). Carecen de párpados por lo que los ojos están cubiertos por un antejo (lente dérmica) (Kardong, 2007) igualmente faltan los huesos escleróticos y los músculos ciliares (Pough, et al., 2004); algunos grupos presentan receptores infrarrojos que consisten en terminaciones nerviosas que según la especie, pueden encontrarse libres en escamas epidérmicas o en fosetas faciales o labiales, las cuales detectan el calor que emanan los organismos que constituyen sus presas (Kardong, 2007).

Como todos los reptiles presentan gónadas pares las cuales se encuentran una delante de la otra. Los machos exhiben un par de hemipenes los cuales se encuentran retraídos en el cuerpo y en hembras presentan una cloaca con los tres compartimentos comunes (coprodeo, urodeo y proctodeo). Pueden ser ovíparas o vivíparas y no se presenta un dimorfismo sexual evidente (Pough, et al., 2004).

Estos organismos presentan particularidades esqueléticas, como se observa en su estructura craneal, la cual es más especializada que en muchos lagartos. La cavidad cerebral está completamente cerrada por huesos dérmicos (Goin, et al., 1978); además de presentar dos aberturas a cada lado separadas por el hueso postorbital y escamoso, a sí mismo, la caja craneana es lo suficientemente sólida como para proporcionar la superficie de unión de los músculos que mueven ambos arcos, el palatomaxilar y la mandíbula. Cada palatomaxilar está estrechamente vinculado al morro y a la región prefrontal, que son capaces de movimiento reducido en relación con la bóveda cerebral (Seigel, et al., 1987).

Por otro lado, los huesos frontal y parietal del techo craneal se han alargado, rodean ambos lados del cráneo y forman así la mayor parte de las paredes de la caja craneal, lo que implica la pérdida de muchos huesos dérmicos, formando un cráneo procinético. Frente a las orbitas, se forma una articulación a través del cráneo entre las regiones frontal y nasal, también faltan las barras temporales, tanto la superior como la inferior eliminando así los refuerzos a través de la región temporal. El cuadrado es estreptostílico, lo cual le confiere una movilidad relativa a la caja craneal, pero su articulación con el pterigoides es débil. Las fuerzas que inciden sobre el pterigoides se transmiten al maxilar portador de dientes, mediante una unión, que varía entre las especies, con el ectopterigoides. El maxilar gira sobre el prefrontal, del que está suspendido la caja craneal (Kardong, 2007) (Figura 1).

En muchas serpientes, especialmente las venenosas, el prefrontal y el supratemporal también presentan cierto grado de rotación sobre la caja craneal (Kardong, 2007). Conjuntamente el arco maxilar está muy modificado. El premaxilar típico forma un único hueso medio y la forma de la maxila se ha elongado moderadamente, los elementos dentales están ligeramente relacionados al resto del cráneo. La maxila es reducida y algunas veces desdentada y muy corta en los Solenoglifos (Porter, 1972).

Del mismo modo, la mandíbula de las serpientes, suspendida por el cuadrado, incluye un dentario que se articula con un hueso compuesto posterior que deriva de la fusión del suprangular y el angular existiendo un pequeño esplénico medial. Las dos mitades de la mandíbula inferior están unidas por una sínfisis mandibular conectada mediante ligamentos elásticos, proporcionándole movimientos independientes (Kardong, 2007). También algunos huesos del palatino están articulados tan ligeramente al cráneo que cada mitad de la maxila y mandíbula pueden moverse independientemente una de otra (Linzey, 2001).

Otra modificación presente es el aparato hioideo, el cual se ha reducido presentando una forma de diapasón además de ser cartilaginosa (Porter, 1972).

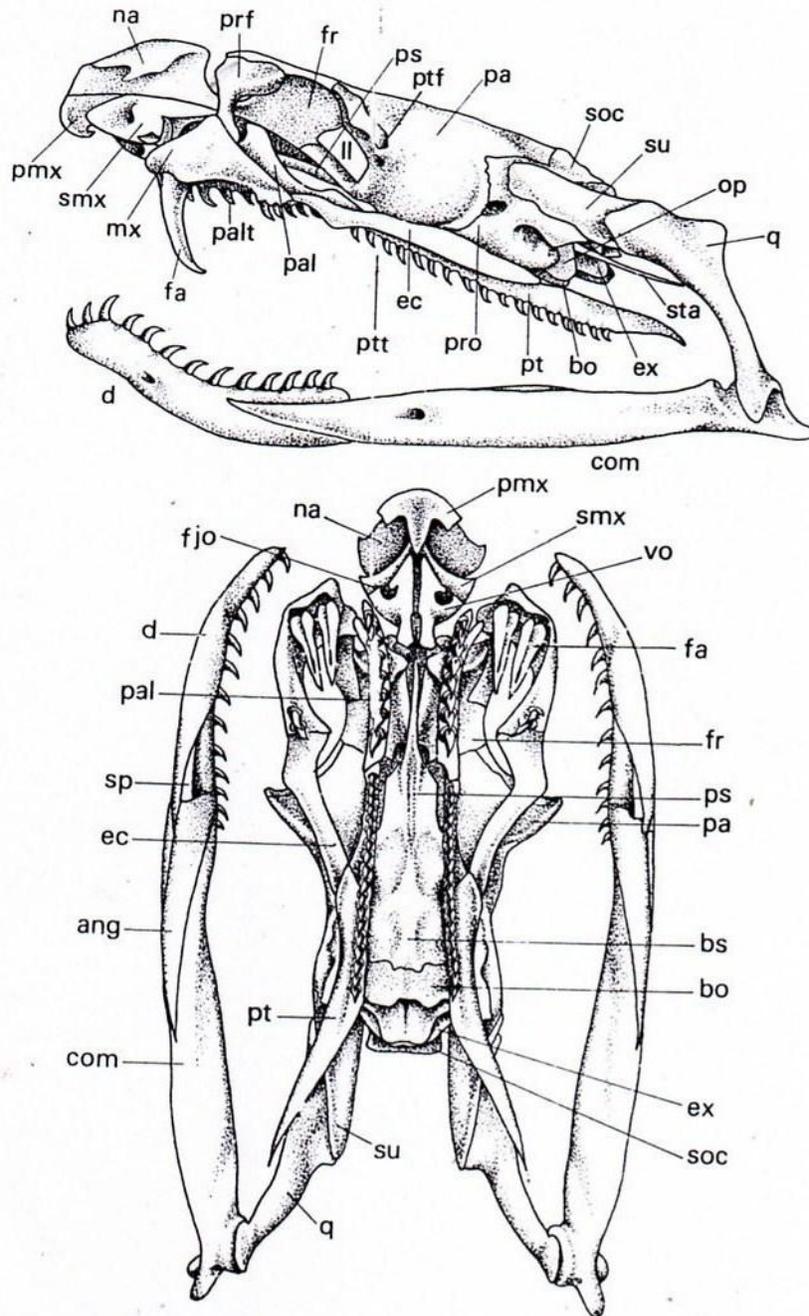


Figura 1. Vista lateral y palatina de cráneo de serpiente (*Naja nigricolis*). Se presentan los diferentes huesos craneales que lo conforman. *ang*, angular; *apr*, proceso angular; *ar*, articular; *bo*, basioccipital; *bp*, proceso basipterygoide; *bs*, basiesfenoidal; *co*, coronoide; *com*, hueso compuesto que consiste de prearticular, articular, etc., fusionados; *con*, cóndilo occipital; *d*, dentario; *ec*, ectopterygoide; *ep*, epipterygoide; *Eut*, abertura media del tubo de Eustaquio; *ex*, exoccipital; *f*, fosa para articulación con el cóndilo del cuadrado en la unión de la mandíbula; *fa*, colmillo; *fjo*, foramen para el ducto del órgano vomeronasal; *fm*, foramen magnum; *fr*, frontal; *fsta*, foramen para columella auris; *in*, nostrilo interno; *itf*, fosa inferior temporal; *ju*, yugal; *la*, lacrimal; *mc*, surco del cartílago de Meckel; *mx*, maxila; *na*, nasal; *n*, muesca del cuarto diente inferior; *oc*, exoccipital y supraoccipital; *op*, opistotico; *pa*, parietal; *palp*, palpebral; *palt*, diente palatino; *pif*, foramen pineal; *pmx*, premaxila; *po*, postorbital; *pop*, proceso praoccipital; *prf*, prefrontal; *pro*, prootico; *ps*, paraesfenoides; *pt*, pterigoide; *ptf*, postfrontal; *ptt*, diente pterigoideo; *q*, cuadrado; *qc*, cóndilo cuadrado; *qj*, cuadradoyugal; *rp*, proceso retroarticular; *smx*, septomaxila; *so*, supraorbital; *soc*, supraoccipital; *sp*, esplenial; *sph*, hueso esfenoidal compuesto; *sq*, escamoso; *sta*, columela auris; *stf*, fosa superior temporal; *su*, supratemporal; *sur*, surangular; *tuc*, cresta timpánica del cuadrado; *vo*, vómer (Porter, 1972).

En este grupo la columna vertebral es similar en estructura al de la tuatara (*Sphenodon*) y a los lagartos (Wake, 1979), la cual consta de un cuerpo, un arco y una región apofisiaria; asimismo son de tipo procélicas (García y De Vicente, 2000).

La columna vertebral es elongada resultado del incremento en el número de vertebras. El número total de vertebras reportadas en diferentes especies varia de 141 a 500 (Goin, et al., 1978) (Figura 2) y se encuentra regionalizada en dos porciones: la precaudal que soporta costillas libres; y postcaudal con costillas unidas a las vertebras o ausentes totalmente (Linzey, 2001).

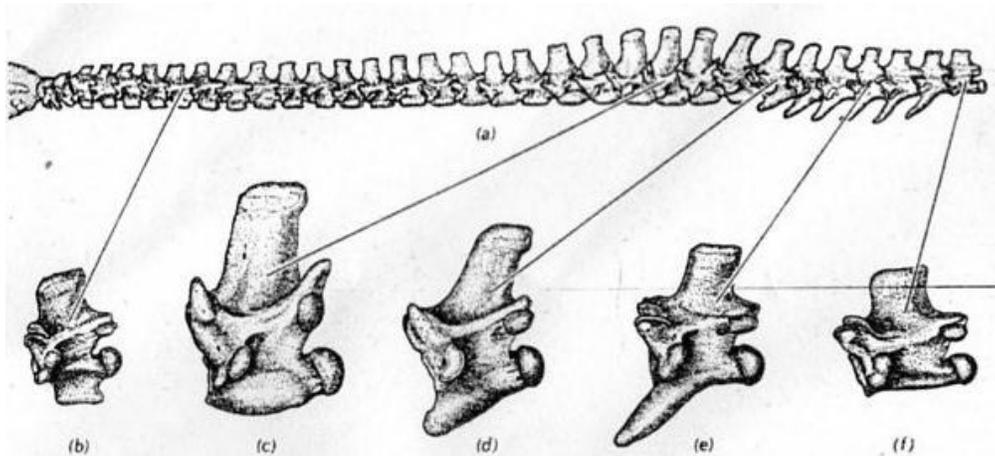


Figura 2. Columna vertebral anterior de la serpiente como huevos, *Dasypeltis*. Se observa vertebra con una amplia hipapofisis usada para romper las cascara del huevo (E) (Pough, et al. 2004).

La vertebras tienen una complicada estructura. Además de las caras articulares usuales, prezigapofisis y postzigapofisis, presentan dos puntos adicionales de articulación entre las vertebras adyacentes llamadas zigosfenos, la cual sobresale de la parte anterior de la base del arco neural y se coloca en la ranura llamada zigantra en la cara posterior de la siguiente vertebra (Porter, 1972), así cada vertebra posee cinco puntos de contacto: el centrum, los dos prezigapofisis, que se coloca contra el postzigapofisis, y, dorsal al zigapofisis en el arco neural, el zigosfenos, que se articula con el zigantra (Goin, et al., 1978). Esto proporciona una resistencia adicional a la torsión, pero no restringen significativamente la flexión lateral normal de la columna vertebral (Kardong, 2007). Asimismo exhiben con frecuencia hipapofisis bien desarrolladas presentes en la superficie ventral del centrum (Wake, 1979) (Figura 3).

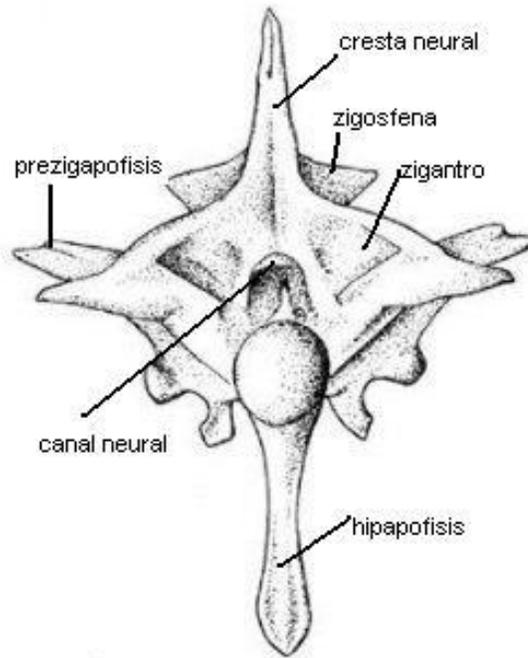


Figura 3. Vértebra de serpiente en vista posterior donde se observan las diferentes estructuras que la componen (Porter, 1972).

Las serpientes presentan costillas típicamente largas, resistentes, bien osificadas (Wake, 1979), semicirculares y conectadas distalmente con las escamas ventrales, estas juegan un papel importante en la locomoción rectilínea, pero contrario a la teoría de la “costilla-caminadora” estas permanecen estáticas en las vértebras (Porter, 1972). Igualmente exhiben la característica de ser monocéfalas, y al parecer evolucionaron a través de la fusión del capitulum (representando el extremo proximal de la costilla) con el tuberculum (proyección proximodorsal) para formar una única protuberancia que articula con el centrum (Porter, 1972).

No presentan esternón. Todos estos organismos carecen de extremidades, aunque en especies primitivas presentan vestigios de extremidades. No presentan rastros de cintura pectoral pero las especies que tienen restos de miembros posteriores también tienen vestigios de cintura pélvica (Porter, 1972).

Las serpientes son un grupo importante ya que se alimentan principalmente de pequeños mamíferos, anfibios, reptiles y aves que pueden llegar a formar plagas ocasionando pérdidas económicas en el ámbito agrícola o bien, ser agentes transmisores de enfermedades para el ser humano como (Uc-Bacab, et al, 2008).

De igual manera, las serpientes son el alimento de diversas aves, mamíferos e incluso otros reptiles que dependen en gran medida de la existencia de las serpientes. Además también son importantes en el ámbito médico ya que gracias al veneno que se extrae de ellas se crean antivenenos o sueros para tratar las mordeduras de serpientes, lo cual beneficia de manera importante al ser humano (Uc-Bacab, et al, 2008).

Evolutivamente las serpientes representan un reto importante en la biología. La transición dramática de un cuerpo con forma de lagartija a un cuerpo con forma de serpiente en donde se involucraron tres cambios importantes: la elongación del cuerpo, la reducción en el tamaño de las extremidades y la pérdida de dígitos ofrece un interesante programa de investigación, además de poder determinar las especies estrechamente relacionadas (Brandley, et al., 2008).

II.- Antecedentes

2.1.- Osteología

Dentro de los trabajos osteológicos podemos mencionar:

Mahendra en 1936 realizó una serie de estudios de la osteología de las especies representativas de cada una de las familias de ofidios. Seleccionó a *Typhlops braminus* para el estudio de la osteología, esta especie comprende organismos pequeños, excavadores y con forma de gusano de hasta 17.78 cm. De esta se tomaron 4 ejemplares identificados los cuales fueron medidos, posteriormente los organismos fueron tratados de acuerdo al método de transparentación y tinción con rojo de Alizarina. Posteriormente describió la osteología realizando una serie de esquemas. Su estudio mostró que los parietales son pares, los huesos postfrontal se encuentran presentes, no se puede decir que los elementos óseos estén sólidamente unidos, el supraoccipital está ausente, los zigosfenos y zigantra son extremadamente pequeños y primitivos en estructura, y finalmente, presenta vestigios pélvicos en la parte anterior de la cloaca.

Bullock y Tanner, en 1966 llevaron a cabo la comparación osteológica de dos especies de colúbridos (*Pituophis catenifer* y *Thamnophis radix*). Para el estudio se usaron 14 especímenes de *P. catenifer deserticola* colectadas en Grand, Kane, Utah, y 12 especímenes de *T. radix haydeni* colectadas Warner County, Alberta, Canadá. Además se usaron dos especímenes de *P. cantenifer sayi*, dos especímenes de *T. elegans vagrans* y cuatro especímenes de *T. sirtalis parietalis*. El esqueleto de los diferentes especímenes fue preparado de diferentes maneras dependiendo de si eran frescos o preservados pero en todas se llevo a cabo la desarticulación. La anatomía esquelética de *Pituophis catenifer deserticola* fue descrita en detalle para posteriormente ser comparada con *Thamnophis radix haydeni* en las siguientes porciones: atlas, axis, vertebras primeras torácicas, otras torácicas, lumbar, anterior caudal, media caudal posterior caudal al igual que el cráneo y el aparato hioideo. el análisis mostro que las estructuras o aspectos en las que difieren estas dos especies son : la forma de la anterior hipapófisis del atlas, la existencia o carencia de metapófisis en la primera vertebra torácica, la presencia o ausencia de hipapófisis en las vertebras lumbares, la relativa forma y tamaño de la linfapófisis, la estructura de la hemapófisis caudal, el numero de vertebras en cada región y subregión, el relativo tamaño y forma de el cráneo y sus componentes, la forma y carácter de el proceso septomaxilar, la existencia o carencia de foramina parietal pareada, la forma y extensión del postorbital, la presencia o ausencia de la hipapófisis basioccipital, el número de dientes maxilares, pterigoideos y mandibulares, el tamaño relativo y característica del supratemporal, cuadrado y mandíbula.

Liem y colaboradores en 1971, llevaron a cabo un estudio en *Azemiops* debido al poco conocimiento que se posee, además de intentar elucidar la posición entre los Viperidae. Para ellos realizaron una descripción detallada de los elementos craneales así como de la musculatura cefálica además de incluir una interpretación funcional de la morfología. Encontraron que *Azemiops* se encuentra en una posición filogenética intermedia y proponen una nueva subfamilia separada, dentro de la familia Viperidae que contiene al género, formándose la subfamilia Azemiopinae

Rieppel en 1977, describió los cráneos de *Cylindrophis*, *Anilius*, *Uropeltis* y otros géneros de uropeltidos, *Xenopeltis* y *Loxocemus*. Para las descripciones se usaron cráneos limpios de la colección del Museo Británico. Se encontró que los caracteres comunes de *Cylindrophis* y *Anilius* son de naturaleza primitiva y a menudo poseen adaptaciones debido a hábitos excavadores. Por otro lado las diferencias entre las dos especies superan la variabilidad existente entre, por ejemplo los Uropeltidos. Son del mismo grado que separa las varias subfamilias de los Boidae. Por lo tanto, concluyen que los Aniliidae se dividen en dos subfamilias, la Aniliinae neotropical y la Cylindrophinae asiático. Los Uropeltidos son un grupo bien definido por sus especializaciones comunes. *Melunophidium* es considerado el género más primitivo en cuanto a la posición del canal vidiano, la posición del foramen óptico, y la dentición del palatino. Caracteres compartidos con Aniliidae de nuevo de naturaleza primitiva y / o por adaptación. Pero principalmente se basa en la forma y las relaciones del premaxilar y vómeres así como en la interpretación de los huesos circumorbitario que en los Uropeltidos los relaciona con los Anilidos. Las dos familias se agrupan en la superfamilia Anilioidea. Booidea representa una superfamilia más progresista que el Anilioidea con la pérdida de los hábitos excavadores.

Rieppel en 1978, analizó la estructura craneal de diferentes especies de serpientes obteniendo que, el género *Gongylophis* (Wagler) es una sinonimia del género *Eryx* (Daudin). *Lichanura* es considerada estructuralmente cercana a los primeros erycinos población a partir de la cual *Charina* evolucionó independientemente. Las características craneales adaptadas a hábitos excavadores de los erycines muestran variación clinal: esto implica el acortamiento del cráneo y la racionalización de sus contornos a través de la depresión del morro, el desarrollo de un proceso transversal del premaxilar reforzada por los nasales y una especialización del naso-frontal común que da soporte al morro. Las mandíbulas conservan su movilidad, los hábitos excavadores son una función especializada de Erycinae.

Posteriormente Rieppel en 1988, llevó a cabo el estudio del desarrollo ontogenético de la musculatura abductora de la mandíbula de *Natrix natrix* (L.) describiéndola en detalle y en relación con los patrones de osificación craneal. Además realizó una comparación con el desarrollo de la mandíbula de *Podarcis sicula* poniendo de manifiesto algunas diferencias de la dinámica del desarrollo de la cabeza. Discute el problema del establecimiento de relaciones de similitud (homología) en el desarrollo de los sistemas.

Cundall en 1994, llevó a cabo un análisis de la estructura craneal así como de la porción anterior de la columna vertebral, además, usó evidencia radiográfica y cinematográfica para determinar como *Cylindrophis ruffus* ingiere a su presa por dos mecanismos distintos. Durante la fase inicial se dan movimientos laterales de la porción caudal de la caja craneal combinado con un movimiento unilateral de los huesos dentarios de cada lado. *Cylindrophis* empieza con movimientos sincronizados bilaterales de la mandíbula combinado con cortas ondulaciones de la porción anterior de la columna vertebral.

Lobo y Scrocchi en 1994, estudiaron los cráneos de las once especies de *Philodryas*. El cráneo de *Philodryas patagoniensis* fue descrito, y fueron determinadas algunas características que muestran variación interespecíficas. Estos caracteres fueron utilizados

para la realización de inferencias filogenéticas. Se obtuvieron tres árboles utilizando Hennig86. El par de especies hermanas que se presenta en los tres cladogramas es *P. mattogrossensis* - *P. varius*, en un solo árbol: *P. baroni* - *P. burmeisteri*.

Cohn y Tickle en 1999, estudiaron el desarrollo del esqueleto axial del pitón (Boidae) tomando en cuenta la expresión de los genes Hox, además observaron las relaciones filogenéticas de las serpientes. Llevaron a cabo, mediante la preparación de embriones de pitón los cuales fueron fijados, observaciones al microscopio electrónico. Mediante el uso de evidencia radiográfica y cinematográfica observaron que los arcos palatomaxilares están estrechamente unidos a los huesos ventrales del morro, los movimientos de cada arco, refleja los movimientos ipsilaterales de los elementos de la boca.

Zanella y De Lema en 1999, realizaron un estudio de la osteología craneal de *Bothrops alternatus* en el cual se describió y se uso como modelo de comparación con especies sureñas de Brasil como *B.cotiara*, *B. jararaca*, *B. jararacussu*, *B.moojeni* y *B.neuwiedi* para la contribución en el conocimiento de este taxón tan complejo. Las principales diferencia se encontraron en el premaxilar, maxilar, nasal, vómer y septomaxilar.

De Lema y colaboradores en 2005, realizaron la comparación de los tipos de *Phalotris tricolor* y *Elapomorphus punctatus* demostraron que ambos nombres se refieren a una sola especie, hasta la fecha el nombre actual *P. tricolor* está compuesto de *P. tricolor* y una especie desconocida que describen como *P. matogrossensis* sp. nov. Describieron el cráneo de ambas especies los cuales no presentan grandes diferencias.

Guo y Zhao en 2006, llevaron a cabo una comparación morfológica del cráneo de nueve especies de crótalos asiáticos usando 31 individuos representando a nueve especies y cinco géneros que incluyen a *Ovophis monticola*, *Zhaoermia mangshanensis*, *Protobothrops flavoviridis*, *P. jerdonii*, *P. mucrosquamatus*, *P. xiangchengensis*, *Viridovipera stejnegeri*, *V. yunnanensis*, *Cryptelytrops albolabris*. Se encontró que *P. xiangchengensis* comparte más características con otras especies de *Protobothrops* que con otros géneros. Es morfológicamente distinta de *P. mucrosquamatus*. *Zhaoermia mangshanensis* muestra muchas similitudes con los miembros del genero *Protobothrops* soportando la cercana relación con *Protobothrops*. Dentro de las especies examinadas, *Ovophis monticola* es única que posee características únicas en el cráneo. Las relaciones señaladas por la morfología craneal entre *Viridovipera stejnegeri*, *V. yunnanensis* y *Cryptelytrops albolabris* consistentes con su previa reclasificación basada en resultados moleculares y comparación de los hemipenes.

Harvey y sus colaboradores en 2008, utilizando nuevos ejemplares colombianos, describieron la morfología externa y visceral así como la musculatura y osteología de *Tropidodipsas perijanensis*. Esta especie conocida previamente solo por el holotipo fue por mucho tiempo asignada al género *Dipsas*. Posee caracteres especiales que la diferencian de todos los géneros descritos, por lo que se propuso uno nuevo para la ubicar a esta especie. El estudio de su musculatura cefálica permitió identificar una división del *musculo levator anguli oris* y una nueva inserción del *m. intermandibularis posterior superficial*, no descritos previamente para la familia Colubridae. Algunos caracteres osteológicos soportan la sinonimia de *Sibon* y la mayoría de las especies de

Tropidodipsas, mientras que los caracteres de la morfología visceral permiten formar un clado.

2.2.- Técnica de tinción.

Con respecto a la técnica de transparentacion podemos mencionar:

Hollister en 1932, realizó la modificación de viejas técnicas de transparentación de organismos para facilitar el estudio del esqueleto; la autora buscaba una técnica que fuera rápida pero a la vez adecuada, la cual previera el material listo para analizarlo. La técnica consiste en fijar los organismos en alcohol etílico al 70%, posteriormente se sumergen en una solución de Rojo de Alizarina 2%, seguido de una solución de KOH al 4% y se deja reposar por un breve período dependiendo el tamaño del organismo. Para aclarar los tejidos se emplea una solución pura de KOH y glicerina al 40% por un breve periodo. Sí era necesario decolorar a organismo una vez teñido utilizó luz ultravioleta el tiempo necesario para aclarar el tejido. Los organismos los conserva en glicerina pura para su análisis posterior.

Dingekus y Uhler en 1977, desarrollaron una modificación de la técnica de Simons von Horn, para teñir cartílago con azul de alciano en organismos de tamaños mayores a 30 cm; obteniendo excelentes resultados al teñir el cartílago de azul y los componentes óseos en rojo. A partir de esto se abrieron nuevos caminos para los estudios anatómicos comparativos en vertebrados.

Tipton y Burt en 1977, efectuaron un examen teratológico en fetos de ratones y ratas mediante el método de transparentacion y tinción con rojo de alizarina. El método se llevo a cabo con aproximadamente 4000 ratas y 2000 ratones, los experimentos preliminares mostraron que la concentración de rojo de alizarina usada en el manual de técnicas (0.005%) resulta en una sobretincion. Sin embargo a concentraciones de 0.0025% produce una intensidad aceptable de tinción en ratas y ratones. Además encontraron que los fetos de ratones se desintegran en la solución acuosa de KOH a 28°C mientras que los fetos de rata no fueron afectados.

Whitaker y Dix en 1979, llevaron a cabo la técnica de transparentacion con doble tinción en fetos de rata para estudios teratológicos observando las diferentes anomalías esquelético-cartilaginosas. Estos fueron fijados en alcohol absoluto por 24 horas posteriormente se transfirió a las siguientes soluciones por 24 horas: 0.3% de azul de alciano en alcohol etílico al 70%, 0.1% en alcohol etílico al 95%, 1 volumen de acido acético y 17 volúmenes de alcohol etílico al 70%. A continuación fueron lavados con agua destilada y transferidos a una solución de KOH de 24-72 horas para después ser lavadas con agua destilada y colocadas en glicerina pura. Este método supero el problema de la decoloración de los cartílagos cuando los especímenes fueron puestos en solución alcalina.

Rieppel en 1992 estudio el desarrollo postembrionario del esqueleto de *Cyrtodactylus pubisulcus*, encontró que existe un gradiente de osificación antero-posterior de la columna vertebral; la secuencia de osificación de los elementos cárpales y tarsales es constante. Esto se observó mediante la técnica de transparentacion la cual se llevo a cabo retirando

la piel y los ojos del organismo, asimismo se retiró la musculatura epiaxial del lado izquierdo de la columna vertebral en la región caudal y dorsal, posteriormente los organismos fueron deshidratados por 24 horas en alcohol etílico absoluto; el cartílago fue teñido con una solución de alcohol etílico absoluto con dos partes de ácido acético glacial y azul de alciano 8GX por 5-6 horas; después de la neutralización en una solución saturada de borato de sodio por 36 horas, los especímenes fueron transferidos en la solución digestora (90-95% de 0.5% KOH y 5-10% de peróxido de hidrogeno) por 5 horas; la transparentación inicial se realizó en una solución enzimática de buffer de tripsina; después los huesos fueron teñidos con rojo de alizarina y por último almacenados en glicerina al 95%.

Bhudoye y colaboradores en 2001, realizaron el procedimiento de transparentación simple en peces besugo (*Rhabdosargus sarba*) debido a que se ha observado deformación de huesos en estos organismos para lo cual se usó la tinción de rojo de alizarina. Se usaron 10 organismos los cuales fueron fijados en formaldehído al 40% posteriormente se colocaron en 1500 ml de KOH al 5% con un 1% de rojo de alizarina S., se removió el exceso en 1000ml de KOH al 4% y posteriormente se colocaron en glicerol al 99.5%. Los especímenes se tiñeron a diferentes intervalos basados en la duración de la exposición de la solución de tinción. Se obtuvieron mejores resultados al retirar las escamas de los organismos.

Walker y Kimmel en 2007, utilizaron la doble tinción en un medio libre de ácidos en larvas de peces cebras, observándose el cartílago y hueso, el cartílago es teñido usando condiciones ácidas para diferenciar los tejidos, pero estas condiciones son un problema cuando se desea teñir en el mismo espécimen el hueso mineralizado con rojo de alizarina, porque el medio ácido desmineraliza el hueso, teniendo efectos negativos en la tinción. Por eso desarrollaron el método de tinción libre de ácido para el cartílago y el hueso simultáneamente. Esto se llevó a cabo usando $MgCl_2$ en lugar de ácido acético para la tinción de cartílago. Para esto se usaron concentraciones de 0-200 mM encontrando que la mejor concentración de $MgCl_2$ fue en el rango de 20-60 mM para la diferenciación de los tejidos. A altas concentraciones la tinción de cartílago se reduce pero no afecta el hueso.

2.3.- Descripción de las especies

Con relación a las especies estudiadas se muestra algunas características de los mismos

Reino: Animalia
Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Clase: Reptilia
Orden. Squamata
Suborden: Serpentes
Familia. Viperide
Género: Agkistrodon
Especie: *Agkistrodon bilineatus*



Figura 4. *Agkistrodon bilineatus*

En una especie de cuerpo robusto con una cola relativamente delgada. Por lo general miden entre 80 cm y 138 cm además presenta un par de franjas claras a cada lado de la cabeza y una franja ancha vertical está presente en las escamas rostral y mentonal. La porción ventral de la cabeza presenta un color rojizo hasta el naranja. Es un organismo carnívoro el cual se alimenta principalmente de pequeños mamíferos, lagartijas, pequeñas serpientes. Se distribuyen del oeste de México hasta Costa Rica en bosque tropical caducifolio, pastizales y huertos asociados a cuerpos de agua (Herpetario de Chapultepec, 2011a).

Reino: Animalia
Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Clase: Reptilia
Orden. Squamata
Suborden: Serpentes
Familia. Viperide
Género: Bitis
Especie: *Bitis gabonica*



Figura 5. *Bitis gabonica*

Bitis gabonica son serpientes grandes con una longitud promedio de 1.2 m. estos organismos poseen una cabeza triangular con unos prominentes cuernos rostrales además ostentan una línea muy oscura en el centro de la cabeza y dos manchas oscuras sobre cada lado de la mandíbula, las escamas son quilladas en la mayoría del cuerpo. La coloración base es normalmente marrón o purpura con formas cuadrangulares que se alinean perfectamente en el centro de la espalda además de patrones triangulares (Howard y Fraser, 2006). Posen una alimentación basada en pequeños mamíferos, aves, ranas y sapos. Se distribuye en África tropical en pluviselvas y terrenos alborados (O'shea y Halliday 2001).

Reino: Animalia
Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Clase: Reptilia
Orden. Squamata
Suborden: Serpentes
Familia. Viperide
Género: *Bothrops*
Especie: *Bothrops asper*



Figura 6. *Bothrops asper*

Estas serpientes poseen diferentes patrones y colores en el lado dorsal y ventral y también exhiben franjas postorbitales. El lado ventral es amarilla, crema o gris blanquecino con manchas oscuras que incrementan frecuentemente hacia la parte posterior. Dorsalmente posee colores olivas, grises, café y en ocasiones negro. Ostenta triángulos oscuros con bordes pálidos lateralmente, que varían en número de 18 a 25. Algunos individuos pueden tener una línea amarilla en forma de zig-zag a cada lado del cuerpo. *Bothrops asper* es muy variable fenotípicamente a través del área de distribución geográfica (Brown, 2011). Se alimentan de mamíferos, anfibios y reptiles. Se distribuye en América central y norte de Sudamérica. Desde pluviselvas hasta terrenos de cultivo (O'shea y Halliday, 2001).

Reino: Animalia
Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Clase: Reptilia
Orden. Squamata
Suborden: Serpentes
Familia. Viperide
Género: *Bothriechis*
Especie: *Bothriechis schlegelii*



Figura 7. *Bothriechis schlegelii*

Esta especie de serpiente se caracteriza por poseer unas largas escamas sobre cada ojo. Estas largas escamas dan la apariencia de tener pestañas. Sin embargo, los organismos pertenecientes a América del sur no poseen tales escamas. Tienen una longitud entre 50 a 80 cm. La coloración es variada, a menudo es verde moteado pero puede ser amarillo con un rango de colores variados entre estos. La versión amarilla puede tener puntos blancos, negros o rojo. Se alimenta de ranas, lagartijas, aves y pequeños mamíferos. Se distribuye al sur de México a través de América central y norte de Sudamérica en áreas tropicales húmedas (COTERC, 2011).

Reino: Animalia
Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Clase: Reptilia
Orden. Squamata
Suborden: Serpentes
Familia. Viperide
Género: *Crotalus*
Especie: *Crotalus polystictus*



Figura 8. *Crotalus polystictus*

Esta serpiente mide entre 70 y 80 cm de longitud total, su cabeza es delgada en comparación con su cuerpo robusto el cual presenta una coloración que puede ser café o gris con tonalidades doradas o rojizas en la parte media del cuerpo. Tiene un patrón de manchas dorsales que la caracterizan entre muchas especies de cascabel, son series de manchas de forma romboide o triangular, muy simétricas que corren a lo largo de todo su cuerpo. Esta especie se alimenta de lagartijas y pequeños mamíferos. Es endémica a México en humedales, bosques de coníferas, matorral xerófilo, pastizal y mezquital (Herpetario de Chapultepec, 2011b).

Reino: Animalia
Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Clase: Reptilia
Orden. Squamata
Suborden: Serpentes
Familia. Colubridae
Género: *Elaphe*
Especie:



Figura 9. *Elaphe* sp.

Los patrones y colores de *Elaphe* se repiten una y otra vez. Las crías y juveniles son prominentemente manchados y, cuando comienzan a crecer, las manchas se desvanecen y pueden ser remplazadas por rayas longitudinales. Muchas especies muy distantes entre sí son muy similares en apariencia externa. Son serpientes constrictoras y no presentan restos de cintura pélvica. Son cosmopolitas (Barlett y Barlett 1996).

Reino: Animalia
Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Clase: Reptilia
Orden. Squamata
Suborden: Serpentes
Familia. Colubridae
Género: *Lampropeltis*
Especie: *Lampropeltis getula*



Figura 10. *Lampropeltis getula*

Lampropeltis getula puede alcanzar longitudes de 91 a 106 cm. posee bandas transversales blancas interceptadas por parches negros a lo largo de toda la parte dorsal.

La cabeza es normalmente blanca con la parte dorsal de la misma con una marca negra y algunas escamas negras en la parte lateral (Bartz, 2011). Se alimentan de pequeños mamíferos pero también devoran a otras serpientes incluyendo las venenosas como *Crotalus*. Se distribuyen en Norteamérica en una amplia variedad de hábitats (O'shea y Halliday 2001).

Reino: Animalia
Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Clase: Reptilia
Orden. Squamata
Suborden: Serpentes
Familia. Elapidae
Género: Naja
Especie: *Naja kaouthia*



Figura 11. *Naja kaouthia*

Se trata de una serpiente que puede llegar a medir 1.50 m con una cola de 23 cm. La coloración es pálida en la garganta y rara vez presenta manchas oscuras, a menudo sigue una banda oscura. La parte ventrolateral de la garganta tiene manchas distintivas y el resto de la parte ventral es pálido o se va volviendo nebuloso incrementándose este efecto hacia la parte posterior. En los adultos, la marca de la capucha es distintiva con una forma oval o circular pálido con el centro oscuro "forma de O" que puede ser apenas visible o estar completamente ausente en algunas poblaciones. Ocasionalmente presenta un estrecho borde oscuro alrededor de esta. Sus colmillos no están modificados para escupir. Se alimenta de ratas, sapos y de otras serpientes (Herpetario de Chapultepec, 2011c). Se distribuye del este del Himalaya hasta el sur de Tailandia y Vietnam. En terrenos ondulados o llanos, en arrozales y en torno a asentamientos humanos (O'shea y Halliday 2001).

Reino: Animalia
Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Clase: Reptilia
Orden. Squamata
Suborden: Serpentes
Familia. Elapidae
Género: Naja
Especie:



Figura 12. *Naja sp.*

Las serpientes de este género presentan una pupila redondeada, es decir, la mayoría de las especies son principalmente diurnas. Las escamas son lisas, la cabeza y el cuello son anchos y el cuerpo medio además de ser muy venenosas. La región del cuello es dilatada debido a que las costillas se elongan provocando la expansión de la zona formando una capucha la cual define a las serpientes de este grupo. Se distribuye en África y Asia (Hoser, 2009).

III.- Justificación

El conocimiento de la anatomía esquelética de estos organismos nos permite entender cómo intervienen los diferentes huesos en los procesos tales como la ingestas de presas las cuales suelen ser más grandes que la cabeza de la serpiente. Los huesos craneales pueden ser considerados los mayores componentes estructurales responsables, junto con los músculos, del transporte de la presa a través de la cavidad oral por medio de movimientos alternados de los elementos mandibulares, además el esqueleto permite conocer la participación de los huesos en los patrones y modos de locomoción (Seigel, et al., 1987).

Otro aspecto importante en el conocimiento de la anatomía esquelética es su uso como carácter de diagnóstico y clasificación, así la clasificación de Duméril se basa en la anatomía del cráneo y particularmente en la dentición para ubicar a los diferentes organismos (Seigel, et al., 1987). Además el esqueleto puede suministrarnos información acerca de las relaciones filogenéticas presentes en las serpientes. Desde los tiempos de Darwin, los métodos comparativos han sido la técnica general para responder preguntas acerca de patrones comunes de cambios evolutivos (Hervey y Pagel, 1992)

El análisis de los taxones existentes utilizando filogenia basada en métodos comparativos se aplica en general ampliamente en la biología evolutiva, para la comprensión de las principales transiciones en la forma del cuerpo. Las reconstrucciones de las características, los estados ancestrales y el análisis de correlación de caracteres pueden revelar las etapas evolutivas por las que estos cambios se han producido, y si se producen de la misma manera en un taxón determinado (Brandley, et al., 2008).

IV.- Hipótesis

Los cambios evolutivos en la forma de los organismos debido a las presiones ambientales provocan adaptaciones que les proporcionan características específicas, esto se puede observar en las serpientes que poseen estructuras especializadas en su esqueleto ya sea para su alimentación, locomoción, etc., de acuerdo a los diferentes hábitats ocupados; sin embargo prevalecen estructuras comunes entre los diferentes grupos de serpientes.

V.- Objetivos

5.1.- Objetivo general

Realizar una comparación interespecífica de las estructuras óseas presentes en diferentes especies de serpientes

5.2.- Objetivos particulares

- Describir el esqueleto de las diferentes especies de serpientes (*Agkistrodon bilineatus*, *Bitis gabonica*, *Bothrops asper*, *Bothriechis schlegelli*, *Crotalus polystictus*, *Elaphe sp.*, *Lampropeltis getula*, *Naja kaoutia*, *Naja sp.*)
- Analizar las semejanzas y diferencias de la anatomía esquelética en serpientes (*Agkistrodon bilineatus*, *Bitis gabonica*, *Bothrops asper*, *Bothriechis schlegelli*, *Crotalus polystictus*, *Elaphe sp.*, *Lampropeltis getula*, *Naja kaoutia*, *Naja sp.*)
- Elaborar un Atlas que permita ilustrar el esqueleto de las diferentes especies de serpientes (*Agkistrodon bilineatus*, *Bitis gabonica*, *Bothrops asper*, *Bothriechis schlegelli*, *Crotalus polystictus*, *Elaphe sp.*, *Lampropeltis getula*, *Naja kaoutia*, *Naja sp.*)

VI.- Material y método

a) Se obtuvieron una serie de 24 serpientes jóvenes del Laboratorio de Anatomía Animal Comparada las cuales fueron medidas con una cinta métrica para obtener la longitud total del cuerpo mediante y cuyos valores se presentan en la tabla 1.

Tabla 1: Longitud total de los ejemplares utilizados

Especie	Longitud total
<i>Lampropeltis getula</i>	37 cm
<i>Bitis gabonica</i>	31 cm
<i>Bothrops asper</i>	34 cm
<i>Crotalus polystictus</i>	36 cm
<i>Naja kaouthia</i>	29 cm
<i>Naja kaouthia</i>	33 cm
<i>Naja sp.</i>	31 cm
<i>Naja sp.</i>	28 cm
<i>Naja sp.</i>	24 cm
<i>Bothriechis schlegelii</i>	21 cm
<i>Bothriechis schlegelii</i>	20 cm
<i>Elaphe sp.</i>	27 cm
<i>Naja sp.</i>	21 cm
<i>Elaphe sp.</i>	26 cm
<i>Elaphe sp.</i>	29 cm
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	19 cm
<i>Bothriechis schlegelii</i>	14 cm
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	15 cm
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	20 cm
<i>Bothriechis schlegelii</i>	17 cm
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	21 cm
<i>Bothriechis schlegelii</i>	18 cm
<i>Bothriechis schlegelii</i>	19 cm
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	18 cm

b) Las serpientes se identificaron hasta especie mediante las claves de Campbell y Lamar 1989 y Blaney 1973. El resultado de la identificación fue corroborado en el Laboratorio de Herpetología de la FES Iztacala.

c) Se sometieron al proceso de transparentación y tinción con rojo de alizarina "S" persiguiendo los siguientes pasos:

- ❖ Fijación con formaldehído al 4% neutralizado con borato de sodio, por dos días.
- ❖ Lavado en agua corriente durante dos días.
- ❖ Tinción con Rojo de Alizarina "S" al 0.0005% por 72 horas.
- ❖ Digestión alcalina en hidróxido de sodio al 2% por 3 semanas
- ❖ Diafanización en un tren de glicerina (20%, 40%, 60%, 80%, 100%) 2 días en cada solución.
- ❖ Almacenado en glicerina pura.

d) Los organismos fueron observados a través de un microscopio estereoscópico Motic SM2-143 mediante el cual se obtuvieron fotografías de cada una de las estructuras óseas por medio de la cámara Moticom 2000 de 2.0 Mpixeles usando el software Motic Images Plus 2.0 en el laboratorio de microscopia de la FES Iztacala.

e) Se identificaron, señalaron y describieron los componentes óseos teñidos además de cada organismo utilizando los esquemas y nomenclatura de Bullock y Tanner 1966; Liem y colaboradores 1971.

f) Se compararon los diferentes elementos óseos de las distintas especies de serpientes determinado las semejanzas y diferencias existentes.

g) Se elaboró una matriz para su posterior análisis de conglomerados para determinar el grado de similitud entre las especies de serpientes estudiadas.

VII.-Resultados

7.1.-Descripción osteológica

Se presenta a continuación la descripción de las características de los diferentes componentes osteológicos de *Lampropeltis getula*, *Bitis gabonica*, *Bothrops asper*, *Crotalus polystictus*, *Naja kaouthia*, *Agkistrodon bilineatus*, *Elaphe sp.*, *Naja sp.* y *Bothriechis schlegelii*. Para su descripción el esqueleto se dividió en 2 secciones, siendo la primera la craneal, la cual se presenta a su vez en vista dorsal, lateral y ventral, y la segunda está compuesta por la columna vertebral en donde se presenta el atlas, axis así como vertebrae torácicas, caudales y las costillas.

7.1.1 *Lampropeltis getula*

Cráneo

VISTA DORSAL

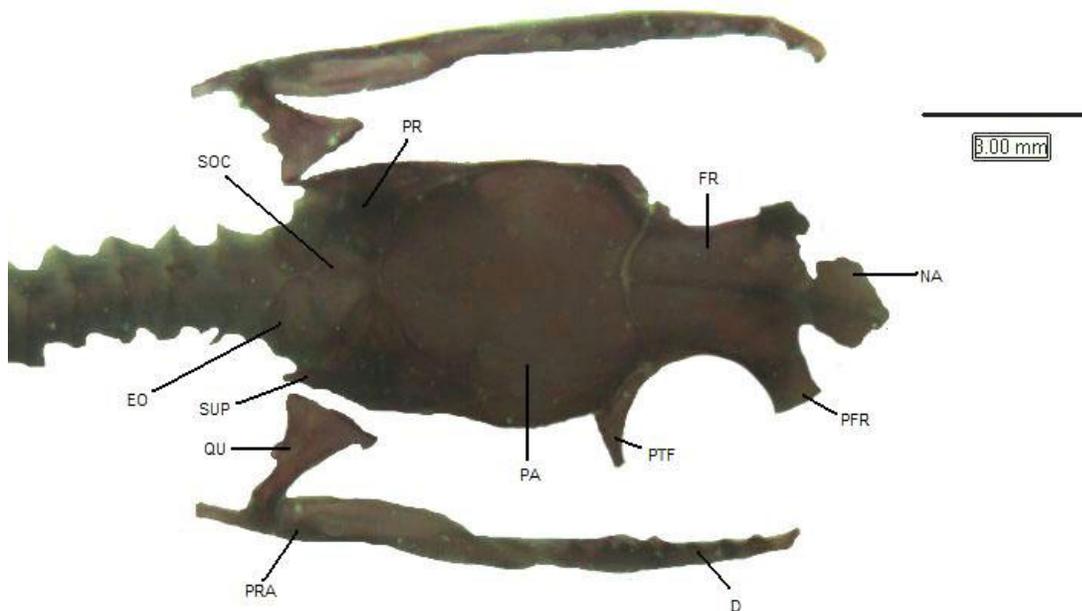


Figura 13. Vista dorsal del cráneo de *Lampropeltis getula*. se muestran en dirección antero-caudal los huesos: nasal (NA), prefrontal (PFR), frontal (FR), postfrontal (PTF), parietal (PA), supraoccipital (SOC), proóticos (PR), supratemporal (SUP), exoccipital (EO), cuadrado (QU), dentario (D), prearticular (PRA).

Premaxilar: Es un hueso simple y pequeño ubicado en la porción mediorostral del cráneo. La superficie anterior de este hueso forma una “Y” invertida proyectándose sus crestas en

dirección caudal. Dorsalmente, el premaxilar se curva ligeramente en dirección caudal alojándose en un espacio del nasal (Figuras 13 y 14).

Nasal: En vista dorsal el nasal se encuentra entre el hueso frontal y el premaxilar. Es una estructura ancha de forma ovalada, dorsolateralmente se estrecha ligeramente en dirección caudal. Rostralmente entre los nasales se presenta un espacio donde se aloja el premaxilar, mientras que en la porción caudal presenta un proceso agudo que se aloja en una hendidura entre los dos frontales. En vista dorsal se observa una sutura sagital que se extiende a lo largo del hueso. El nasal desciende ventrolateralmente formando las paredes. Caudalmente los nasales no se articulan con los frontales (Figura 13).

Frontales: Son huesos pares bien desarrollados y forma la porción anterior de la bóveda cerebral. En vista dorsal se unen por la sutura sagital asimismo son planos, rectangulares, alargados y ligeramente anchos. El borde dorsolateral es someramente cóncavo; en el borde anterior se observa una leve depresión en donde articula el prefrontal; el borde caudal presenta forma convexa que se articula con el parietal. Ventralmente sus paredes descansan sobre el paraesfenoides. Los huesos frontales forman la mayor parte de la órbita (Figuras 13 y 14).

Parietal: Es un hueso impar, bien desarrollado. Conformar la mayoría de la bóveda cerebral, dorsalmente presenta forma redondeada siendo el borde anterior cóncavo en donde se articula el hueso frontal, lateral a este se observan depresiones a cada lado en donde se ubican los postfrontales. En la porción caudal se aprecia que el parietal tiene forma semicircular además de presentar una sutura a cada lado de la base semicircular las cuales se proyectan en dirección ventral hasta el basi esfenoides (Figuras 13 y 14).

Supraoccipital: Es un pequeño hueso de forma trapezoidal, ubicado medialmente a los huesos proóticos. En el borde anterior se observa una pequeña hendidura en la cual se articula la porción posterior del parietal; el borde caudal es convexo articulado con el exoccipital. Forma el techo caudal de la bóveda cerebral (Figura 13).

Supratemporales: Son pequeños huesos, estrechos y aplanados conectados a la parte dorsolateral de la porción posterior del cráneo. Se sobrepone al proótico (Figuras 13 y 14).

Exoccipital: Es un hueso par, de forma semicircular, aplanados con una amplia hendidura entre ambos huesos, estos huesos se unen mediante una pequeña articulación. Forma, junto con el basioccipital, al foramen yugal constituyendo el borde dorsal, el cual se ubica en la parte posterior de la caja craneana. El exoccipital forma el límite dorsolateral del *foramen magnum* (Figura 13).

VISTA LATERAL

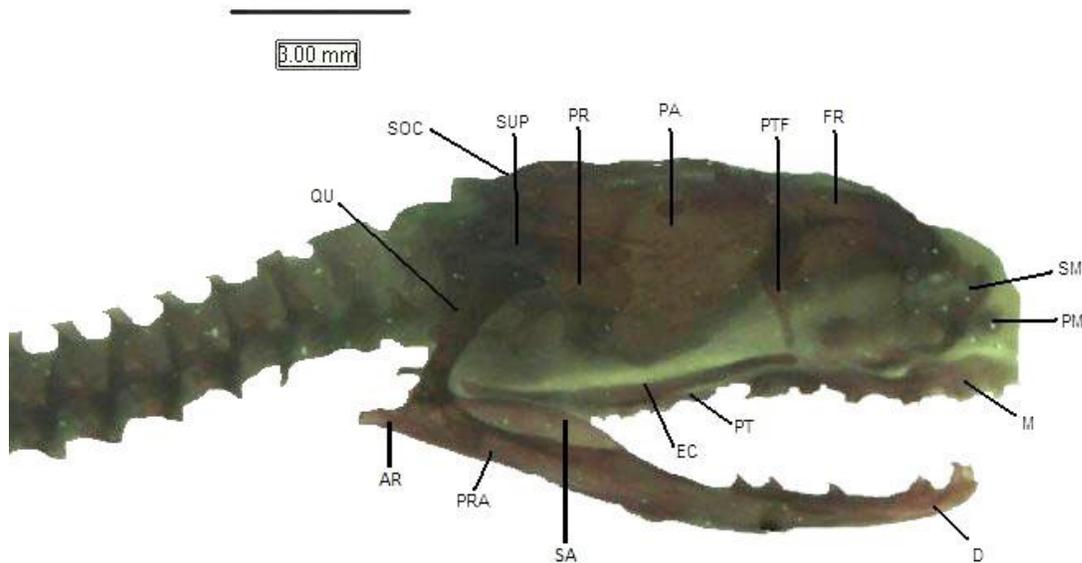


Figura 14. Vista lateral del cráneo de *Lampropeltis getula*. se presentan en dirección antero-caudal los huesos: premaxilar (PM), septomaxilar (SM), frontal (FR), postfrontal (PTF), parietal (PA), proótico (PR), supratemporal (SUP), supraoccipital (SOC), cuadrado (QU), maxilar (M), ectopterygoides (EC), pterigoides (PT), dentario (D), prearticular (PRA).

Septomaxilar: Es un hueso de forma aplanada y triangular el cual forma una placa horizontal que se articula con el premaxilar, nasal y los vómeres, presenta forma triangular además lateralmente, el septomaxilar se estrecha formando puntas agudas las cuales se curvan en dirección dorsal (Figura 14).

Maxilar: Es un hueso alargado, curvado y estrecho. Cerca de la parte medial anterior del maxilar se puede apreciar un pequeño proceso horizontal de forma triangular y aplanada que se encuentra en contacto con el palatino. En la porción caudal del maxilar se articula con el ectopterygoideo mediante un proceso aplanado en forma de cuña. Cada maxila presenta alveolos en donde se incrustan entre 7 u 8 dientes (Figuras 14 y 15).

Prefrontal: En vista lateral, el prefrontal posee forma irregular. En su parte dorsal el hueso presenta una forma rectangular, levemente más larga que ancha. El borde caudal es ligeramente cóncavo; del borde inferior se proyecta un proceso delgado, curvado en dirección caudal y comprimido lateralmente. El hueso se encuentra entre en hueso frontal y maxilar formando el limite anterior de la órbita (Figura 13).

Postfrontal: Es un pequeño hueso, de forma triangular, alargado, angosto, de bordes ligeramente cóncavos conjuntamente son aplanados. Posee articulación con la porción

anterolateral del parietal al mismo tiempo forman el borde posterior de la órbita (Figuras 13 y 14).

Proótico: Presenta forma triangular con bordes redondeados en donde se puede observar que el borde anterolateral es ligeramente cóncavo articulándose con el parietal. Exhibe dos suturas ubicadas cerca del borde anterolateral y posterolateral formando una “V” invertida. En el borde inferior del hueso se presenta dos prolongaciones pequeñas, alargadas; la prolongación anterior se articula con el basiesfenoides y la prolongación posterior con el basioccipital. Ambas prolongaciones forman dos aberturas siendo la abertura anterior de menor tamaño ubicada entre el parietal y el proótico. Mientras que la abertura posterior es de mayor tamaño ubicada entre las dos prolongaciones del proótico (Figuras 13 y 14).

Cuadrado: Es un hueso fuerte y de forma rectangular con sus bordes laterales ligeramente cóncavos unido al supratemporal, además en la porción medial se observa una pequeño proceso de forma elíptica. Distalmente se encuentra un cóndilo formando la suspensión del mandibular además de presentar un estrechamiento opuesto al cóndilo (Figuras 13, 14 y 15).

Mandíbula

Dentario: Es un hueso largo, ligeramente curvo, bifurcado en su porción caudal en la articulación con el prearticular. Posee una fila de 8 dientes pequeños, someramente curvos. En la cara interna del hueso se observa un canal angosto que corre a todo su largo (Figuras 13, 14 y 15).

Esplénial: Es una estructura de forma triangular, pequeña, de vértice anterior alargado y agudo. Ubicado en la parte media anterior del mandibular. En su porción caudal posee una pequeña abertura circular.

Angular: Es un hueso pequeño, opuesto al esplénial, de forma triangular en donde el ápice caudal es alargado y agudo. Presenta en su porción anterior un pequeño foramen circular.

Prearticular: Es un hueso largo, de forma rectangular, ligeramente curvo. En su porción anterior el hueso posee una punta aguda para la articulación con el hueso dentario (Figuras 13, 14 y 15).

Surangular: Es largo, expandiéndose en una ligera cresta semicircular, la cual corre desde la zona articular con el cuadrado hasta la parte media del mandibular. Lateral a esta cresta se observa un canal que corre a lo largo. El hueso en su porción anterior forma una zona aguda (Figura 14).

Articular: este elemento forma la zona articular con el cuadrado. Esta zona es alta ancha además de tomar forma curva. Caudalmente el articular se expande en una barra angosta la cual se inclina ligeramente en dirección al eje sagital (Figuras 14 y 15).

VISTA VENTRAL

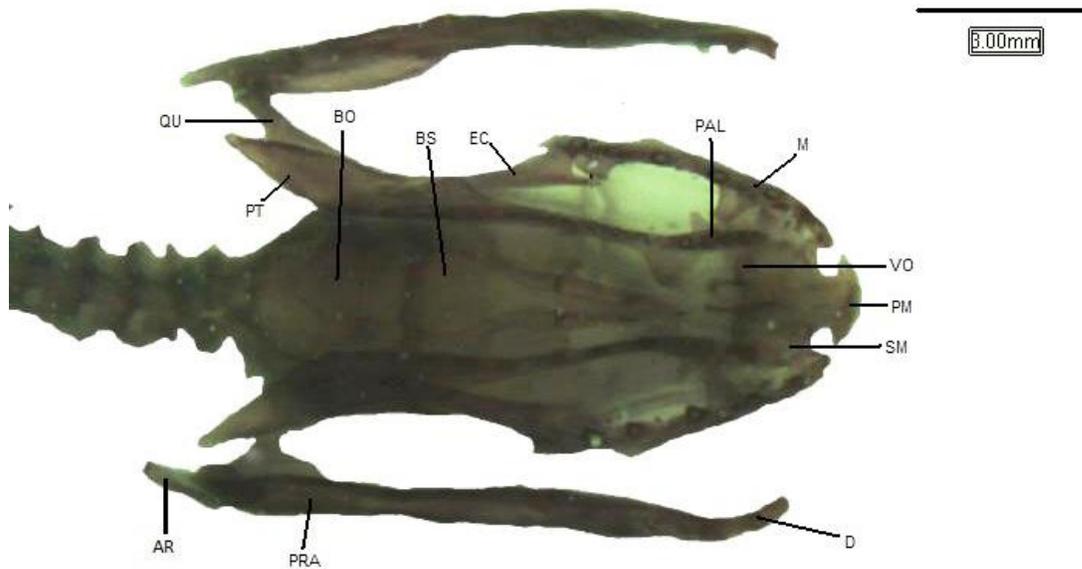


Figura 15. Vista ventral del cráneo de *Lampropeltis getula*. Se observa, en dirección anterocaudal, los huesos: premaxilar (PM), septomaxilar (SM), vómer (VO), palatino (PAL), maxilar (M), basiesfenoides (BS), ectopterigoides (EC), basioccipital (BO) pterigoides (PT), dentario (D), prearticular (PRA).

Vómer: Los vómeres se encuentran en posición ventral en la bóveda craneana. Es una estructura edentada ubicada en la superficie ventral de la septomaxilar; esta unión forma un par de forámenes ovalados del órgano vomeronasal que se comunican con ventanas pares en la cavidad bucal. Son ligeramente aplanados, vistos ventralmente presentan un ensanchamiento en la porción caudal. Además muestran dos proyecciones caudales, pequeñas, alargadas y delgadas las cuales no articulan con alguna estructura caudal (Figura 15)

Palatino: El palatino es un hueso alargado y estrecho. Presenta en la porción medialanterior dos procesos, siendo el anterior de forma triangular, aplanado y pequeño inclinado en dirección caudolateral, que está en contacto con el proceso anterior del maxilar. Posteriormente se ubica el proceso medial, que al igual que el anterior, presenta una forma triangular aplanada pero de tamaño mayor además de presentar una leve inclinación en dirección anterior y está dirigido hacia el paraesfenoides. Cada palatino presenta entre 7 a 8 dientes (Figura 15).

Basiesfenoides: Es un hueso de forma hexagonal irregular, aplanado, articulando lateralmente en su mayor parte con el parietal así como con el proótico. Se observa una

sutura medial amplia que atraviesa el basiesfenoides de manera transversal hasta unirse a la sutura correspondiente con el parietal. Además se observan dos suturas en la base del paraesfenoides. Anteriormente el basiesfenoides se proyecta en el paraesfenoides el cual es un elemento de forma triangular, alargado y angosto proyectándose hasta la base de los frontales. En la base del paraesfenoides se observan dos pequeñas suturas a cada lado de manera transversal al mismo tiempo presenta dos surcos internos en el basiesfenoides formando un triángulo (Figura 15).

Pterigoides: Es un hueso par, curvo y aplanado, extendiéndose del palatino posterolateralmente al eje sagital del cráneo. Anteriormente es estrecho ensanchándose en dirección caudal tomando forma cuadrangular irregular. Presenta una fila de 12 dientes que se extienden posteriormente paralelos al borde (Figuras 14 y 15).

Ectopterigoides: Es un hueso alargado, estrecho, aplanado de mediano tamaño. El borde anterior es cóncavo formando dos pequeñas prolongaciones. A esta cavidad se une el proceso del maxilar. Caudalmente el ectopterigoides se sobrepone al pterigoides articulándose dorsalmente con una ranura que corre paralela (Figuras 14 y 15).

Basioccipital: Es un hueso de forma pentagonal, el cual forma la base de la caja craneal en la porción caudal. En vista ventral se puede observar tres suturas mediales las cuales se unen y forman una "Y" además se denota una ligera elevación formada por estas suturas. Dichas suturas no se extienden hasta el borde del hueso. El basioccipital forma el límite ventral del *foramen magnum*. Se observa un pequeño foramen en la parte posterolateral junto al hueso exoccipital, forma el límite ventral de dicho foramen (Figura 15).

Columna vertebral

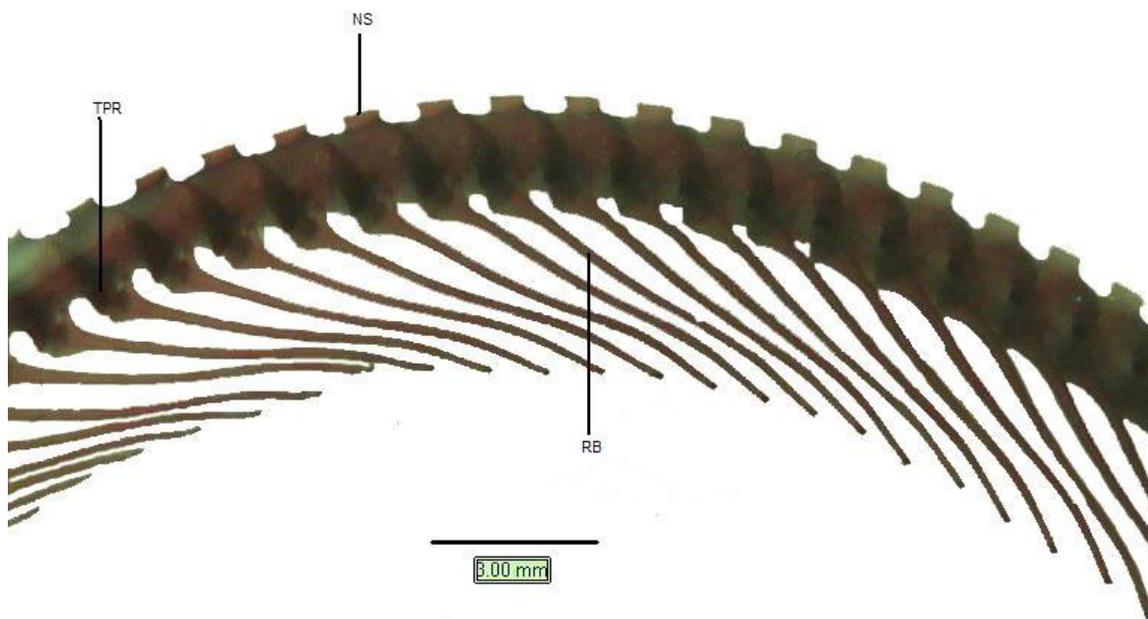


Figura 16. Vertebrae torácicas de *Lampropeltis getula* en donde se observa la espina neural (NS), las costillas (RB) y una porción del proceso transversal (TPR).

La especie *Lampropeltis getula* presenta un total de 305 vertebras procélicas de las cuales 259 son torácicas y 46 caudales.

El atlas es un anillo simple, ancho en su parte dorsal estrechándose en dirección ventral no se observa espina neural simplemente una sutura dorsal. Ventralmente se observa un elemento elíptico, ubicado medialmente entre el atlas, posiblemente un elemento no fusionado de la vertebra. De este elemento se proyecta una hipapófisis pequeña.

Posteriormente, en el axis se observa una pequeña espina neural conjuntamente se aprecia el proceso transversal de tamaño reducido. Ventralmente se observan dos hipapofisis: una anterior la cual posee forma cuadrangular y una posterior con forma triangular con su ápice dirigido caudalmente.

Las vertebras torácicas poseen una espina neural aplanada de forma rectangular, asimismo tiene un amplio proceso transversal de bordes convexos en el cual se articulan las costillas libres con excepción de las primeras 3 vertebras torácicas las cuales carecen de costillas (Figura 16). Ventralmente poseen hipapofisis de forma triangular levemente estrechas, inclinadas caudalmente. Las hipapófisis reducen su tamaño en dirección caudal hasta quedar ausentes observándose solo una estructura tenue. Igualmente presenta en la porción caudal de cada vertebra una estructura lobular, semicircular en vista ventral, identificada como el pleurocentro.

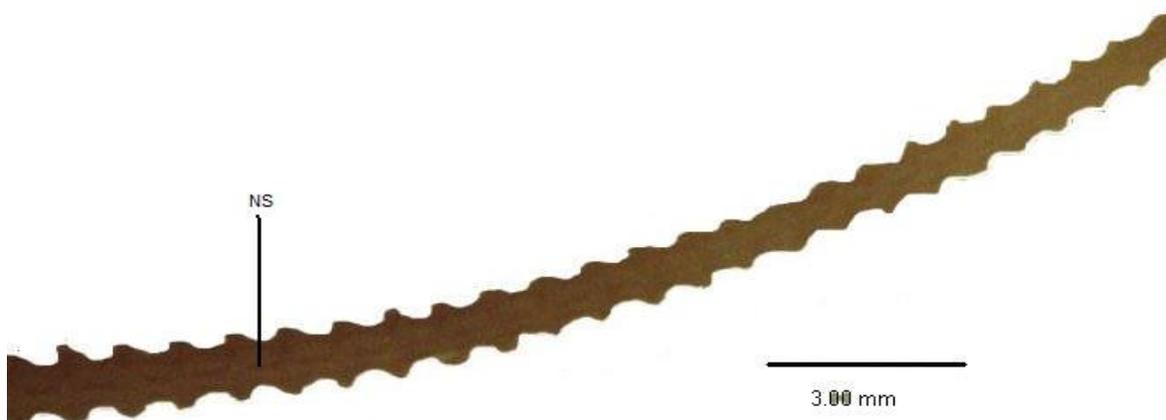


Figura 17. Vertebrae caudales de *Lampropeltis getula* en donde se observa la espina neural (NS)

En cuanto a las vertebrae caudales tienen una forma similar a las vertebrae torácicas sin embargo esas no presentan costillas libres, en su lugar poseen costillas articuladas, las cuales son cortas en comparación a las encontradas en las vertebrae torácicas además de poseer entre las primeras cuatro vertebrae una bifurcación de las costillas formando la linfapófisis las cuales son estructuras curvas, largas y delgadas. Ventralmente se observan dos filas paralelas de estructuras triangulares dirigidas caudalmente identificadas como las hemapófisis.

Por otro lado, las costillas son largas, agudas en su extremo distal y curvas en distintos grados, en su porción proximal la costilla se ensancha y se divide en una porción aplanada y pequeña y en un área adyacente con forma de copa que se articula con el proceso transversal (Figura 16).

7.1.2 *Bitis gabonica*

Cráneo

VISTA DORSAL

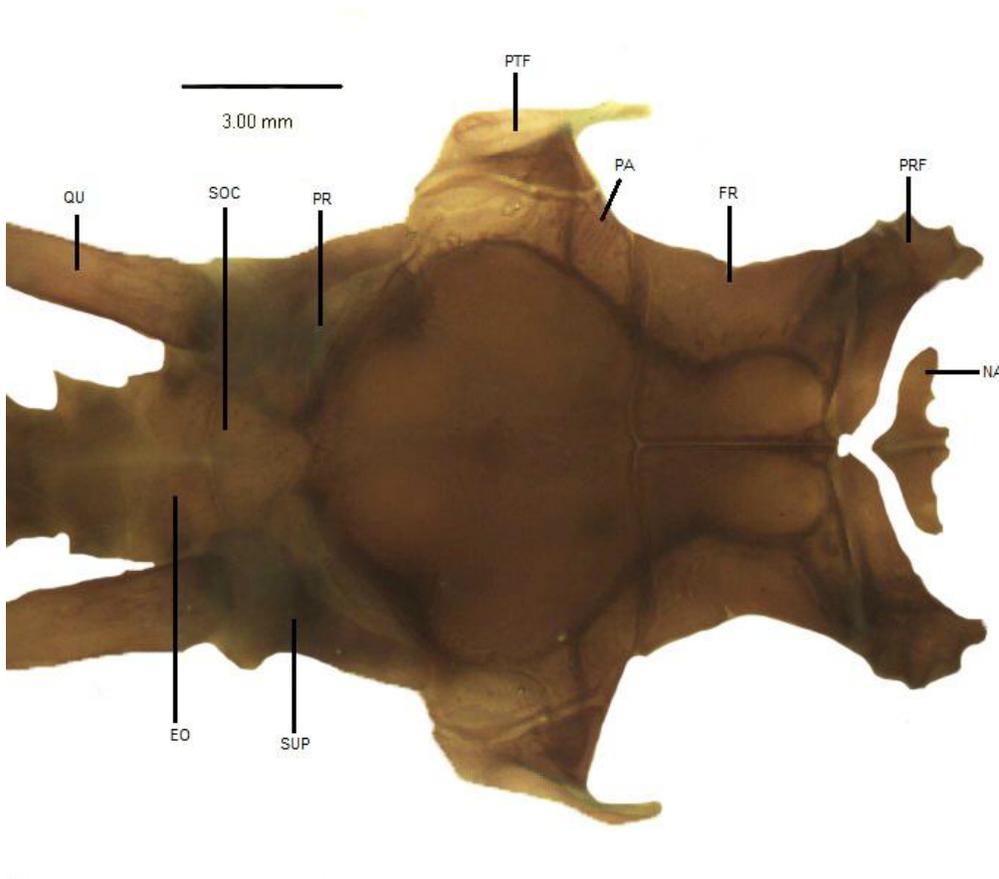


Figura 18. Vista dorsal del cráneo de *Bitis gabonica*. se observan, en dirección antero-caudal, los huesos: nasal (NA), prefrontal (PRF), frontal (FR), parietal (PA), postfrontal (PTF), supraoccipital (SOC), proótico (PR), supratemporal (SUP), exoccipital (EO).

Premaxilar: Es un hueso cuya superficie anterior presenta forma de “T” invertida en donde cada brazo es estrecho formando vértices agudos. Posterior a esta superficie se observa crestas de tamaño pequeño y curvadas, las cuales proyectan en dirección caudal constituyendo una cresta vertical la cual se inserta entre el septomaxilar. El premaxilar no se articula con el nasal (Figura 20).

Nasal: Es un hueso reducido, aplanado, alargado lateralmente formando brazos elípticos. Medialmente es ancho, presentando un espacio anterior además se puede observar una depresión sagital con forma de canal que la atraviesa dividiéndolo. A continuación el nasal se alarga formando proyecciones laterales las cuales descienden ventralmente formando paredes. El nasal se ubica entre el premaxilar y los prefrontales sin articularse con estas estructuras (Figura 18).

Frontal: Es un hueso bien desarrollado. Dorsalmente presenta forma cuadrangular, de bordes laterales cóncavos y ligeramente elevados formando parte de la órbita. Se observa

una sutura sagital. El frontal forma las paredes que descienden lateralmente formando una concavidad hasta la mitad de la órbita articulándose con el paraesfenoides. El frontal se ubica entre los prefrontales y el parietal (Figura 18).

Parietal: Es un hueso único, bien desarrollado, de forma irregular y ancho. En vista dorsal el borde anterior es una línea recta la cual forma una inclinación en sus bordes para posteriormente proseguir constituyendo el borde lateral, el cual toma forma curva articulándose al postfrontal; dorsolateralmente el parietal sobresale ligeramente de la bóveda craneana. En la porción medial del borde caudal se aprecia que posee una forma triangular. En vista lateral las paredes del parietal se extienden hasta conectarse con el basioccipital y el basiesfenoides. Conforman la mayor parte de la bóveda craneal (Figuras 18 y 19).

Supraoccipital: Es un hueso simple, de tamaño medio con forma rectangular. El borde anterior es cóncavo con una pequeña saliente triangular medial la cual se articula con el parietal. El borde caudal es convexo y se articula con el exoccipital (Figura 18).

Exoccipital: Este hueso forma las paredes caudolaterales de la bóveda craneal. Dorsalmente se observa un surco sagital que divide al exoccipital, conjuntamente presenta dos placas aplanadas de forma cuadrangular que forman el techo del *foramen magnum*. Lateralmente a estas placas, el exoccipital tiene forma cónica descendiendo lateralmente hasta unirse con el basioccipital y formando el *foramen magnum* ovalado. El exoccipital forma la mitad posterior de la *fenestra ovalis*. Asimismo se observa el foramen yugular en la porción anterior (Figura 18).

Supratemporal: Es un hueso alargado y plano. En su porción posterior presenta un ensanchamiento donde se articula el hueso cuadrado. Su parte anterior tiene forma de barra con ápice redondeado. El supratemporal se sobrepone al proótico y al exoccipital (Figuras 18 y 19).

VISTA LATERAL

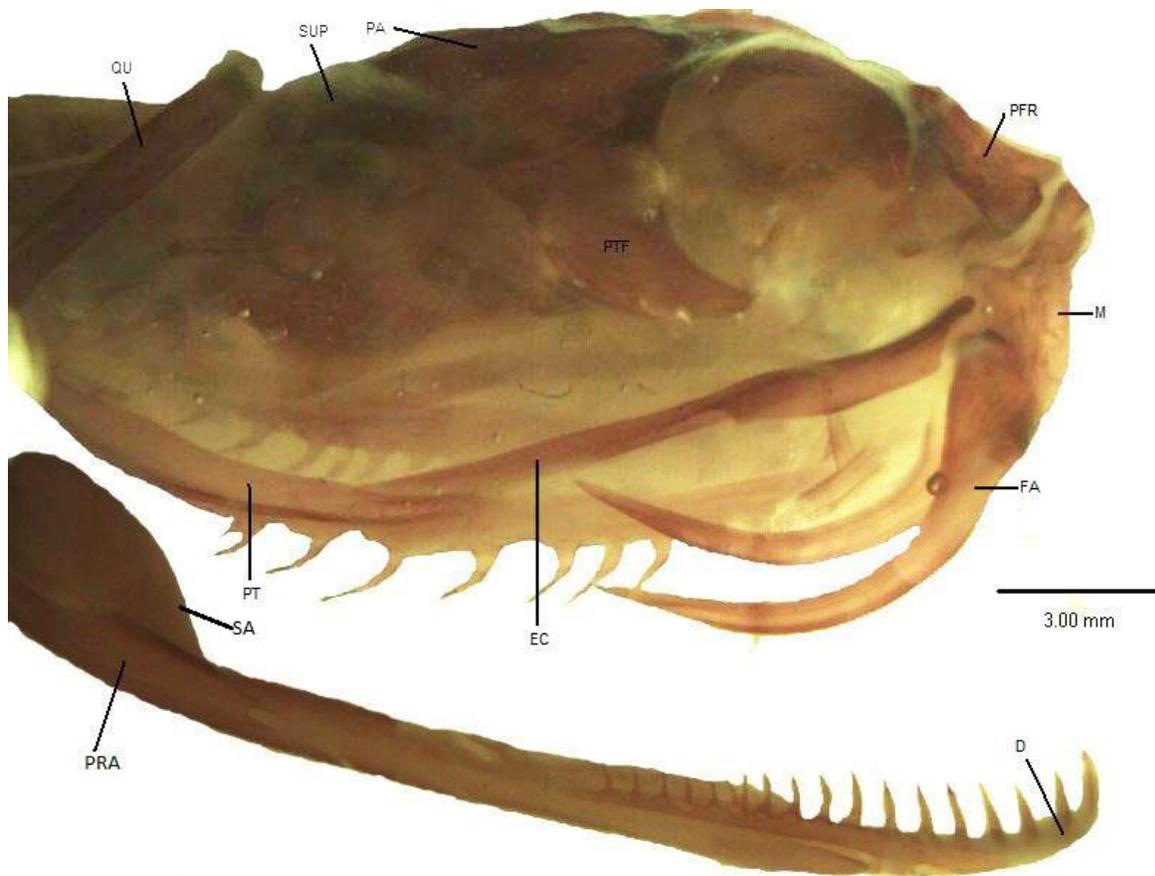


Figura 19. Vista lateral del cráneo de *Bitis gabonica*. Se presentan en dirección anterocaudal los siguientes huesos: prefrontal (PFR), parietal (PA), postfrontal (PTF), supratemporal (SUP) cuadrado (QU), maxilar (M), colmillo venenoso (FA), ectopterigoides (EC), pterigoides (PT), dentario (D) prearticular (PRA), surangular (SA).

Septomaxilar: Cada hueso es reducido y estrecho. Presenta bordes anteriores curvos, lateralmente sus bordes se angostan y se curvan en dos proyecciones agudas y alargadas. Se encuentran entre el nasal y los vómeres.

Maxilar: Es un hueso alargado y grueso. La parte superior del maxilar presenta una forma prismática en donde la cara posterior forma una concavidad para dar lugar a una proyección cónica que se articulan con el prefrontal, al mismo tiempo se puede observar una pequeña abertura circular en la parte anterosuperior de la maxila. La parte ventral del maxilar es una placa gruesa; vista anteriormente presenta una forma cuadrada curvada ligeramente en dirección lateral. En la cara posterior del maxilar se presenta una amplia fosa en donde se implanta un colmillo venenoso. El colmillo venenoso es una estructura cónica, aguda, alargada, curvada caudalmente y de gran tamaño extendiéndose más allá del margen posterior de la órbita (Figuras 19 y 20).

Prefrontales: Son huesos de forma irregular, grandes, ubicados entre el hueso frontal y el nasal. En vista dorsal presenta un borde anterior interno cóncavo a diferencia de los bordes anterolaterales los cuales muestran forma ondulada. El hueso se ensancha en

dirección distal al eje sagital además se aprecia un espacio entre los prefrontales. En vista lateral el prefrontal proyecta una estructura de forma rectangular con un canal lateral amplio. El prefrontal articula caudalmente con el frontal (Figuras 18 y 19).

Postfrontal: Es un hueso ancho, grande y aplanado articulando con el parietal. El borde anterior, el cual conforma la porción posterior de la órbita, es cóncavo. Este hueso está curvado anteriormente formando un vértice agudo en su porción distal. Este hueso sobresale lateralmente de la bóveda craneal (Figuras 18 y 19).

Proótico: Es un hueso de tamaño medio, de forma hexagonal alargada, constituyendo la pared lateral de la bóveda craneal. La porción posterior del hueso proótico forma la mitad de la *fenestra ovalis*. Ventrolateralmente en dirección anterior se observa dos forámenes; la apertura anterior es pequeña mientras que el foramen posterior es de gran tamaño, más del doble que la anterior. Además se puede apreciar un proceso en forma de placa en el borde anterior, el cual se encuentra sobrepuesto al hueso, cubriendo la mitad del foramen posterior y dejando descubierto el foramen anterior (Figura 18).

Cuadrado: El cuadrado es un hueso largo, recto y ligeramente aplanado. En la parte proximal se articula a la porción ancha del supratemporal. Distalmente presenta dos cóndilos siendo el anterior cuadrangular y el posterior forma un vértice ubicado un poco más arriba del cóndilo anterior. Entre estos cóndilos se encuentra una fosa. En la cara interna del cuadrado se observa una estructura medial pequeña con forma de escama (Figuras 18 y 19).

Mandíbula

Dentario: Es un hueso ancho, ligeramente curvo en su porción anterior, bifurcado en su extremo caudal formando la zona articular con el prearticular. Posee una fila de 20 dientes agudos y ligeramente curvos. Presenta 2 aberturas en la parte mediolateral del hueso siendo la abertura caudal de mayor tamaño que la anterior. En la cara interna se forma un pequeño canal angosto (Figura 19).

Esplénial: Es un hueso alargado, angosto y curvo. Presenta ápices agudos mientras en su porción caudal presenta una curvatura con la cual forma el borde anterior del foramen medial del mandibular. Se ubica en el hueso dentario.

Angular: Es un hueso alargado, ancho en su parte media y ligeramente curvo. Caudalmente presenta un ápice agudo mientras que anteriormente presenta una pequeña prolongación para posteriormente formar una curva y así constituir el borde caudal del foramen mandibular.

Prearticular: Es un hueso grueso, largo y curvo. En su porción anterior formando una punta ancha para articular con el dentario. Posee una pequeña abertura elíptica en su porción mediolateral (Figura 19).

Surangular: Es un hueso en forma de cresta semicircular de tamaño medio y alta. Corre desde la zona de articulación con el cuadrado hasta cerca del foramen del prearticular. Lateralmente el surangular presenta un canal elíptico que corre a través del prearticular (Figura 19).

Articular: Forma la zona de articulación con el cuadrado la cual se encuentra inclinada. Su porción caudal se aplanadora dorsoventral tomando forma cuadrangular, además de curvarse en dirección ventral. Se inclina ligeramente en dirección al eje sagital del cráneo.

VISTA VENTRAL

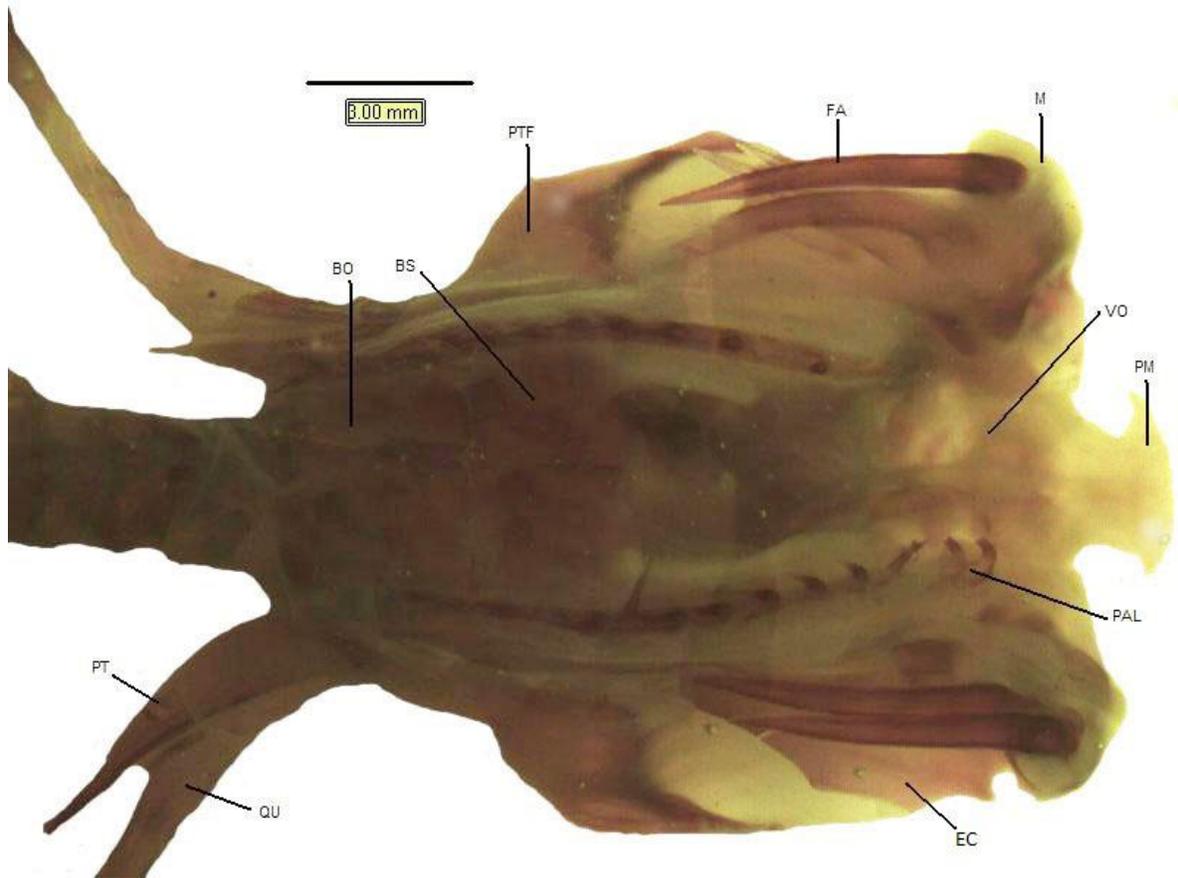


Figura 20. Vista ventral del cráneo de *Bitis gabonica*. Se muestra en dirección anterocaudal los siguientes huesos: premaxilar (PM), vómer (VO), palatino (PAL), maxila (M), colmillo de veneno (FA), ectopterigoides (EC), basiesfenoides (BS) postfrontal (PTF), basioccipital (BO), pterigoides (PT), cuadrado (QU).

Vómer: Son estructuras edentadas, ventrales a la bóveda craneal, con forma semicircular en la cual se forman una abertura circular de gran tamaño en la parte interna de los vómeres. Además presenta dos proyecciones correspondientes, las cuales se extienden en dirección caudal, aplanadas lateralmente, anchas y convexas en su borde ventral. Anteriormente los vómeres se presentan pequeñas proyecciones las cuales están en contacto con el premaxilar, asimismo dorsalmente se observan paredes que corren desde las proyecciones hacia los vómeres a través de sus bordes (Figura 20).

Palatino: Es un hueso pequeño, simple y aplanado lateralmente. En vista lateral presenta una forma elíptica curvada en su porción caudal formando una extensión rectangular en dirección ventral uniéndose en su parte posterior el pterigoides. Posee 2 dientes (Figura 20).

Basiesfenoides: Es un hueso grande, ancho, de forma cuadrangular en la base para después estrecharse progresivamente hasta el paraesfenoides. En vista ventrolateral se observa un proceso vertical que atraviesa sagitalmente al basiesfenoides hasta la porción caudal del paraesfenoides, este proceso disminuye su tamaño en dirección anterior. El proceso es la continuación del proceso vertical del basioccipital. Los bordes laterales presentan una placa estrecha que se extiende hasta el proótico. El paraesfenoides se extiende anteriormente presentando una forma triangular además de observarse una sutura a cada lado de la base. En la parte anterior del paraesfenoides lateralmente se proyectan dos procesos largos dirigido ventrolateralmente, con forma de barra donde el borde distal es redondeado (Figura 20).

Ectopterigoides: Es un hueso alargado, aplanado articulando anteriormente con la porción superior del maxilar y caudalmente con el pterigoides. La porción anterior del ectopterigoides es ancha, curvada ligeramente en dirección ventral. El borde anterolateral externo presenta forma dentada. A partir de la porción medial el hueso se angosta formando una barra que en su porción posterior se sobrepone al pterigoides. El ectopterigoides forma parte de la órbita (Figuras 19 y 20).

Pterigoides: Es un hueso aplanado lateralmente, largo, curvado y dorsoventral estrecho. El hueso corre verticalmente comenzando a curvarse en su porción posterior en dirección lateral terminando en una punta aguda. Dorsalmente la parte posterior del pterigoides forma un canal medial que corre hasta el extremo terminal. El ectopterigoides articula con el pterigoides en la porción anterior del canal. El pterigoides posee 12 dientes curvos en dirección caudal (Figuras 19 y 20).

Basioccipital: Es un hueso de tamaño medio, con forma de corazón. En la parte medial del hueso se observa un proceso triangular que sobresale dirigido en dirección caudal el cual se extiende sagitalmente desde el borde anterior hasta la porción central del hueso. En vista ventrolateral este proceso forma una elevación del hueso en su porción anterior para posteriormente formar una inclinación hacia el borde caudal. El basioccipital forma el piso posterior de la bóveda craneal y el borde ventral del *foramen magnum* (Figura 20).

Columna vertebral

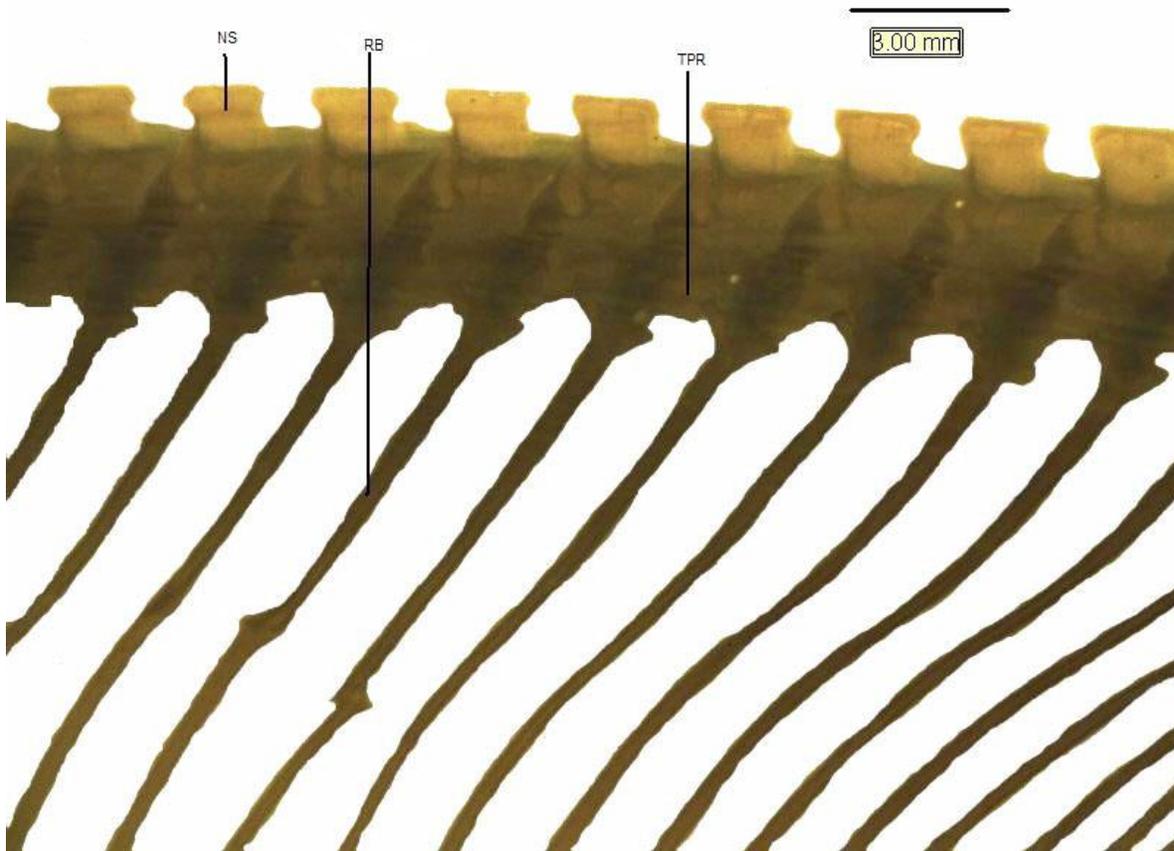


Figura 21. Vertebrae torácicas de *Bitis gabonica* en donde se observa la espina neural (NS), las costillas (RB) y una porción del proceso transversal (TPR).

La especie *Bitis gabonica* presenta un total de 166 vertebras de las cuales 134 corresponden a vertebras torácicas mientras 32 vertebras corresponden a vertebras caudales. Las vertebras son de tipo procélicas.

El atlas es un anillo simple, ancho en su parte dorsal el cual se estrecha en dirección ventral. No se observa espina neural pero se aprecia una separación sagital dorsal de la vertebra. En vista ventral exhibe dos pequeños proceso transversales además de una estructura elíptica con una hipapófisis pequeña. La estructura no está fusionada a la vertebra.

El axis presenta un arco y espina neural; vista lateralmente presenta forma triangular, de tamaño pequeño. Presenta pequeños procesos transversales similares a los del atlas. Ventralmente se aprecia dos hipapófisis siendo la anterior con forma esférica mientras que la posterior vista lateralmente presenta una forma triangular dirigida caudalmente.

Las vertebras 2 y 3 presentan arcos y espina neural pero las vertebras posteriores solo presenta espina neural además en vista lateral las primeras espinas neurales presentan forma triangular cambiando a una forma rectangular a partir de la sexta vertebra. Las vertebras torácicas exhiben un amplio proceso transversal el cual se articulan las costillas

libres con excepción de las primeras 3 vertebras torácicas las cuales no presentan costillas (Figura 21). Ventralmente se puede apreciar unas grandes, anchas y recurvadas hipapófisis. El mayor tamaño se presenta entre las primeras vertebras torácicas para subsiguientemente reducir su tamaño paulatinamente hasta presentar un tamaño pequeño entre las últimas vertebras torácicas



Figura 22. Vertebras caudales de *Bitis gabonica* en donde se observan la espina neural (NS), linfapófisis (LP) y las costillas fijas (FRB).

Con relación a las vertebras caudales, estas presentan espina neural pequeña, cuadrada y ubicada en la parte posterior de la vertebra. Presentan costillas fijas las cuales están fusionadas a la vertebra además de exhibir ápices sumamente agudos. Se puede distinguir una región de 6 vertebras en donde las costillas se bifurcan en un proceso lateral-horizontal ancho llamado linfapófisis (Figura 22). Ventralmente se observan dos filas paralelas que conforman las hemapófisis las cuales son curvan caudalmente.

Las costillas son largas y curvadas. En su porción proximal la costilla presenta dos protuberancias, una forma un ángulo agudo mientras que la otra tiene forma cilíndrica. Entre estas dos protuberancias se encuentra una fosa donde la costilla se une al proceso transversal (Figura 21).

7.1.3 *Bothrops asper*

Cráneo

VISTA DORSAL

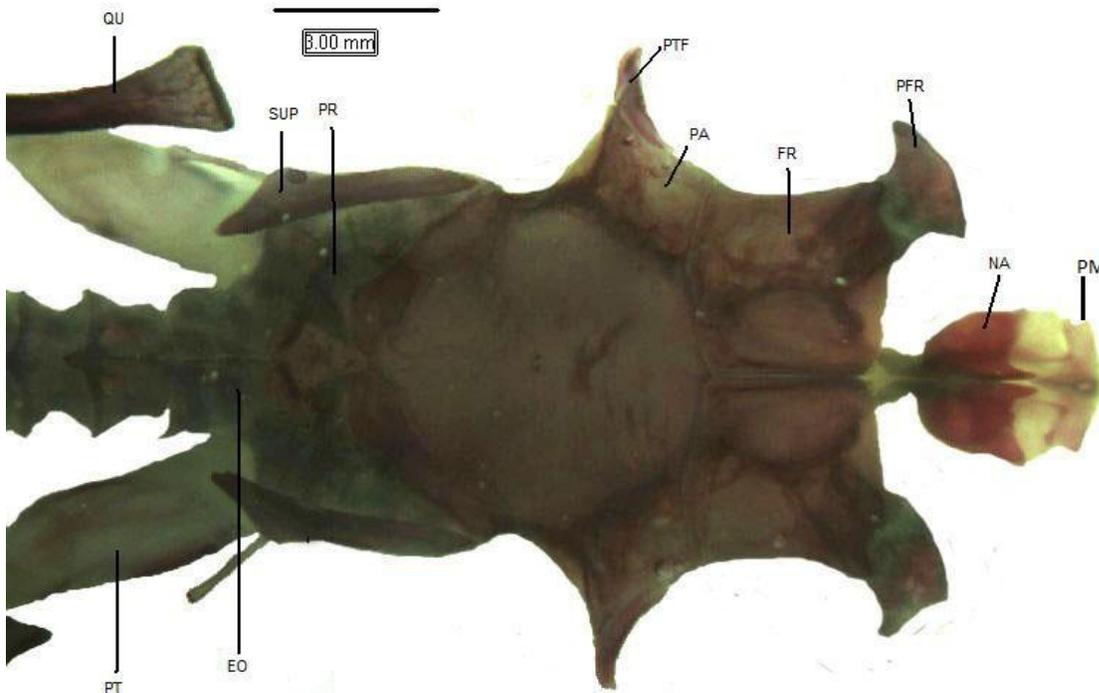


Figura 23. Vista dorsal del cráneo de *Bothrops aspe*. Se aprecia en dirección anterodorsal los siguientes huesos: premaxilar (PM), nasal (NA), frontal (FR), prefrontal (PFR), parietal (PA), postfrontal (PTF), proótico (PR), supratemporal (SUP) exoccipital (EO), pterigoides (PT), cuadrado (QU).

Premaxilar: Es un hueso simple y pequeño. En vista anterior su superficie presenta forma de "T" invertida en donde los brazos laterales se doblan ligeramente en su porción media. En la porción posterior de la superficie, se proyectan crestas en dirección caudal, las cuales son de forma rectangular. El premaxilar se ubica en la separación existente entre la septomaxilar y los vómeres. El premaxilar no articula con el hueso nasal (Figuras 23 y 25).

Nasal: En vista dorsal, el nasal es un hueso semicircular de tamaño mediano. La porción anterior del nasal presenta dos curvaturas formando una proyección aguda en porción medial, la cual posee un espacio que se expande sagitalmente por todo el nasal formando un canal separando al nasal en dos partes. Este canal forma una depresión dando al nasal una curvatura. De esta curvatura descienden medialmente paredes ventrales las cuales se proyectan en dirección caudal. Dorsalmente no se articulan con el frontal (Figura 23).

Frontal: Son huesos grandes y bien desarrollados. En vista dorsal presenta forma cuadrada, con bordes laterales levemente curvados. En los bordes anteriores se observa una concavidad en la cual articula el prefrontal. El borde caudal es convexo y se articula con el parietal. Presenta una sutura sagital y un espacio en la parte anterior de la sutura. Lateralmente se observa paredes que descienden hasta el paraesfenoides. Las paredes no descienden más allá de la mitad de la órbita (Figuras 23 y 24).

Parietal: Es un hueso impar, bien desarrollado, de forma irregular y ancho. En vista dorsolateral, el parietal presenta una proyección triangular de lados curvos, en donde se insertan los postfrontales, además desciende una pequeña pared lateral de la proyección. Caudalmente el parietal forma un semicírculo el cual articula con el proótico y el exoccipital además de presentar un espacio en la porción mediocaudal del parietal. Lateralmente el parietal desciende en paredes hasta el basiesfenoides y el basioccipital (Figuras 23 y 24).

Supraoccipital: No se observa en el espécimen

Exoccipital: Es un hueso grande y forma la parte caudal de la bóveda craneal. Dorsalmente se observa que el borde anterior forma una curva que se articula con los proóticos; en la parte medial de este borde anterior se aprecia una proyección triangular el cual se ubica en el espacio del parietal. En la porción posterior del exoccipital se presenta dos placas rectangulares las cuales son separadas por un surco sagital el cual se extiende hasta la porción central del hueso. Lateralmente el exoccipital forma una gran porción de la *fenestra ovalis* la cual se encuentra inclinada en un ángulo agudo además de formar una pequeña concavidad e inmediatamente después se presenta el foramen yugular. El hueso forma el borde superior y lateral del *foramen magnum* (Figura 23).

Supratemporal: Es un hueso alargado y aplanado. La parte caudal del supratemporal presenta una forma triangular para subsiguientemente tomar forma de barra de extremo redondeado, se sobrepone al proótico (Figuras 23 y 24).

VISTA LATERAL

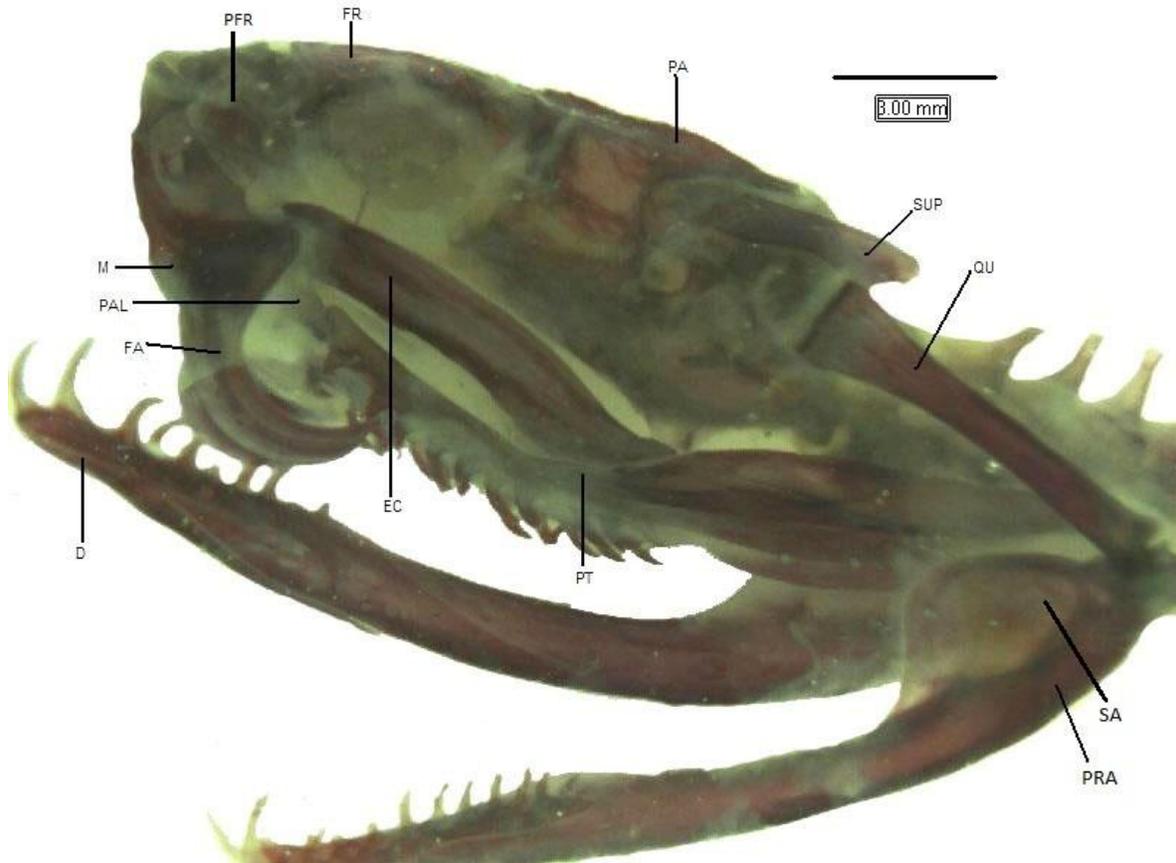


Figura 24. Vista lateral del cráneo de *Bothrops asper*. Se aprecia en dirección anterodorsal los siguientes huesos: frontal (FR), parietal (PA), supratemporal (SUP), maxilar (M), colmillo venenoso (FA), ectopterigoides (EC), palatino (PAL), pterigoides (PT), cuadrado (QU), dentario (D), prearticular (PRA), surangular (SA).

Septomaxilar: son huesos aplanados, anchos formando una placa ventral a los nasales. Los bordes anteriores del hueso son ligeramente curvados, articulando con el premaxilar. Lateralmente el septomaxilar se curva dorsalmente formando estructuras triangulares de ápice agudo.

Maxilar: Es un hueso grande, el cual desciende una pared rectangular para después curvarse lateralmente en paredes rectangulares. Internamente el maxilar forma paredes anchas y grandes en la cual se puede apreciar una pequeña abertura circular en la porción superior. Estas paredes le proporcionan al maxilar un gran espacio cóncavo. Ventralmente posee dos amplios alveolos en donde se implantan los colmillos venenosos. El colmillo es una estructura cónica, muy curvada y tan largo como la órbita (Figuras 24 y 25).

Prefrontal: Es un hueso irregular y grande. En vista dorsal el borde lateral forma un ápice para curvarse en su porción posterior y así articularse con el frontal. Posteriormente el prefrontal se curva dirección ventral formando una pared lateral en la parte interna del

cráneo. La pared es de forma cuadrangular presentando un canal lateral que corre a lo largo del hueso (Figuras 23 y 24).

Postfrontal: Es un hueso pequeño, aplanado, alargado, estrecho y curvo. Articula con la proyección lateral del parietal sobresaliendo del cráneo horizontalmente (Figura 23).

Proótico: Es una estructura grande, alargada, de forma poligonal, que constituye las paredes posteriores de la bóveda craneal. En vista dorsal se observa una estructura ancha de forma triangular la cual se articula con el parietal y el exoccipital. Lateralmente el proótico conforma una porción muy reducida de la parte anterior de la *fenestra ovalis*. Presenta un foramen anterior grande y alargado cerca de la articulación con el parietal, el cual, posteriormente, es seguido por una placa angosta y aplanada que separa al foramen posterior el cual es alargado pero estrecho. Ventralmente se articula con el basiesfenoides y el basioccipital (Figura 23).

Cuadrado: Presenta forma rectangular, largo y fuerte. Se articula con el supratemporal en su porción proximal. En su parte distal presenta un cóndilo el cual se articula con la mandíbula además de presentar lateralmente una pequeña estructura triangular. En la cara interna del cuadrado medialmente se aprecia una pequeña proyección cónica sobre la que descansa una estructura aplanada, alargada y estrecha ligeramente inclinada caudalmente (Figuras 23 y 24).

Mandíbula

Dentario: Es un hueso mediano, curvo y bifurcado en su porción caudal. Presenta una hilera de 9 a 10 dientes grandes y curvos. Exhibe una abertura circular lateral cerca a la porción ventral del hueso. En la cara interna del dentario se observan dos canales separados por una pared angosta (Figuras 24 y 25).

Esplénial: Es un hueso pequeño, alargado, con forma de gota además de angosta. Anteriormente es agudo conjuntamente en su porción caudal presenta una abertura elíptica pequeña. El esplénial se ubica en la parte caudal del canal ventral del dentario.

Angular: Es un hueso largo, ventral al prearticular. En su porción anterior es tan ancho como el dentario presentando un borde curvo el cual articula con el esplénial para después estrecharse formando una punta.

Prearticular: Es alargado, ancho y curvo. En su porción anterior se angosta formando una punta en dirección dorsal para articular con el dentario. Presenta un pequeño canal lateral que se proyecta a una abertura elíptica de tamaño pequeño (Figuras 24 y 25).

Surangular: Es una estructura con forma de cresta semicircular, grande y cóncava. Corre de la zona medial de articulación con el cuadrado hasta la porción medial del prearticular. Lateral a la cresta se presenta una abertura grande y elíptica para formar un canal interno que corre dentro del hueso (Figuras 24 y 25).

Articular: Forma la zona de articulación con el cuadrado. Esta zona presenta una inclinación además de curvarse en su porción ventral. Caudalmente, el articular se aplan

dorsoventralmente tomando forma elíptica asimismo se inclina ligeramente en dirección del eje sagital del cráneo.

VISTA VENTRAL



Figura 25. Vista ventral del cráneo de *Bothrops asper*. Se aprecia en dirección anterocaudal las siguientes estructuras: premaxilar (PM), vómer (VO), palatino (PAL), maxilar (M), colmillo de veneno (FA), basiesfenoides (BS), pterigoides (PT), postfrontal (PTF), basioccipital (BO), dentario (D), prearticular (PRA).

Vómer: Es una estructura ventral a la bóveda craneal, de forma circular, su borde interno presenta dos ondulaciones unidas dejando una abertura elongada entre los vómeres. Presenta dos proyecciones posteriores las cuales forman paredes aplanadas que se extienden dorsalmente. Los vómeres son independientes (Figura 25).

Palatino: Es un hueso reducido, ligeramente aplanado lateralmente, de forma triangular, poco curvado en dirección anterior. Se articula posteriormente con el pterigoides. Presenta 4 dientes curvados (Figura 25).

Basiesfenoides: Es una estructura de gran tamaño y ancha la cual se extiende del basioccipital hasta la porción caudal de los vómeres. En vista ventral la base del basiesfenoides presenta forma poligonal, se puede observar una sutura sagital que se extiende desde el borde posterior como continuación de la proyección del basioccipital hasta el extremo del paraesfenoides. Se puede apreciar dos forámenes pequeños uno a cada lado del borde lateral. El paraesfenoides es ancho y de forma triangular. Se observa

una sutura a cada lado de la base del paraesfenoides. El frontal descansa sobre su porción anterior (Figura 25).

Pterigoides: Es alargado, estrecho dorsoventralmente, aplanado lateralmente y curvo. El hueso corre verticalmente a lo largo del cráneo curvándose lateralmente cerca de su porción occipital tomando forma de hoja. Cerca de la curvatura se forma un canal que corre hasta la porción medial de la parte posterior. El ectopterigoides articula cerca del inicio del canal en una pequeña proyección. Posee 12 dientes ganchudos (Figuras 24 y 25).

Ectopterigoides: Es un hueso largo, ancho y aplanado. El borde anterior del hueso presenta 2 curvas en cada extremo formando un borde cóncavo los cuales se unen a la porción posterior al maxilar. Posteriormente el hueso se articula con el pterigoides mediante dos curvas siendo la anterior ancha mientras que la posterior se alargada uniéndose a una pequeña protuberancia del pterigoides. El ectopterigoides se curva ligeramente al articularse (Figura 24).

Basioccipital: Es un hueso de tamaño medio y de forma de corazón. Ventrolateralmente se observa una pequeña proyección triangular la cual se extiende desde el borde anterior hasta la parte central del hueso conjuntamente proyecta una sutura sagital que se extiende en dirección caudal. Este proceso forma una elevación del hueso en su porción anterior para posteriormente formar una inclinación hacia el borde posterior. El basioccipital forma el piso de la bóveda craneal (Figura 25)

Columna vertebral

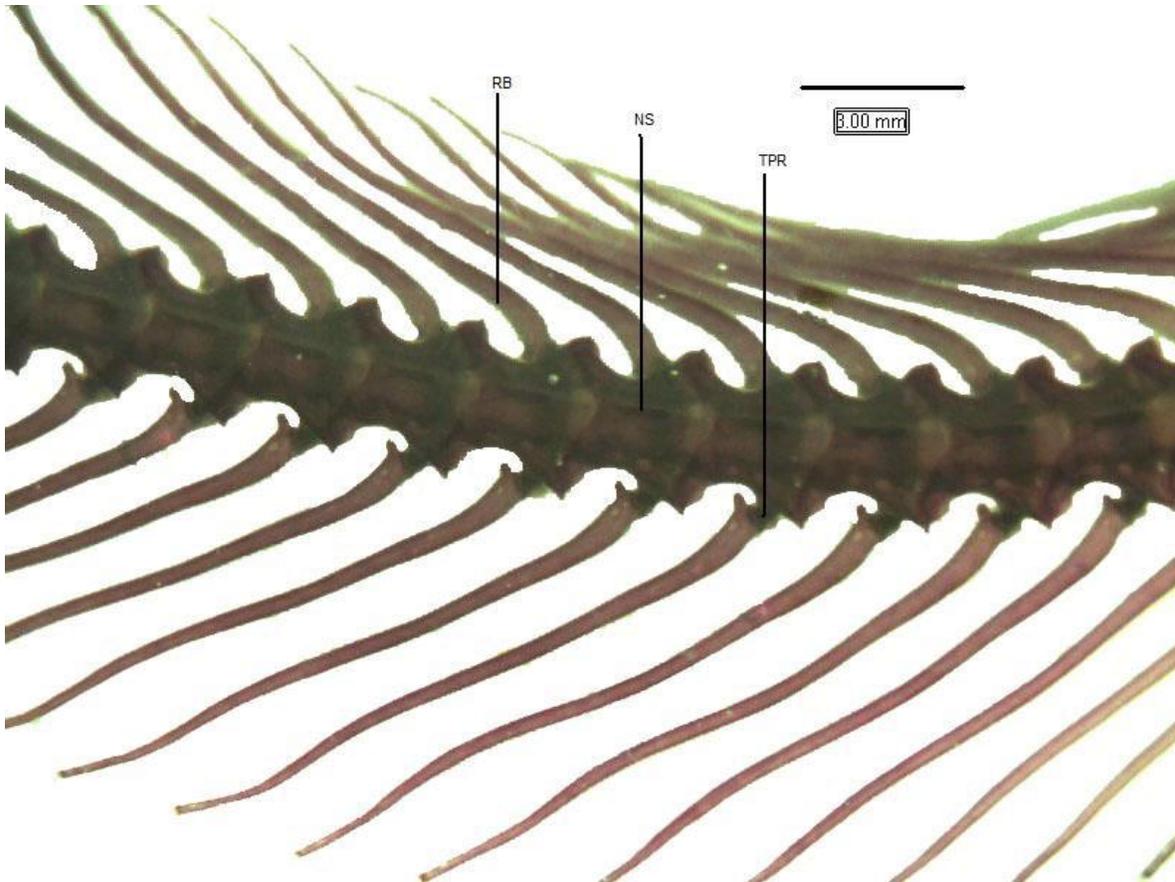


Figura 26. Vertebrae torácicas de *Bothrops asper* en donde se aprecia la espina neural (NS), las costillas (RB) y una porción del proceso transversal (TPR).

Bothrops asper presenta un total de 163 vertebras de las cuales 128 corresponden a vertebras torácicas y 35 a vertebras caudales, todas de tipo procélicas.

El atlas es un anillo simple, ancho en su porción dorsal y angosto en la ventral. No presenta espina neural pero si una separación sagital dorsal de la vertebra. En vista ventral se puede apreciar dos procesos transversales pequeños, delgados y ganchudos. Además posee una pequeña hipapófisis triangular.

El axis presenta una espina neural la cual, en vista lateral presenta forma rectangular teniendo una proyección caudal angosta y aguda. Presenta procesos transversales curvados caudalmente y estrechos. Ventralmente presenta la hipapofisis anterior de forma esférica en su base, presentan comúnmente una prolongación triangular aplanada y angosta, mientras la hipapofisis posterior presenta forma triangular caudalmente curva.

Las vertebras torácicas poseen espinas neurales de forma rectangular aplanadas lateramente. Presenta procesos transversales anchos con un cóndilo en donde se articula la costilla, la porción anteroventral de la vertebra presenta dos proyecciones triangulares una a cada lado del eje de las hipapófisis conocidas como las parapófisis (Figura 26). Ventralmente, las hipapófisis son de forma cónica dirigidas caudalmente. Anteriormente

las hipapófisis son casi verticales, incrementando su inclinación conforme en dirección caudal hasta fusionarse casi completamente a la vertebra. Las vertebrae poseen costillas libres con excepción de las primeras 3 vertebrae torácicas.

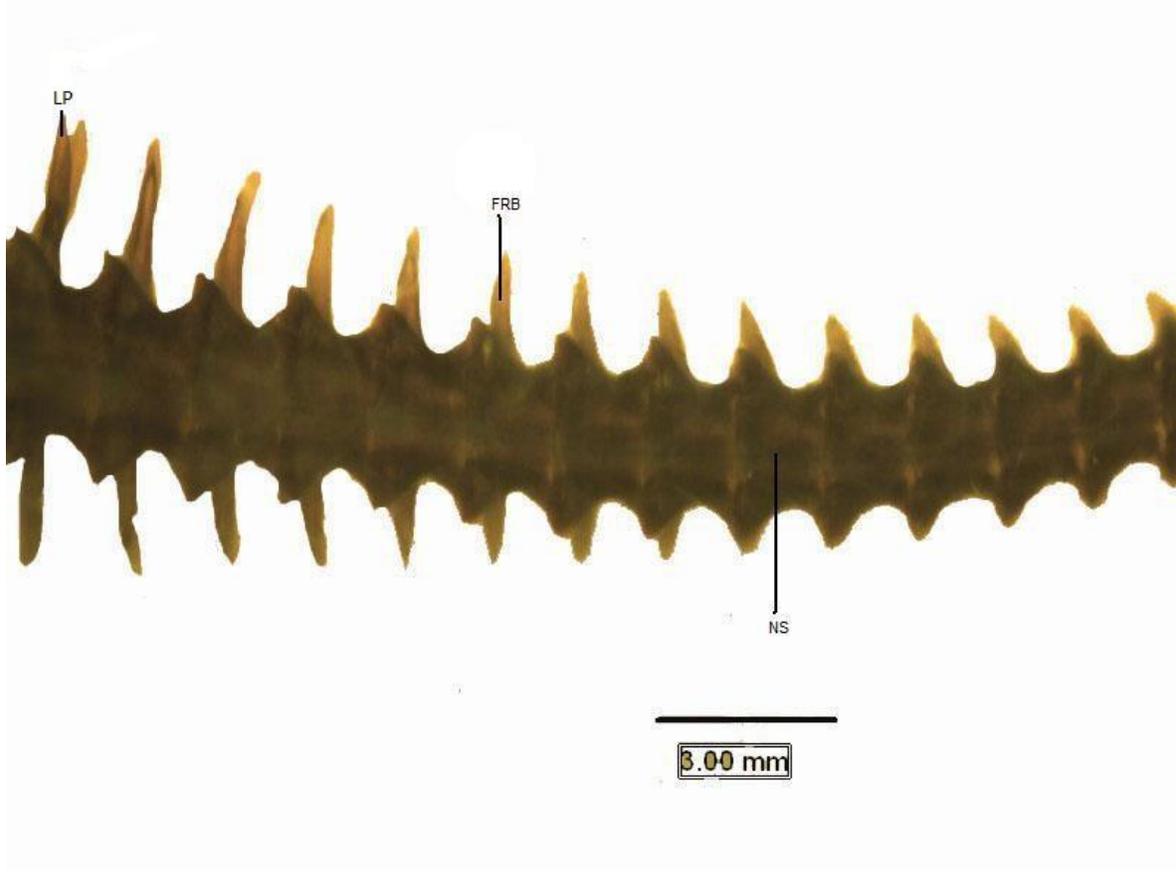


Figura 27. Vertebrae caudales de *Bothrops asper* en donde se exhibe la linfapofisis (LP), la espina neural (NS) y las costillas fijas (FRB).

Con respecto a las vertebrae caudales presentan espinas neurales rectangulares, muy pequeñas casi fusionadas a la vertebra. Exhiben costillas, las cuales están fusionadas al cuerpo vertebral además se puede identificar una región correspondiente a las primeras 4 vertebrae caudales en donde las costillas se bifurcan en procesos horizontales y curvos formando la linfapofisis (Figura 27). Ventralmente se observan dos filas paralelas correspondiente a las hemapofisis las cuales son recurvadas y de forma romboidal.

Las costillas son largas, curvadas en diferentes partes de la misma. La porción proximal de la costilla se observan dos protuberancias siendo la anterior de forma prismática y la posterior cilíndrica. Entre estas protuberancias se encuentra una fosa donde la costilla se une al proceso transversal (Figura 26).

7.1.4 *Crotalus polystictus*

Cráneo

VISTA DORSAL

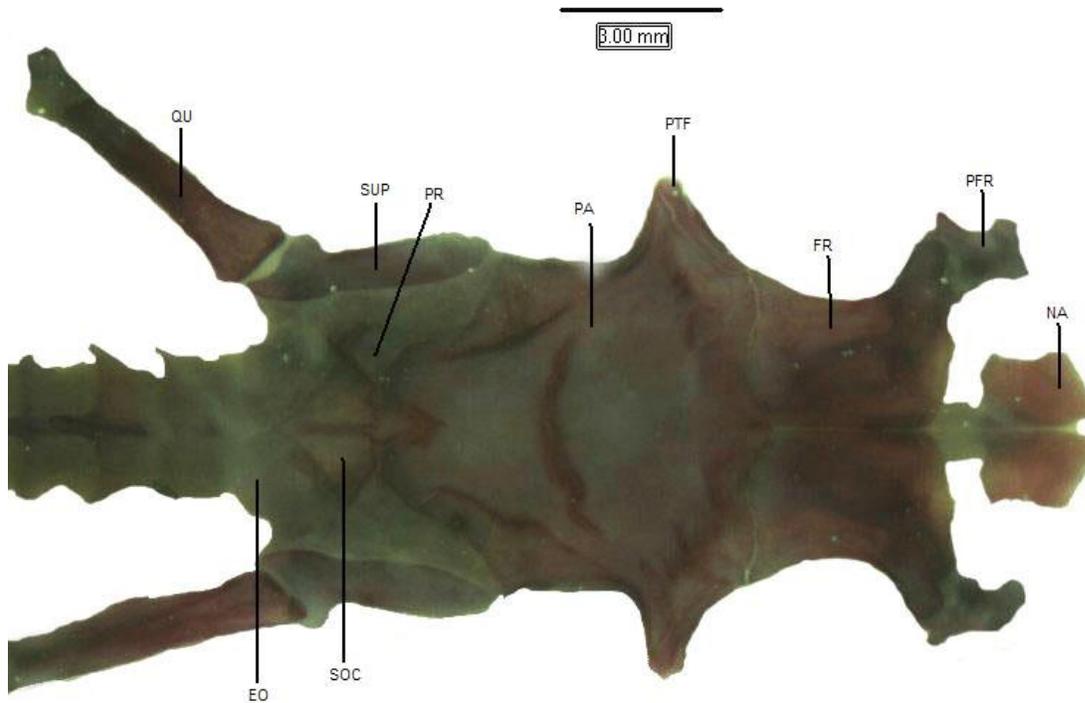


Figura 28. Vista dorsal del cráneo de *Crotalus polystictus*. se aprecia, en dirección anterocaudal, los huesos: nasal (NA), frontal (FR), prefrontal (PFR), parietal (PA), postfrontal (PTF), supraoccipital (SOC), próptico (PR), supratemporal (SUP), exoccipital (EO), cuadrado (QU).

Premaxilar: Es pequeño y simple. La superficie anterior del premaxilar presenta una forma de "T" invertida en donde los brazos laterales son angostos mientras el brazo vertical se curva en dirección caudal. Posterior a esta superficie anterior se observa crestas pequeñas de forma triangular siendo la vertical la que se inserta entre la septomaxilar y los vómeres separándolos. La premaxilar no se articula con el nasal (Figura 30).

Nasal: Dorsalmente el nasal es un hueso rectangular de tamaño mediano, cuyo borde anterior tiene un amplio espacio medial seguido caudalmente por un surco sagital que divide al hueso nasal. El hueso se curva ligeramente en su porción sagital para formar pequeñas paredes internas. El nasal es un hueso aplanado y no articula con el frontal (Figura 28).

Frontal: Son huesos grandes, bien desarrollados. Dorsalmente presentan forma rectangular con los bordes laterales cóncavos levantados ligeramente formando una pequeña depresión medial en cada hueso frontal. Anteriormente los vértices laterales

presentan una curva en la cual articula el prefrontal. El borde posterior es ondulado y se articula con el parietal. Presenta una sutura medial la cual presenta una ligera elevación. Lateralmente se observa que del frontal desciende pequeñas paredes que descansan sobre el paraesfenoides. Forma la porción dorsal de la órbita (Figuras 28 y 29).

Parietal: Es un hueso grande, único y bien desarrollado. En vista dorsal, el parietal presenta dos proyecciones laterales triangulares de tamaño pequeño y horizontal. Estas proyecciones se curvan ventralmente en su porción posterior para formar una pequeña pared ventral. Estas estructuras proyectan dorsalmente dos suturas paralelas al eje sagital del cráneo formando una depresión somera sobre estas, extendiéndose hasta casi tocar el borde posterior del hueso. Conjuntamente presenta una sutura curva transversal. El borde posterior del parietal presenta forma semicircular en el cual medialmente se exhibe un espacio. Lateralmente, el parietal forma paredes curvas hasta el basiesfenoides (Figuras 28 y 29).

Supraoccipital: Es un hueso de tamaño medio con forma de abanico en donde el vértice articula con el hueso exoccipital, mientras que el borde curvo articula con el hueso parietal. El borde anterior del hueso en su porción medial presenta un espacio el cual proyecta sagitalmente una sutura recorriendo el hueso sin llegar al vértice caudal (Figura 28).

Exoccipital: Dorsalmente se observan dos placas triangulares redondeadas separadas entre sí por el vértice del supraoccipital para formar lateralmente paredes angostas, las cuales presentan pequeñas crestas verticales proyectadas caudalmente. Lateralmente se observa que forma la mitad posterior de la *fenestra ovalis* la cual constituye una pequeña concavidad en la que se puede observar inmediatamente lateral de la *fenestra ovalis* al foramen yugal. Este hueso forma el borde superior y lateral del *foramen magnum* (Figura 28).

Supratemporal: Es un hueso alargado, aplanado, curvo y ancho. La porción posterior del hueso presenta dos proyecciones; una dirigida ventralmente mientras que la otra se encuentra en dirección caudal. La parte anterior es una barra curva de ápice redondeado. Se sobrepone al prótico y al exoccipital (Figuras 28 y 29).

VISTA LATERAL

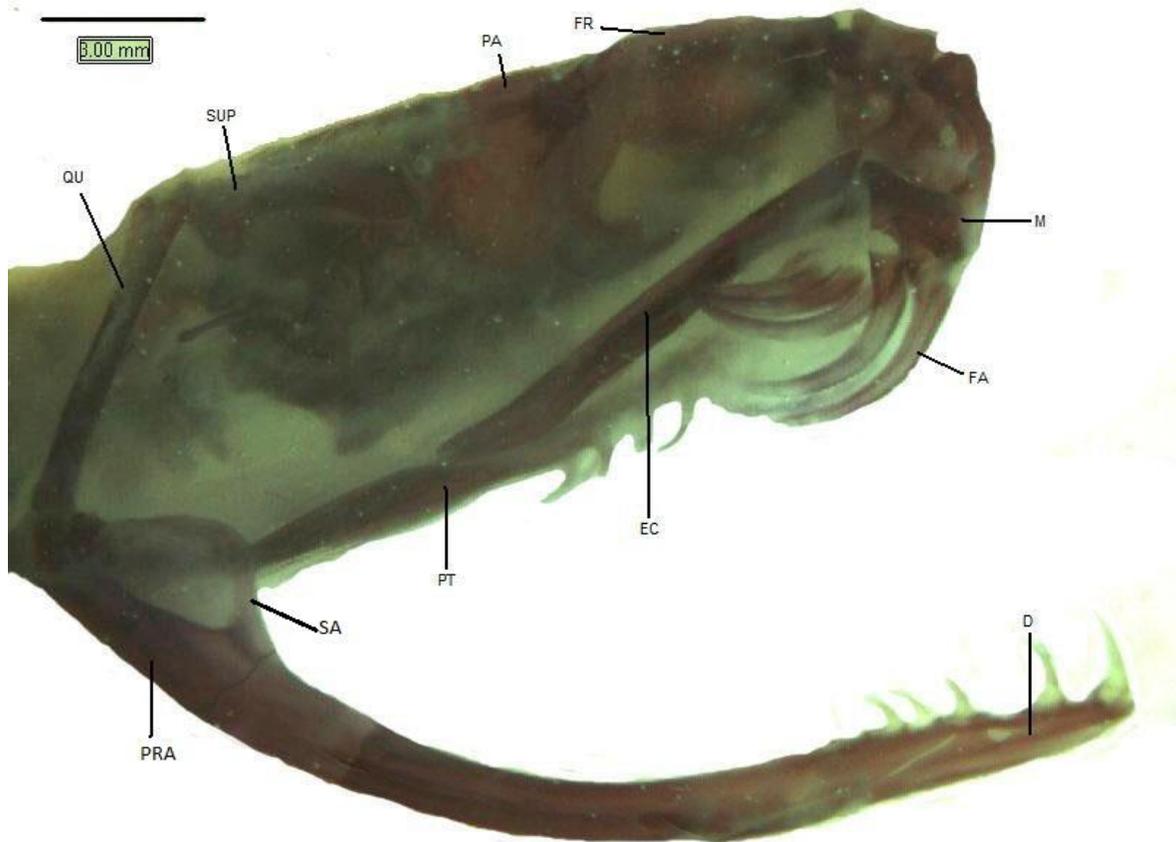


Figura 29. Vista lateral del cráneo de *Crotalus polystictus*. Se observa en dirección antero-caudal los huesos: frontal (FR), parietal (PA), supratemporal (SUP), cuadrado (QU), maxilar (M), colmillo venenoso (FA), ectopterigoides (EC), pterigoides (PT), dentario (D), prearticular (PRA), surangular (SA).

Septomaxilar: Es un hueso aplanado, pequeño formando una placa la cual está en contacto con los vómeres, conjuntamente posee dos proyecciones anteriores siendo una de ellas la más cercana al premaxilar, alargada y angosta mientras que la otra es pequeña. Lateralmente el septomaxilar forma dos estructuras una a cada lado de forma ganchuda, angosta y aguda, las cuales se dirigen dorsalmente.

Maxilar: Es un hueso grande, el cual se articula con el prefrontal a través de un espacio el cual desciende de forma cóncava, al mismo tiempo que constituye las paredes laterales siendo la pared interna de forma redondeada más grande que la pared externa la cual posee forma rectangular. Estas paredes le proporcionan al maxilar un espacio cóncavo de gran tamaño. En la pared interna, en su porción superior, se presenta una abertura circular pequeña. Ventralmente posee alveolos de gran tamaño donde se implantan los colmillos. El colmillo venenoso es una estructura cónica, aguda y curva. De tamaño similar al largo de la órbita (Figuras 29 y 30).

Prefrontales: Dorsalmente, los prefrontales presentan forma rectangular en donde los vértices caudales con aspecto lobular se articulan con el frontal además de articularse en su borde anterior con el maxilar. En vista lateral la cara interna del hueso proyecta una

placa rectangular, inclinada ventralmente por la cual atraviesa un pequeño canal lateral formado por una proyección alargada (Figura 28).

Postfrontal: Es un hueso pequeño, alargado, estrecho, ligeramente curvado y aplanado. Se articula con las proyecciones del parietal quedando en posición horizontal (Figuras 28 y 30).

Proóticos: Es un hueso grande, de forma poligonal irregular, alargado, formando las paredes posterolaterales del cráneo. Dorsalmente se articula con el parietal anteriormente y caudalmente con el supraoccipital y el exoccipital. En vista lateral se observan dos grandes forámenes separados por una placa triangular entre ellos, siendo el foramen posterior ligeramente más largo que el anterior, igualmente presenta en posición ventral al foramen anterior una pequeña abertura circular cerca de la articulación con el parietal además de terminar en una punta aguda en su porción ventral. La porción caudal del hueso conforma la mitad anterior de la *fenestra ovalis* (Figura 28).

Cuadrado: Es un hueso largo, delgado, de forma rectangular. En su porción proximal el cuadrado se une a la lobulación caudal del supratemporal. En su porción distal los vértices son redondeados y entre estos se encuentra una fosa con la que articula la mandíbula además gira 90° para articularse. En la cara interna del cuadrado medialmente se observa una pequeña proyección cónica (Figuras 28, 29 y 30).

Mandíbula

Dentario: Es un hueso alargado, en donde su porción anterior es aguda, bifurcándose en su porción caudal para la inserción del prearticular. Presenta una hilera de 8 dientes curvos y agudos. Exhibe un foramen elíptico en la parte dorsal cercana a los dientes. En la cara interna del hueso se observa dos canales paralelos separados por una pared (Figura 29).

Esplénial: Es un hueso pequeño, alargado y curvo. En su porción posterior presenta forma redondeada formando consecutivamente una curva en su parte dorsal. En su porción anterior forma una punta aguda. El hueso se ubica en la parte caudal del canal ventral del dentario.

Angular: Es una estructura alargada, estrecha y curva. Presenta vértices muy agudos tanto en su parte anterior como en su parte caudal. Anteriormente articula con el esplénial.

Prearticular: Es una estructura larga, curva y ancha. En su porción anterior se angosta formando una punta para la articulación con el dentario además en su parte mediocaudal se aprecia una pequeña abertura circular (Figura 29).

Surangular: Es una estructura con forma de cresta alta redondeada y ligeramente cóncava. Lateral a la cresta se presenta una abertura angosta, alargada y de forma elíptica que constituye un canal interno que corre dentro del mandibular (Figura 29)

Articular: Forma la zona de articulación con el cuadrado. La zona es ligeramente inclinada mientras que en su porción ventral es curva. En su porción caudal se aplana dorsoventral formando una pequeña elipse.

VISTA VENTRAL

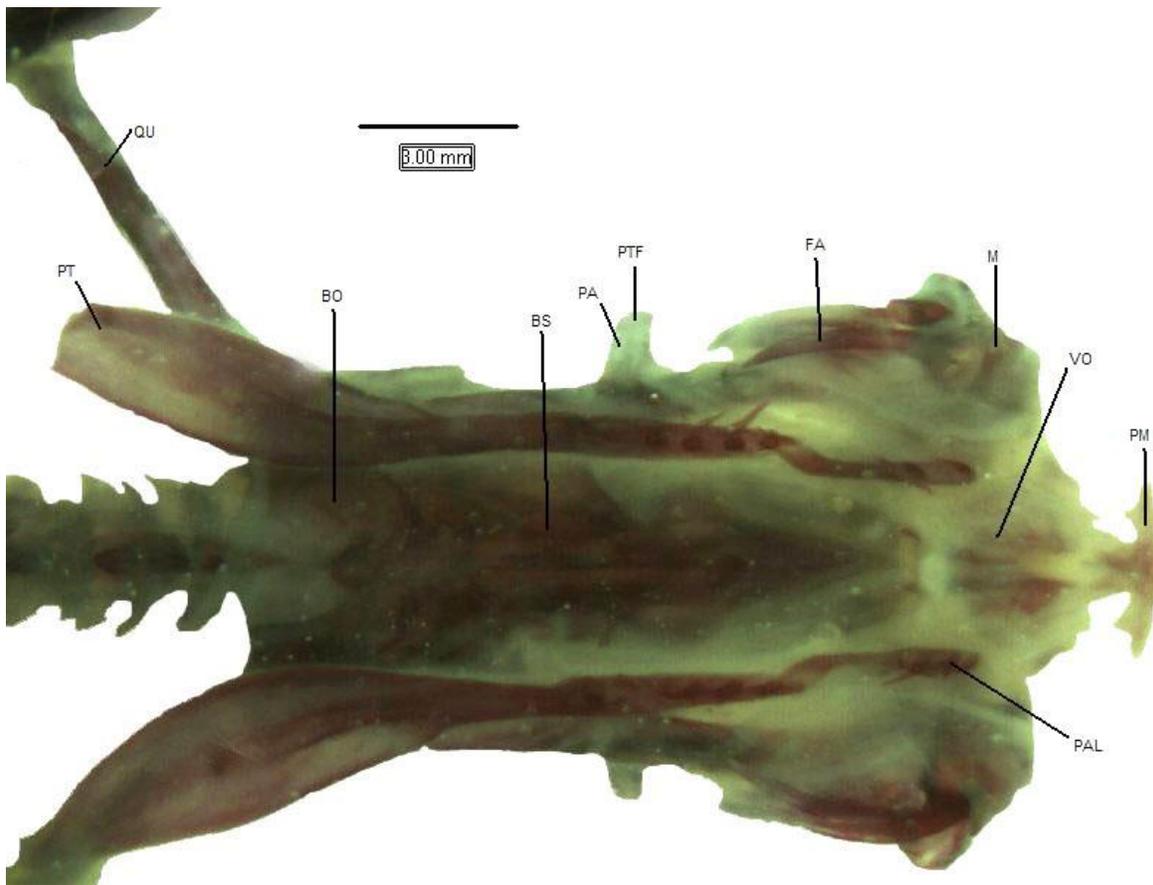


Figura 30. Vista ventral del cráneo de *Crotalus polystictus*. Se observa en dirección antero-caudal los huesos: premaxilar (PM), vómer (VO), maxilar (M), colmillo de veneno (FA), palatino (PAL), basiesfenoides (BS), pterigoides (PT), parietal (PA), postfrontal (PTF), basioccipital (BO), cuadrado (QU).

Vómeres: Se encuentran ventrales a la bóveda craneal los cuales presentan forma semicircular en donde sus bordes internos presentan una pared la cual forma una abertura alargada. Los vómeres proyectan dorsalmente dos paredes ubicadas entre los vómeres en todo su largo (Figura 30).

Palatino: Es un hueso alargado, estrecho dorsoventral, ligeramente curvo y vertical. Presenta una pequeña proyección dorsal triangular que se inclina ligeramente en dirección anterior. Posee 3 dientes curvos (Figura 30).

Basiesfenoides: Es un hueso grande y alargado. En vista ventral la base presenta forma elíptica y ancha. Presenta sagitalmente una cresta vertical, aplanada lateralmente que corre a todo lo largo del basiesfenoides hasta la porción medial del paraesfenoides. Paralelamente a la cresta se presentan dos aberturas ovaladas una a cada lado. En la porción caudal, la cresta se engrosa para unirse a la proyección cónica del basioccipital.

El paraesfenoides es de forma triangular, estrecho y alargado. Lateralmente presenta dos procesos, uno a cada lado del hueso, de forma alar que se extiende desde la base del paraesfenoides hasta su porción anterior. Presenta la porción más ancha del proceso en la región caudal estrechándose anteriormente (Figura 30).

Pterigoides: Es un hueso alargado, delgado y ligeramente curvo. El hueso corre verticalmente hasta la mitad para después aplanarse dorsoventral, ensanchándose y tomando forma de hoja terminando en una punta redondeada. Presenta un canal dorsal que corre desde la parte vertical del hueso hasta la mitad de la porción plana. Presenta 6 dientes curvos. Se articula con el palatino mediante su extremo anterior el cual presenta forma de "C" (Figuras 29 y 30).

Ectopterigoides: Es un hueso largo, ligeramente estrecho y aplanado dorsoventralmente. En su porción anterior, el hueso se une al maxilar mediante su borde anterior en cual presenta un extremo redondeado grande además de un ligero levantamiento para después curvar su vértice sobre el margen del maxilar. Anteriormente el ectopterigoides es amplio para después estrecharse en dirección caudal hasta formar un ángulo agudo el cual entra en contacto con el pterigoides. El ectopterigoides no se sobrepone al pterigoides (Figura 29).

Basioccipital: Es un hueso de mediano tamaño y de forma acorazonada. En vista ventral, en el borde anterior del hueso en la porción medial, se presenta una proyección de forma cónica inclinada en dirección caudal además de presentar una elevación del hueso en esta zona. En su borde caudal se presenta un levantamiento semicircular de tamaño pequeño. Se une con la proyección cónica anterior a través de la sutura sagital (Figura 30).

Columna vertebral

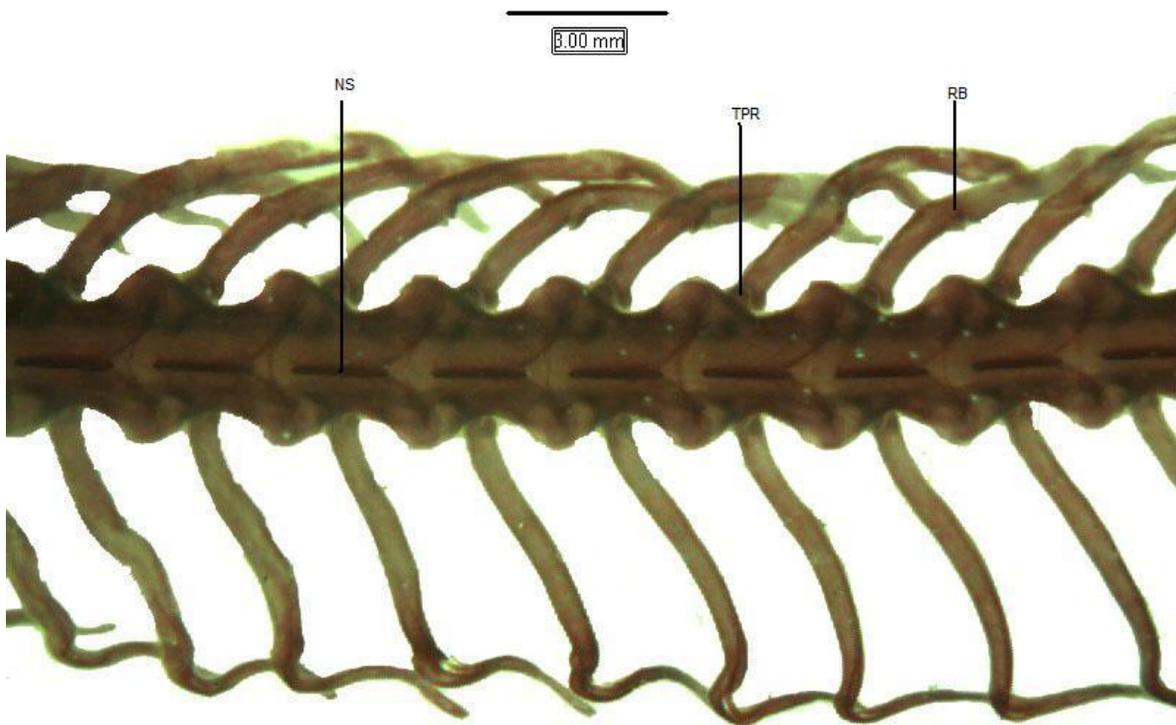


Figura 31. Vertebras torácicas de *Crotalus polystictus* en donde se aprecia la espina neural (NS), las costillas (RB) y una porción de los procesos transversales (TPR).

Crotalus polystictus presenta un total de 172 vertebras de las cuales 145 son vertebras torácicas y 27 caudales de tipo procélicas.

El atlas no presenta espina neural, simplemente presenta una sutura sagital dorsal. Se estrecha en dirección ventral. En vista ventral se observa unos pequeños procesos transversales agudos además de presentar una hipapófisis delgada y pequeña.

El axis presenta una espina neural grande y de forma triangular dirigida caudalmente. Ventralmente los procesos transversales son curvos, pequeños y delgados también presenta dos hipapófisis siendo la posterior más grande que la anterior. La hipapofisis anterior presenta forma sinusoidal mientras que la posterior presenta forma cilíndrica.

Las vertebras torácicas presentan espinas neurales de forma rectangular y aplanadas lateralmente. Los procesos transversales son pequeños, ligeramente planos y con el cóndilo elíptico articulando las costillas a un lado del proceso transversal. En su porción anterior, ventralmente se presentan parapofisis delgadas e inclinada dirección anterior (Figura 31). Presentan ventralmente hipapófisis fuertes y de forma cilíndrica aumentando su grosor en la zona media de la columna. Aumentan su inclinación conforme se dirige

caudalmente, fusionándose laxamente a las vertebras. Presentan costillas libres con excepción de las primeras 3 vertebras.



Figura 32. Vertebras caudales de *Crotalus polystictus* en donde se presenta la espina neural (NS), la linfapófisis (LP) y las costillas fijas (FRB).

Con respecto a las vertebras caudales presentan una espina neural rectangular y de tamaño pequeño. Presentan costillas fusionadas a la vertebra. Se aprecia que en las primeras 3 vertebras caudales las costillas exhiben linfapófisis delgadas. Igualmente dentro de las últimas vertebras caudales se observa que las costillas se curvan en dirección anterior (Figura 32). Ventralmente se aprecia dos filas paralelas correspondientes a las hemapófisis las cuales presentan forma rectangular.

Las costillas son largas, curvas en su mayoría en el primer tercio en su parte distal pero también presenta curvaturas en otras partes de la costilla. En su porción proximal presenta dos protuberancias alargadas y cilíndricas siendo la dorsal más delgada que la ventral presentando entre estas una pequeña fosa para la unión con el proceso transversal (Figura 31).

7.1.5 *Naja kaouthia*

Cráneo

VISTA DORSAL

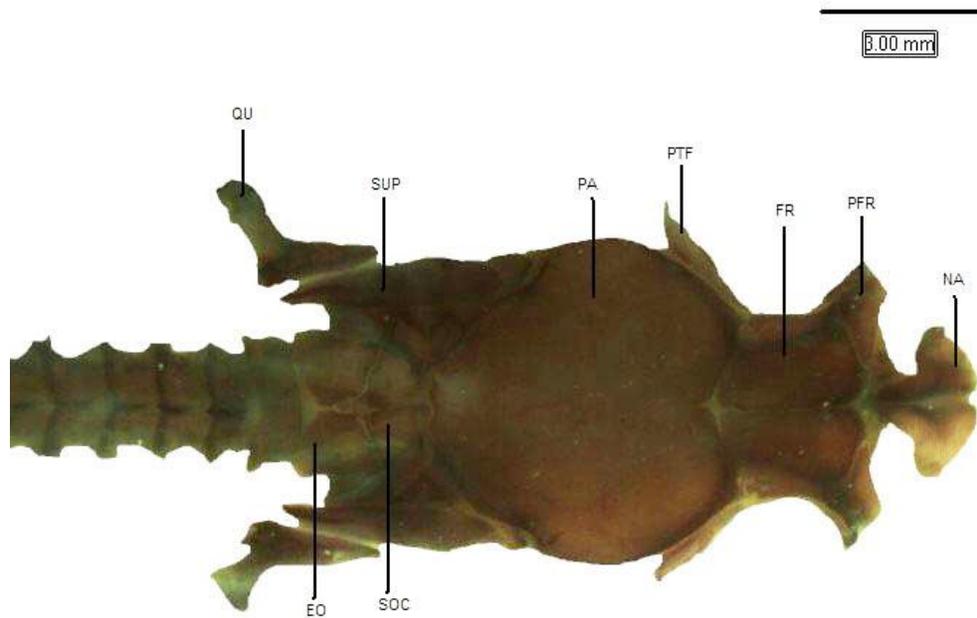


Figura 33. Vista dorsal del cráneo de *Naja kaouthia*. Se observa en dirección antero-caudal los huesos: nasal (NA), frontal (FR), prefrontal (PFR), parietal (PA), postfrontal (PTF), supraoccipital (SOC), supratemporal (SUP), exoccipital (EO), cuadrado (QU).

Premaxilar: Es un hueso pequeño y simple, ubicado en la porción anterior del cráneo. La superficie anterior del hueso forma una “Y” invertida en la cual los brazos son delgados, curvándose los vértices de los brazos horizontales en dirección caudal tomando forma ganchuda. El hueso proyecta crestas caudales siendo las horizontales de tamaño pequeño y rectangular, mientras que la vertical es pequeña y triangular. El premaxilar se inserta en un espacio del nasal (Figuras 34 y 35).

Nasal: Es una estructura ancha, aplanada, de forma romboidal siendo más estrecha en su porción caudal. Anteriormente los nasales presentan un espacio donde se ubica el premaxilar conjuntamente presenta un canal sagital que corre por todo el hueso provocando que el nasal se curve en ese sitio. El nasal desciende en su porción media para formar pequeñas paredes alargadas. Este hueso entra en contacto con el frontal (Figura 33).

Frontal: Son huesos desarrollados y grandes. En vista dorsal los frontales son rectangulares, alargados, ligeramente engrosados formando un domo en la zona donde se ubica el cerebro. En el borde anterior se observa una inclinación en donde se articula el prefrontal, además presenta un pequeño espacio medial. El borde caudal es convexo y en su parte medial no se articula con el parietal. El hueso presenta una sutura sagital que corre por el hueso. Lateralmente se observa que descenden pequeñas paredes las cuales descansan sobre el paraesfenoides tomando forma triangular (Figuras 33 y 34).

Parietal: Es un hueso de gran tamaño, único, formando una gran bóveda. Dorsalmente es una estructura lisa, redondeada, ancha, en donde el borde anterior presenta forma de ángulo obtuso con un pequeño espacio medial. Lateral al borde anterior se observa a cada lado una estructura alargada, estrecha y redondeada en cuyo extremo descansan los postfrontales. El borde caudal es semicircular presentando en su porción medial un par de pequeñas prolongaciones con forma de "V" las cuales convergen cerca de la articulación con el supraoccipital. En vista lateral el parietal forma paredes grandes redondeadas articulándose ventralmente con el basiesfenoides (Figuras 33 y 34).

Supraoccipital: Es un hueso simple, grande y de forma rectangular. El borde anterior del hueso es cóncavo y es en donde se articulan las salientes del parietal. El borde caudal del hueso es convexo exhibiendo en su parte medial una pequeña prolongación cuadrangular acompañada de una estructura circular ubicada entre los exoccipitales la cual no está unida al hueso. Presenta además una sutura dorsal la cual corre a través del todo el hueso (Figura 33).

Exoccipital: Es un hueso grande, conformando las paredes caudales del cráneo. En vista dorsal, el borde anterior es cóncavo articulándose con el supraoccipital. Además presenta dos placas horizontales de forma cuadrangular irregular, las cuales se curvan ligeramente en dirección ventral conjuntamente presentan una separación sagital de las placas insertándose el supraoccipital en esta separación. Lateral a estas placas, el hueso forma paredes estrechas y alargadas constituyendo una cuña vertical posterior. Lateralmente el hueso forma la mayor parte de la *fenestra ovalis* e inmediatamente se presenta el foramen yugal de forma elíptica. El hueso conforma el borde dorsal y lateral del *foramen magnum* (Figura 33)

Supratemporales: Son huesos pequeños, aplanados y alargados. Poseen forma de barra en donde el extremo anterior presenta una forma redondeada, mientras que el borde caudal es de forma aguda. Se sobrepone al proótico y al exoccipital (Figura 33).

VISTA LATERAL

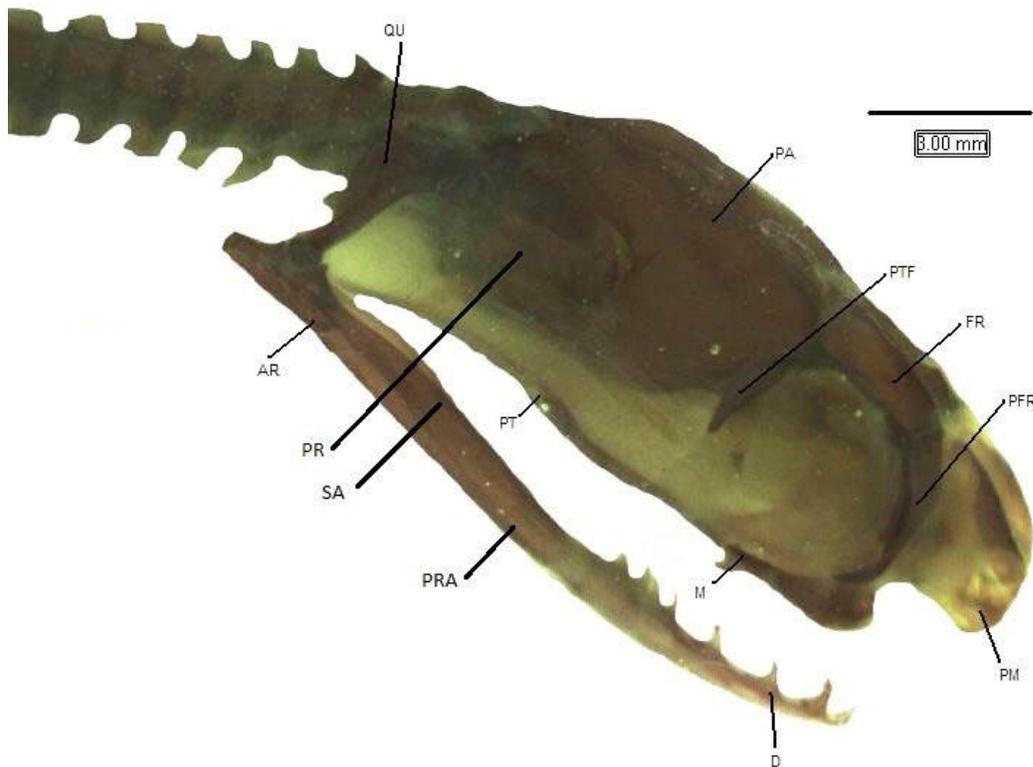


Figura 34. Vista lateral del cráneo de *Naja kaouthia*. Se aprecia en dirección antero-caudal las estructuras: premaxilar (PM), prefrontal (PFR), frontal (FR), postfrontal (PTF), parietal (PA), proótico (PR), cuadrado (QU), maxilar (M), pterigoides (PT), dentario (D), prearticular (PRA), surangular (SA), articular (AR).

Septomaxilar: Es un hueso alargado, ubicado entre el nasal y los vómeres además de entrar en contacto con las premaxilar. Anteriormente forma placas redondeadas a cada lado del cráneo para conforme se dirige a la porción occipital se estrecha tomando forma de barra.

Maxilar: es un hueso pequeño, alargado, curvo, colocado verticalmente. La porción anterior del hueso es ancha dorsoventralmente presentando en su cara interna, en vista dorsal, un proceso triangular, aplanado, horizontal de bordes curvos el cual entra en contacto con el prefrontal para después curvarse en dirección ventral formando un arco. Además este proceso forma en su parte ventral, los alveolos de inserción del colmillo venenoso seguido de un diastema y después presentar un pequeño diente curvo en el extremo caudal. Caudalmente el maxilar se angosta ligeramente, articula con el ectopterygoides mediante un proceso pequeño, triangular, curvo, horizontal aplanado asimismo en su porción ventral presenta un pequeño gancho dirigido caudalmente. El colmillo venenoso es cónico, poco curvo y similar a la longitud total del maxilar (Figuras 34 y 35).

Prefrontales: Es un hueso largo, estrecho y de forma irregular. En vista anterior la zona articular con el frontal forma una pequeña lobulación para continuar con una pequeña curva. En su porción superior, el hueso es ligeramente más ancho que el resto de la estructura además de presentar bordes curvos. En vista lateral, el hueso se estrecha conforme desciende para terminar en una punta recurvada en dirección caudal en el mismo punto sufre una bifurcación formando una pequeña punta la cual es proyectada hacia el interior. El hueso presenta una pequeña abertura circular en la parte media del hueso además de exhibir una pared rectangular en la parte interna del cráneo la cual posee una gran abertura circular en su porción inferior (Figura 33).

Postfrontales: Son huesos pequeños, alargados, angostos, de bordes curvos y extremos agudos. Son estructuras aplanadas que se articulan con la parte anterolateral del parietal y conforman el borde posterior de la órbita (Figuras 33 y 34).

Proóticos: Es un hueso grande, alargado, con forma de polígono irregular. En vista lateral se puede apreciar que el borde lateral del hueso es ligeramente curvo para articular con el parietal, además presenta dos forámenes ubicados cerca de la porción ventral del hueso. El foramen anterior es pequeño muy cercano a la articulación con el hueso parietal mientras que el caudal es de mayor tamaño cercano a la articulación con el exoccipital. Estos forámenes están separados por una placa rectangular entre ellos. El proótico forma un área pequeña de la porción anterior de la *fenestra ovalis* (Figura 34).

Cuadrado: Es un hueso alargado, aplanado, de tamaño medio. En vista lateral, su porción superior es amplia tomando forma triangular en donde uno de los vértices se alarga en dirección anterior con una forma redondeada. Su borde anterior cerca a la prolongación forma una curva. A continuación, el cuadrado presenta forma de barra la cual gira 90° para articularse así con el mandibular. Los cóndilos presentan una forma redondeada y entre estos cóndilos se encuentra una fosa articular. En la porción medial del hueso, en la cara interna, se observa una pequeña proyección elíptica en posición diagonal sobresaliente caudalmente (Figuras 33 y 34).

Mandíbula

Dentario: Es un hueso alargado, bifurcado en su porción caudal para articularse con el prearticular, ligeramente curvo y agudo en su parte anterior. Posee una hilera de entre 8 a 9 dientes pequeños y curvos con un pequeño foramen cerca a la fila de dientes en posición anterior. La cara interna presenta un canal angosto que corre a todo lo largo del hueso (Figuras 34 y 35).

Esplénial: Es un hueso pequeño, alargado, ventral al dentario. En su porción anterior es sumamente agudo mientras que en su zona caudal es curvo conformando un foramen grande.

Angular: Es un hueso pequeño, de forma triangular, tan ancho como el hueso dentario. Caudalmente articula con el prearticular.

Prearticular: Es un hueso largo, de forma rectangular, ligeramente curvo. En su porción anterior el hueso presenta una punta aguda en donde articula el dentario (Figura 34).

Surangular: Es un hueso largo, angosto, tomando forma de barra. En su porción anterior se angosta formando una punta aguda además dorsalmente posee un canal que corre sagitalmente de la zona articular del cuadrado hasta la parte media del hueso (Figura 34).

Articular: Forma la zona articular con el cuadrado. En vista lateral, la zona de articulación posee una forma de "V". En su porción caudal forma una pequeña barra (Figuras 34 y 35).

VISTA VENTRAL

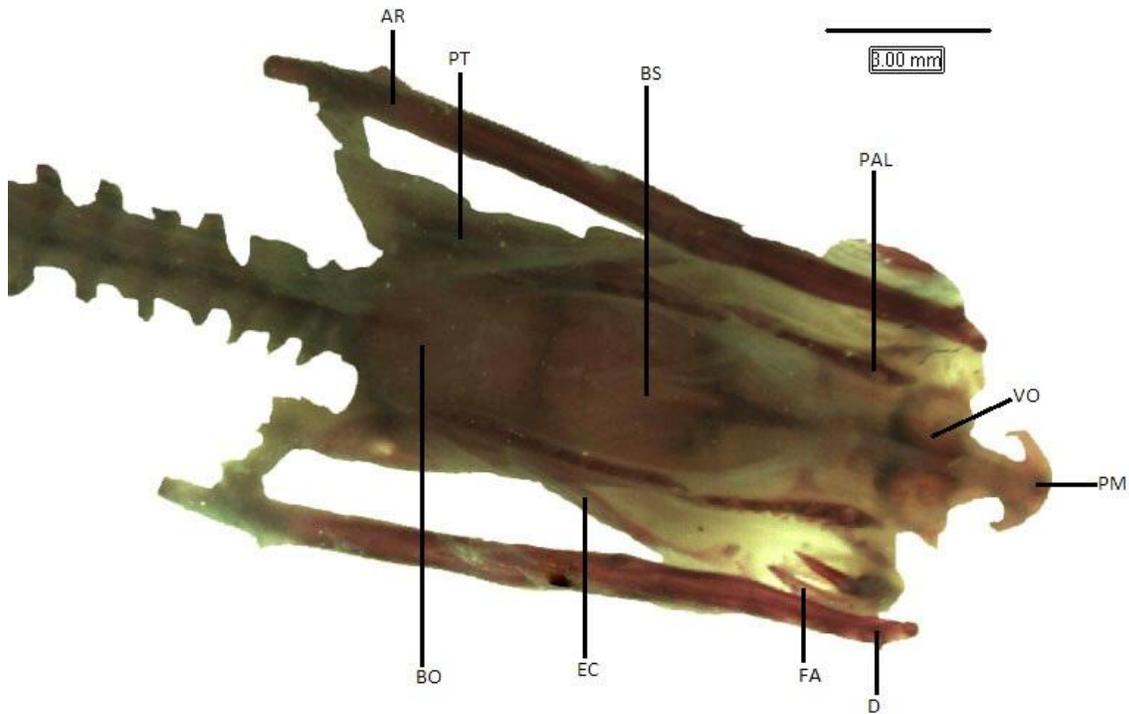


Figura 35. Vista ventral del cráneo de *Naja kaouthia*. Se presentan en dirección anterocaudal las siguientes estructuras: premaxilar (PM), vómer (VO), palatino (PAL), colmillo venenoso (FA), basiesfenoides (BS), pterigoides (PT), ectopterigoides (EC), basioccipital (BO), articular (AR).

Vómer: Los vómeros son huesos pares ubicados ventrales a la caja craneal. Son estructuras edentadas, presentando forma circular con una gran abertura igualmente circular dentro del hueso. Anteriormente su borde es recto. Caudalmente presenta dos prolongaciones rectangulares pequeñas las cuales se curvan ligeramente sobre el eje sagital del cráneo en dirección dorsal (Figura 35).

Palatino: Presenta un tamaño mediano y aplanado lateralmente. En vista lateral se observa que posee un proceso dorsal de gran tamaño con el borde caudal curvo, ligeramente inclinado hacia el eje sagital del cráneo. La parte caudal del hueso se estrecha dorsiventralmente formando una barra muy angosta el cual articula con el pterigoides. Presenta de 6 a 7 dientes pequeños y curvos (Figura 35).

Basiesfenoides: Es un hueso grande, de forma pentagonal irregular siendo ancho en su base para posteriormente alargarse y estrecharse en dirección anterior. El hueso presenta una sutura medial amplia la cual atraviesa al basiesfenoides de manera transversal hasta el borde posterior de articulación con el parietal además esta sutura produce una ligera depresión del hueso formando un surco poco profundo. En la porción central del hueso se observa una pequeña abertura elíptica. Anteriormente el basiesfenoides se proyecta al paraesfenoides el cual es un elemento triangular, angosto y pequeño. Sobre esta estructura descansa las paredes laterales del frontal. Presenta una sutura a cada lado de su base (Figura 35).

Pterigoides: Es un hueso grande, alargado y aplanado dorsoventralmente. En vista ventral la porción anterior del hueso se estrecha formando una barra que caudalmente se ensancha tomando forma de triangulo irregular extendiéndose lateralmente al eje sagital del cráneo. Dorsalmente posee un pequeño canal cerca del borde lateral en donde articula el ectopterigoides. Posee 11 dientes pequeños y curvos en el borde interno del hueso (Figuras 34 y 35).

Ectopterigoides: Es un hueso largo y angosto aplanado dorsoventralmente. Anteriormente el hueso es ancho formando un triangulo de bordes curvos donde se articula maxilar. Subsiguientemente el hueso se estrecha y se ondula ligeramente. En su porción caudal, el ectopterigoides toma forma aguda y se sobrepone al pterigoides articulándose en una pequeña ranura (Figura 35).

Basioccipital: Es un hueso de forma pentagonal, de tamaño mediano el cual conforma la porción ventral de la caja craneal. Es una placa amplia la cual presenta una sutura sagital que posee una ligera elevación que se extiende del borde caudal al centro del hueso. El basioccipital forma el borde ventral del *foramen magnum* (Figura 35).

Columna vertebral

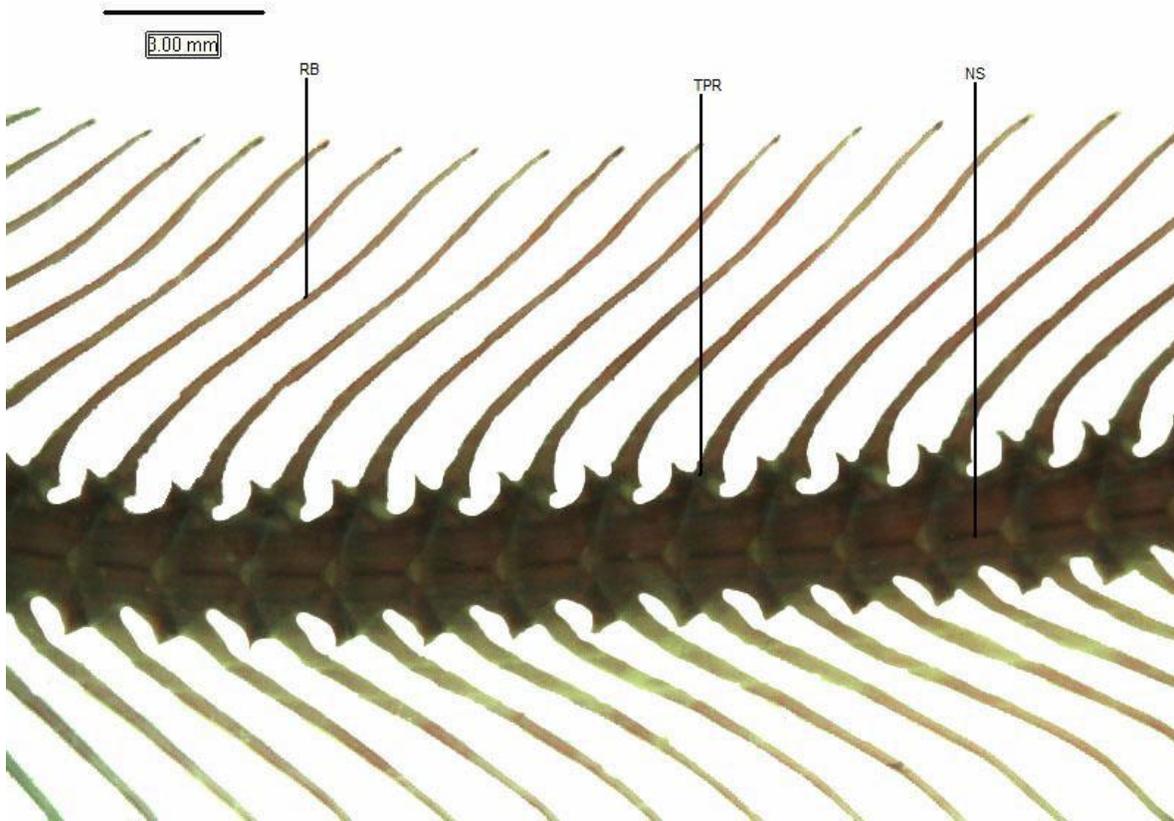


Figura 36. Vertebrae torácicas de *Naja kaouthia* en donde se observa la espina neural (NS), una porción del proceso transversal (TPR) y las costillas (RB).

La especie *Naja kaouthia* presenta un total de 237 a 240 vertebras de las cuales de 180 a 185 son vertebras torácicas y de 55 a 57 corresponden a vertebras caudales, todas de tipo procélicas.

El atlas es un anillo simple, ancho en su porción dorsolateral estrechándose en su parte ventral. No presenta espina neural, ni sutura sagital además los procesos transversos son muy pequeños y agudos. Ventralmente se observa un elemento elíptico, ubicado medialmente el cual no se encuentra fusionado a la vertebra, también presenta una hipapófisis pequeña de forma cilíndrica.

El axis presenta una pequeña espina neural de forma triangular, aplanada lateralmente además presenta procesos transversales pequeños y agudos. Ventralmente se observa que la vertebra posee dos hipapófisis: una anterior, la cual tiene forma cilíndrica y es gruesa mientras que la caudal es cónica, angosta e inclinada en dirección caudal.

Las vertebras torácicas poseen una espina neural aplanada de forma rectangular. Presenta procesos transversales redondeados, ligeramente curvos, dirigidos ventralmente con un pequeño cóndilo para la inserción de las costillas con excepción de las primeras 3 vertebras torácicas. Lateralmente en cada vertebra se presenta una abertura caudal

circular (Figura 36). Ventralmente poseen hipapófisis aplanadas, de forma triangular e inclinada en dirección caudal. La inclinación de las hipapofisis aumente en dirección caudal fusionándose con la vertebra.

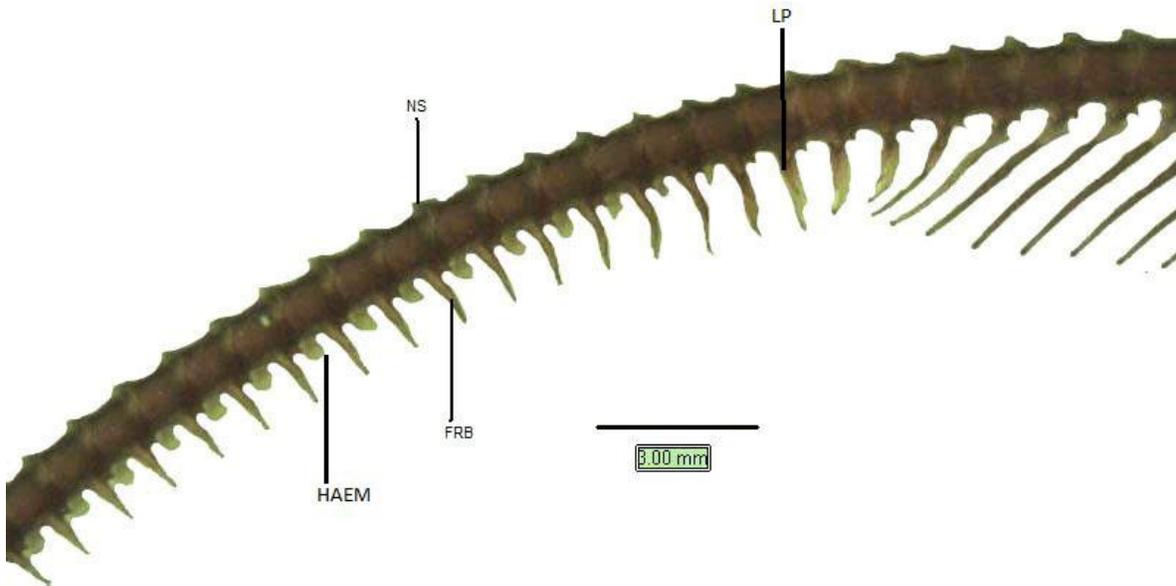


Figura 37. Vertebras caudales de *Naja kaouthia* en donde se aprecia la espina neural (NS), linfapófisis (LP), las costillas fijas (FRB) y hemapófisis (HAEM).

Con respecto a las vértebras caudales presentan una espina neural pequeña, rectangular y aplanada. No presenta costillas libres, en su lugar poseen costillas fijas de ápices agudos. Exhiben una zona correspondiente a las primeras 5 vértebras caudales en donde las costillas se bifurcan en procesos curvos y cortos formando las linfapófisis. Ventralmente se observa dos filas paralelas que conforman las hemapófisis las cuales presentan una punta redondeada y una base en forma de barra (Figura 37).

Las costillas son largas, angostas, ligeramente curvas. En su porción proximal, la costilla presenta dos protuberancias siendo una de estas de forma cilíndrica mientras que la otra es ligeramente plana donde se articula el proceso transversal (Figura 36).

7.1.6 *Agkistrodon bilineatus*

Cráneo

VISTA DORSAL

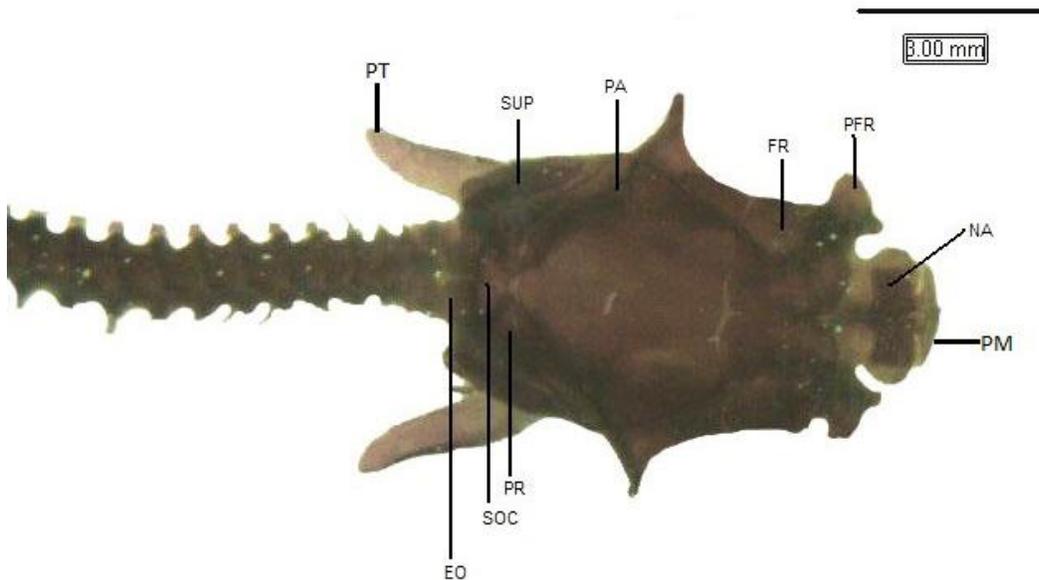


Figura 38. Vista dorsal de *Agkistrodon bilineatus*. Se aprecia en dirección antero-caudal las estructuras: premaxilar (PM), nasal (NA), frontal (FR), prefrontal (PFR), parietal (PA), supraoccipital (SOC), proótico (PR), supratemporal (SUP), pterigoides (PT).

Premaxilar: Es un hueso pequeño y simple, ubicado en la parte anterior del cráneo. La superficie anterior del hueso forma una “Y” invertida en donde cada uno de los brazos es sumamente angosto poseyendo además puntas agudas, conjuntamente los brazos inferiores se doblan en su porción media para quedar en posición horizontal. Se proyectan pequeñas crestas caudales siendo las de posición horizontal, pequeñas salientes redondeadas. El premaxilar se inserta en la zona medial del septomaxilar y los vómeres (Figuras 38, 39 y 40).

Nasal: Es un hueso pequeño, ancho y aplanado. Presenta forma rectangular en donde el borde anterior forma una curva cóncava mostrando un espacio pequeño medial. Caudalmente los vértices se redondean y los bordes se curvan igualmente en su porción medial proyecta caudalmente una pequeña punta angosta. El hueso presenta un canal sagital que corre del espacio anterior hasta la zona caudal; de este canal descienden paredes pequeñas y anchas. No entra en contacto con el frontal (Figuras 38 y 39).

Frontales: Son huesos grandes. En vista dorsal, los frontales presentan forma cuadrada con un surco someramente profundo en su mitad. El borde anterior presenta una inclinación lateral además de un espacio pequeño en su porción medial. Caudalmente el borde es ondulado exhibiendo también un espacio medial pequeño. Se observa una sutura sagital la cual forma un canal angosto y somero. Lateralmente descienden paredes triangulares las cuales no exceden el ancho de la órbita, descansando sobre el paraesfenoides (Figura 38).

Parietal: Es un hueso impar, de gran tamaño. En vista dorsal, el borde anterior es ondulado entrando en contacto con el frontal solo en ciertos sitios del hueso. Lateralmente el parietal forma un pliegue vertical de forma triangular, aplanado lateralmente, ancho y de vértice redondeado además de ser cóncavo. Se extiende desde la porción dorsal hasta la articulación del basiesfenoides formando la zona caudal de la órbita. El hueso presenta un borde caudal de forma semicircular. En vista lateral, las paredes son angostas y de bordes curvos (Figuras 38 y 39).

Supraoccipital: Es un hueso de mediano tamaño, de forma rectangular y ligeramente ancho. El borde anterior del hueso es cóncavo mientras que el borde caudal es convexo. Articula con el parietal anteriormente, caudalmente con el exoccipital y lateral con el proótico (Figura 38).

Exoccipital: Es un hueso grande el cual conforma la porción caudolateral de la bóveda craneal. Dorsalmente se observa dos placas de forma cuadrangular irregular y tamaño pequeño separadas sagitalmente por una abertura. Lateral a estas placas se observan paredes angostas que junto a las paredes laterales forman una cuña dirigida caudolateralmente. En vista lateral, se aprecia que la porción anterior del hueso forma la zona caudal de la *fenestra ovalis* y en la porción ventrocaudal de esta se presenta el foramen yugular. El exoccipital forma el borde dorsal y lateral del *foramen magnum* (Figura 38).

Supratemporal: Es un hueso alargado, aplanado y de forma romboidal. El vértice anterior ventral se alarga formando una punta al igual que el vértice caudodorsal siendo este último más largo. El hueso se sobrepone al proótico y al exoccipital (Figuras 38 y 39).

VISTA LATERAL

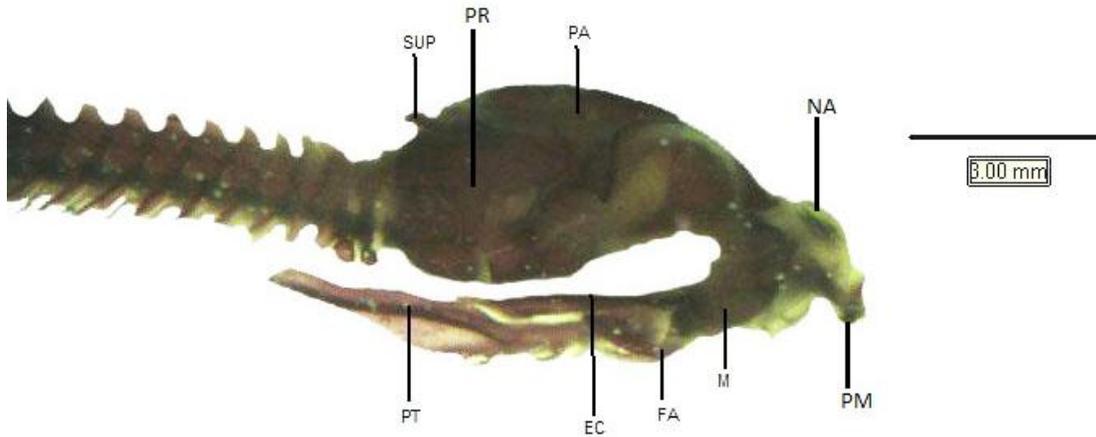


Figura 39. Vista lateral del cráneo de *Agkistrodon bilineatus*. Se aprecia en dirección antero-caudal las estructuras: premaxilar (PM), nasal (NA), maxilar (M), parietal (PA), proótico (PR), supratemporal (SUP), maxilar (M), colmillo venenoso (FA), ectopterygoides (EC), pterigoides (PT).

Septomaxilar: Es un hueso ancho, el cual forma una placa horizontal de forma rectangular, articulando con el premaxilar. Lateralmente, el septomaxilar se estrecha formando puntas agudas las cuales se curvan en dirección dorsal.

Maxilar: Es un hueso pequeño, aplanado, ancho el cual desciende adquiriendo una forma curva proporcionándole al hueso un gran espacio cóncavo. Articula con el prefrontal a través del borde dorsal, el cual está inclinado y posee vértices agudos para posteriormente presentar bordes curvos. En su porción ventrolateral el maxilar posee pequeñas paredes rectangulares las cuales se unen formando una esquina. Estas paredes forman el alveolo para la inserción del colmillo venenoso. El colmillo venenoso es una estructura cónica y muy curva casi tan largo como la órbita (Figura 39).

Prefrontal: Es un hueso pequeño y de forma irregular. En vista dorsal presenta bordes curvos mientras que los vértices son redondeados. Subsiguientemente el prefrontal se curva en dirección ventral para formar una pequeña pared de forma trapezoidal ligeramente angosta que presenta uno de sus vértices alargado y agudo al mismo tiempo exhibe un canal lateral formado por una pared pequeña y curva (Figura 38).

Postfrontal: No se observa en el ejemplar

Proótico: Es un hueso grande, de forma irregular, alargado, que conforma las paredes laterales de la bóveda craneal. En su porción dorsal, el borde anterior forma una curva pronunciada para subsiguientemente, en su parte ventral, formar una recta mientras que el borde caudal forma una recta desde la porción dorsal a la ventral. En su parte ventral cerca al borde anterior presenta un gran foramen elíptico el cual se divide internamente mediante una pequeña columna angosta formando así dos espacios siendo el anterior más grande que el posterior además de presentar una punta anterior en su borde anteroventral. Caudalmente el proótico forma la zona anterior de la *fenestra ovalis* (Figuras 38 y 39).

Cuadrado: Es un hueso alargado y ligeramente aplanado. En su porción proximal, el hueso presenta forma rectangular la cual se articula con el supratemporal además de curvarse someramente a continuación se estrecha en dirección distal formando una barra angosta la cual en su extremo forma el cóndilo de articulación que se encuentra inclinado además de presentar una foseta redondeada (Figura 40).

Mandíbula

Dentario: Es un hueso largo, curvo, bifurcado en su porción caudal para la articulación con el prearticular. Posee una fila de 11 dientes pequeños y curvos. Cercano a la articulación se observa una pequeña abertura elíptica. En la cara interna del hueso corre un canal angosto y curvo a través del hueso (Figura 40).

Esplénial: Es un hueso pequeño, alargado y ligeramente curvo. En su porción anterior presenta forma de huevo para posteriormente formar un triángulo en su porción caudal el cual presenta un borde curvo con el que forma, junto al hueso dentario, un pequeño foramen circular.

Angular: Es una estructura pequeña, de forma triangular, caudal al esplénial. Su borde anterior es curvo y casi tan ancho como el dentario además de presentar vértices redondeados.

Prearticular: Es un hueso largo, curvo y ligeramente ancho. En su parte anterior se angosta para formar una punta aguda y curva que articula con el dentario (Figura 40).

Surangular: Es una estructura con forma de cresta, alargada, la cual presenta forma irregular, ligeramente ondulada el cual corre de la zona de articulación con el cuadrado hasta la parte medial del prearticular. Lateralmente presenta un canal angosto, elíptico y alargado el cual forma un canal interno (Figura 40).

Articular: Forma la zona de articulación con el cuadrado. Esta zona es inclinada y con forma de "V". En su porción caudal es ligeramente curva, presenta forma cilíndrica dirigida ligeramente hacia el cráneo (Figura 40).

VISTA VENTRAL

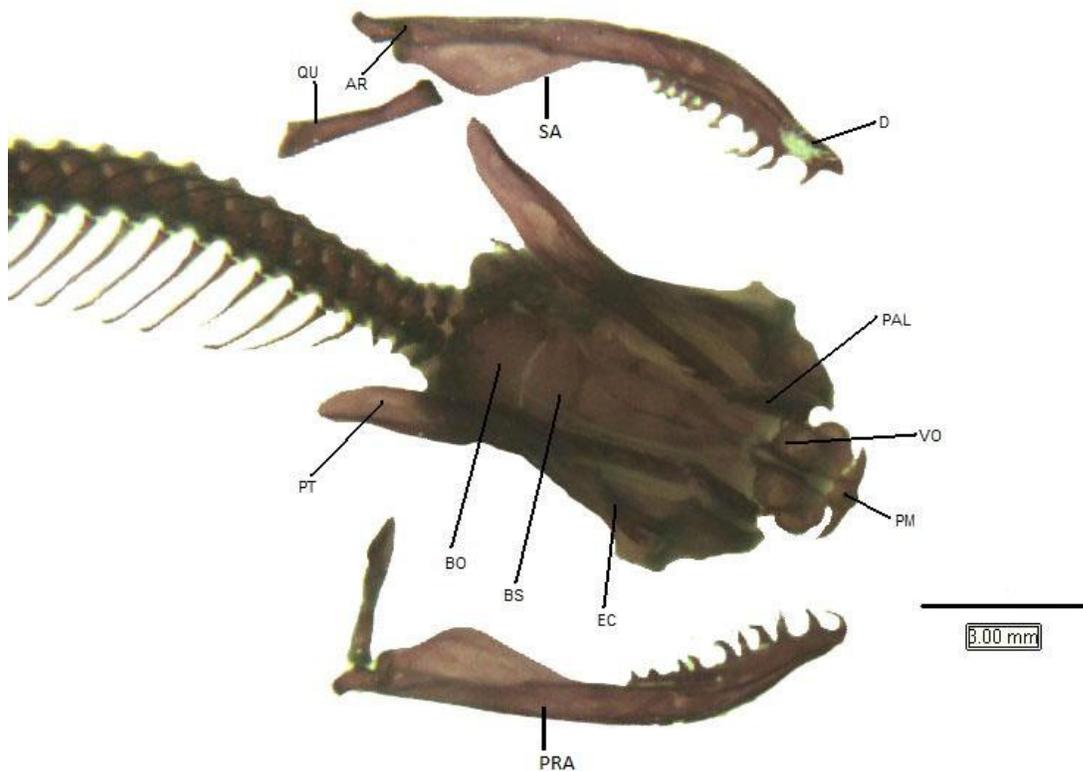


Figura 40. Vista ventral del cráneo de *Agkistrodon bilineatus*. Se observa en dirección antero-caudal los huesos: premaxilar (PM), vómer (VO), palatino (PAL), basiesfenoides (BS), pterigoides (PT), ectopterigoides (EC), basioccipital (BO), cuadrado (QU), dentario (D), prearticular (PRA), surangular (SA), articular (AR).

Vómer: Es una estructura edentada, ventral a la bóveda craneal. Presenta forma circular con una placa interna la cual solo muestra una pequeña abertura circular cercana del borde lateral. En su margen interno se observa que en su porción cercana al eje sagital corre en dirección caudal pequeñas crestas ventrales curvas las cuales sobresalen del hueso en su parte caudal (Figura 40).

Palatino: Es un hueso reducido, aplanado lateralmente, de forma elíptica y ligeramente curvado. Presenta una fila de 5 dientes curvos y agudos. Articula caudalmente con el pterigoides (Figura 40)

Basiesfenoides: Es un hueso grande, alargado y ancho. La base del basiesfenoides es abovedada, de forma redondeada en donde la porción caudolateral forma un proceso triangular pequeño el cual se articula con el basioccipital y el proótico, además, en la parte medial presenta suturas las cuales forman una "H" en donde los brazos caudales se inclinan lateralmente mientras que los anteriores se unen a la base del paraesfenoides. El paraesfenoides es una estructura ancha, alargada y de forma triangular. En su porción sagital corre una sutura de la parte anterior hasta la zona caudal sin llegar al borde. En la

base del paraesfenoides se observa una sutura transversal a cada lado del hueso (Figura 40).

Pterigoides: Es un hueso largo, aplanado dorsoventralmente y curvo. En su porción anterior el hueso es vertical articulándose con el palatino, para subsiguientemente ensancharse y aplanarse tomando forma de hoja curvándose en dirección lateral. En vista dorsal, se observa una concavidad alargada, poco profunda y ligeramente ancha en su porción media, además en su borde lateral forma una saliente pequeña en donde articula el ectopterigoides. Presenta una fila de 10 dientes pequeños y agudos (Figuras 38, 39 y 40).

Ectopterigoides: Es un hueso largo, aplanado y ancho. La porción anterior del hueso presenta forma rectangular en donde el borde anterior muestra forma de “V” articulándose con la porción caudal del maxilar. Consecutivamente el ectopterigoides forma una barra ancha la cual presenta en su porción caudal una punta aguda de borde curvo el cual se articula en una pequeña saliente del pterigoides. Para llevar a cabo la articulación, el ectopterigoides se curva ligeramente y después se sobrepone al pterigoides (Figuras 39 y 40).

Basioccipital: Es un hueso de tamaño medio, ancho y con forma de corazón. En su porción caudal se observa una pequeña sutura que se proyecta caudalmente la cual se ensancha formando un triángulo de bordes anchos. El basioccipital se curva formando un domo que conforma la base caudal de la bóveda craneal (Figura 40).

Columna vertebral

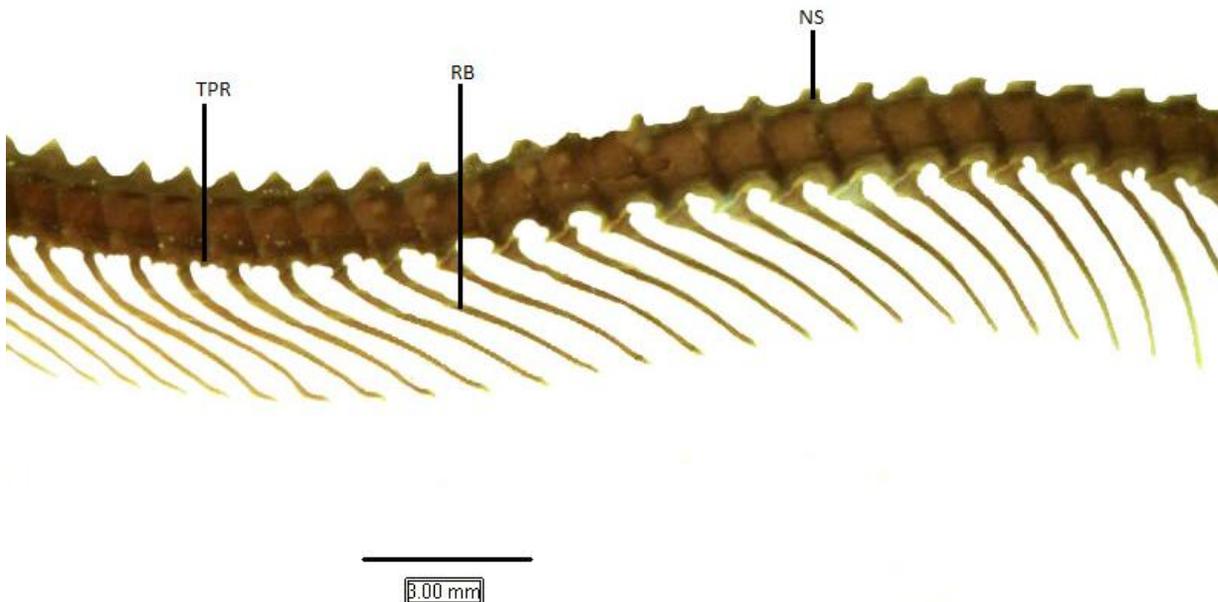


Figura 41. Vertebrae torácicas de *Agkistrodon bilineatus* en donde se aprecia la espina neural (NS), porción del proceso transversal (TPR) y las costillas (RB).

La especie *Agkistrodon bilineatus* presenta un total de entre 189 a 213 vertebras de las cuales de 130 a 155 corresponden a vertebras torácicas mientras que de 54 a 59 a vertebras caudales todas de tipo procélicas.

El atlas es un anillo simple, angosto en su porción tanto dorsal como ventral. No presenta espina neural ni suturas sagital dorsal. Dorsalmente la vertebra presenta un dobles en su porción sagital formando un ángulo obtuso. Presenta procesos transversales muy pequeños, alargados y muy delgados. Ventralmente no presenta hipapófisis.

En el axis se observa una pequeña espina neural de forma triangular conjuntamente presenta procesos transversales pequeños de forma cilíndrica, alargados y angostos. Ventralmente presenta dos hipapófisis: anteriormente la hipapófisis es grande, de forma triangular proyectándose en dirección anterior sobreponiéndose al atlas además de ser ancha mientras que la hipapófisis caudal es pequeña de forma rectangular inclinada ligeramente en dirección caudal.

La vertebras torácicas poseen una espina neural aplanada y de forma rectangular además presenta procesos transversales angostos, curvos y con un cóndilo pequeño donde se articula las costillas libres con excepción de las primeras tres vertebras torácicas. A continuación en su porción anteroventral, la vertebra presenta dos proyecciones triangulares a cada lado del eje sagital identificadas como parapófisis (Figura 41). Ventralmente presenta hipapófisis triangulares, pequeñas, inclinadas en dirección caudal.

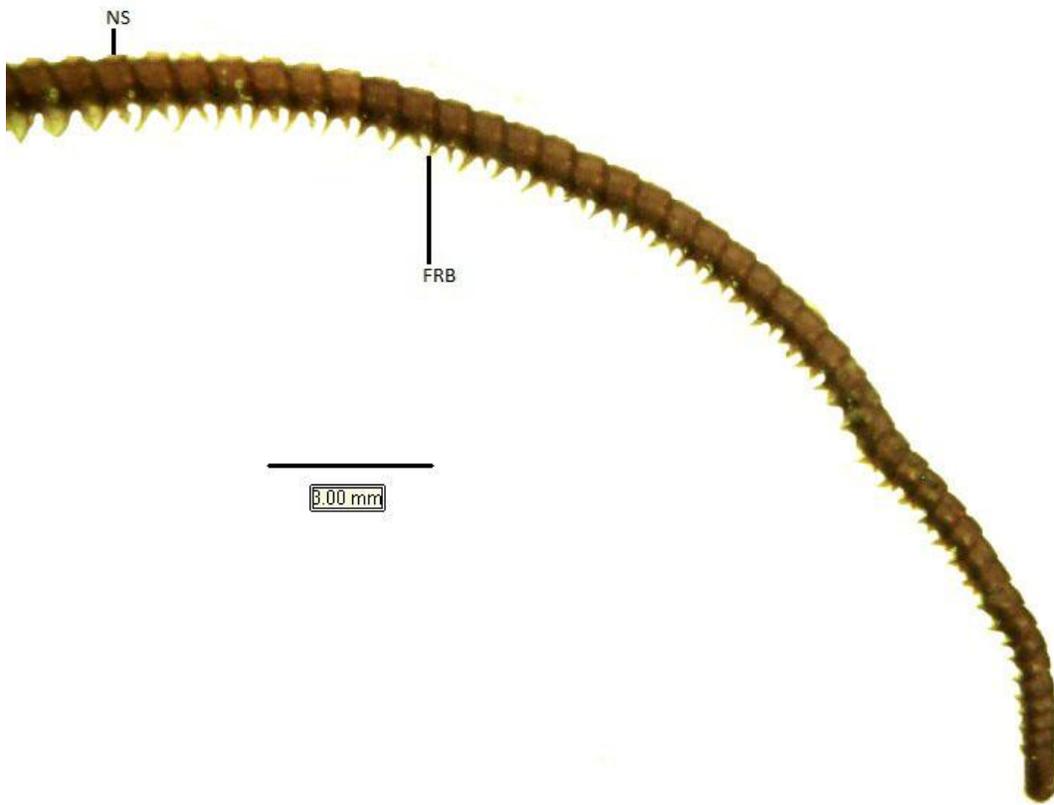


Figura 42. Vertebras caudales de *Agkistrodon bilineatus* en donde se presenta la espina neural (NS) y las costillas fijas (FRB).

Las vertebras caudales presentan espinas neurales rectangulares, pequeñas y ligeramente angostas. Exhiben costillas fijas a la vertebras además se puede identificar una región correspondiente a las 3 primeras vertebras caudales las cuales presentan linfapófisis pequeñas, agudas y ligeramente curvas (Figura 42). Ventralmente presentan dos filas paralelas de hemapófisis angostas, ganchudas y dirigidas caudalmente.

Las costillas son largas, ligeramente curvas y angostas. En su porción proximal presentan dos protuberancias opuestas entre sí siendo una de forma cilíndrica y angosta mientras que la otra es ancha y redondeada, estas dos protuberancias forman un borde recto. La costilla se articula a la vertebra a través del cóndilo el cual se encuentra cercano a la parapófisis (Figura 41).

7.1.7 *Elaphe sp.*

Cráneo

VISTA DORSAL

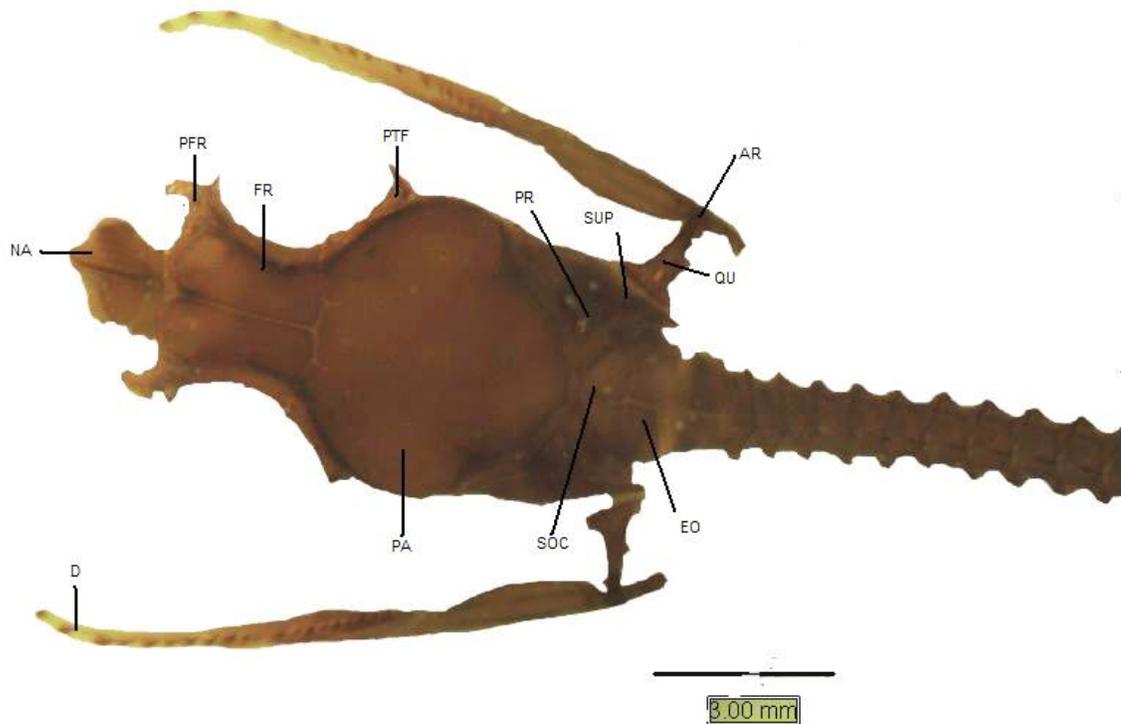


Figura 43. Vista dorsal del cráneo de *Elaphe sp.* Se observa en dirección antero-caudal los huesos: nasal (NA), frontal (FR), prefrontal (PFR), parietal (PA), postfrontal (PTF), supraoccipital (SOC), proótico (PR), supratemporal (SUP), exoccipital (EO), cuadrado (QU), dentario (D), articular (AR).

Premaxilar: Es un hueso pequeño y simple, colocado en la porción anterior del cráneo. En vista anterior posee una forma de “Y” invertida en donde el brazo vertical es más ancho que los brazos laterales además se curva ligeramente para entrar en contacto con el nasal. Proyecta pequeñas crestas caudales siendo la vertical apenas una pequeña saliente redondeada mientras que las horizontales forman una placa de bordes laterales curvos en donde la porción caudal de esta se bifurca formando dos pequeños triángulos que entran en contacto con los septomaxilares (Figuras 44 y 45).

Nasal: En vista dorsal, se observa que es una estructura ancha, grande, aplanada y de forma circular, en donde tanto en su porción anterior como caudal se presenta ligeramente achatado. En su porción anterior en la parte medial se presentan un espacio que articula al premaxilar para después formar un canal estrecho que corre sagitalmente por el hueso curvándolo ligeramente. En vista lateral se puede observar paredes de forma triangular inclinadas en dirección caudal articulándose con el frontal (Figuras 43 y 44).

Frontal: Es un hueso grande. En vista dorsal presenta una forma rectangular, ligeramente abovedados. En su borde anterior, el frontal presenta un espacio medial donde se articula el hueso nasal. Consecutivamente el borde se curva para después formar una inclinación en donde articula el prefrontal. En su porción caudal se presenta un pequeño espacio medial además de poseer bordes rectos. En vista lateral, el frontal presenta paredes semicirculares las cuales no rebasan la mitad de la órbita (Figuras 43 y 44).

Parietal: Es un hueso impar y de gran tamaño. En vista dorsal el borde anterior del hueso forma una línea recta para la articulación con el frontal. En su porción caudal presenta una forma semicircular en donde el borde exhibe ligeras ondulaciones además en la base del semicírculo se presentan dos suturas, lateralmente las cuales descienden lateralmente hasta el basiesfenoides. Lateralmente se originan paredes grandes y de bordes ventrales curvos (Figuras 43 y 44).

Supraoccipital: Es un hueso grande de forma rectangular y simple. En vista dorsal, el borde anterior es de forma cóncava mientras que el borde caudal es convexo siendo además de forma ondulada (Figura 43).

Exoccipital: En vista dorsal, se observan dos placas de forma cuadrangular irregular de tamaño medio en donde el borde anterior es ondulado, separadas sagitalmente por una abertura alargada. En vista lateral, el hueso presenta paredes angostas ocupadas en su mayor parte por la mitad caudal de la *fenestra ovalis*. Ventrolateralmente presenta el foramen yugal elíptico cercano al basioccipital, además en su porción ventral muestra dos proyecciones pequeñas y redondeadas, una a cada lado de la articulación con el basioccipital cercano al atlas (Figura 43).

Supratemporal: Es un hueso largo, aplanado, con forma de barra. Los extremos del hueso son ligeramente curvos en donde la porción caudal se articula con el cuadrado. Se sobrepone al proótico y al exoccipital (Figuras 43 y 44).

VISTA LATERAL

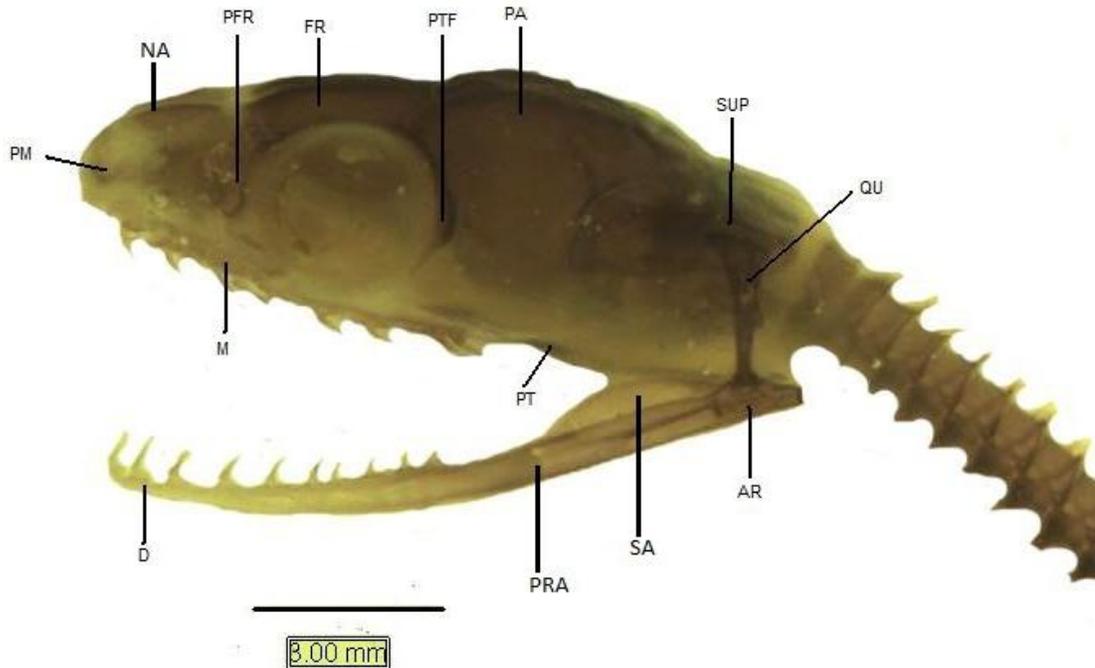


Figura 44. Vista lateral del cráneo de *Elaphe sp.* Se exhibe en dirección antero-caudal los huesos: premaxilar (PM), nasal (NA), prefrontal (PFR), frontal (FR), postfrontal (PTF), parietal (PA), supratemporal (SUP), cuadrado (QU), maxilar (M), pterigoides (PT), dentario (D), prearticular (PRA), surangular (SA), articular (AR).

Septomaxilar: Es una estructura horizontal, aplanada, ancha, la cual forma una placa ubicada entre el nasal y los vómeres. Presenta forma triangular de bordes ondulados. En su porción lateral los vértices se curvan en dirección dorsal además de angostarse.

Maxilar: Es un hueso alargado, ligeramente curvo y en posición vertical. El hueso es angosto dorsoventralmente, además presenta un proceso horizontal de forma triangular, aplanado en donde el borde caudal es curvo. El proceso entra en contacto con el prefrontal. En la porción caudal del maxilar se observa la articulación con el ectopterigoides mediante un proceso aplanado en forma de cuña de borde anterior curvo. Cada maxilar presenta una fila de 12 dientes curvos y agudos (Figuras 44 y 45).

Prefrontal: En vista lateral, el prefrontal presenta forma irregular. En su porción dorsal el hueso presenta una punta redondeada con la cual se articula al hueso frontal, se ensancha en su porción media formando una curva pronunciada en su borde anterior. En su porción ventral forma una punta aguda la cual se curva en dirección caudal formando un gancho que se ubica muy cercano al maxilar. La cara interna del prefrontal proyecta una pared grande y de bordes irregulares (Figuras 43 y 44).

Postfrontal: Es un hueso pequeño, largo, angosto, aplanado y con forma de barra. En su extremo proximal presenta una punta pequeña mientras que el extremo distal es de forma triangular y ligeramente curvo (Figuras 43 y 44).

Proótico: Es un hueso grande, más largo que ancho, de forma irregular. En su porción dorsal presenta forma triangular de bordes curvos además se observa una abertura circular la cual se encuentra en la parte interna del cráneo visible debido al proceso de transparentación. En su porción ventral, el hueso muestra dos aberturas cercanas a las articulaciones con el parietal separadas por una pequeña placa triangular siendo la abertura anterior angosta y de tamaño pequeño mientras que la posterior es grande ambas de forma elíptica. La porción caudal del proótico forma la mitad anterior de la *fenestra ovalis* además presenta una abertura pequeña en la articulación del proótico con el exoccipital y el basioccipital a cada lado del cráneo (Figura 43).

Cuadrado: Es un hueso largo, ligeramente aplanado y con forma rectangular. La porción proximal del hueso presenta un borde curvo ensanchado ligeramente al hueso. Consecutivamente el hueso sufre torsión quedando el borde distal perpendicular al borde proximal. La porción distal presenta el cóndilo de articulación, el cual exhibe una porción plana e inclinada que después se curva para formar una punta pequeña opuesta a esta. Entre estas dos estructuras se encuentra una zona articular. En su porción mediocaudal, el cuadrado muestra una pequeña estructura redondeada dirigida ventralmente (Figuras 43 y 44).

Mandíbula

Dentario: Es un hueso largo, ligeramente curvo, angosto, bifurcado en su porción caudal para la articulación con el prearticular. Presenta una fila de 14 dientes pequeños y curvos además exhibe una abertura elíptica, alargada y angosta en la porción medioposterior. En la cara interna del dentario se observan dos canales paralelos separados por una pared (Figuras 43, 44 y 45).

Esplénico: Es un hueso pequeño, angosto, de forma triangular el cual se alarga en dirección anterior formando una punta aguda mientras que el borde caudal forma una curva.

Angular: Es un hueso alargado, de forma triangular. En su porción anterior es tan ancho como el dentario estrechándose en dirección caudal formando una punta aguda ventral al prearticular. En su porción anteroventral presenta un pequeño foramen elíptico.

Prearticular: Es un hueso largo, ancho, formando una punta curva en su porción anterior con la cual se articula con el dentario además en su porción caudal se estrecha a causa del surangular (Figura 44).

Surangular: Es una estructura que forma una cresta baja, aplanada, semicircular que se extiende desde la zona de articulación con el cuadrado hasta la mitad del prearticular. Lateralmente el surangular presenta una abertura larga, elíptica y angosta la cual forma una concavidad dentro del hueso siendo tan larga como la cresta (Figura 44).

Articular: Forma la zona de articulación con el cuadrado. La porción anterior es ligeramente más elevada que el resto de la estructura además la zona de articulación forma una “V”. La porción caudal se inclina tanto ventral como lateralmente en dirección al cráneo (Figuras 43, 44 y 45).

VISTA VENTRAL

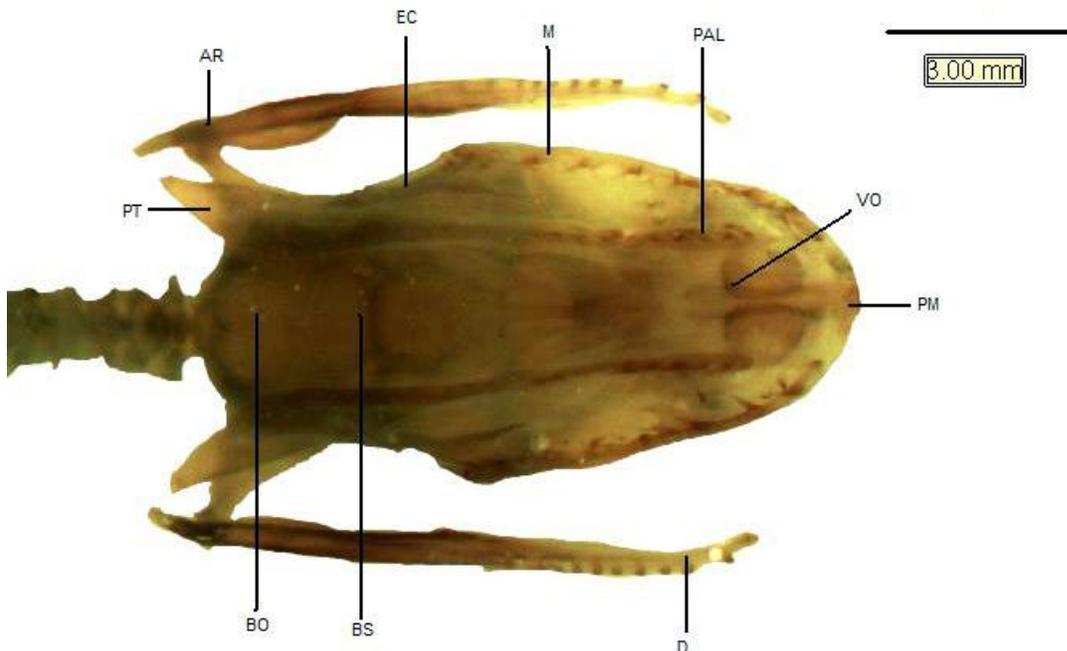


Figura 45. Vista ventral del cráneo de *Elaphe sp.* Se observan las estructuras en dirección antero-caudal: premaxilar (PM), vómer (VO), palatino (PAL), maxilar (M), basiesfenoides (BS), pterigoides (PT), ectopterigoides (EC), basioccipital (BO), dentario (D), articular (AR).

Vómer: Es un hueso par, edentado, ventral a la bóveda craneal. Presenta forma circular con placas redondeadas las cuales conforman el borde del orificio mediolateral. En el borde medial de cada vómer corre en dirección caudal un proceso angosto el cual sobresale para formar en sus extremos pequeñas proyecciones verticales de forma triangular (Figura 45).

Palatino: Es un hueso largo, angosto dorsoventralmente y aplanado lateralmente. Presenta en su porción medioanterior un proceso con forma triangular, aplanado, de bordes curvo e inclinado en dirección anterior y dirigida hacia el paraesfenoides. La porción caudal del hueso se bifurca para constituir la zona articular con el pterigoides. Presenta una fila de 10 dientes curvos y agudos (Figura 45).

Basiesfenoides: Es un hueso grande y largo. En vista ventral, la base del basiesfenoides es ancha y de forma de polígono irregular para consecutivamente comenzar a angostarse progresivamente en dirección anterior tomando forma triangular. Se observa una sutura gruesa que atraviesa al hueso de forma transversal formando un surco somero además esta sutura se continua anterolateralmente con dos suturas más pequeñas las cuales no alcanzan el borde de articulación con el parietal. La sutura transversal se une a la sutura del parietal. Anteriormente el basiesfenoides se proyecta en el paraesfenoides el cual presenta forma triangular de bordes curvos además de ser alargado. Exhibe una abertura alargada, angosta y elíptica que corre a lo largo del paraesfenoides. En la base del parasfenoides se observa dos suturas, una a cada lado (Figura 45).

Pterigoides: Es una estructura larga, aplanada y grande. En vista ventral, la porción anterior es muy angosta formando una barra. En vista lateral, se observa que presenta una punta aguda para la articulación con el palatino. Subsiguientemente el hueso comienza a ensancharse y curvarse lateralmente, tomando forma de veleta de punta redondeada. En la zona de articulación con el ectopterigoides, el pterigoides forma una concavidad poco profunda además de expandirse ligeramente en dirección lateral. Presenta una hilera de 12 alveolos para inserción de dientes (Figuras 44 y 45).

Ectopterigoides: Es una estructura alargada y aplanada. En vista ventral, el hueso en su porción anterior presenta una curvatura pronunciada del borde anterior el cual forma dos brazos uno largo, muy angosto y de punta aguzada mientras que el otro es corto, ancho y cuadrangular. Posteriormente el hueso forma una barra angosta de punta aguda la cual se sobrepone al pterigoides (Figura 45).

Basioccipital: Es un hueso de mediano tamaño, con forma pentagonal y liso. El borde anterior en su porción medial se dobla formando un ángulo obtuso en donde el vértice se ubica sobre el eje sagital, mientras que el borde caudal presenta una sutura sagital de tamaño pequeña dirigida anteriormente. El hueso presenta forma abovedada además de formar el borde ventral del *foramen magnum* (Figura 45).

Columna vertebral

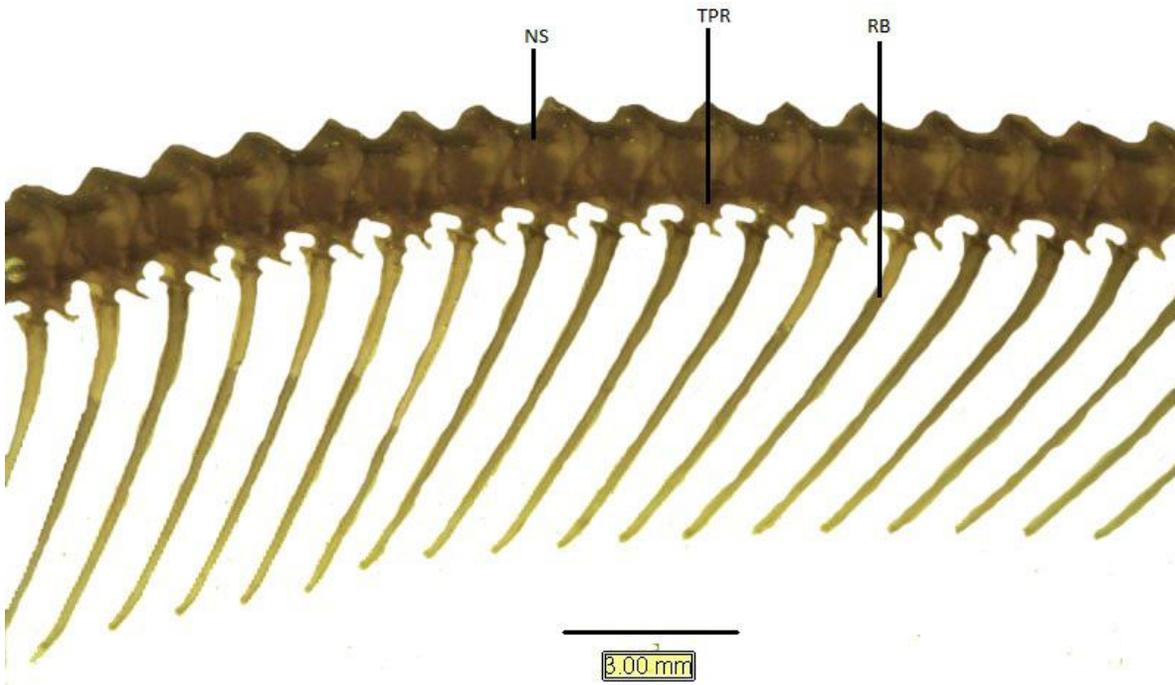


Figura 46. Vertebras torácicas de *Elaphe sp.* Donde se observa la espina neural (NS), una porción del proceso transversal (TPR) y las costillas (RB).

Elaphe sp. Presenta un total de entre 265 a 278 vertebras procélicas de las cuales de 223 a 225 son vertebras torácicas mientras que de 42 a 53 son vertebras caudales.

El atlas es un anillo simple, ancho en su porción dorsal estrechándose en dirección ventral. No presenta espina neural, ni sutura sagital dorsal solamente presenta una separación sagital del arco neural. No presenta procesos transversales. En vista ventral se observa una estructura no fusionada a la vertebra de forma elíptica. De este elemento se desprende una hipapófisis circular.

El axis presenta una pequeña espina neural con forma de trapezoide. En vista ventral se observan procesos transversales pequeños formando una punta aguda y ligeramente inclinadas en dirección caudal. Conjuntamente se presentan dos hipapofisis: una anterior con forma rectangular inclinada anteriormente desplazando a la hipapofisis del atlas mientras que la posterior es de forma ganchuda, inclinada en dirección caudal.

Las vertebras torácicas poseen espina neurales aplanadas rectangulares al mismo tiempo tienen procesos transversales anchos, de borde curvos, con una punta aguzada en su porción dorsal mientras que en su porción ventral presenta el cóndilo de articulación con la costilla el cual está cercano al plano sagital (Figura 46). Ventralmente presenta

hipapófisis pequeñas, angostas, inclinadas en dirección caudal. Las hipapófisis se avanzan en dirección caudal comienzan a fusionarse con la vertebra hasta quedar completamente fusionadas, exhibiendo dos terceras partes de las vertebra torácicas sin hipapofisis. Igualmente presenta en la porción caudal de cada vertebra una estructura lobular, semicircular en vista ventral, cercana a los cóndilos de articulación con las costillas identificada como el pleurocentro

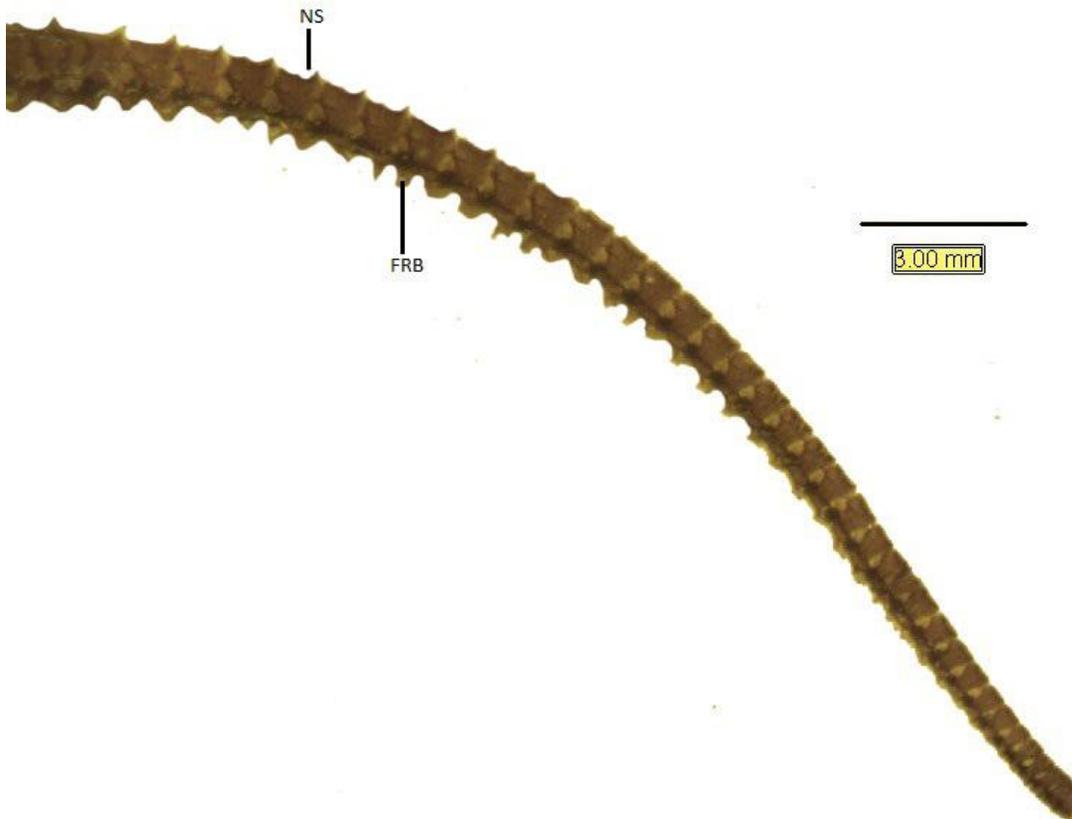


Figura 47. Vertebras caudales de *Elaphe sp.* En donde se observa la espina neural (NS) y las costillas fijas (FRB).

Las vertebra caudales presentan pequeñas espinas neuronales de forma triangular en su porción caudal. Exhiben costillas fusionadas a las vertebra las cuales presentan una punta aguda en su extremo, además en las primeras 4 vertebra caudales se observa bifurcación de la costilla formando la linfapófisis, las cuales son curvas, delgadas y pequeñas. Así mismo las vertebra caudales posteriores presentan costillas que se curvan en dirección anterior (Figura 47). Ventralmente se observan dos filas paralelas de hemapófisis las cuales son ganchudas y dirigidas caudalmente, asimismo presentan una punta aguda.

Las costillas son largas, angostas y ligeramente curvas. En su porción proximal presenta una protuberancia de forma cilíndrica y pequeña. Opuesta a ella presenta una porción ancha y plana. Entre estas estructuras se encuentra una fosa en donde se articula el cóndilo del proceso transversal (Figura 46).

7.1.8 *Naja sp.*

Cráneo

VISTA DORSAL

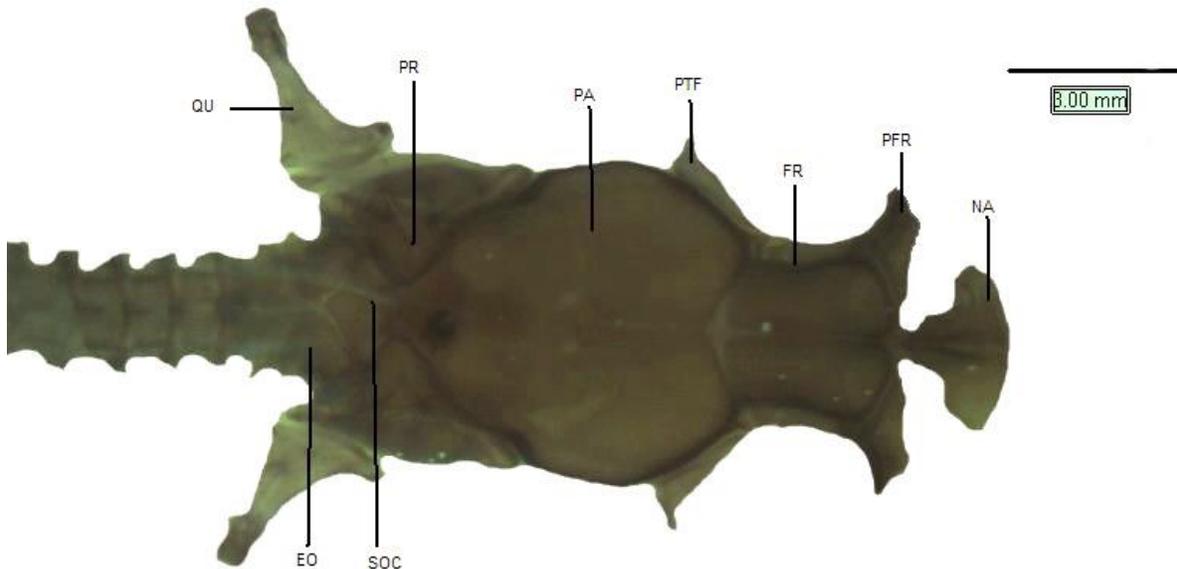


Figura 48. Vista dorsal del cráneo de *Naja sp.* Se observa en dirección antero-caudal los huesos: nasal (NA), frontal (FR), prefrontal (PFR), parietal (PA), postfrontal (PTF), supraoccipital (SOC), proótico (PR), exoccipital (EO), cuadrado (QU).

Premaxilar: Es un hueso pequeño y simple. La superficie anterior del hueso presenta una forma de “Y” invertida en donde el brazo vertical se inserta en el espacio del nasal además en un espécimen de *Naja sp.* se presenta una pequeña cresta triangular proyectada anteriormente. Los brazos laterales son ligeramente curvos doblándose en dirección caudal cercana a sus extremos. El hueso proyecta crestas caudales, siendo la vertical de forma triangular y ligeramente curva mientras que las horizontales son anchas, redondeadas y se extienden hasta el septomaxilar. Lateralmente presentan placas angostas correspondientes a los brazos del premaxilar (Figura 50).

Nasal: Es un elemento grande, ancha, aplanada con forma romboidal en donde el vértice de este se encuentra en posición anterior. El vértice presenta un espacio sagital para la inserción del premaxilar poseyendo dos pequeñas puntas. En su posición caudal presenta una proyección medial pequeña de forma rectangular la cual entra en contacto con el frontal. El nasal presenta un canal sagital que corre desde el espacio anterior hasta la proyección caudal del hueso. En vista lateral presenta paredes de tamaño medio,

rectangulares, curvándose en su porción caudal para articular con el hueso frontal (Figura 48).

Frontales: Son huesos grandes y lisos. En vista dorsal, son de forma rectangular, alargados, ligeramente elevados formando un domo. El borde anterior del hueso forma un ángulo agudo en donde se articula el prefrontal además presenta un espacio medial en donde se ubica el nasal. El borde caudal también forma un ángulo agudo provocando que el borde lateral del hueso que constituye la órbita sea más corto que el borde sagital además presenta un espacio medial que se extiende sagitalmente dividiendo ligeramente al frontal en sus dos porciones. En vista lateral el hueso posee paredes tan largas como la mitad de la órbita (Figuras 48 y 49).

Parietal: Es un hueso grande, liso e impar. En vista dorsal se aprecia que el borde anterior forma un ángulo obtuso, muy pronunciado provocando una abertura entre el frontal y el parietal la cual varía de tamaño entre los ejemplares. El borde caudal de hueso es convexo en donde se aprecian 3 pequeñas proyecciones triangulares de puntas redondeadas. Una de las estructuras se ubica en la parte medial del borde mientras que las dos restantes se colocan una a cada lado. En vista lateral el parietal presenta paredes de bordes curvos en donde se articula el proótico (Figuras 48 y 49).

Supraoccipital: Es una estructura grande y de forma rectangular. El borde anterior del hueso presenta forma cóncava mientras que el borde caudal es convexo cuya porción medial se presenta un proceso pequeño de forma triangular el cual se inserta entre el exoccipital. Los extremos del supraoccipital son ligeramente curvos (Figura 48).

Supratemporal: Es una estructura alargada, ancha y aplanada. Poseen forma de barra en donde el extremo anterior termina en una punta redondeada mientras que el extremos caudal forma una punta pequeña en el cual articula el cuadrado. El hueso se sobrepone al proótico y al exoccipital (Figura 48).

Exoccipital: Es un hueso grande, el cual conforma las porción caudolateral de la bóveda craneal. En vista dorsal se observan dos placas con forma de cuadrado irregular, anchos en su porción lateral mientras que se estrechan en la porción cercana al plano sagital del cráneo además entre estas dos placas se inserta el proceso triangular del supraoccipital. Lateralmente a estas placas se presentan paredes angostas las cuales se dirigen caudalmente y junto con la pared lateral forman una cuña. En vista lateral el hueso posee paredes anchas en donde la porción anterior constituye la mitad caudal de la *fenestra ovalis* asimismo se presenta el foramen yugal en la porción caudal de esta estructura. Forma el borde dorsal y lateral del *foramen magnum* (Figura 48).

VISTA LATERAL

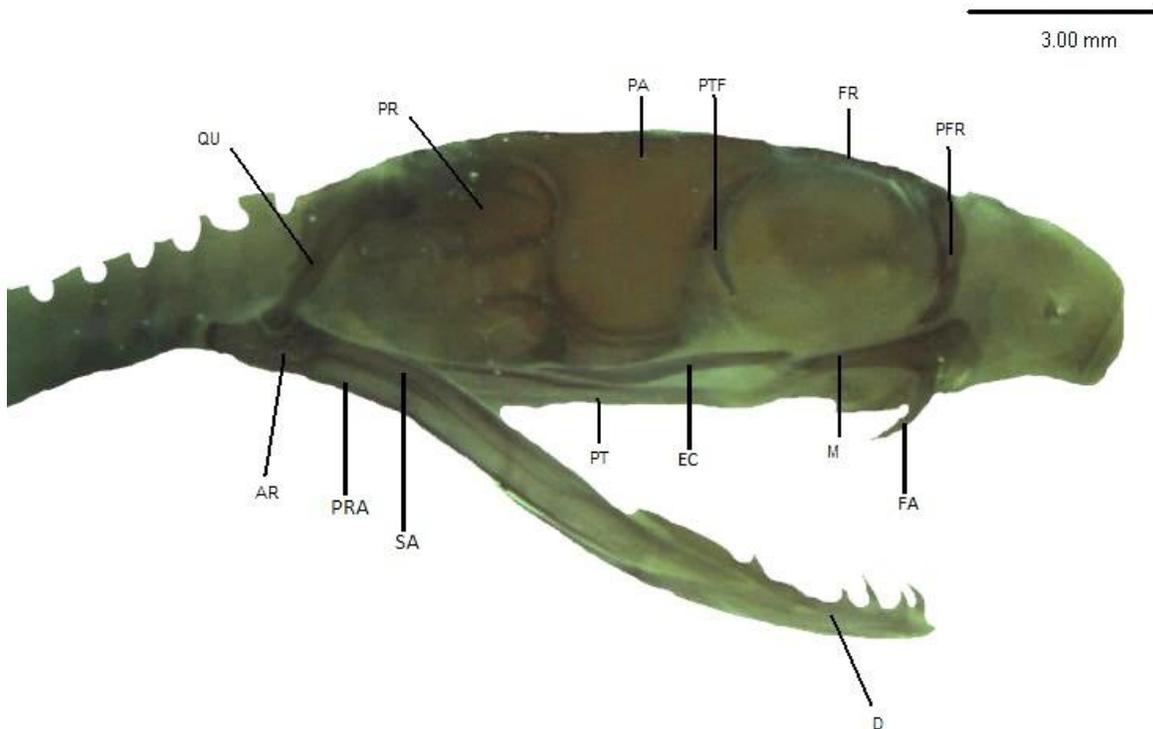


Figura 49. Vista lateral del cráneo de *Elaphe sp.* Se observa en dirección anterocaudal las estructuras: prefrontal (PFR), frontal (FR), postfrontal (PTF), parietal (PA), proótico (PR), cuadrado (QU), maxilar (M), colmillo venenoso (FA), ectopterigoides (EC), pterigoides (PT), dentario (D), prearticular (PRA), surangular (SA), articular (AR).

Septomaxilar: Es un hueso par, el cual forma placas horizontales y angostas. En su porción anterior forma un triángulo que se extiende hasta el premaxilar doblándose en el plano sagital del cráneo. En su porción caudal, se extiende lateralmente y se angosta formando una punta pequeña la cual se dobla verticalmente.

Maxilar: Es un hueso largo, curvo y grande. La porción anterior del hueso es ancha dorsoventralmente presenta en su cara interna un proceso grande de forma triangular, de bordes curvos y aplanado en donde la punta se curva ventralmente entrando en contacto con el palatino; sobre este proceso descansa el prefrontal. Conjuntamente en la porción ventral del hueso se forma los alveolos de inserción del colmillo del veneno, el cual es curvo, de forma cónica y casi tan largo con el maxilar, además de presentar un diente curvo en su extremo caudal. Caudalmente el maxilar se angosta y articula con el ectopterigoides mediante un pequeño proceso de forma triangular, aplanado y horizontal (Figura 49).

Prefrontal: Es un hueso largo, aplanado y de forma irregular. En su porción dorsal, el hueso presenta un alargamiento tomando forma triangular extendiéndose hasta casi el

espacio medial del frontal. El borde anterior es ligeramente ondulado, mientras que el borde caudal es curvo constituyendo el margen anterior de la órbita. El hueso es ancho en su porción dorsal para posteriormente comenzar a angostarse en dirección ventral formando una punta la cual se curva ligeramente en dirección caudal además de articularse con el maxilar. La cara interna del hueso proyecta una pared con forma irregular además en la porción mediolateral presenta una abertura circular (Figuras 48 y 50).

Postfrontal: Es una estructura larga, aplanada y curva. Los extremos de la estructura presentan un angostamiento siendo más pronunciado en su porción ventral, mientras que en la porción medial es ancha. Forma el borde caudal de la órbita, articulándose con la porción anterolateral del parietal (Figuras 48 y 49).

Proótico: Es un hueso grande, largo y de forma irregular. La porción superior presenta el borde anterior formando una curva muy pronunciada articulándose con el parietal. La porción inferior del hueso presenta forma pentagonal en donde se observan dos aberturas de forma circular, separadas entre sí por una placa angosta y pequeña, siendo la abertura anterior cercana al borde de articulación con el parietal de mayor tamaño que la abertura caudal. En el borde caudal en su porción medial, el proótico forma la mitad anterior de la *fenestra ovalis* (Figuras 48 y 49).

Cuadrado: Es un hueso largo, ligeramente aplanado y de tamaño mediano. En vista lateral, la porción proximal del hueso es más ancha que el resto de la estructura presentando forma triangular en donde el vértice anterior se alarga y se redondea. Subsiguientemente el hueso toma forma de barra en donde el cóndilo de articulación gira 90° para unirse al mandibular. El cóndilo presenta forma cuadrada y opuesta a él presenta una estructura triangular. Entre estas estructuras se encuentra una área articular (Figuras 48 y 49).

Mandíbula.

Dentario: Es un hueso alargado, ligeramente curvo, estrecho en su porción anterior y bifurcado en su porción caudal donde se articula con el prearticular. Posee una hilera de 10 dientes agudos y pequeños. Se observa un pequeño foramen elíptico en la porción medial del hueso ventral a la hilera de dientes. En la cara interna del hueso se observan dos canales paralelos los cuales se encuentran separados por una pared (Figuras 49 y 50).

Esplénial: Es un hueso angosto, alargado y pequeño. El hueso se ubica en la porción ventral del dentario. En su porción anterior forma una punta muy aguda la cual se ensancha en dirección caudal. En su porción caudal el hueso se curva tomando forma de media luna.

Angular: Es un hueso largo, de forma irregular en donde la porción anterior es casi tan amplia como el dentario en donde el borde anterior es curvo. A continuación el hueso se estrecha abruptamente formando una punta aguda y angosta dirigida caudalmente.

Prearticular: Es un hueso largo, ancho, de forma rectangular. En su porción anterior se angosta y forma una punta aguda en posición dorsal, la cual articula con el dentario (Figura 49).

Surangular: Es una estructura larga, angosta, con forma de barra. En su porción anterior se angosta formando una punta al igual que en su porción caudal, siendo esta más amplia que la anterior. Dorsalmente presenta un canal que corre a través de todo el hueso desde la zona articular con el cuadrado hasta la parte media de la estructura (Figura 49).

Articular: Forma la zona de articulación con el hueso cuadrado. En vista lateral la zona de articulación forma una curva amplia. En su porción caudal el hueso se dobla ligeramente en dirección al eje central del cráneo (Figuras 49 y 50).

VISTA VENTRAL

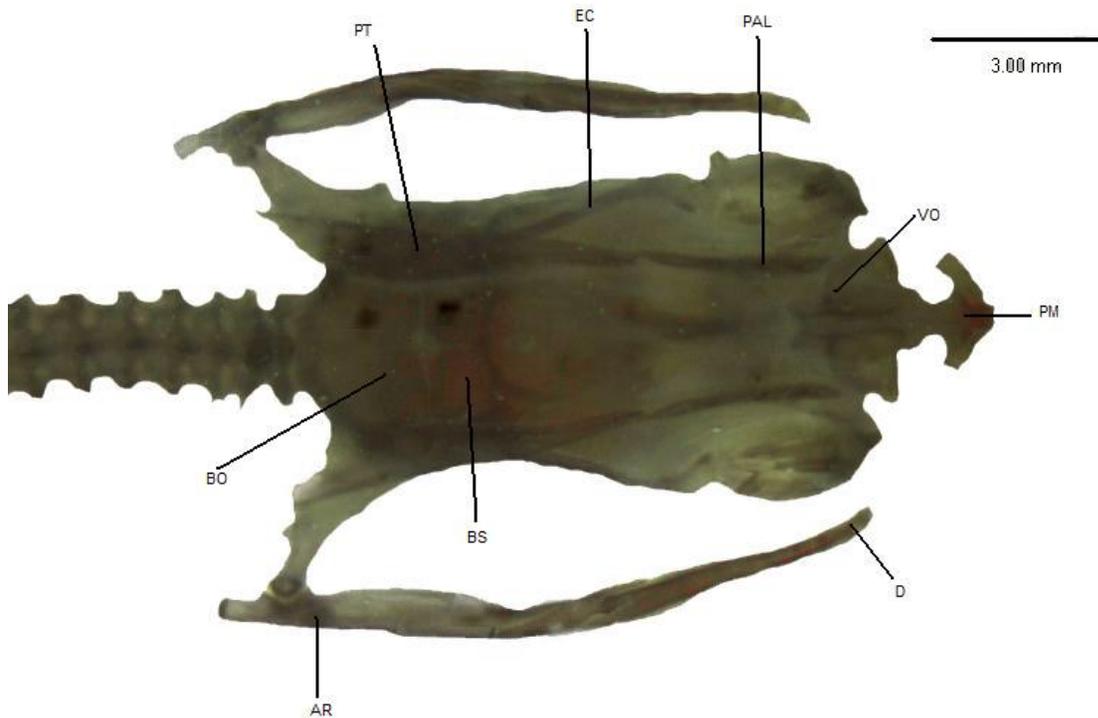


Figura 50. Vista ventral del cráneo de *Naja sp.* Se observan los huesos en dirección antero-caudal: premaxilar (PM), vómer (VO), palatino (PAL), basiesfenoides (BS), pterigoides (PT), ectopterigoides (EC), basioccipital (BO), dentario (D), articular (AR).

Vómer: Son estructuras pares ubicadas en posición ventral en la bóveda craneal, es un hueso edentado, presenta forma semicircular. Exhibe dos placas con forma triangular de bordes curvos siendo la anterior más pequeña que la caudal, estas placas forman la

abertura mediolateral del órgano vomeronasal. En su porción caudal, los vómeres presentan pequeñas proyecciones semicirculares verticales e inclinadas (Figura 50).

Palatino: Es un hueso largo y aplanado lateralmente. En vista lateral se observa que el hueso presentan forma triangular ancha, de borde anterior ondulado y borde caudal curvo, el cual se extiende hacia su porción caudal además la estructura se inclina ligeramente hacia el eje sagital del cráneo. La porción caudal forma una pequeña punta con la cual se articula con el pterigoides. Presenta una fila de 6 dientes pequeños y curvados (Figura 50).

Basiesfenoides: Es una estructura grande, larga y con forma pentagonal irregular. La base del hueso es ancha, de bordes laterales curvos igualmente presenta una amplia sutura la cual atraviesa al hueso formando un surco. En la parte central del hueso se presenta un pequeño foramen circular. A partir de la sutura transversal el basiesfenoides comienza a angostarse y alargarse en dirección anterior hasta el paraesfenoides. Esta zona presenta suturas paralelas a los bordes las cuales se unen en la base del paraesfenoides. El paraesfenoides es una estructura angosta, alargada y simple formando una barra de punta redondeada. En la base del paraesfenoides se observa ensanchamientos laterales los cuales toman forma redondeada igualmente presentan suturas caudales a estas estructuras a cada lado del hueso (Figura 50)

Pterigoides: Es una estructura grande, larga y aplanada dorsoventralmente. En vista lateral, la porción anterior del hueso forma una pared angosta la cual en su extremo anterior presenta una amplia ranura poco profunda mediante la cual se articula con el palatino. Posteriormente el hueso se ensancha en dirección caudal en donde el borde lateral es poco curvo provocando que el ensanchamiento sea poco pronunciado para consecutivamente reducirse formando una punta aguda. El hueso se extiende lateralmente al eje sagital del cráneo. Presenta una hilera de 11 dientes curvos y pequeños (Figuras 49 y 50).

Ectopterigoides: Es un hueso largo, aplanado y estrecho. En su porción anterior el hueso se ensancha tomando forma triangular de vértices redondeados en donde el borde anterior se curva para formando la zona articular del maxilar. Posteriormente el hueso se estrecha y ondula para articularse con el pterigoides. En su porción caudal el ectopterigoides forma una punta aguda la cual se sobrepone al pterigoides articulándose en una pequeña ranura de este (Figuras 49 y 50).

Basioccipital: Es una estructura grande, ancha y con forma pentagonal. En la porción anterior se observa una ligera elevación de forma triangular cercana al borde. Conjuntamente se presenta una sutura sagital muy tenue proyectándose desde la elevación anterior hasta el extremo caudal del hueso. El basioccipital forma el borde ventral del *foramen magnum* (Figura 50).

Columna vertebral

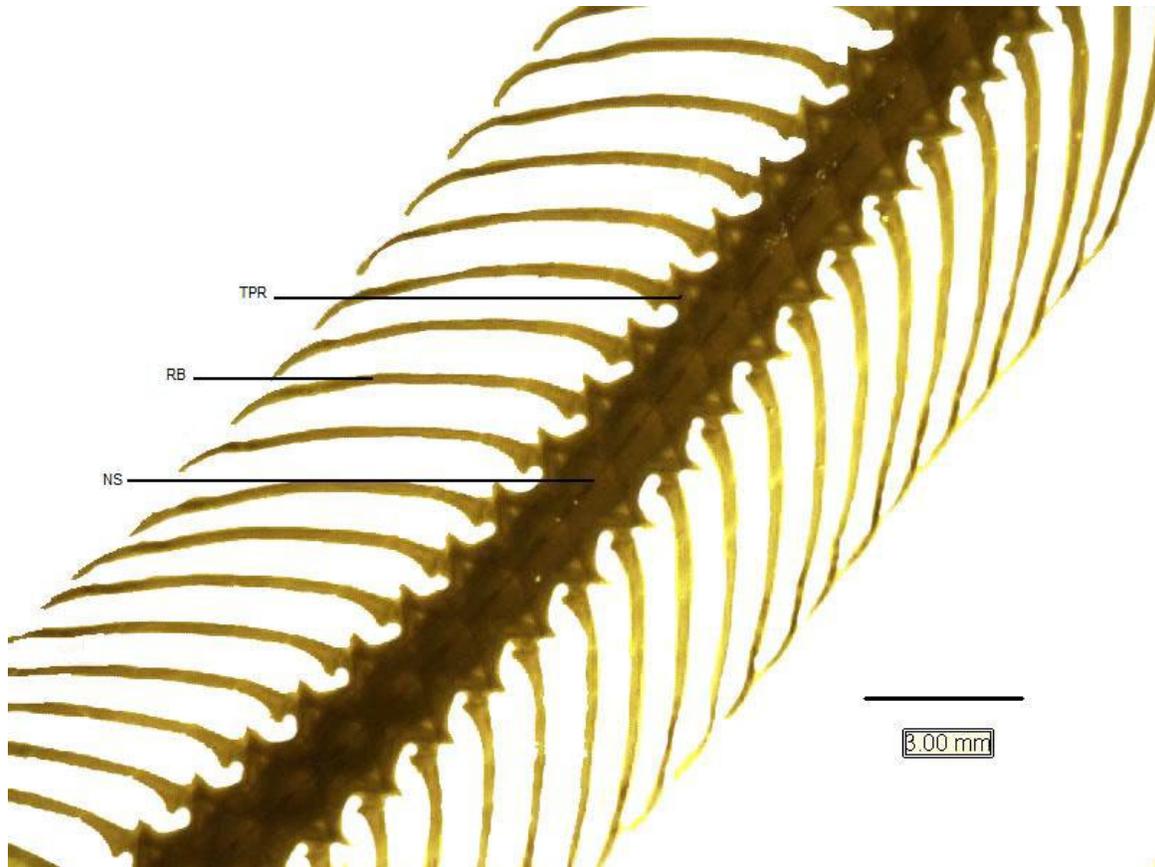


Figura 51. Vertebras torácicas de *Naja sp.* En donde se aprecia la espina neural (NS), una porción del proceso transversal (TPR) y las costillas (RB).

Naja sp. presenta un total de 240 a 243 vertebras de las cuales de 185 a 187 son vertebras torácicas mientras que de 53 a 57 de caudales, todas de tipo procélicas.

El atlas es un anillo simple, ancho en su porción dorsal para estrecharse en dirección ventral además se dobla en su eje sagital. No presenta espina neural ni sutura dorsomedial, solo se observa un pequeño espacio medial en el borde caudal. No presenta procesos transversales. En vista ventral se observa un elemento elíptico no fusionado a la vertebra ubicado medialmente el cual presenta una hipapófisis rectangular de tamaño medio.

El axis presenta una espina neural grande, de forma rectangular de bordes curvos, aplanado lateralmente, además presenta pequeños procesos transversales, de forma cónica y angosta. En vista ventrolateral, se observan dos hipapófisis de la vertebra: una anterior la cual posee forma romboidal ancha, mientras que la caudal presenta forma de gancho dirigida anteriormente ambas de similar tamaño.

Las vertebras torácicas presentan espinas neurales con forma rectangular y aplanadas. Presenta procesos transversales cortos de forma triangular, de bordes curvos dirigidos ventralmente con un pequeño cóndilo de articulación para la inserción de la costilla con excepción de las primeras 3 vertebras torácicas. El área del proceso transversal se

extiende ventralmente formando estructuras triangulares, ubicados en la porción anterior de la vertebra conformando las parapófisis. Lateralmente en cada vertebra se presenta una abertura caudal circular (Figura 51). Ventralmente presentan hipapófisis triangulares de ápice agudo inclinadas en dirección caudal. Esta inclinación aumenta conforme se avanza posteriormente.

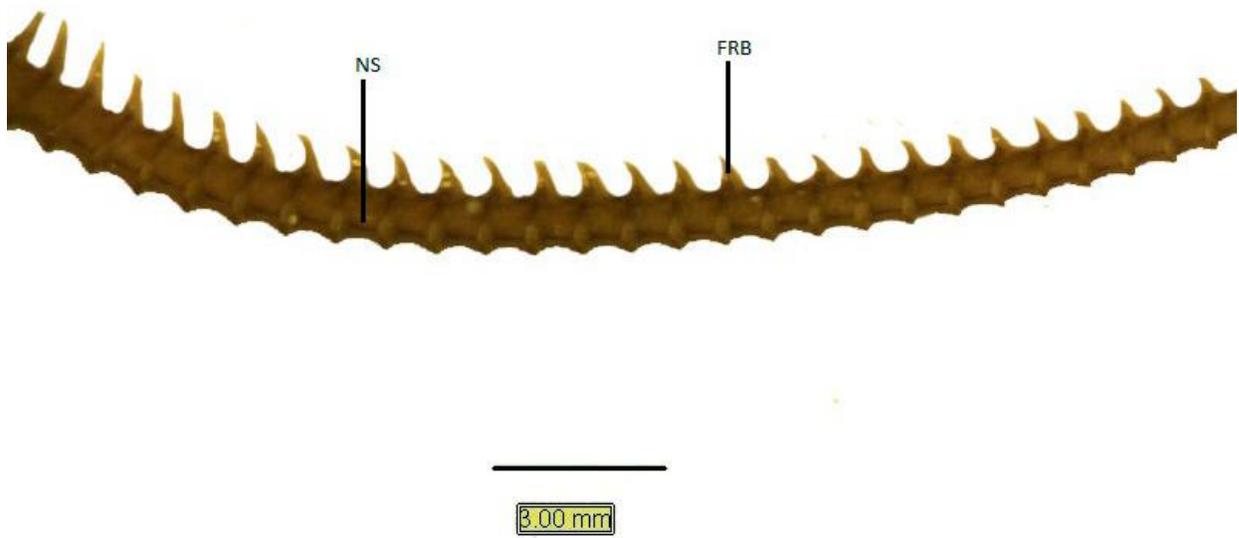


Figura 52. Vertebras caudales de *Naja sp.* En donde se aprecia la espina neural (NS) y las costillas fijas (FRB).

Las vertebra caudales presentan espinas neurales pequeñas, rectangulares y aplanadas. Exhiben costillas fusionadas a la vertebra delgadas y con ápices agudos. Muestra una zona correspondiente a las primeras 5 vertebra caudales en donde las costillas se bifurcan en un proceso lateral curvo y delgado formando las linfapófisis (Figura 52). Ventralmente se observan dos filas paralelas que conforman las hemapófisis las cuales presentan una punta redondeada la cual se torna en una punta aguda conforme se avanza caudalmente.

Las costillas son largas, angostas y ligeramente curvas. En su porción proximal la costilla presenta dos estructuras siendo una de ellas de forma cilíndrica y tamaño pequeño mientras que la otra presenta forma triangular, de mayor tamaño que la opuesta a ella. Entre estas dos estructuras se presenta una zona articular donde se articula al proceso transversal (Figura 51).

7.1.9 *Bothriechis schlegelii*

Cráneo

VISTA DORSAL

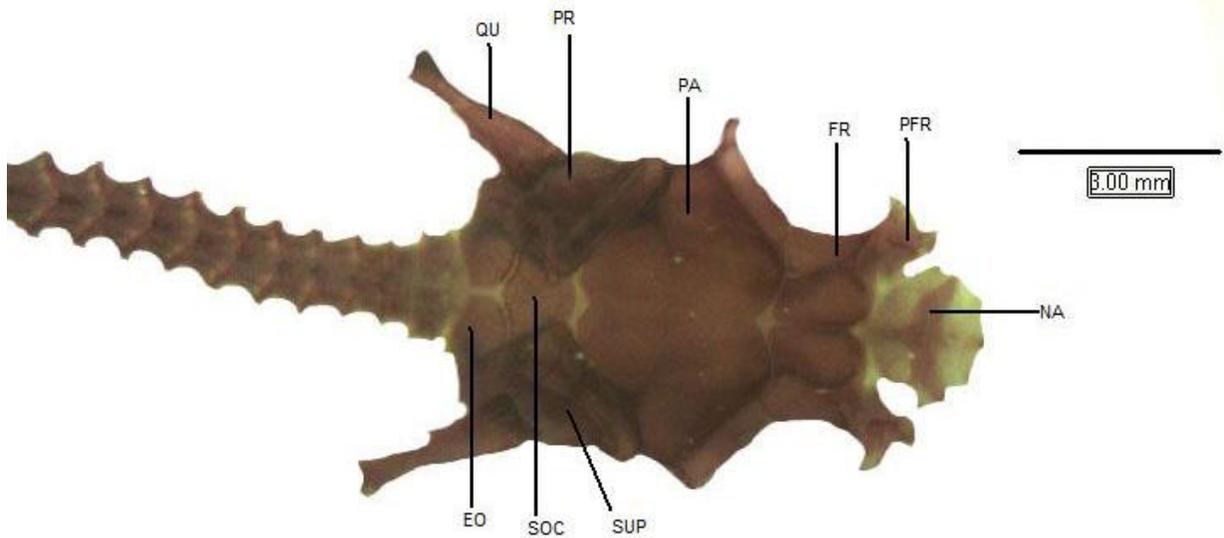


Figura 53. Vista dorsal del cráneo de *Bothriechis schlegelii*. Se observa en dirección antero-caudal los huesos: nasal (NA), frontal (FR), prefrontal (PFR), parietal (PA), supraoccipital (SOC), proótico (PR), supratemporal (SUP), exoccipital (EO), cuadrado (QU).

Premaxilar: Es un hueso pequeño y simple ubicado en la porción anterior del cráneo. La superficie anterior de hueso presenta forma de “Y” invertida en donde el brazo vertical es más ancho que los brazos laterales, los cuales son sumamente delgados además de ser ligeramente curvos y cortos. De la cara posterior se proyectan pequeñas crestas caudales en donde la cresta vertical posee forma triangular de ápice redondeado mientras que las crestas laterales son horizontales, con forma rectangular y angostas (Figura 55).

Nasal: Es una estructura aplanada y de mediano tamaño. En vista dorsal el hueso presenta forma de trapecio ancho y ligeramente angosto antero-caudalmente en donde los vértices anterolaterales se alargan formando puntas redondeadas, asimismo el borde anterior se curva en la zona de elongación ensanchando ligeramente esta porción. Se observa un canal sagital que corre a través de todo el hueso curvando al hueso de forma semejante en la porción anterior se proyectan pequeñas puntas las cuales no entran en contacto con el premaxilar. Ni con el frontal. Lateralmente descienden paredes de su porción medial las cuales son pequeñas y anchas (Figura 53).

Frontales: Son huesos pares, anchos y desarrollados. En vista dorsal, los frontales presentan forma cuadrada en donde se observan canales someros en cada mitad del hueso debido al incremento de la bóveda cerebral que sufre el hueso por la ubicación en la porción anterior del cerebro. El borde anterior del hueso es ondulado, asimismo presenta un espacio medial grande igualmente el frontal en sus vértices anterolaterales se prolonga ligeramente formando una pequeña barra, en sus extremos dos proyecciones triangulares pequeñas en donde articula el prefrontal. Los bordes laterales del hueso son curvos y forman el borde dorsal de la órbita. Consecutivamente el borde caudal es ondulado en donde, dependiendo del ejemplar, será más pronunciado que en otros además de presentar un espacio medial de tamaño variable. En vista lateral, descienden paredes de forma triangular de bordes curvos y ligeramente más grandes que la órbita (Figura 53).

Parietal: Es un hueso impar, muy desarrollado y de gran tamaño. En vista dorsal se aprecia que el borde anterior del hueso es ondulado, el cual, puede ser más pronunciado que en otros ejemplares, al igual que el espacio medial que se presenta. Lateral al borde anterior, el parietal se dobla dorsalmente formando un pliegue rectangular aplanado el cual forma la porción caudal de la órbita a continuación el pliegue se dobla formando una pequeña pared vertical de forma rectangular exhibiendo una sutura en el dobles del pliegue. El borde caudal del hueso en su porción medial presenta dos proyecciones semicirculares pequeñas y dependiendo del ejemplar estarán articulando o no con el supraoccipital. Lateral a estas estructuras el borde es cóncavo articulando con el proótico. En vista lateral, el hueso presenta paredes anchas y de bordes curvos (Figuras 53 y 54).

Supraoccipital: Es un hueso grande y de forma rectangular. El borde anterior del hueso es cóncavo en donde en su porción medial presenta una pequeña punta la cual se inserta al parietal mientras que el borde caudal es convexo y ondulado en donde la ondulación de la porción medial es más pronunciada separando al exoccipital ligeramente sagitalmente (Figura 53).

Exoccipital: Es un hueso grande, el cual conforma la porción caudolateral de la bóveda craneal. En vista dorsal se observan dos placas de forma cuadrangular irregular, de tamaño mediano, aplanadas y curvas en dirección ventral además de estar separados sagitalmente formando un espacio alargado. En vista dorsolateral se presentan paredes pequeñas que junto a las paredes laterales forman una cuña dirigida lateralmente. En vista lateral, se aprecian paredes anchas, en donde se encuentra la mayor porción de la *fenestra ovalis* asimismo en cuya porción ventral se aprecia el foramen yugal de forma elíptica. El exoccipital forma el borde dorsal y lateral del *foramen magnum* (Figura 53).

Supratemporal: Es una estructura pequeña, alargada y aplanada. Presenta forma de barra de extremos redondeados. En su porción medial el borde inferior se curva ensanchando al hueso para subsiguientemente angostarse nuevamente en dirección caudal. El hueso se curva y se sobrepone al proótico y al exoccipital (Figura 53).

VISTA LATERAL

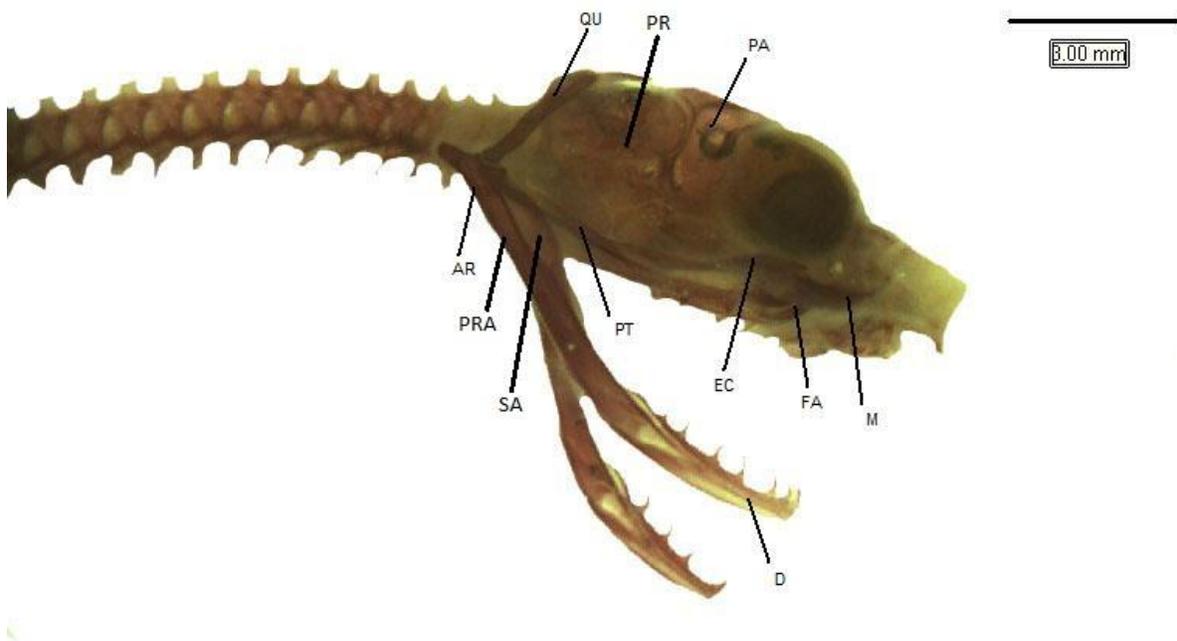


Figura 54. Vista lateral del cráneo de *Bothriechis schlegelii*. Se observan las estructuras en dirección anterocaudal: parietal (PA), proótico (PR), cuadrado (QU), maxilar (M), colmillo venenoso (FA), ectopterigoides (EC), pterigoides (PT), dentario (D), prearticular (PRA), surangular (SA), articular (AR).

Septomaxilar: Es un hueso ancho, el cual forma una placa horizontal en donde la porción anterior forma dos pequeños triángulos los cuales se inclinan en dirección lateral conjuntamente de presentan borde curvos con los que articula con la cresta horizontal del premaxilar. A continuación el septomaxilar se dobla en sus áreas laterales en dirección dorsal formando paredes anchas y terminadas en punta.

Maxilar: Es un hueso de mediano tamaño, aplanado y ancho. En vista dorsal solo se aprecia una pequeña punta redondeada que, consecutivamente, desciende y se ensancha además de curvarse formando un espacio cóncavo. En su porción ventrolateral el hueso se dobla y forma pequeñas paredes rectangulares las cuales se unen formando una pequeña esquina. En la porción ventral del hueso se forman los alveolos para la inserción de los colmillos de veneno, los cuales son cónicos, curvos y de tamaño menor a la mitad del largo de la órbita (Figura 54).

Prefrontal: Es un hueso de mediano tamaño y de forma irregular. En vista dorsal, el hueso presenta forma triangular el cual se dobla en dirección caudal curvándose sus bordes. Exhibe una pequeña prolongación recta en la base de la estructura triangular con la cual articula con el frontal. Subsiguientemente el hueso se dobla en dirección ventral formando una estructura rectangular pequeña en la porción interna del cráneo (Figura 53).

Postfrontal: No se observa en el ejemplar

Proótico: Es un hueso de tamaño grande y de forma irregular conformando las paredes laterales de la bóveda craneal. En la porción superior del hueso, el borde anterior presenta forma de curva muy pronunciada articulando con el parietal mientras que los bordes caudales son rectos y se articulan con el supraoccipital y el exoccipital. A continuación la porción inferior del hueso presenta una forma pentagonal en donde se observa una gran abertura de forma elíptica cercana a la zona de articulación con el parietal y, dependiendo del ejemplar, presentara una placa triangular o rectangular que puede o no unirse al borde opuesto separando así al foramen en dos porciones. En el borde caudal en su porción medial el proótico forma menos de un tercio de la porción anterior de la *fenestra ovalis* (Figuras 53 y 54).

Cuadrado: Es un hueso largo, ligeramente aplanado. En su porción proximal, el hueso es ligeramente más ancho que en su porción distal además de presentar bordes curvos. A continuación el hueso se angosta y forma una barra cuyo extremo forma el cóndilo de articulación esférico y opuesto, a él se presenta una punta triangular pequeña. Entre estas dos estructuras se encuentra una fosa de articulación la cual es poco profunda (Figuras 53 y 54).

Mandíbula

Dentario: Es un hueso alargado, curvo en su porción anterior, bifurcado en su porción caudal para constituir la zona articular con el prearticular. Posee una fila de 12 dientes pequeños y curvos, además de un pequeño foramen elíptico en posición ventral a esta. La porción anterior del hueso es angosta formando una punta redondeada. En la cara interna del hueso se presentan 2 canales los cuales corren a lo largo del hueso (Figuras 53 y 55).

Esplénial: Es una estructura pequeña y alargada. En su porción anterior, presenta forma triangular, de vértice agudo y se ubica en la porción caudal del canal ventral del dentario. Consecutivamente el hueso se curva tomando forma de hoz constituyendo así, junto al dentario, un foramen circular medial.

Angular: Es una estructura de forma triangular, caudal al esplénial. El borde anterior es curvo y tan ancho como el dentario para después alargarse y dirigirse caudoventralmente formando una punta aguda ubicada en la porción ventral del prearticular.

Prearticular: Es una estructura larga, ligeramente curvo y de forma cilíndrica. En su porción anterior se angosta formando una punta dorsal con la cual se articula con el dentario, además de presentar un pequeño foramen elíptico en su porción lateral (Figura 54).

Surangular: Es una estructura con forma de cresta, alargada, semicircular y de altura baja. Esta cresta corre desde el articular hasta la porción mediocaudal del hueso prearticular. Lateralmente esta cresta presenta un canal angosto, elíptico y alargado la cual es tan larga como la cresta y forma un canal interno en el hueso (Figura 54).

Articular: Forma la zona de articulación con el cuadrado. Esta zona es inclinada y con forma de "V". En su porción caudal la estructura se curva ventralmente además siendo ligeramente aplanado dorsoventralmente tomando forma rectangular. A continuación la estructura se inclina ligeramente en dirección al plano sagital del cráneo (Figuras 54 y 55).

VISTA VENTRAL

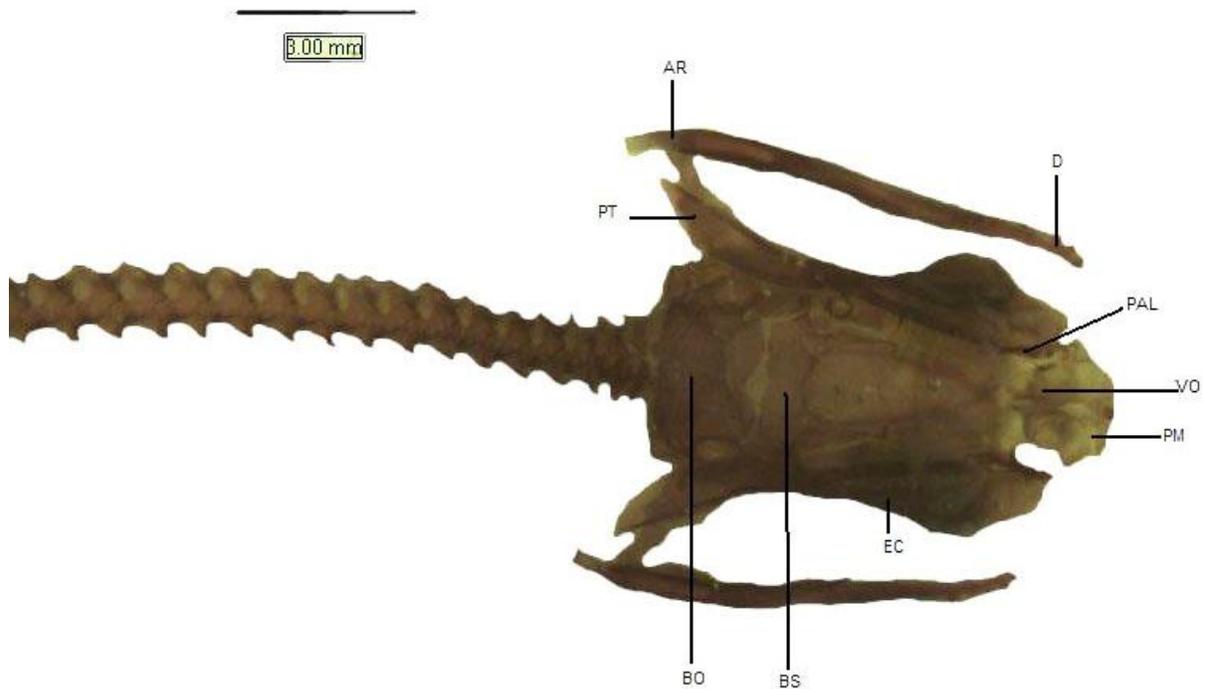


Figura 55. Vista ventral del cráneo de *Bothriechis schlegelii*. Se observa en dirección antero-caudal las estructuras: premaxilar (PM), vómer (VO), palatino (PAL), basiesfenoides (BS), pterigoides (PT), ectopterigoides (EC), basioccipital (BO), dentario (D), articular (AR).

Vómer: Es una estructura edentada. En vista ventral presenta forma semicircular exhibiendo un par de orificios formados a través de placas triangulares internas, de bordes curvos siendo la anterior de menos tamaño que la caudal. Por otro lado, en el borde del hueso cercano al eje sagital del cráneo se proyectan dos paredes dorsales las cuales quedan muy cercanas al hueso nasal, sobresaliendo ligeramente en dirección caudal del hueso (Figura 55).

Palatino: Es un hueso pequeño, alargado y aplanado lateralmente. En su porción dorsal presenta forma semicircular, mientras que ventralmente, en su porción dorsal, se alarga ligeramente y se curva en dirección lateral. Presenta una fila de 5 dientes curvos y agudos (Figura 55).

Basiesfenoides: Es un hueso alargado, grande, ancho y con forma pentagonal. La base del basiesfenoides es ligeramente abovedada, de bordes poco curvos. A continuación el hueso se alarga en dirección anterior angostándose someramente hasta el paraesfenoides. En esta zona se presentan suturas paralelas en los bordes los cuales se curvan y se unen en la porción mediocaudal del basiesfenoides. El paraesfenoides es una

estructura ancha, casi tan larga como la porción caudal a esta zona y con forma triangular. Se observa una pequeña cresta sagital la cual corre a todo lo largo del paraesfenoides hasta la porción caudal. En la base del paraesfenoides se observan dos suturas transversales una a cada lado del hueso (Figura 55).

Pterigoides: Es un hueso largo, aplanado dorsoventralmente y curvo. La porción anterior del hueso es angosta formando una barra de extremo redondeado articulándose con el palatino. Consecutivamente comienza a ensancharse, primero formando una zona semicircular en donde dorsalmente se sobrepone el ectopterigoides para después tomar forma de veleta, asimismo empieza a curvarse lateralmente. En su porción dorsal se observa que el hueso presenta un canal somero y estrecho paralelo al borde lateral. El pterigoides presenta una hilera de 17 dientes curvos y agudos (Figuras 54 y 55).

Ectopterigoides: Es un hueso largo y aplanado. La porción anterior del hueso es ancha de forma cuadrada, su borde anterior es curvo además de presentar un alargamiento en el vértice anterolateral formando una punta delgada, con las cuales se articulan con la pared caudal del maxilar. A continuación el hueso se angosta y se alarga formando en su porción caudal una punta redondeada y de bordes curvos que se superpone al pterigoides. El hueso se curva ligeramente para articularse (Figuras 54 y 55).

Basioccipital: Es un hueso de mediano tamaño, con forma pentagonal y ancho. En el borde anterior del hueso se observa un espacio medial rectangular alargado el cual, dependiendo del ejemplar, puede estar ausente. En su porción caudal presenta una pequeña sutura sagital la cual no es muy marcada, extendiéndose desde el borde caudal hasta antes del centro del hueso. El basiesfenoides ligeramente curvo y forma la porción ventrocaudal de la bóveda craneal (Figura 55).

Columna vertebral

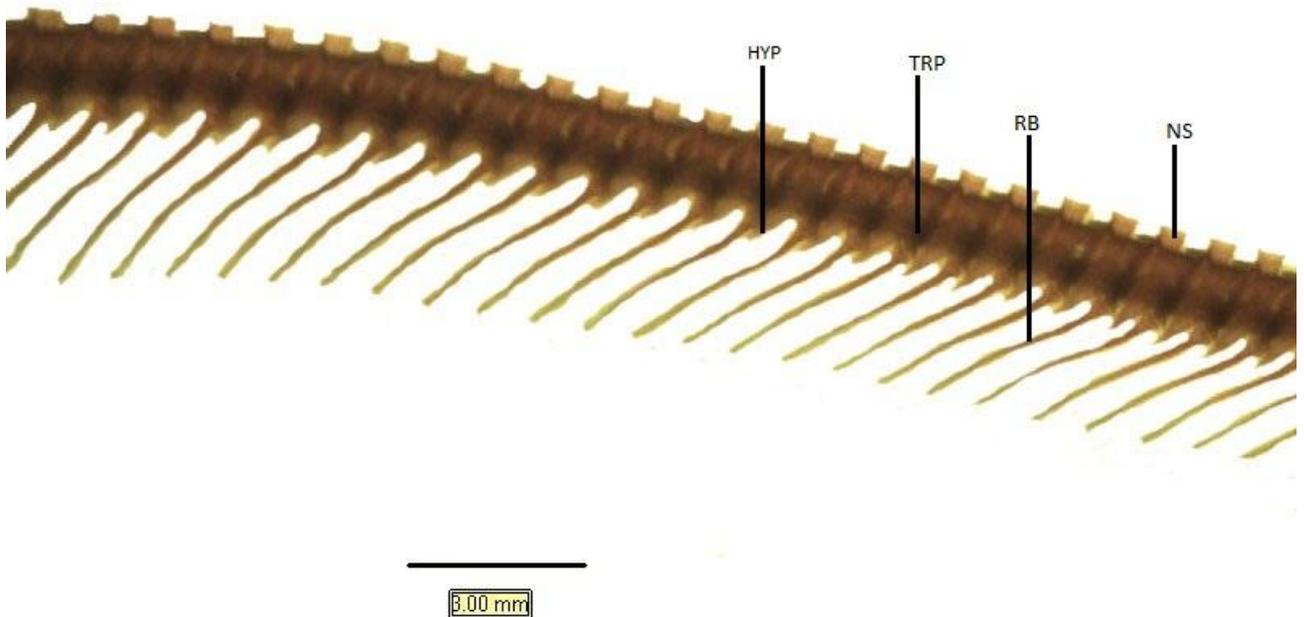


Figura 56. Vertebrae torácicas de *Bothriechis schlegelii* en donde se observa la espina neural (NS), proceso transversal (TRP), las costillas (RB) y la hipapofisis (HYP).

Bothriechis schlegelii presenta un total de 185 a 218 vertebras totales de las cuales de 149 a 161 son vertebras torácicas y de 42 a 58 caudales, todas de tipo procélicas.

El atlas es un anillo simple, ancho en su porción dorsal donde su borde anterior forma dos pequeñas curvas una a cada lado de la abertura sagital ya que no ostenta ni sutura medial dorsal ni espina neural subsiguientemente la vertebra se angosta en dirección ventral. Lateralmente la vertebra presenta unos pequeños procesos transversales de punta delgada y aguda. En su porción ventral presenta forma rectangular, angosta una estructura no fusionada a la vertebra y de este elemento se proyecta una hipapofisis pequeña y de forma triangular.

El axis presenta una pequeña espina neural con forma triangular. En posición ventrolateral se observan procesos transversales de tamaño pequeño formando una punta aguda y ligeramente curvos dirigidas caudalmente. Ventralmente se observan dos hipapofisis: la anterior presenta forma de gota y ancha poco fusionada a la vertebra mientras que la hipapofisis caudal es de forma rectangular y ligeramente angosta.

Las vertebras torácicas poseen espinas neurales aplanadas y con forma rectangular. Presenta procesos transversales de tamaño medio, de bordes curvos, con el cóndilo de articular en posición ventrolateral para la articulación de las costillas con excepción de las primeras 3 vertebras torácicas. El área del proceso transversal se extiende ventralmente formando estructuras triangulares ubicadas en la porción anterior de la vertebra conformando las parapofisis. Ventralmente presenta hipapofisis de forma triangular de

ápice agudo, ligeramente angostos las cuales reducen su tamaño en dirección caudal pero sin sufrir inclinación y fusión a la vertebra (Figura 56).

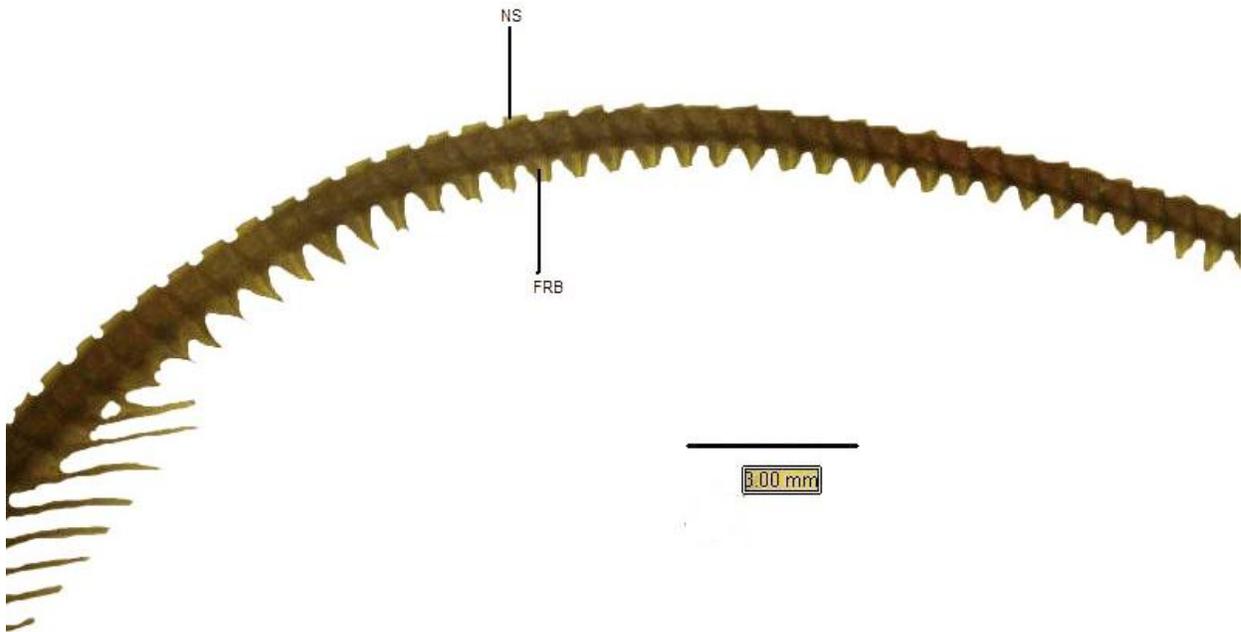


Figura 57. Vertebras caudales de *Bothriechis schlegelii* en donde se presenta la espina neural (NS) y las costillas fijas (FRB).

Las vertebrae caudales presentan pequeñas espinas neurales de forma rectangular. Presentan costillas fusionadas a la vertebra las cuales exhiben una punta aguda en sus extremo, además las primeras 5 vertebrae caudales se bifurcan de la costilla formando la linfapófisis las cuales son curvas, delgadas y pequeñas (Figura 57). Ventralmente presentan dos filas paralelas de hemapófisis de forma triangular, de bordes curvos y dirigidos caudalmente.

Las costillas son largas, delgadas y ligeramente curvas. En su porción proximal presentan dos estructuras siendo una de estas de forma cilíndrica y de tamaño pequeño, y opuesta a esta se observa una estructura ligeramente plana, de forma triangular. Entre estas estructuras presenta una fosa de articulación donde se articula al proceso transversal (Figura 56).

7.2-Análisis de conglomerados

Se realizó una serie de tablas en donde se hace una comparación de cada estructura ósea de cada uno de los organismos entre sí para observar el grado de similitud presente en ellos asignando el valor de 0 a aquellas estructuras que son diferentes entre los diferentes organismos mientras que se le asigna el valor de 1 a aquellas estructuras que son semejantes en los diferentes especímenes. Las tablas, al igual que las descripciones, son divididas en sección craneal que comprende la vista dorsal, lateral y ventral así como la sección de la columna vertebral compuesta por el atlas, axis, vértebras torácicas y caudales así como las costillas como se muestra en el Anexo 1. Posteriormente se llevó a cabo el conteo total del grado de similitud entre cada espécimen descrito obteniendo la siguiente (tabla 2):

Tabla 2. Grado de similitud total entre los diferentes especímenes

Total	<i>Lampropeltis getula</i>	<i>Bitis gabonica</i>	<i>Bothrops asper</i>	<i>Crotalus polystictus</i>	<i>Naja kaouthia</i>	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	<i>Elaphe sp.</i>	<i>Naja sp.</i>	<i>Bothriechis schlegelii</i>
<i>Lampropeltis getula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bitis gabonica</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bothrops asper</i>	2	11	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crotalus polystictus</i>	1	10	17	-	-	-	-	-	-
<i>Naja kaouthia</i>	18	4	3	5	-	-	-	-	-
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	3	10	13	8	4	-	-	-	-
<i>Elaphe sp.</i>	22	2	2	2	13	5	-	-	-
<i>Naja sp.</i>	13	1	2	4	26	4	11	-	-
<i>Bothriechis schlegelii</i>	5	10	10	13	6	18	6	6	-

La tabla 2 nos indica los valores obtenidos entre ejemplares, encontrando que *Naja kaouthia* y *Naja sp.* posee un grado de similitud de 26 siendo el valor más alto entre los especímenes, a continuación se presenta *Lampropeltis getula* y *Elaphe sp.* con un valor de 22; *Agkistrodon bilineatus* y *Bothriechis schlegelii* con un valor de 18.

Con los datos obtenidos en la tabla 1 se realizó un dendrograma con las distancias correspondientes entre cada elemento el cual se presenta a continuación:

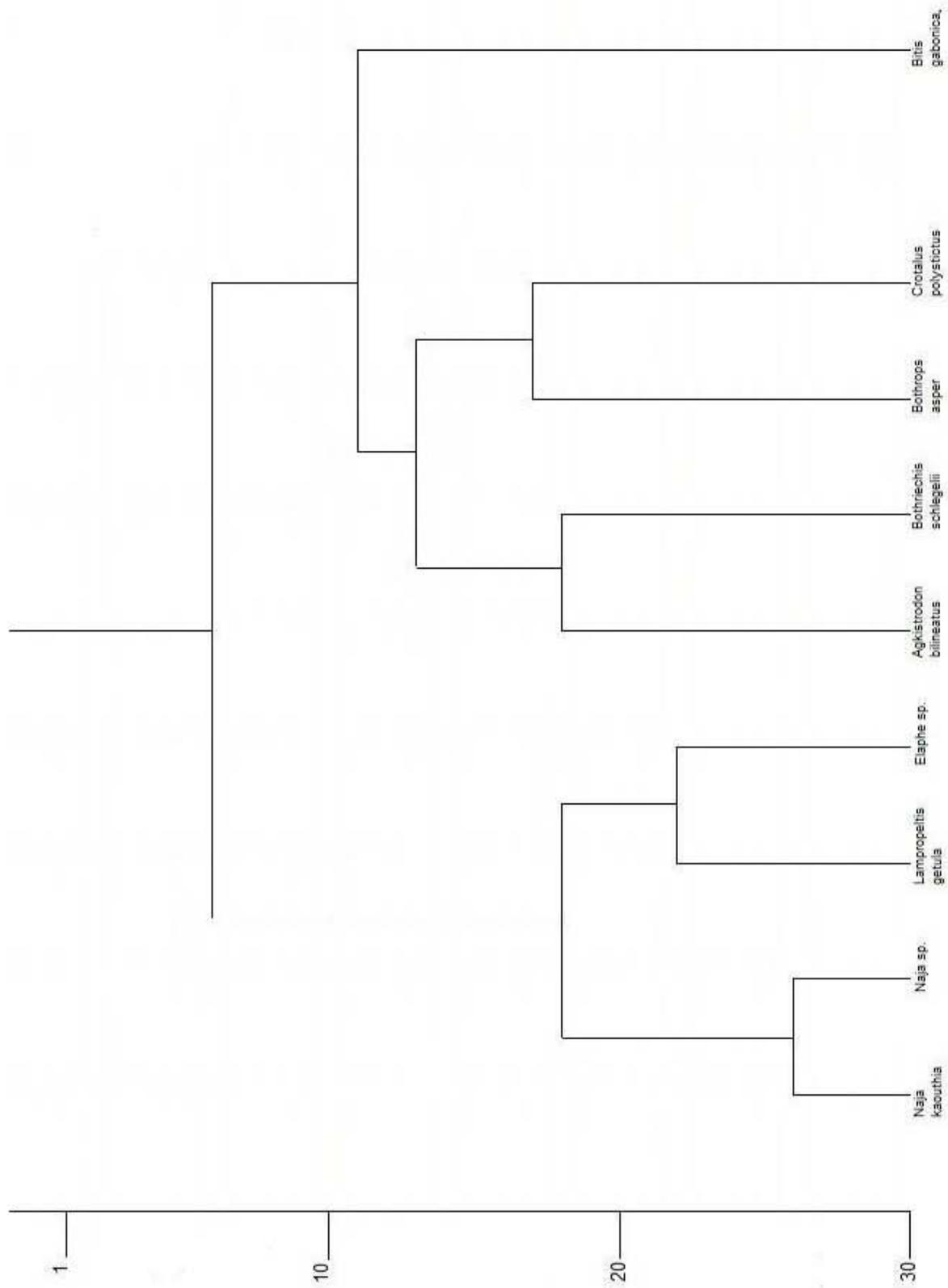


Figura 58. Dendrograma con los grupos formados por similitud entre organismos

VIII.- Discusión

Las especies consideradas en el estudio muestran similitudes osteológicas. Sin embargo existen diferencias morfológicas en las diferentes porciones las cuales resaltaremos en la presente discusión.

Comparando entre los diferentes especímenes, encontramos que el premaxilar presenta una forma básica de “Y” invertida entre *Lampropeltis getula*, *Naja kaouthia*, *Agkistrodon bilineatus*, *Elaphe sp.*, *Naja sp.*, *Bothriechis schlegelii* de las cuales *Agkistrodon bilineatus* presentan los brazos laterales del premaxilar doblados en su porción media, mientras que *Bitis gabonica*, *Bothrops asper*, *Crotalus polystictus* presentan una forma de “T” invertida. Bullock y Tanner (1966) reportan una forma similar en “Y” en el premaxilar de los colúbridos *Pituophii catenifer* y *Thamnophis radix* asimismo Liem y colaboradores (1971) en su descripción de Viperide *Azemiops* describió el premaxilar con forma de “T” al igual que las especies mencionadas, por lo que la descripción concuerda con lo reportado en literatura.

Las crestas caudales presentes en el premaxilar son de tamaño pequeño en los ejemplares estudiados. La cresta vertical contribuye a formar el septo medio entre las capsulas nasales (Liem et al., 1971) mientras que las crestas horizontales forman, junto con la porción anterior del septomaxilar, la porción rostral del techo de la boca (Bullock y Tanner, 1966).

En lo concerniente al nasal, se observa que en todos los ejemplares analizados este elemento no se articula dorsalmente con el frontal, además de poseer paredes verticales las cuales le extienden caudoventralmente hasta el borde anteroventral del frontal (Bullock y Tanner, 1966). La pared vertical y la lámina dorsal transversal del nasal forman el septo óseo medial y el techo de la cavidad nasal (Liem et al., 1971) además de estar sujeto mediante tejido conectivo (Bullock y Tanner, 1966).

La forma del nasal en *Lampropeltis getula* y *Elaphe sp.* es redondeada similar a *Pituophii catenifer* (Bullock y Tanner, 1966) mientras que *Naja kaouthia* y *Naja sp.* presentan una forma romboidal contrastando con la forma triangular reportado por Jackson (2002). Por otro lado el nasal de *Crotalus polystictus* y *Agkistrodon bilineatus* presenta forma rectangular, *Bothrops asper* de aspecto semicircular son similares a los esquemas de *Protobothrops sp.* presentados por Guo y Zhao (2006). *Bitis gabonica* es la serpiente que posee un nasal modificado con forma alargada ya que es un género muy especializado (Pough, 1983)

Por otro lado el hueso frontal presenta una forma rectangular entre *Lampropeltis getula*, *Naja kaouthia*, *Naja sp.* y *Elaphe sp.* siendo similar a las especies de *Pituophis catenifer* (Bullock y Tanner, 1966), *Philodryas patagoniensis* (Lobo y Scrocchi, 1994) y *Plesiodipsas perijanensis* (Harvey et al., 2008); en cambio *Bitis gabonica*, *Crotalus polystictus*, *Bothrops asper*, *Bothriechis schlegelii* y *Agkistrodon bilineatus* el hueso es cuadrangular como en *Protobothrops* y *Viridovipera* (Guo y Zhao, 2006).

En lo concerniente al prefrontal, éste se articula con el frontal en *Lampropeltis getula*, *Naja kaouthia*, *Naja sp.* y *Elaphe sp.* a través de inclinaciones en el borde dorsolateral del

hueso frontal mientras que en los viperidos estudiados con excepción de *Bitis gabonica* se articulan a través de una muesca anterior dorsolateral mediante un cóndilo en la porción dorsal del prefrontal. Marx y Rabb (1972) reportan estos procesos de articulación para los prefrontales en los verdaderos viperidos y en serpientes pertenecientes a la subfamilia Crotalinae.

La articulación en V permite un limitado, movimiento principalmente anterolateral del prefrontal. Sin embargo, un extenso desplazamiento sobre el plano parasagital es descrito para *Bitis* (Boltz y Ewer, 1964) y Crotalinae (Dullemeijer, 1959).

En muchos colúbridos, el prefrontal es un hueso prácticamente inmóvil, uniéndose al frontal en su margen dorsal anterolateral por una fuerte sindesmosis (Liem et al., 1971). Dullemeijer (1959) declara que la articulación prefrontal-frontal es una sindesmosis inmóvil en Viperinae, mientras que en Crotalinae presenta una articulación muy móvil. Sin embargo, Boltz y Ewer (1964) han demostrado que el prefrontal de *Bitis* puede moverse de tal manera que el eje principal del cuerpo del elemento se convierte en horizontal y en línea directa con la superficie dorsal de la caja craneal.

En las serpientes estudiadas se aprecia, en general, que el postfrontal presenta una forma alargada, delgada y pequeña variando en el grado de curvatura con excepción de *Bitis gabonica* la cual presenta un postfrontal sumamente grande y triangular. Además se observa que en *Agkistrodon bilineatus* y *Bothriechis schlegelii* no presentan postfrontal, esto se debe a que durante la tinción y la transparentación, numerosos huesos pueden desarticularse y el postfrontal puede perderse (Harvey et al., 2008) pero el hueso está presente dentro de la familia Viperidae (Liem et al., 1971) y en Crotalinae (Guo y Zhao, 2006).

El hueso parietal en todas las especies estudiadas conforma una gran parte de la caja craneal, sin embargo entre *Lampropeltis getula*, *Naja kaouthia*, *Naja sp.* y *Elaphe sp.* se observa que el parietal tiende a ser liso y bulboso mientras que en el caso de *Bitis gabonica*, *Agkistrodon bilineatus*, *Crotalus polystictus*, *Bothrops asper* y *Bothriechis schlegelii* el hueso es fuerte además de poseer procesos laterales anteriores a ambos lados del cráneo en los cuales descansa el postfrontal a diferencia de las especies mencionadas al principio, en donde el postfrontal descansa en una ranura o inclinación del parietal. Este surco se observa en *Phalodryas* (Lobo y Scrocchi, 1994), *Azemiops* (Liem et al., 1971) entre tanto en *Plesiodipsas perijanensis* (Harvey et al., 2008), *Protobothrops* y *Viridovipera* (Guo y Zhao, 2006) presentan las proyecciones laterales del parietal. Harvey y colaboradores (2008) reconocen que en *Tropidodipsas perijanensis* a estas proyecciones se unen unas pocas fibras del *musculus levator anguli oris* mientras que el deslizamiento anterior del *musculus levator anguli oris* surge de la cara lateral del ligamento postorbital y el hueso postorbital, además el *m. adductor mandibulae externus pars superficialis*, surge desde el borde del proceso anterolateral, el borde lateral del parietal entre los orígenes de los dos deslizamientos de *m. levator anguli oris* y la superficie del *m. levator anguli oris* en sí mismo.

En los caso de *Lampropeltis getula* se observa que presenta una cresta caudal en el parietal haciendo que el hueso se estreche posteriormente de acuerdo con los esquemas

de Gosselin-Ildari (2006) a diferencia del ejemplar revisado en el presente trabajo el cual no presenta esta cresta. Esto se adjudica a que el ejemplar revisado es un espécimen juvenil.

En *Naja sp.*, *Naja kaouthia*, *Agkistrodon bilineatus* y *Bothriechis schlegelii* el espacio entre el frontal y el parietal se reconoce como fontanela fronto-parietal en el techo del cráneo (Jackson, 2002) debido a que los ejemplares son jóvenes.

Por otra parte el supraoccipital es similar entre las especies presentándose de forma rectangular o trapezoidal siempre con bordes curvos. En los esquemas presentes de Harvey y colaboradores (2008) se observa que el supraoccipital de *Plesiodipsas perijanensis* es similar a la forma rectangular, mientras que en Viperidae *Azemiops* el supraoccipital presenta una forma de corazón (Liem et al., 1971). En el ejemplar de *Bothrops asper* no se observa el hueso supraoccipital sin embargo Zanella y De Lema (1999) en su descripción de *Bothrops alternatus* describe el hueso de esta especie como un hueso impar, además de poseer una cresta sagital, igualmente lo comparan con otras especies de *Bothrops*, por lo tanto se asume que no es visible debido a que el ejemplar es un juvenil por lo que la diferenciación del hueso no es muy clara.

El hueso proótico conforma la pared laterocaudal de la bóveda craneal en donde se encuentran un par de forámenes cerca de su porción ventral siendo en *Lampropeltis getula*, *Crotalus polystictus*, *Elaphe sp.*, *Naja kaouthia*, *Bitis gabonica* la apertura anterior más pequeña que la posterior, condición observada en *Philodryas patagoniensis* (Lobo y Scrocchi, 1994) y *Pituophis catenifer* (Bullock y Tanner. 1966) a diferencia de *Bothrops asper*, *Agkistrodon bilineatus*, *Naja sp.* en donde la apertura anterior es de mayor tamaño que la posterior. Estos forámenes están separados entre sí por el lateroesfenoides que se presenta como una barra ósea (Zanella y De Lema. 1999)

La abertura anterior permite el paso de la rama maxilar del nervio trigémino (Zanella y De Lema., 1999) y una pequeña rama de la arteria carótida facial (Liem et al., 1971) y la abertura posterior contiene la rama mandibular del trigémino (Zanella y De Lema., 1999) y nervio facial (Liem et al., 1971).

El exoccipital forma la porción dorsolateral del *foramen magnum*. Está conformado dorsalmente por dos placas cuadrangulares separadas entre sí observadas en todas las especies descritas, las cuales posteriormente en el adulto se unen formando una sutura mediodorsal (Bullock y Tanner. 1966). El exoccipital está fusionado con el opistotico, los hueso combinados rodean el foramen yugular y se extiende hacia delante para formar el borde posterior de la *fenestra ovalis* (Romer, 1956). Este foramen yugular esta internamente dividido en dos o más conductos pequeños, justo detrás de la *fenestra ovalis*, y es el paso de los nervios craneales IX y X (Bullock y Tanner. 1966). El exoccipital junto con el basioccipital forman el cóndilo occipital (Liem et al., 1971).

Otro componente craneal es el hueso supratemporal, el cual presenta una forma básica de barra aplanada que difiere entre las especies analizadas. En *Bitis gabonica*, *Crotalus polystictus* y *Bothrops asper* el hueso es ancho en la porción caudal o presenta pequeñas proyecciones redondeadas, mientras que en *Lampropeltis getula*, *Naja kaouthia*, *Elaphe sp.*, *Naja sp.* y *Bothriechis schlegelii* consiste en una barra azuzada o redondeada.

Similares características han sido reportadas para *Azemiops* (Liem et al., 1971) con un supratemporal en forma de barra curva, al igual que *Philodryas patagoniensis* (Lobo y Scrocchi, 1994); en *Bothrops alternatus* (Zanella y De Lema, 1999) se presentan proyecciones caudales. En el caso de *Agkistrodon bilineatus* se observa que el supratemporal presenta forma romboidal a diferencia de *Agkistrodon contortrix*, la cual posee una forma ensanchada caudal con pequeñas proyecciones como se observa en las imágenes del cráneo adulto (The Deep Scaly Project, 2007). La unión del hueso supratemporal con la bóveda craneal se lleva a través de tejido conjuntivo (Zanella y De Lema, 1999).

A continuación tenemos el maxilar el cual difiere en los diferentes organismos estudiados. Entre *Lampropeltis getula* y *Elaphe sp.* el maxilar se presenta como una barra poco curva además de presentar dos procesos laterales de forma triangular uno en posición medial y otra caudal. En colúbridos como *Pituophis catenifer* (Bullock y Tanner, 1966) y *Phalotris tricolor* (De Lema et al., 2005) se aprecia que el maxilar también toma forma de barra curvada, conjuntamente el proceso lateromedial articula con la superficie ventral del prefrontal (Bullock y Tanner, 1966) además en *Elaphe sp.* el prefrontal rota anterolateralmente en relación a la caja craneal, permitiendo al maxilar moverse hacia adelante y hacia afuera (Cundall, 1983). Mientras que el proceso caudal posee la articulación con el ectoterigoides.

El número de dientes maxilares de *Lampropeltis getula* y *Elaphe sp.* es de 7 a 8 dientes y 12 dientes correspondientemente. Los números difieren de otros colúbridos los cuales presentan un número mayor de dientes como en *Pituophis catenifer* el cual posee un total de 15 a 16 dientes (Bullock y Tanner, 1966), *Plesiodipsas perijanensis* con 16 dientes (Harvey et al., 2008) así mismo, *Lampropeltis getula* posee un número mayor de dientes maxilares observándose hasta 15 como se presenta en los esquemas de cráneo adulto de Gosselin-Ildari (2006). En *Phalotris tricolor* se exhiben 7 dientes maxilares (De Lema, et al., 2005) sin embargo dos de estos dientes corresponden a colmillos caudales. Los colmillos caudales del maxilar sirven como instrumentos para la inyección de veneno. Sin embargo, en muchos colúbridos estos dientes ayudan al proceso de ingesta de la presa (Kardong, 1980).

El maxilar de *Naja kaouthia* y *Naja sp.* es una barra la cual se ensancha en su porción anterior además de presentar un proceso lateral en el cual descansa el prefrontal al igual que en colúbridos. McDowell (1969) describe numerosos grupos de elapidos donde el maxilar se desliza hacia adelante en relación al prefrontal y otras especies en las que en realidad rota alrededor de la articulación con el prefrontal. A continuación se puede apreciar que el maxilar posee colmillos venenosos conjuntamente con un pequeño diente en su extremo. En otros elapidos el número de dientes caudales se observa más grande como en el caso de *Naja goldii* con tres dientes más allá de los colmillos, todas las especies de *Naja africana* poseen dos dientes y *Pseudohaje* tiene entre dos y cuatro dientes caudales (Bogert, 1942).

Con respecto al maxilar de *Bitis gabonica*, *Crotalus polystictus*, *Bothrops asper*, *Agkistrodon bilineatus* y *Bothriechis schlegelii* se observa que el maxilar se ha modificado fuertemente; el hueso es corto y solo contiene uno o dos dientes funcionales que se van modificando con el paso del tiempo en colmillos tubulares recurvados (Cundall, 1983). En

Bitis gabonica, el maxilar es un hueso con forma de prisma la cual presenta una ligera concavidad en su porción superiocaudal similar a lo reportado en *Azemiops* el cual también posee una concavidad que permite la rotación del maxilar en plano parasagital (Liem et al., 1971). Por otro lado, a excepción de *Bitis gabonica*, el maxilar de los viperidos analizados poseen una abertura lateral la cual forma un gran espacio cóncavo. Este hueso contiene al órgano de la foseta sensible al calor (Guo y Zhao, 2006). El órgano de la foseta requiere un espacio que se deriva de los huesos maxilares que, a su vez, no puede perder la capacidad para sostener y mover los colmillos. La presencia del órgano provoca una remodelación de la región cráneo-facial completa (De Cock Buning, 1983). La presencia de una fosa en el maxilar de crótalos crea una debilidad en la pared posterior por lo cual no puede proporcionar la fuerza necesaria para una área articular con el ectopterigoides (Liem et al. 1971).

Los dientes maxilares de los viperidos analizados se observan que son de gran tamaño además de curvos. Comúnmente el maxilar posee 2 alveolos para los colmillos y normalmente sostienen a un colmillo hueco y su diente de reemplazo (Liem et al. 1971). Su función biológica principal es la de inyectar veneno para promover la muerte rápida de la presa (Kardong, 1980) y no se utilizan durante el proceso de ingesta de la presa a pesar de que por lo general están erectos o parcialmente erectos durante fases avanzadas (Cundall, 1983).

La mandíbula es un hueso conformado por el hueso dentario, esplenial, angular, el prearticular y articular (Liem et al., 1971) por lo que se tomara como un conjunto.

En el hueso dentario en las especies analizadas exhibe un foramen lateral el cual varía en su posición presentándose en posición medial o en la porción dorsal cercana a los dientes. Este foramen se denominada como el foramen mental (Bullock y Tanner, 1966) además el hueso muestra en la cara interna un canal medial que recorre a lo largo y se identifica como el canal de Meckel que se abre por encima del esplenial en el extremo anterior del dentario (Liem et al., 1971). Por otro lado el número de dientes varía entre organismo, entre *Lampropeltis getula* y *Elaphe sp.* poseen 8 a 14 dientes respectivamente; en *Naja kaouthia* y *Naja sp.* entre 8 a 10 dientes; en *Bitis gabonica*, *Bothrops asper*, *Crotalus polystictus*, *Agkistrodon bilineatus* y *Bothriechis schlegelii* tienen 20, 9 a 10, 8, 11 y 12 dientes respectivamente. En otras especies como en *Pituophis catenifer* se presenta una fila de entre 16 a 18 dientes (Bullock y Tanner, 1966), en *Pseudohaje guentheri* con 21 a 22 dientes (Bogert 1942), en *Azemiops* de 15 a 16 dientes (Liem et al., 1971), *Bothrops alternatus* con 9 a 11 dientes (Zanella y De Lema, 1999). El número dentario difiere entre las especies estudiadas y comparadas, a excepción de *Bothrops asper* y *Agkistrodon bilineatus* los cuales son similar a *Bothrops alternatus*

Mientras que el esplenial el cual en *Lampropeltis getula* y *Elaphe sp.* es de forma triangular y alargado al igual que en *Pituophis catenifer* (Bullock y Tanner, 1966). Mientras que en el resto de los ejemplares, con excepción de *Bothrops asper*, se observa que el esplenial en su posición caudal posee un borde curvo el cual conforma el borde ventral del foramen mandibular (Liem et al., 1971).

Consecutivamente se encuentra el hueso angular el cual presenta forma triangular en la mayoría de los ejemplares considerados en este trabajo, con excepción de *Bitis gabonica*.

Similar apariencia se observa en *Phalotris tricolor* (De Lema et al., 2005) y *Pituophis catenifer* (Bullock y Tanner, 1966). El hueso angular forma el borde posterior del foramen mandibular (Harvey et al., 2008).

Posteriormente se encuentra un hueso compuesto, el cual se conforma por la fusión del hueso prearticular, surangular y articular (Zanella y De Lema, 1999). El hueso compuesto es largo y termina en punta en su extremo anterior en todas las especies analizadas además se puede apreciar en *Bitis gabonica*, *Crotalus polystictus* y *Bothriechis schlegelii* un pequeño foramen mediolateral que corresponde al foramen del nervio trigémino (Zanella y De Lema, 1999), inmediatamente detrás se puede observar que en los organismos estudiados se presenta una cresta correspondiente al surangular que puede variar de tamaño con excepción de *Naja kaouthia* y *Naja sp.* en donde esta cresta está ausente. Esta cresta la presentan especies como *Azemiops* (Liem et al., 1971), *Pituophis catenifer* (Bullock y Tanner, 1966), *Bothrops alternatus* (Zanella y De Lema, 1999) y *Agkistrodon piscivorus*, además origina a lo largo de la cresta el *musculo intermandibularis posterior* (Kardong, 1973). De forma semejante la cresta presenta una abertura lateral alargada longitudinalmente que corresponde al *canalis primordialis* (Zanella y De Lema, 1999) que también es llamado fosa mandibular (Cundall, 1981) o canal mandibular (Marx y Rabb, 1970). Consecutivamente se presenta la zona de articulación con el hueso cuadrado, la cual presenta en vista lateral una forma de “V” en *Agkistrodon bilineatus*, *Elaphe sp.*, *Naja kaouthia* y *Bothriechis schlegelii*, mientras que en el resto de los especímenes presentan una forma curva. A continuación se presenta un proceso en forma de barra que corresponde al proceso retroarticular (Liem et al., 1971) en donde se inserta el *musculo depressor mandibulae* (Cundall, 1983)

Posteriormente se presenta el palatino, el cual es un hueso largo en *Lampropeltis getula* y *Elaphe sp.* con un número de dientes de 8 y 12 respectivamente. Este hueso presenta dos procesos uno anterior pequeño y otro posterior mayor en *Lampropeltis getula*, mientras que en *Elaphe sp.* solo se presenta un proceso medial grande. El proceso anterior articula con el hueso maxilar al igual que en *Plesiodipsas perijanensis* (Harvey, et al. 2008) además en *Pituophis catenifer* (Bullock y Tanner. 1966) se articula con el borde ventral del prefrontal. Con respecto a la cresta medial de mayor tamaño, Scott (1967) considera que la cresta dorsomedial proporciona un apoyo necesario para el palatino en los colúbridos, para tomar y engullir a la presa. Por otro lado Albright y Nelson (1959) establece que el palatino de *Elaphe* está involucrado en la transmisión de fuerzas entre las unidades craneal, nasal y palatomaxilar. A pesar de la especificidad de varios movimientos de rotación del hueso, no hay una función especial para el proceso dorsomedial en esta especie. Este sirve como un punto de inserción para el *retractor pterigoideus* y como sitio de unión de fuerte tejido conectivo fibroso que unen al vómer y al prefrontal.

Se puede observar que el palatino de *Naja kaouthia*, *Naja sp.*, *Bothrops asper*, *Crotalus polystictus* y *Bothriechis schlegelii* presenta una cresta dorsal la cual conforma al proceso de la coana que se encuentra debajo del hueso frontal (Liem et al., 1971). En elapidos Greer (1997) reconoce la presencia de la coana solo en *Cacophis* y en grupos externos fuera de Australasia, como se presenta en las especies usadas en el presente trabajo.

En *Bitis gabonica* y *Agkistrodon bilineatus* no se observa la presencia de una cresta dorsal del palatino, sin embargo, Kardong (1990) reporta que en el género *Agkistrodon*, la coana es amplia y forma una quilla sobre el palatino. Bock (1978) menciona que algunas variaciones pueden surgir de la singularidad individual, diferencias ontogénicas/alométricas, diferencias funcionales y de ubicación geográfica /ecológica. En el caso de los viperinos como *Bitis gabonica* estos no presentan cresta dorsomedial a diferencia de los crotalinos los cuales siempre presentan cresta dorsal (Liem et al., 1971).

Por otro lado, el ectopterigoides se presenta como un hueso largo, plano y ancho en su porción anterior en todos los ejemplares estudiados. Sin embargo la porción anterior difiere en forma, en *Elaphe sp.* posee un proceso lateral de forma cuadrangular proporcionándole una morfología en espátula. Esto es equivalente a la forma del ectopterigoides de *Pituophis catenifer* el cual también presenta una morfología de espátula (Bullock y Tanner, 1966), y de *Philodryas patagoniensis* que posee el extremo anterior ensanchado (Lobo y Scrocchi, 1994); a diferencia de *Lampropeltis getula* que presenta dos procesos agudos con las que articula con el maxilar.

Naja kaouthia y *Naja sp.* presentan ectopterigoides de formas similares, ambos con su porción anterior triangular y adelgazamiento caudal. Esto es similar a lo observado en los esquemas de *Bungarus fasciatus* (Lee y Scanlon, 2004). En *Naja pallida* el ectopterigoides se sobrepone ligeramente a la porción caudal del maxilar para formar una articulación en bisagra transversal.

En el caso de los viperidos analizados encontramos que *Bothrops asper* y *Crotalus polystictus* presentan ectopterigoides anchos de vértices redondeados y borde curvo mientras que en *Bothriechis schlegelii* y *Agkistrodon bilineatus* se presenta la porción anterior cuadrada y de vértices agudos. Sin embargo se observa que la mayor diferencia existente es en *Bitis gabonica* por su borde lateral dentado además de ser sumamente ancho. El ectopterigoides de estos especímenes se articula de manera diferente entre crotalinos y viperinos. En estos últimos, se observa una fosa articular horizontal y oblonga en la cara posterior del maxilar superior. El margen anterior del ectopterigoides esta diferenciado en una cabeza con forma de cresta que encaja en el área de articulación alargada del hueso maxilar. Medialmente el margen anterior del ectopterigoides se ensancha en un cóndilo que se presenta en la expansión medial de la fosa en la superficie posterior del maxilar. Esta articulación es un conjunto de bisagras que permite al maxilar superior moverse en plano parasagital (Dullemeijer, 1956).

En el caso de las características de los crotalinos, la superficie posterior del maxilar que posee un cóndilo oblongo que se estrecha lateralmente. La fosa de articulación en donde se acomoda el cóndilo de articulación del maxilar se encuentra en la superficie anterior del hueso ectopterigoides (Dullemeijer, 1959).

Concerniente al hueso pterigoides podemos observar que en *Lampropeltis getula* y *Elaphe sp.* presentan una forma parecida, no obstante en *Lampropeltis getula* el hueso es delgado además presentan una concavidad en donde articula con el ectopterigoides. Esta concavidad se presenta en *Philodryas patagoniensis* asimismo los bordes de tal concavidad están elevados, formando un canal (Lobo y Scrocchi, 1994). Por otro lado, *Lampropeltis getula* y *Elaphe sp.* presentan 12 dientes para ambas especies, equivalente

a *Pituophis catenifer* (Bullock y Tanner, 1966) pero difiere de *Plesiodipsas perijanensis* el cual posee 18 dientes (Harvey, et al., 2008).

En *Naja kaouthia* y *Naja sp.* el pterigoides es similar en forma siendo ambos delgados. Forma similar la podemos encontrar en los esquemas en vista ventral de *Bungarus fasciatus* (Lee y Scanlon 2004), conjuntamente *Naja kaouthia* y *Naja sp.* poseen ambos 12 dientes difiriendo de otros elapidos como en *Pseudohaje* el cual posee de 24 a 41 dientes (Bogert, 1942).

El pterigoides se articula al palatino a través de una ranura en su extremo anterior, análogo a lo presentado en *Naja pallida*, el cual posee un palatino que se estrecha en un punto redondeado que colinda con una ranura poco profunda a lo largo del lado lateral del extremo anterior del pterigoides formando una articulación simple que permite la flexión en cualquier dirección (Deufel y Cundall, 2003).

En los viperidos se presenta entre los *Bothrops asper*, *Crotalus polystictus* y *Agkistrodon bilineatus* un pterigoides con forma de hoja además de un canal que corre longitudinalmente en el hueso, de forma semejante a *Bothrops alternatus* que posee un surco profundo y longitudinal (Zanella y De Lema, 1999). Este surco también está presente en *Bitis gabonica*. En *Bothrops asper*, *Bothriechis schlegelii* y *Agkistrodon bilineatus* se presenta una pequeña proyección en donde descansa la porción caudal del ectopterigoides; este proceso también se distingue en *Bothrops alternatus* como un proceso medio del pterigoides (Zanella y De Lema, 1999). En el caso de *Bothriechis schlegelii* el pterigoides presenta una forma de veleta parecida a la forma de *Azemiops* el cual forma una veleta ancha en su porción posterior (Liem et al., 1971). *Bitis gabonica* difiere del resto al presentar un pterigoides alargado y delgado.

La articulación con el palatino en los viperinos es una sindesmosis que permite un cierto movimiento dorsoventral del palatino en relación al pterigoides. La cara media de la extremidad anterior del pterigoides está cercana a la superficie lateral del extremo posterior del palatino. Mientras que en crotalinos la articulación pterigopalatina es muy móvil, con articulación en forma de silla de montar, excepto en *Agkistrodon hypnale*, *A. nepa*, *A. trauchi*, y *A. rhodostoma* donde todos exhiben una sindesmosis general viperina (Liem et al., 1971).

Por otro lado, el basiesfenoides comprende un hueso grande de base poligonal en su mayoría con excepción de *Crotalus polystictus* el cual posee un basiesfenoides de forma elíptica. *Pituophis catenifer* presenta semejanzas con los especímenes analizados ya que posee un basiesfenoides que conforma de placa hexagonal (Bullock y Tanner, 1966). En *Bitis gabonica*, *Crotalus polystictus* y *Bothriechis schlegelii* se presenta una cresta sagital que puede correr a todo lo largo del basiesfenoides o llegar hasta el paraesfenoides, mientras que en *Agkistrodon bilineatus* y *Bothrops asper* presentan solo una sutura sagital a lo largo del basiesfenoides sin embargo en *Bothrops alternatus* se exhibe un proceso ventral del hueso (Zanella y De Lema, 1999) al igual que en *Agkistrodon piscivorus* con una prominente cresta media (Kardong, 1973) por lo que se considera que la ausencia de esta cresta media en las especies descritas es debido al estado juvenil del cráneo a diferencia de los cráneos adultos reportados.

A continuación se observa que el basiesfenoides en las diferentes especies presentan suturas esto puede deberse al origen de los músculos *protractor pterigoidei* y *retractor pterigoideus* como se reporta en *Azemiops* (Liem et al., 1971), *Agkistrodon piscivorus* donde se separa el musculo *protractor pterigoidei* en derecho e izquierdo a través de la cresta del basiesfenoides (Kardong, 1973), y en *Dendroaspis polylepis* y *Naja pallida* (Deufel y Cundall, 2003).

Se puede apreciar en *Crotalus polystictus* y *Bothrops asper* dos aberturas posterolaterales; estos forámenes funcionan como una abertura común del foramen cerebral y el foramen vidiano (Liem et al., 1971).

Posterior al cráneo tenemos la columna vertebral, la cual varía en el número de vertebras que la constituyen dependiendo de la especie que se analiza. El número total oscila entre 163 en *Bothrops asper* a 305 en *Lampropeltis getula*.

Para los colúbridos examinados tenemos que *Lampropeltis getula* posee un total de 305 vertebras mientras que *Elaphe sp.* oscila entre 265 a 278 vertebras totales. Similar número se encuentra en *Boa constrictor* con 305 vertebras totales (Owen, 1866) o *Pituophis catenifer* con 309 vertebras totales (Bullock y Tanner, 1966), asimismo se pueden contar 265 a 327 vertebras en *Elaphe obsoleta* (Jayne, 1988) valor semejante a lo registrado en este estudio.

En los elapidos estudiados *Naja kaouthia* y *Naja sp.* tienen de 237 a 240 y de 240 a 243 vertebras totales. Polly y colaboradores (2001) reportaron para *Naja nigricollis* un total de 266 vertebras totales un número superior al obtenido en este trabajo al igual que con *Micrurus fulvius* que posee 262 vertebras totales.

Para viperidos, tenemos a *Bitis gabonica* con 166 vertebras, menor a *Bitis arietans* con 170 vertebras (Polly et al., 2001); *Bothrops asper* con 163 vertebras, inferior comparado con el crotalido *Lachesis muta* con 277 vertebras (Polly et al. 2001); *Crotalus polystictus* con 172 vertebras un número menor a lo reportado para *Crotalus molossus* con 205 vertebras (Polly et al., 2001); *Agkistrodon bilineatus* y *Bothriechis schlegelii* poseen 189 a 213 y 185 a 218 vertebras respectivamente comparando con *Agkistrodon piscivorus* con 179 vertebras, *Daboia russelli* con 223 vertebras (Polly et al. 2001) presentan un número menor y mayor con lo registrado.

Estas variaciones en los números vertebrales es debido a que las serpientes de forma característica tienen un promedio de variación grande en el numero vertebral entre especies, incluyendo la proporción encontrada en la región pre y postcloacal (Lindell, 1994). Además también tienen una inusual alta variación intraespecifica, un fenómeno común en vertebrados elongados (Jockusch, 1997; Lindell, 1996). Conjuntamente, el numero vertebral esta positivamente relacionado con la máxima talla corporal así como los factores bióticos y abióticos (Lindell, 1994). En amniotas, el número de vertebras en un individuo es constante una vez establecido durante la embriogénesis temprana, excepto en especies capaces de regenerar la cola (Lindell, 1996).

De este conteo se puede observar que las primeras tres vertebras en todos los especímenes estudiados carecen de costillas libres. Esta condición es reportada por

Bullock y Tanner (1966) para *Pituophis cafenifer* y *Thamnophis radix* en donde se observan las primeras vertebrae. Sin embargo, Gadow (1901) concierne a las serpientes señala que todas las vertebrae, excepto el atlas, poseen costillas mientras que Albright y Nelson (1959) reportan costillas cortas en la tercera y cuarta vertebra de *Elaphe*, la primera costilla larga comienza en la quinta vértebra. Ludicke (1962) reporta que todas las vertebrae, con la excepción del atlas, posee costillas, pero el axis y las primeras dos vertebrae “cervicales” o torácicas pueden también carecer de costillas en algunas especies.

Por otro lado, tenemos que en *Lampropetis getula* y *Elaphe sp.* se reconoce una estructura ventral lobulada que se identifica como el pleurocentro. Sin embargo, Sood (1946) menciona que *Eryx johni johni* presenta una dilatación en la pared ventral de la vertebra que reconoce como el centrum. Kardong (2007) explica que existe una confusión al referirse al pleurocentro superviviente como el “centro” o a veces como el cuerpo de la vertebra, una referencia a su fusión unitaria con la espina neural.

Conjuntamente las vertebrae poseen hipapófisis las cuales en los colúbridos considerados aquí solo abarcan una porción de toda la región precaudal, mientras que en los elapidos y viperidos, la hipapófisis se encuentran en todas las vertebrae disminuyendo su tamaño posteriormente. Esto también se puede observar en *Dasypeltis scabra* que presenta 32 vertebrae con hipapófisis de 256 vertebrae totales, mientras que en *Crotalus horridus* reporta en todas 168 vertebrae desarrollan hipapofisis, al igual que en *Naja tripudians* (Owen, 1866).

Por otra parte tenemos el dendrograma, que proporciona el análisis de conglomerados, el cual nos muestra de manera grafica el grado de similitudes entre los especímenes analizados.

Como se puede observar (figura 58), los organismos se van uniendo de acuerdo al grado de similitud existente formando así dos grupos principales que a su vez se dividen en cinco subgrupos. El primer subgrupo está conformado por *Naja kaouthia* y *Naja sp.* en los que se observa la mayor similitud presente. Este subgrupo se une con el subgrupo de *Lampropeltis getula* y *Elaphe sp.* en donde se presenta una distancia corta entre estos grupos.

Posteriormente tenemos el segundo grupo en donde se puede apreciar que el primer subgrupo que lo conforma es el de *Agkistrodon bilineatus* y *Bothriechis schlegelii*, el cual se une con *Crotalus polystictus* y *Bothrops asper* exhibiendo una distancia poco marcada entre estos dos subgrupos. A continuación tenemos el subgrupo consistente por *Bitis gabonica* el cual presenta una similitud muy baja o una mayor diferencia comparado con el resto de los organismos uniéndose a los otros dos subgrupos antes mencionados. A mayor similitud entre los individuos, menor es la distancia entre ellas.

Se puede notar que las especies se agrupan de acuerdo a la familia a la que pertenecen ya que sus características osteológicas serán más similares al pertenecer al mismo grado taxonómico.

Para finalizar podemos mencionar que el presente trabajo se llevo a cabo mediante el uso de organismos en etapas juveniles los cuales son similares en cuanto a la forma en las estructuras osteológicas con los especímenes en etapas adultas. Sin embargo, existen algunas diferencias como en el caso de *Lampropeltis getula*, *Agkistrodon bilineatus* y *Bothrops asper* en donde el hueso se modifica en la etapa adulta. No obstante las estructuras se mantienen constantes en su mayor parte.

IX. - Conclusión

- ❖ Se cumplieron los objetivos del presente trabajo, al describir los componentes esqueléticos de las serpientes *Agkistrodon bilineatus*, *Bitis gabonica*, *Bothrops asper*, *Bothriechis schlegelii*, *Crotalus polystictus*, *Elaphe sp.*, *Lampropeltis getula*, *Naja kaouthia*, *Naja sp.* para su posterior comparación ósea interespecifica además de las fotos obtenidas para evidenciar los elementos tanto craneales como de la columna vertebral
- ❖ Dentro de las especies analizadas, *Bitis gabonica* es la que presenta mayor grado de diferencia con respecto a las demás especies.
- ❖ La mayor similitud entre elementos óseos se encuentra entre *Naja kaouthia* y *Naja sp.*
- ❖ Entre las características osteológicas similares de los grupos encontramos las siguientes:

Colúbridos: el nasal presenta una forma redondeada al igual que lo reportado por Bullock y Tanner (1966) para *Pituophii catenifer*.

El hueso frontal presenta una forma rectangular. Similar a *Pituophis cateniferen* (Bullock y Tanner. 1966), *Philodryas patagoniensis* (Lobo y Scrocchi, 1994) y *Plesiodipsas perijanensis* (Harvey et al., 2008)

El maxilar se presenta como una barra curva con un par de procesos laterales ambos de forma triangular en donde descansa sobre uno de ellos el prefrontal además de ostentar dientes curvos, similar a lo reportado por Bullock y Tanner (1966) para *Pituophii catenifer* y De Lema y colaboradores para *Phalotris tricolor*.

El esplenial es de forma triangular alargada al igual que en *Pituophii catenifer* (Bullock y Tanner., 1966)

El palatino es un hueso largo en forma de barra, con uno o dos procesos en posición anterior y medial. Similar a *Plesiodipsas perijanensis* (Harvey et al., 2008) y *Pituophii catenifer* (Bullock y Tanner., 1966).

Las vertebrae precaudales presentan hipapófisis solo en una porción de las vertebrae. Owen (1866) reporta semejante condición en *Dasypeltis scabra*.

Elapidos: el nasal presenta una forma romboidal difiriendo de la forma triangular reportada por Jackson (2002)

El hueso frontal exhibe una forma rectangular. Parecido a *Pituophis catenifer* (Bullock y Tanner. 1966), *Philodryas patagoniensis* (Lobo y Scrocchi, 1994)

El maxilar presenta una forma de barra ancha en su porción anterior asimismo posee un proceso lateral. Conjuntamente posee colmillos de veneno junto con dientes en el extremo opuesto. Bogert (1942) reporta una condición similar en *Naja goldii* y *Pseudohaje*.

El surangular es alargado y angosto sin la presencia de cresta a diferencia de lo reportado en *Pitouphis catenifer* (Bullock y Tanner. 1966), *Azemiops* (Liem et al., 1971), *Bothrops alternatus* (Zanella y De Lema, 1999).

El ectopterigoides presenta en su porción anterior forma triangular y adelgazamiento caudal. Forma similar presenta *Bungarus fasciatus* (Lee y Scanlon, 2004)

Viperidos: el hueso frontal presenta una forma cuadrangular como en *Protobothrops* y *Viridiovipera* (Gou y Zhao., 2006)

La articulación del prefrontal con el frontal se lleva a través de un cóndilo dorsal como lo reporta Marx y Rabb (1972)

El hueso parietal es fuerte y presenta procesos laterales en donde descansa el postfrontal. Sin embargo en *Azemiops* (Liem et al., 1971) no presenta procesos laterales a diferencia de *Protobothrops* (Gou y Zhao., 2006) en donde si se observa

El hueso maxilar está altamente modificado, es corto y comúnmente posee dos alveolos para el colmillo de veneno. En los viperinos el maxilar es de forma de prisma mientras que en crotalinos el maxilar posee una abertura lateral. Condiciones semejantes son reportadas por Liem y colaboradores (1971) en *Azemiops*; Zanella y De Lema (1999) en *Bothrops alternatus* y por Gou y Zhao (2006) para crotalinos asiáticos.

El hueso pterigoideo se presenta en forma de hoja en su porción caudal con excepción de *Bitis gabonica* y *Bothriechis schlegelii*. A diferencia de *Azemiops* (Liem et al., 1971) pero semejante a *Bothrops alternatus* (Zanella y De Lema., 1999)

El hueso basiesfenoides exhibe una cresta sagital en su porción ventral con excepción de *Agkistrodon bilineatus* y *Bothrops asper*. Zanella y De Lema (1999) reportan la presencia de esta cresta en *Bothrops alternatus* al igual que Kardong (1973) para *Agkistrodon piscivorus*

X. - Bibliografía

Albright, R. G. and Nelson E. M. (1959) Cranial kinetics of the generalized colubrid snake *Elaphe obsoleta quadrivittata*. Descriptive morphology. J. Morphol., 105, pp. 193-292

Barlett, R.D. and Barlett P.P. (1996) Corn snakes and other rat snakes, Editorial Barron's Educational Series, USA, pp.105

Bartz, S. 2011. "Lampropeltis getula" (On-line), Animal Diversity Web. Accessed March 02, 2011 at http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Lampropeltis_getula.html.

Bhudoye, H.; Nakamura H.T.; Shimizu T. and Iwamoto, H. (2001) A simple procedures for staining the bones of the silver sea bream, *Rhabdosargus sarba*, Food and agricultural research council, Reduit, Mauritius, AMAS, 253-255

Blaney, R. M. (1973) Lampropeltis, Fitzinger Kingsnakes. Cat. Amer. Anphib. Rept. 150.1-152.2

Bock, W. (1978) Toward an ecological morphology. Vogelwarte, 29: 128-135

Bolt, R. E. and Ewer R. F. (1964) The functional anatomy of the head of the puff adder, *Bitis arietans* (Merr.) J. Morph. 114:83-106.

Bogert, C.M. (1942) *Pseudohaje* Gunther, a valid genus for two west african arboreal cobras. American museum novitates. No.1174: 1-9

Brandley M. C; Huelsenbeck, J. P. and Wiens J. J., (2007) Rates and patterns in the evolution of snake-like body form in squamate reptiles: evidence for repeated re-evolution of lost digits and long-term persistence of intermediate body forms, Journal compilation 2008, The Society for the Study of Evolution, *Evolution*, 1-23

Brown, K. 2011. "Bothrops asper" (On-line), Animal Diversity Web. Accessed March 02, 2011 at http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Bothrops_asper.html.

Bullock, R.E. and Tanner, W.W. (1966) A comparative osteological study of two species of colubridae (*Pituophis* and *Thamnophis*), Brigham Young University Science Bulletin, Biological series, volume VIII, No. 3: 1-28

Campbell, J.A. and Lamar, W.W. (1989) The venomous reptiles of Latin America. Ithaca, New York, Cornell Univ. 425 pp.

Cohn, M.J. and Tickle, C., (1999) Developmental basis of limblessness and axial patterning in snakes, Nature, Nature, volume 399 pag. 474-479

COTERC (Canadian Organization for Tropical Education and Rainforest Conservation), "Eyelash viper (*Bothriechis schlegelii*)" accedido 3 de marzo del 2011 <http://www.coterc.org/documents/InfoSheetEyelashViper.pdf>

- Cundall, D. (1994) Feeding behavior in *Cylindrophis* and its bearing on the evolution of alethinophidian snakes, *Journal of Zoology, Londres*, volume 237: 353-376
- Cundall, D. (1983) Activity of head muscles during feeding by snakes: a comparative study. *Amer. Zool.*, 23:383-396
- Cundall, D. (1981) Cranial osteology of the colubrid snake genus *Opheodrys*. *Copeia Ann Arbor*, (2): 353 – 71.
- De Cock Buning, T. (1983) Thermal Sensitivity as a Specialization for Prey Capture and Feeding in Snakes. *American Zoologist* 23:363-375
- De Lema, T; D'Agostini, F. M. e Cappellari, L. H. (2005) Nova espécie de *Phalotris*, redescricao de *P. tricolor* e osteologia craniana (Serpentes, Elapomorphae), *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre, 95(1):65-78.
- Deufel A. and Cundall D. (2003) Prey Transport in "Palatine-Erecting" Elapid Snakes. *Journal of morphology* 258:358–375
- Dingerkus G. and Uhler L. D.; (1977) Enzyme clearing of alcian blue stained whole small vertebrates for demonstration of cartilage, *Stain Technology*, Vol. 52, No. 5: 229-232
- Dullemeijer, P. (1956) The functional morphology of the head of the common viper, *Vipera berus* (L.). *Arch neerl. zool.*, 11, pp. 388-495.
- Dullemeijer P. (1959) A comparative functional anatomical study of the heads of some Viperidae. *Morph. Jahrb.*, 99, pp. 881-985.
- Gadow, H. (1901) *Amphibians and reptiles*. Macmillan, London.
- García I. y De Vicente Ruiz, M.L. (2000) *Los reptiles: Biología, Comportamiento y Patología*, edición Mundi-press, Madrid, 161 pp.
- Goin C.; Coin, O. and Zug, G. (1978) *Introduction to Herpetology*, W.H. Freeman and Company, 3^{ra}. USA
- Gosselin-Ildari A. (2006) The Deep Scaly Project, "Lampropeltis getula" (On-line), Digital Morphology. Accessed January 10, 2012 at http://digimorph.org/specimens/Lampropeltis_getula/adult/.
- Greer, A. E. (1997). *The Biology and Evolution of Australian Snakes*. Sydney: Surrey Beatty & Sons. 358 pp.
- Guo P. and Er-Mi Zhao (2006) Comparison of skull morphology in nine asian pit vipers (Serpentes: Crotalinae). *Herpetological journal*, Vol. 16, pp. 305-313
- Harvey M.B.; Fuenmayor, G.R.; Caicedo Portilla, J. R. and Rueda-Almonacid, J. V. (2008) Systematics of the enigmatic dipsadine snake *Tropidodipsas perijanensis* Aleman

- (serpentes: colubridae) and review of morphological characters of dipsadini, Herpetological Monographs, Volumen 22: 106–132
- Hervey, W.B. and Pagel, M.D. (1992) The comparative method in evolutionary biology. Oxford series in ecology and evolution. Oxford University Press. 239pp.
- Herpetario de Chapultepec. (2011a) "Cantil (*Agkistrodon bilineatus*)" On-line, Prozo. Acceso 8 de diciembre del 2011 http://www.prozoo.com/espanol/serpientes/selvas/agkistrodon_bilineatus.html
- Herpetario de Chapultepec. (2011b) "Cascabel del pantano (*Crotalus polystictus*)" On-line, Prozo. Acceso 3 de marzo del 2011 http://www.prozoo.com/espanol/serpientes/palustres/crotalus_polistictus.html
- Herpetario de Chapultepec. (2011c) "Cobra albina de la india (*Naja kaouthia*)" On-line, Prozo. Acceso 3 de marzo del 2011 http://www.prozoo.com/espanol/serpientes/bosques/naja_kaouthia.html
- Hollister G.; (1932) Clearing and dyeing fish for bone study, Zoologica, Vol. XII, No.10: 89-101
- Hoser, R. (2009) A reclassification of the True Cobras; species formerly referred to the Genera *Naja*, *Boulengerina* and *Paranaja*. *Australasian Journal of Herpetology* 7 (2009):1-15.
- Howard, J. and A. Fraser. 2006. "*Bitis gabonica*" (On-line), Animal Diversity Web. Accessed March 02, 2011 http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Bitis_gabonica.html.
- Jackson, K. (2002) Post-ovipositional development of the monocled cobra, *Naja kaouthia* (Serpentes: Elapidae). *Zoology* 105: 203–214
- Jayne, B.C. (1988) muscular mechanisms of snake locomotion: an electromyographic study of the sidewinding and concertina modes of *Crotalus cerastes*, *Nerodia fasciata* and *Elaphe obsoleta*. *J. exp. Biol.* 140, 1-33
- Jockusch EL (1997): Geographic variation and phenotypic plasticity of the number of trunk vertebrae in slender salamanders, *Batrachoseps* (Caudata: Plethodontidae). *Evolution*, 51: 1966-1982.
- Kardong, K. V. (2007) Vertebrados: anatomía comparada, función y evolución, McGraw Hill Interamericana, cuarta edición, pp 782.
- Kardong, K. V. (1990) General skull, bone, and muscle variation in *Agkistrodon* and related genera. Pp. 573–581 *In* H. K. Gloyd and R. Conant: Snakes of the *Agkistrodon* Complex: A Monographic Review. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Contributions to Herpetology 6. Oxford, Ohio

- Kardong, K. V. (1980) Evolutionary patterns in advanced snakes. *American Zoologist* 20:269-282
- Kardong, K. V. (1973) Lateral Jaw and Throat Musculature of the Cottonmouth Snake *Agkistrodon piscivorus*. *Gegenbaurs morpho Jahrb., Leipzig* 119 (3) S. 316-335
- Liem, K. F.; Marx H. and Rabb G.B. (1971) The viperid snake *Azemiops*: its comparative cephalic anatomy and phylogenetic position in relation to Viperinae and Crotalinae. *Fieldiana zoology*. Volume 59, No.2: 67-124
- Lindell L.E. (1994) The evolution of vertebral number and body size in snakes. *Functional Ecology* 8: 708-719.
- Lindell L.K. (1996) Vertebral number in adders, *Vipera berus*: direct and indirect effects on growth. *Biological Journal of the Linnean Society* 59: 69-85.
- Lee, M. S. Y. and Scanlon, J. D. (2004) Phylogeny of Australasian venomous snakes (Colubroidea, Elapidae, Hydrophiinae) based on phenotypic and molecular evidence. *Zoologica Scripta*, 33: 335–366.
- Linzey, D. (2001) *Vertebrate Biology*, McGraw Hill, USA, 552 pp
- Lobo, F. y Scrocchi, G. (1994) Osteologia cranial del genero *Philodryas* (serpentes, colubridae), *Cuadernos de herpetología* 8 (1): 104-111.
- Ludicke, M. (1962) Ordnung der Klasse Reptilia, Serpentes. *Handbuch der Zoologie*, 7(5): 1-128.
- Marx, H and Rabb G. B. (1970) Character analysis: An empirical approach applied to advanced snakes. *Journal of zoology*. London 161: 525 – 48
- Marx, H. and Rabb G.B. (1972) Phyletic analysis of fifty characters of advanced snakes. *Fieldiana* 63:1-321.
- Mahendra, B.C. (1935) Contribution to the osteology of the ophidian: the endoskeleton of the So-called "Blind-snake", *Typhlops braminus*, Daud. *Proceedings: Plant Sciences*, Volume 3, No. 2, 128-142
- McDowell, S. B. (1969). *Toxicocalamus*, a New Guinea genus of snakes of the family Elapidae. *Journal of Zoology, London*, 159, 443–511
- O'shea M. y Halliday T. 2001, *Manuales de identificación: reptiles y anfibios*, Ediciones omega, Barcelona, pp. 255
- Owen, R. (1866) *The anatomy of vertebrates*, Longman, Green and Co, London, 1:53-57,
- Passos, P. and Fernandez, R. (2008) Revision of the *Epicrates cenchria* complex (serpentes: boidae), *Herpetological Monographs*, Volumen 22: 1–30

- Polly, P. D.; Head, J.J; Cohn, M. J. (2001) Testing modularity and dissociation: the evolution of regional proportions in snakes. In *Beyond Heterochrony: The Evolution of Development*, Edited by Miriam Leah Zelditch. Wiley-Liss, Inc. Pp 305-335
- Porter, K. R. (1972) *Herpetology*, W. B. Saunders Co., Philadelphia. USA. 524 pp.
- Pough F.H. (1983) Feeding mechanisms, body size, and the ecology and evolution of snakes. *American Zoologist* 23:339-342
- Pough, F.H.; Andrews, R. M.; Cadle, J. C.; Crump, M.J.; Savitzky, A.H. and Wells, K.D. (2004) *Herpetology*, 3^{ra}, Pearson Prentice Hall, USA
- Rieppel, O. (1978) A functional and phylogenetics interpretation of the skull of the Erycinae (Reptilia, Serpentes), *Journal of Zoology*, Londres, Volumen 186, parte 2: 185-208
- Rieppel, O. (1988) The development of the trigeminal jaw adductor musculature in the grass snake *Natrix natrix*, *Journal of Zoology*, Londres, Volume 216: 743-770
- Rieppel, O. (1992) Studies on skeleton formation in reptiles. I. The postembryonic development of the skeleton in *Cyrtodactylus pubisulcus* (Reptilian: Gekkonidae) *Journal of Zoology*, Londres, volume 227, 87-100
- Romer, A. S. (1956) *Osteology of the reptiles*. Univ. Chicago Press, Illinois.
- Scott, N. V. (1967) The colubrid snake, *Tropidodipsas annulifera*, with reference to the status of *Geatractiis*, *Exelencophis*, *Chersodromus annulatus*, and *Tropidodipsas malacodryas*. *Copeia*, pp. 280-286.
- Seigel, R. A.; Collins, J.T. and Novak S.S. (1987) *Snakes: Ecology and evolutionary biology*, Macmillan Publishing Company, USA. Pp. 529
- Sood, M. S. (1946) The anatomy of the vertebral column in serpents, *Proceedings of the Indian Academy of Sciences, Section B*, Volume 28 pp 1-26
- The Deep Scaly Project (2007) "Agkistrodon contortrix" (On-line), Digital Morphology. Accessed January 16, 2012 at http://digimorph.org/specimens/Agkistrodon_contortrix/.
- Tipton, P.W. and Burt M.E. (1977) A method for mechanized staining of rat and mouse fetuses for teratological examination, *United Kingdom, Laboratory animals* 11, 265-267
- Uc-Bacab H.; Rivera-Arriaga E. y Alpuche-Gual L. (2008), *Serpientes, equilibrio ecológico: importancia de la conservación de las especies en los poblados de Hampolol, Chemblas y Betania en el estado de Campeche*. Centro EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche, Jaina, boletín informativo, enero 2008-junio 2008, Vol. 18, No.1. pp. 39
- Wake, M.H. (1979) *Hymans's Comparative Vertebrate Anatomy*, University of Chicago press, USA, pp. 795

Walker, M.B. and Kimmel C.B. (2007) A two-color acid-free cartilage and bone stain for zebrafish larvae, USA, *Biotechnic and Histochemistry*, 82:1, 23 – 28

Whitaker, J. and Dix, K.M. (1979) Double staining technique for rat foetus skeletons in teratological studies, United Kingdom, *Laboratory Animals* 13, 309-310.

Zanella N. e De Lema T. (1999) Osteologia craniana de *Bothrops alternatus* Dumeril, Bibron & Dumeril, 1854, e a comparação com espécies de *Bothrops* Wagler, 1824, ocorrentes no sul do Brasil (Serpentes: Viperidae: Crotalinae). *Cuadernos de Herpetologia* 13 (1-2): 47-68

ANEXO 1

CRANEO

Vista dorsal

Tabla 1 comparación del hueso premaxilar

Premaxilar	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	1	0	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	0	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	1	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	0	0	-	-	-
Naja sp.	0	0	0	0	1	0	0	-	-
Bothriechis schlegelii	0	0	0	0	1	0	0	1	-

Tabla 2 comparación del hueso nasal

Nasal	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	0	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Naja sp.	0	0	0	0	1	0	0	-	-
Bothriechis schlegelii	0	0	0	0	0	0	0	0	-

Tabla 3 comparación del hueso frontal

Frontal	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	1	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	1	1	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	1	1	1	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	1	0	-	-	-
Naja sp.	1	0	0	0	1	0	1	-	-
Bothriechis schlegelii	0	1	1	1	0	1	0	0	-

Tabla 4 comparación del hueso parietal

Parietal	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	1	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	1	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	1	1	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	0	0	-	-	-
Naja sp.	0	0	0	0	1	0	0	-	-
Bothriechis schlegelii	0	0	1	1	0	1	0	0	-

Tabla 5 comparación del hueso supraoccipital

Supraoccipital	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	0	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	1	0	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Naja sp.	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Bothriechis schlegelii	0	1	0	0	0	1	0	0	-

Tabla 6 comparación del hueso exoccipital

Exoccipital	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	1	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	0	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Naja sp.	0	0	0	0	1	0	0	-	-
Bothriechis schlegelii	0	0	0	1	1	1	0	0	-

Tabla 7 comparación del hueso supratemporal

Supratemporal	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	1	0	-	-	-
Naja sp.	1	0	0	0	1	0	1	-	-
Bothriechis schlegelii	0	0	1	1	0	0	0	0	-

Vista lateral

Tabla 8 comparación del hueso septomaxilar

Septomaxilar	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	0	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	1	0	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	0	0	-	-	-
Naja sp.	0	0	0	0	1	0	0	-	-
Bothriechis schlegelii	0	0	0	0	0	0	0	0	-

Tabla 9 comparación del hueso maxilar

Maxilar	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	1	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	0	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	1	1	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	0	0	-	-	-
Naja sp.	0	0	0	0	1	0	0	-	-
Bothriechis schlegelii	0	0	1	1	0	1	0	0	-

Tabla 10 comparación del hueso prefrontal

Prefrontal	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	0	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	1	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Naja sp.	0	0	0	0	1	0	0	-	-
Bothriechis schlegelii	0	0	0	0	0	1	0	0	-

Tabla 11 comparación del hueso postfrontal

Postfrontal	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	1	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	0	1	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	0	0	1	1	0	0	-	-	-
Naja sp.	1	0	0	0	1	0	0	-	-
Bothriechis schlegelii	0	0	0	0	0	0	0	0	-

Tabla 12 comparación del hueso proótico

Proótico	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	1	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	1	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	1	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	1	0	-	-	-
Naja sp.	0	1	0	0	1	0	0	-	-
Bothriechis schlegelii	0	1	1	0	0	0	1	0	-

Tabla 13 comparación del hueso cuadrado

Cuadrado	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	1	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	1	1	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	0	1	1	1	0	1	-	-	-
Naja sp.	1	0	0	0	1	0	0	-	-
Bothriechis schlegelii	0	0	0	0	0	1	0	0	-

Tabla 14 comparación del hueso dentario

Dentario	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	1	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	0	0	1	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	1	1	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	1	0	-	-	-
Naja sp.	1	0	0	1	1	1	1	-	-
Bothriechis schlegelii	0	0	1	0	0	1	0	0	-

Tabla 15 comparación del hueso esplénial

Esplénial	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	1	0	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	0	0	0	1	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	0	0	-	-	-
Naja sp.	0	0	0	1	1	0	0	-	-
Bothriechis schlegelii	0	1	0	1	1	0	0	1	-

Tabla 16 comparación del hueso angular

Angular	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	1	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	1	0	-	-	-
Naja sp.	1	0	0	0	1	0	1	-	-
Bothriechis schlegelii	1	0	0	0	1	0	1	1	-

Tabla 17 comparación del hueso prearticular

Prearticular	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	1	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	1	0	0	0	1	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	1	1	-	-	-
Naja sp.	1	0	0	0	1	1	1	-	-
Bothriechis schlegelii	1	0	0	0	1	1	1	1	-

Tabla 18 comparación del hueso surangular

Surangular	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	1	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	1	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	0	1	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	1	1	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	0	0	-	-	-
Naja sp.	0	0	0	0	1	0	0	-	-
Bothriechis schlegelii	0	1	0	0	0	1	1	0	-

Tabla 19 comparación del hueso articular

Articular	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	1	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	1	1	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	1	0	1	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	1	0	-	-	-
Naja sp.	1	0	0	0	1	0	1	-	-
Bothriechis schlegelii	0	1	1	1	0	1	0	0	-

Vista ventral

Tabla 20 comparación del hueso vómer

Vómer	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	1	1	1	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	0	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	1	0	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	1	0	0	0	1	-	-	-
Naja sp.	0	0	0	0	1	0	0	-	-
Bothriechis schlegelii	1	1	0	0	0	0	1	0	-

Tabla 21 comparación del hueso palatino

Palatino	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	1	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	0	1	1	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	0	0	-	-	-
Naja sp.	1	0	1	1	1	0	0	-	-
Bothriechis schlegelii	0	0	0	0	0	1	0	0	-

Tabla 22 comparación del hueso basiesfenoides

Basiesfenoides	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	1	0	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	1	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	1	0	-	-	-
Naja sp.	1	0	0	0	1	0	1	-	-
Bothriechis schlegelii	0	0	0	0	0	1	0	0	-

Tabla 23 comparación del hueso ectopterigoides

Ectopterigoides	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	1	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	1	1	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	0	0	-	-	-
Naja sp.	1	0	0	0	1	0	0	-	-
Bothriechis schlegelii	1	0	1	1	0	1	0	0	-

Tabla 24 comparación del hueso pterigoides

Pterigoides	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	1	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	1	0	0	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	1	0	-	-	-
Naja sp.	0	0	0	0	1	0	1	-	-
Bothriechis schlegelii	0	0	0	1	0	1	0	0	-

Tabla 25 comparación del hueso basioccipital

Basioccipital	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	1	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	1	1	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	1	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	1	1	-	-	-
Naja sp.	1	0	0	0	1	0	1	-	-
Bothriechis schlegelii	0	0	0	0	0	0	0	0	-

Columna vertebral

Tabla 26 comparación de la vertebra atlas

Atlas	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	1	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Naja sp.	0	0	0	0	0	0	1	-	-
Bothriechis schlegelii	0	0	1	0	0	0	1	1	-

Tabla 27 comparación de la vertebra axis

Axis	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	0	0	0	1	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	0	0	1	1	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	1	1	-	-	-
Naja sp.	0	0	0	0	0	0	1	-	-
Bothriechis schlegelii	0	1	0	1	1	1	0	0	-

Tabla 28 comparación de las vertebras torácicas

Vertebras torácicas	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	1	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	1	1	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	1	1	1	1	0	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	0	0	-	-	-
Naja sp.	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Bothriechis schlegelii	0	1	1	1	0	1	0	0	-

Tabla 29 comparación de las vertebras caudales

Vertebras caudales	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	1	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	0	1	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	0	1	1	1	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	1	1	1	1	-	-	-	-
Elaphe sp.	0	0	0	0	1	0	-	-	-
Naja sp.	1	0	1	1	1	1	0	-	-
Bothriechis schlegelii	1	1	1	1	0	1	0	1	-

Tabla 30 comparación de las costillas

Costillas	Lampropeltis getula	Bitis gabonica	Bothrops asper	Crotalus polystictus	Naja kaouthia	Agkistrodon bilineatus	Elaphe sp.	Naja sp.	Bothriechis schlegelii
Lampropeltis getula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bitis gabonica	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Bothrops asper	0	1	-	-	-	-	-	-	-
Crotalus polystictus	0	1	0	-	-	-	-	-	-
Naja kaouthia	1	0	0	0	-	-	-	-	-
Agkistrodon bilineatus	0	1	1	0	1	-	-	-	-
Elaphe sp.	1	0	0	0	1	0	-	-	-
Naja sp.	0	0	0	0	1	1	0	-	-
Bothriechis schlegelii	0	0	0	1	0	0	0	0	-