

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MEXICO

FACULTAD ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**Determinación taxonómica de los reptiles marinos de la
Formación Sabinal (Jurásico Superior Kimmeridgiano-
Tithoniano), Tlaxiaco, Oaxaca.**

T E S I S

Que para obtener el título de:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

JAIR ISRAEL BARRIENTOS LARA

Tutor: Dr. JESÚS ALVARADO ORTEGA



México D.F.

2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Índice

Agradecimientos -----	iii
Introducción -----	1
Pliosaurios -----	2
Plesiosaurios en México -----	10
Justificación del trabajo -----	12
Objetivo general -----	13
Objetivos particular -----	13
Hipótesis -----	13
Materiales y métodos -----	14
Material -----	14
Métodos -----	14
Prospección y Colecta-----	14
Preparación-----	15
Soluciones acuosas 5-10% de ácido acético-----	15
Preparación mecánica-----	16
Descripción y Comparación-----	17
Área de estudio -----	18
La cuenca Tlaxiaco-----	19
Conglomerado Cuelac-----	22
Grupo Tecocoyunca-----	22
Caliza con Cidarís-----	23
Formación Sabinal-----	23
Formación Tlaxiaco-----	24
Formación San Juan Teita-----	24
Resultados -----	26
Geología Llano Yosobé -----	27
Paleontología sistemática -----	28
Pliosauroideo indeterminado-----	28
Descripción-----	29
Análisis Comparativo-----	45
Género <i>LIOPLEURODON</i> Sauvage, 1873-----	48
Descripción-----	48
Análisis Comparativo-----	54

Género <i>PLIOSAURUS</i> Owen, 1841-----	56
Descripción -----	57
Análisis Comparativo-----	73
<i>Discusión general</i> -----	78
<i>Conclusión</i> -----	80
<i>Referencias</i> -----	82

Agradecimientos

Agradezco al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM, por el apoyo que se brindó al proyecto “*Los peces fósiles de México y sus implicaciones evolutivas, biogeográficas y tafonómicas*” con clave IN106012 del cual se derivó la presente tesis.

A mi director de Tesis Dr. Jesús Alvarado Ortega le agradezco profundamente por todo su apoyo, paciencia y conocimientos que durante este proyecto de tesis me dio, de igual manera le agradezco todos los sabios consejos que siempre me ha dado y que me han ayudado en lo personal y académico. ¡GRACIAS Doc!

A mis sinodales Biol. Arnulfo Reyes Mata, Biol. Hector Marcos Montes Domínguez, Dr. Jorge Ricardo Gersenowies Rodríguez y Dra. Martata Susana Fernández, por su apoyo, sus revisiones y comentarios que ayudaron a enriquecer y mejorar la presente tesis, de igual manera les agradezco por todos los conocimientos que me brindaron durante mi etapa de estudiante.

Al personal del Instituto de Geología por abrirme las puertas y permitir que desarrollara esta parte de mi formación académica. En especial a Alejandro Cristín que me orientó en mis primeros pasos dentro de esta institución y a la Dra. Marisol Montellano, Dr. Enrique Martínez y a Paco Riquelme por darme sus consejos y conocimientos.

Al Personal del laboratorio de Paleontología de Vertebrados Gerardo Álvarez Reyes, Maestro René Hernández Rivera, y al Sr. Beltrán por sus conocimientos, consejos y apoyo que me dieron en el laboratorio y en el trabajo de campo, de igual manera agradezco su amistad.

A él Sr. Jesús Flores Cisneros a la Dra. Marta y al Dr. Paulo a Andrés, Dalia, Jesús y Valentina y a todos los que anteriormente han colaborado en los trabajos de campo.

A mi familia: mi madre Blanca y mis hermanos Ivan y Sandra les agradezco inmensamente, que siempre me han apoyado de muchas maneras. Gracias por estar siempre conmigo y darme todo su cariño.

A mi Teresita le doy muchas gracias por estar conmigo y darme su apoyo sus consejos y su cariño.

A mis amigos: Abeja, Abraham, Alejandra, Ana, Diego, Elisa, Emilio, Enrique, George, el otro George, Idalmis, Jacky, Kika, Oris, Solifuga, Sonricks y todos mis compañeros de clase, por toda su amistad y su apoyo que me dieron durante mi paso por la FES Iztacala.

Y le agradezco a la máxima casa de estudios la Universidad Nacional Autónoma de México, por formarme y permitirme cumplir una de mis metas en la vida.

Introducción

En la actualidad, el papel que los reptiles ocupan dentro del ecosistema oceánico es reducido. Tortugas, serpientes, iguanas y cocodrilos representan la diversidad de reptiles marinos y ninguno de estos grupos con excepción de las tortugas se adentra a mar abierto pasan la mayor parte de su vida en ambientes costeros. Sin embargo durante gran parte de la era Mesozoica esta situación era completamente diferente, diversos grupo de reptiles invadieron los hábitats marinos, algunos incluso llegando a ser los grandes depredadores del mar. Llamados comúnmente reptiles marinos del mesozoico, en este grupo se incluyen a reptiles de distinto ordenes como; Cocodrilos marinos (Thalattosuchia), Ictiosaurios, Mosasaurios, Tortugas, y Sauropterigios (Motani, 2009).

Los Sauropterigios fueron un superorden de reptiles acuáticos, pertenecen a los euriapsidos, tetrápodos en los cuales el cráneo solo presenta la fenestra supratemporal, formada principalmente por el hueso parietal, escamoso y postorbital. Este superorden básicamente se divide en dos grupos: los Placodontos con cuerpos robustos y en algunos casos con un caparazón y los Eosauropterigios, que tenían cuerpos delgados con cuellos largos. Dentro de este grupo se encuentran los Plesiosaurios uno de los grupos más exitosos de reptiles marinos, ya que vivieron durante cerca de 135 millones de años desde principios del Jurásico hasta la extinción del K/T a finales del Cretácico (Figura 1).

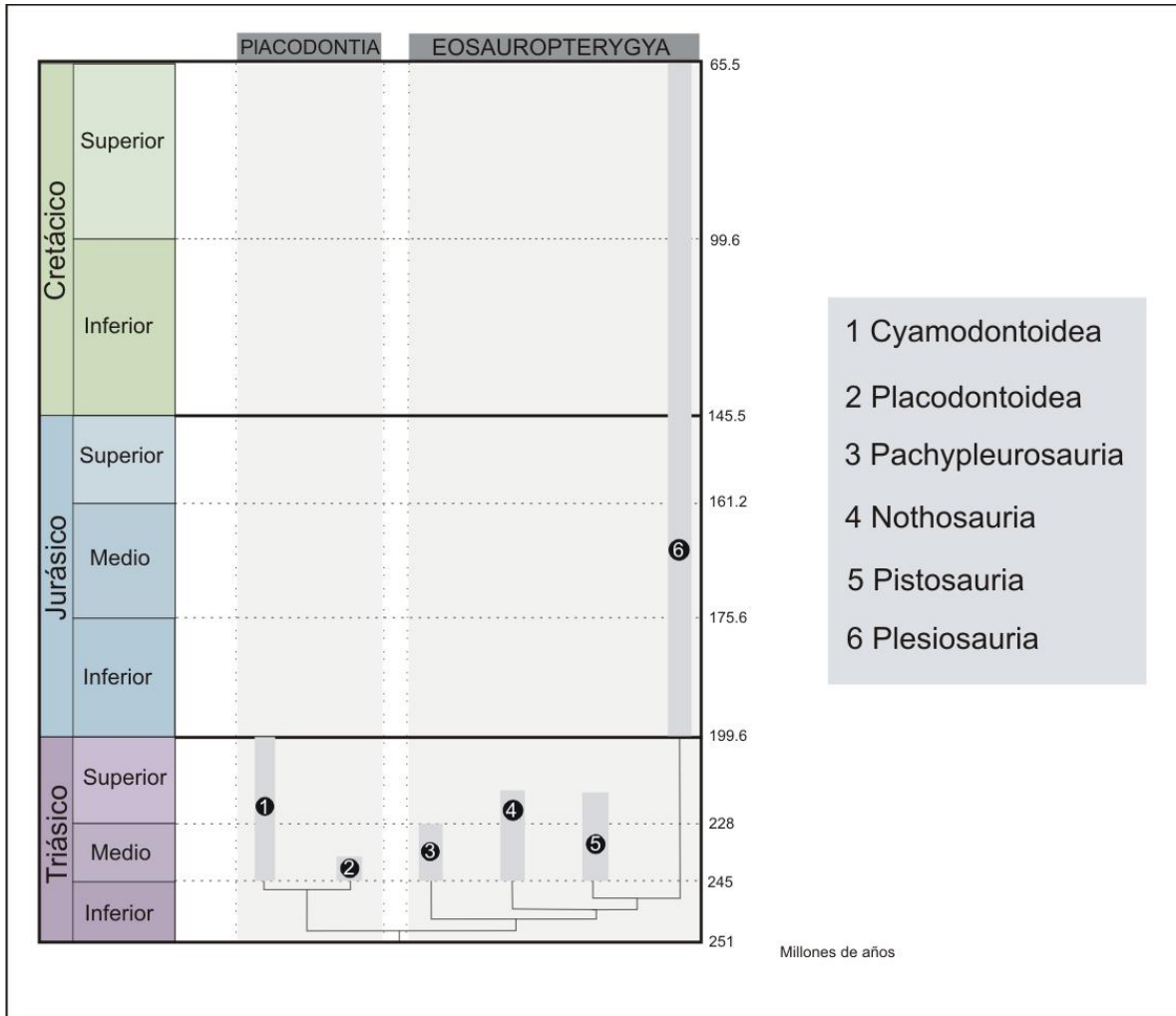


Figura 1. Relación y Alcance estratigráfico de los principales Sauropterigios. El orden plesiosauria tiene un amplia distribución de 135 millones de años. Redibujado y adaptado de Motani (2009).

Pliosaurios

La taxonomía de los plesiosaurios y en especial de la superfamilia Pliosauroida ha sido motivo de debate durante mucho tiempo. El primer ejemplar fue descrito en 1821 por Conybeare que propuso el nombre genérico *Plesiosaurus* describiéndolo como un animal con forma entre ictiosaurio y cocodrilo y no fue sino hasta 1824 que le designo el nombre

científico a *Plesiosaurus dolichodeirus* (Conybeare, 1824a). Owen 1841 propuso una división para este orden dándole el nombre *Pliosaurus* como un subgénero y en 1861 lo extendió a género. Tradicionalmente y durante más de un siglo el orden Plesiosauria fue dividido en dos superfamilias: Plesiosauroidea o también llamados “Plesiosauromorfos” que poseen cabeza pequeña y cuello largo y Pliosauroidae o “Pliosauromorfos” que reúne a los de cabeza más grande y cuello corto (Buchy *et al.*, 2006), sin embargo esta clasificación no es natural, ya que se ha demostrado que la morfología típica de pliosaurios ha evolucionado de manera independiente al menos tres veces dentro de los plesiosaurios (O’Keefe 2002). En las últimas clasificaciones, el orden Plesiosauria aun se divide en dos superfamilias, aunque a diferencia de la clasificación tradicional Plesiosauroidea, incluye familias con ambas morfologías, la de plesiosauriomorfos (las familias: Aristonectidae, Criptoclididae, Elasmosauridae y Plesiosauridae) y pliosauromorfos (Las familias: Leptocleididae y Polycotilidae). La superfamilia Pliosauroidae incluye a dos familias: Rhomaleosauridae pliosaurios con mandíbulas cortas (cuatro a seis pares de dientes adyacentes a la sínfisis mandibular) y Pliosauridae pliosaurios longirostrinos (Con cinco o más dientes adyacentes a la sínfisis mandibular) (Ketchum y Benson, 2010).

En la actualidad se reconocen las siguientes sinapomorfias para los miembros del orden Plesiosauria (Ketchum y Benson, 2010):

- Contacto interpremaxilar a lo largo de la línea media, separando los frontales parcial o totalmente con un contacto posterior con el parietal (Figura 2A).
- Los centros vertebrales cervicales son del mismo ancho que las articulaciones zigapoficiales (Figura 2B).

- Participación del esplenial en la sínfisis mandibular.
- El margen preaxial del radio es cóncavo en vista dorsal o ventral (Figura 2C).

Los plesiosaurios comparten homoplasias que son compartidas con otros reptiles (O'Keefe, 2001):

- En la parte ventral del cuerpo desarrollan una gastralia. (la gastralia es un conjunto de huesos con forma de costilla que se desarrolla en la parte ventral) (figura 2C).
- Sus apéndices se modifican en forma de remo o aletas y muestran un aumento en el número de las falanges conocido como Hiperfalangie (Figura 2C).
- La posición ventral de las cinturas (Figura 2C).
- Dientes tecodontos.

En la familia Pliosauridae las sinapomorfias son las siguientes (Ketchum y Benson, 2010):

- La cara ventral de los centros vertebrales es plana a ligeramente convexa. (Figura 3B).
- El lado preaxial de la tibia es convexo. (Figura 3C).

- El maxilar se extiende por la línea media del cráneo en vista dorsal, separando los frontales y con un contacto con el parietal (Figura 3A).

La familia Pliosauriaae comparte homoplasias que son compartidas con otros reptiles (O'Keefe, 2001):

- Las costillas cervicales se articulan en los centros vertebrales con dos cabezas articulares (Figura 3B).
- Cráneos longirostrinos (Figura 3A y B).
- En ocasiones las aletas traseras son más grandes que las delanteras (Figura 3C).
- Presencia del hueso Nasal (Figura 3A).

Se reconocen cinco tipos de vertebras en plesiosaurios: comenzando con Cervicales, pectorales, dorsales, sacras y caudales (Figura 3) (Brown, 1981). Aun que no es una característica diagnostica es importante en la descripción de los elementos vertebrales de plesiosaurios.

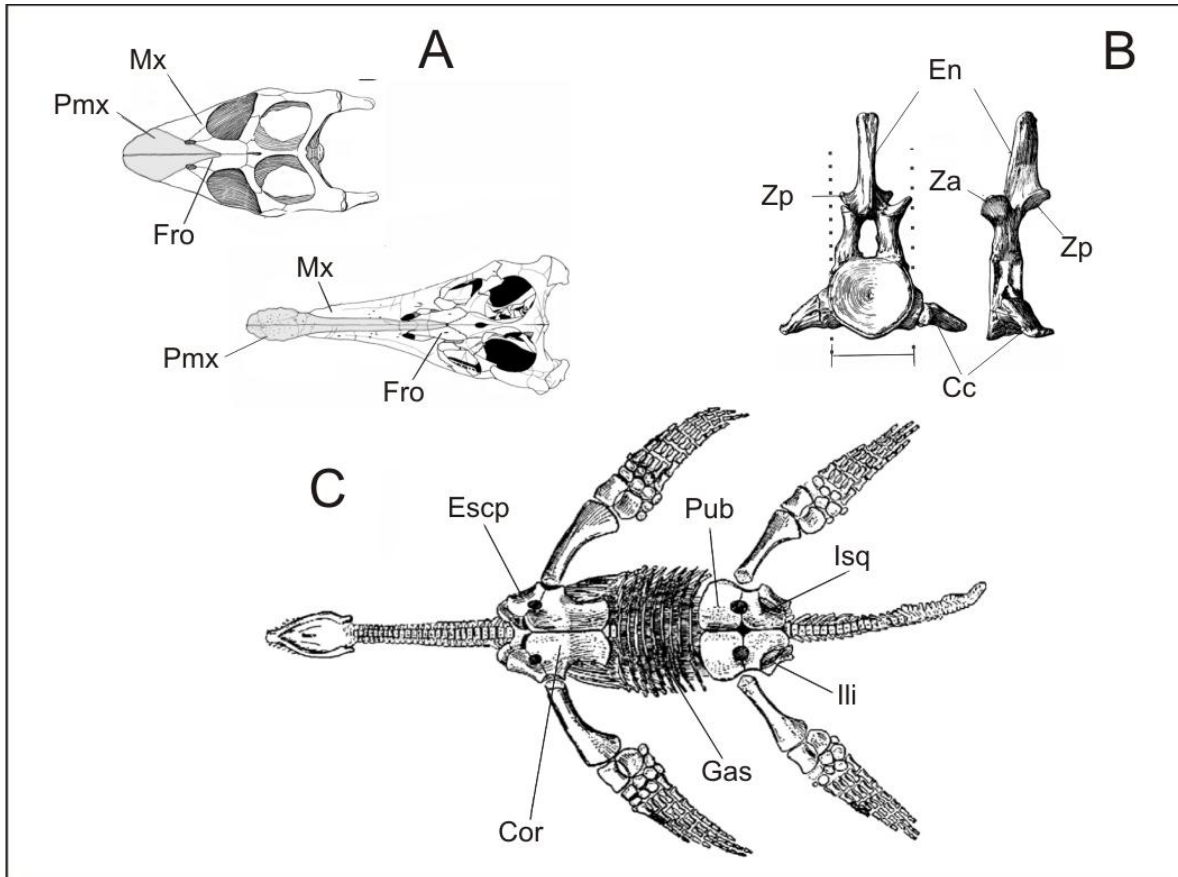


Figura 2. Caracteres sinapomorficos y homoplasias del orden Plesiosauria. A, cráneo vista dorsal de *Pleloneustes* y *Muranosaurus*, en los dos cráneos el maxilar se extiende por la línea media hasta separar los frontales. B, vértebra de *Peloneustes philarchus*, en vista frontal y lateral, la línea inferior señala que las articulaciones Zigapofisiales y el centro vertebral presentan el mismo ancho. C, *Rhomaleosaurus victor*, vista ventral, la gasteria y cinturas (pélvica y escapular) en posición ventral, se observa el desarrollo de hiperfalangie. Abreviaturas: **Cc**, costilla cervical; **Cor**, coronoides; **En**, espina neural; **Escp** escápula; **Fro**, frontal; **Gas**, gasteria; **Ili**, ilium; **Isq**, isquium; **Mx**, maxilar; **Pub**, pubis; **Pmx**, Premaxilar; **Za**, zigapofisis anterior; **Zp**, Zigapofisis posterior. A y B, tomado de (Andrews, 1910,) y (O`Kefee 2001). C, tomado de (O`Kefee, 2002).

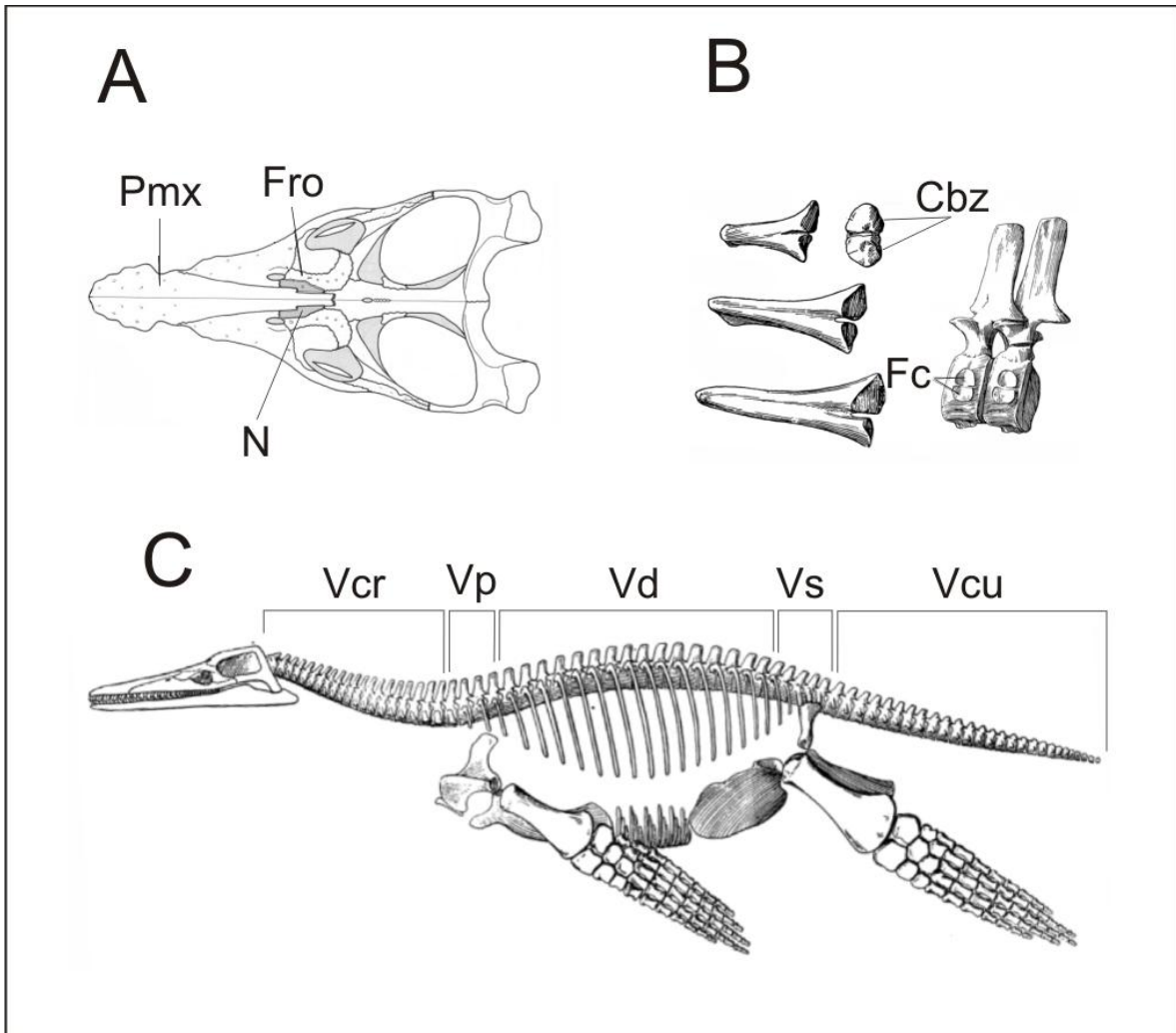


Figura 3. A, Cráneo de *Simolestes vorax*, nasal ubicado entre frontal y el premaxilar B. Costillas y vértebras cervicales de *Peloneustes philarchus*, algunas costillas cervicales presentan dos cabezas articulares. C Esqueleto de *Peloneustes philarchus*, la extremidad anterior es más pequeña que la posterior. Abreviaciones: **Cbz**, cabezas articulares de las costillas; **Fc**, faceta articular para las costillas; **Fro**, Frontal; **N**, nasal; **Pmx**, premaxilar; **Vcr**, vértebras cervicales; **Vcu**, vértebras caudales; **Vd**, vértebras dorsales; **Vp** vértebras pectorales; **Vs** vértebras sacras. A, tomado de (Noé *et al.*, 2004). B y C, tomado de (Andrews, 1913).

Los pliosaurios son considerados muy exitosos, algunos ejemplares del género *Pliosaurus* se han estimado en rangos de tamaño que van de los 12 a los 15 metros de largo (Buchy *et al.*, 2003, Knutsen *et al.*, 2012), este es uno de los elementos que les permitió ser dominantes de los océanos de finales del Jurásico por casi 75 millones de años (Jurásico Medio Caloviano, Jurásico Tardío Títoniano) (Ketchum y Benson 2010). Los representantes de esta familia se han reportado en el continente europeo, donde se tiene el registro más abundante que proceden de dos Formaciones en Inglaterra: La Oxford Clay que se encuentra distribuida entre el centro y sur de Inglaterra. Corresponde a una edad Caloviana (Jurásico Medio) gran parte del material proviene del miembro Peterborough. Se ha considerado que este miembro corresponde a un ambiente de plataforma marina de una profundidad de entre 30 a 50 m (Ketchum y Benson 2011b). Los primeros ejemplares fueron descubiertos por Charles E. Leeds y posteriormente descritos por Phillips en el "Geology of Oxford and the Valley of the Thames" publicado en 1871 (Andews 1910). La diversidad de vertebrados que se han colectado incluye peces, talatsoquios, ictiosaurios y un gran número de plesiosaurios, incluso este grupo es el que representa el mayor número de especies con respecto a los demás tetrápodos marinos. Del Miembro Peterborough se describieron géneros de la familia Pliosauridae como: *Lipleurodon*; Sauvage 1873, *Simolestes*; Andrew 1910, *Peloneustes*; Lydekker 1889. La segunda formación es la Kimmeridge Clay, es una de las más importantes en lo que se refiere a pliosaurios, ya que fue la fuente de los primeros ejemplares descritos. Conybeare (1824b) describió *Plesioaurus giganteus*, Cuvier (1824) y Parkinson (1830) describió respectivamente ejemplares de *Plesiosaurus recentior*. Owen (1841) describió varias especies de *Pliosaurus*. Actualmente de todos los géneros y especies descritos solo dos géneros (*Pliosaurus* y *Liopleurodon*) y tres especies son consideradas válidas, del género *Pliosaurus*; *Pliosaurus brachyspondylus* (Owen 1840), Seeley 1869 y *Pliosaurus brachideyrus*, Owen 1841. Novozhilov (1964) describió dos ejemplares provenientes del estrato Volgian en Rusia. Los ejemplares fueron nombrados como *Pliosaurus ruscicus* basado en elementos craneales y poscraneales. Recientemente en la parte norte de

Europa en la región de Spitsbergen en el archipiélago de Svalbard, Noruega. Knutsen y colaboradores (2012) reportaron un ejemplar de pliosaurio, el cual basado en características morfológicas dentales y poscraneales permiten asignarlo a una nueva especie del genero *Pliosaurus*, nombrado como *Pliosaurus funkei*. También se han reportado fragmentos aislados de *Liopleurodon* en Francia, Alemania, y Suiza. (Noè 2001). Recientemente Gasparini (2009) reporto un nuevo género de Pliosaurio, *Gallardosaurus iturrealdei* para la región del Caribe en el Oxfordiano de Cuba. Se han reportado algunos hallazgos en Sudamérica. Gasparini y Molina (1982) reportaron un fragmento de posible *Liopleurodon macromerum* de edad Tittoniano, hallado en la Cuenca Neuquina, Argentina. Posteriormente en la misma zona Gasparini y Fernandez (1997) reportaron fragmentos de pliosauridos que refirieron como *Pliosaurus sp.*

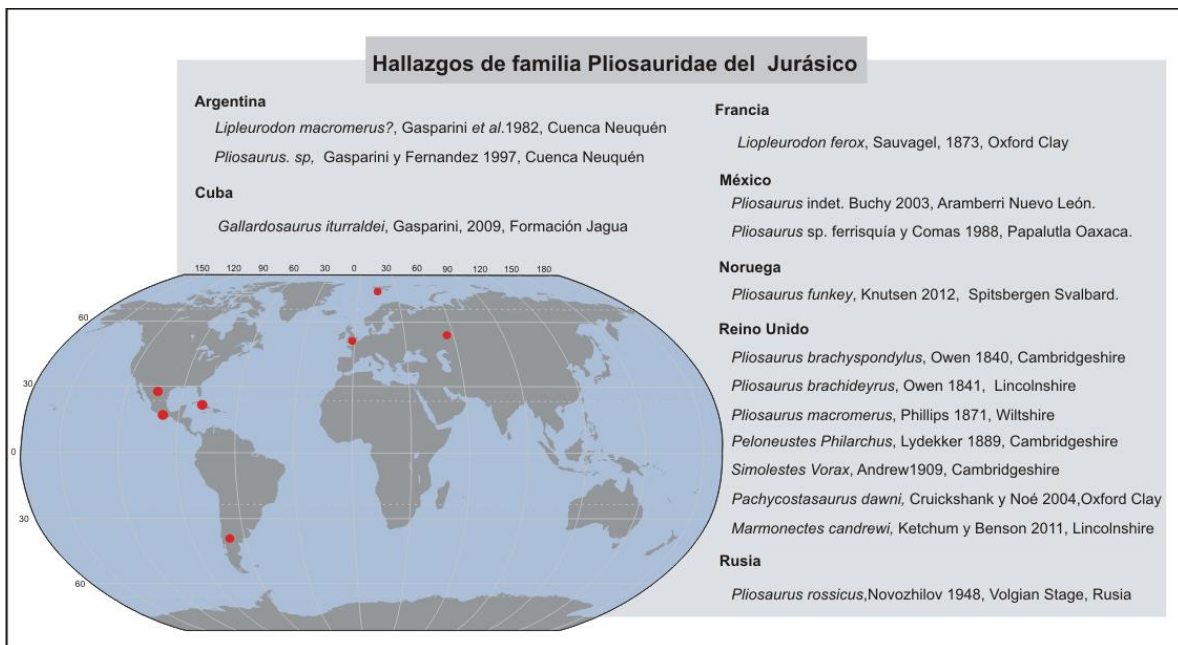


Figura 4. Inferior izquierda, mapa de las localidades de Pliosauridae a nivel mundial, los puntos rojos indican las localidades. En el lado superior y al lado derecho se presenta una lista de los países por hallazgos.

Plesiosaurios en México

En México los plesiosaurios son un grupo con un registro fosilífero escaso, sus fósiles se restringen al norte del país, en yacimientos marinos en los estados de Nuevo León y Coahuila y a la parte central del estado de Oaxaca.

A principios del siglo XX Weiland (1910) recorrió diversas localidades fosilíferas a lo largo de Puebla y Oaxaca, aportó el hallazgo del fragmento mandibular y maxilar articulados (Figura 5), en una localidad imprecisa de Oaxaca, al cual nombro como *Plesiosaurus (polyptycodon) mexicanus*. El material fue redescrito por Buchy (2008) como un *Metriorhynchus*.

Ferrusquía-Villafranca y Comas (1988), describieron restos de reptiles marinos del Cretácico colectados muy cerca del poblado de Papalutla en el Municipio de Huajuapán de León Oaxaca. Que representa por vértebras y un fragmento de una mandíbula. El material consiste, en tres vértebras articuladas de cocodrilo marino (*Talattosuchia?*), un fragmento rostral con los premaxilares y un fragmento del dentario provistos de dientes y un centro vertebral, este material fue referido como *Pliosaurus* sp.

Buchy y colaboradores (2003), describieron parte del material descubierto en 1985 en el área de Aramberri en el estado de Nuevo León. La localidad forma parte de la Formación la Caja (Kimmeridiano). El material estudiado consistía en un nódulo con siete vértebras articuladas, dos fragmento de coracoides y una escapula y algunos fragmentos de costillas que representa el material de pliosaurio más grande y completo hallado hasta el momento en México. El material fue referido como un *Pliosaurus inden*.



Figura 5. IGM 9026 *Metriorhynchus* redescrito por Buchy en 2008, en vista rostralateral, El material se encuentra depositado en la colección paleontológica Nacional del instituto de Geología de la UNAM escala 50 mm.

Durante 2008 y 2010 en las prospecciones paleontológicas que el personal del Instituto de Geología UNAM llevo a cabo en la región de Tlaxiaco-Huajuapán de León, Oaxaca, como parte del proyecto "*Estudios Paleoictiológicos de México*" a cargo del Dr. Jesús Alvarado Ortega; se recolectaron fósiles de reptiles marinos. El material fue llevado al Instituto de Geología para su preparación y estudio. Gutiérrez-Zamora (2011) como parte de su informe de apoyo a la investigación realiza un estudio sistemático de los vertebrados de esta región. Indicando que los fósiles de reptiles marinos podrían pertenecer a la familia Polycotylidae basado en el tamaño de la sínfisis mandibular y la participación del esplenial y el angular en esta estructura, sin embargo este estudio fue preliminar por lo que es necesario realizar un trabajo más detallado sobre los reptiles marinos de esta región.

Justificación del trabajo

A finales del Jurásico dos cuerpos marinos caracterizados por faunas peculiares, el proto-pacífico y el mar de Thetis, se unieron en la región de centro americano (incluyendo el área que actualmente es Oaxaca) (Bomer and Ballent, 1996). Para entender de manera integral los procesos biogeográficos y el efecto en la diversidad biológica generados a partir de este suceso, es importante llevar estudios paleontológicos profundos en esta región de México. Los fósiles encontrados en el Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca, son un buen punto de partida de un proyecto mayor encaminado a reconocer los organismos que habitaron en esta región los cuales en el futuro podrán ser considerados en contextos filogenéticos y paleobiogeográficos más amplios. Dada la problemática en la taxonomía y filogenia de los pliosaurios y su escaso registro fósil en México, el presente proyecto de tesis abordará el estado de los restos de pliosaurios encontrados en el Llano Yosobé esperando con ello:

1. Aportar datos sobre la diversidad taxonómica de los pliosaurios del Jurásico superior.
2. Completar el patrón de distribución temporal y espacial de los pliosaurios y establecer hipótesis paleobiogeográficas más robustas.
3. Incrementar los antecedentes de alguno de los posibles procesos dentro del corredor hispanico.

Objetivo general

Determinar la identidad taxonómica de los pliosaurios del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca.

Objetivos particular

1. Describir las unidades geológicas del Llano Yosobé.
2. Preparar los fósiles de pliosaurios de Tlaxiaco, Oaxaca.
3. Describir la anatomía de los fósiles de pliosaurios de Tlaxiaco.

Hipótesis

- H_1 : Los plesiosaurios del Llano Yosobé son miembros de la familia Polycotilidae. (Gutiérrez-Zamora en 2011).
- H_0 : Los plesiosaurios son representantes de distintos taxones.

Materiales y métodos

Material

Nomenclatura y abreviaturas anatómicas tomadas de Noè, 2001; Andrews, 1913; Brown, 1981; Smith and Dodson, 2003.

Métodos

Los métodos se divide en dos partes, la primera es la colecta del material fósil, la segunda parte consta de la preparación en el laboratorio de los ejemplares, a continuación se describe a detalle cada una de estas.

Prospección y Colecta

Consistió en la búsqueda sistemática y dirigida del material fósil, que pudo encontrarse directamente en estrato o incluido en nódulos. Cuando se encontró un nódulo positivo la búsqueda se intensificó en el área procurando ubicar el estrato portador, se tomaron los datos de las coordenadas, número de colecta, fecha, localidad y una breve descripción litológica, los ejemplares se marcaron con iniciales y número de colecta, se empacaron y se llevaron al laboratorio para su preparación.

Preparación

En la preparación de los restos de Pliosaurios, colectados en la localidad de Llano Yósobe, se utilizaron dos métodos de preparación: los cuales son la preparación química a través de baños en solución de ácido acético y la preparación mecánica por medio del uso de air-scribe, estos métodos se describen a continuación.

Soluciones acuosas 5-10% de ácido acético

La efectividad del ácido acético en la preparación del material proveniente de la localidad de Llano Yosobé, fue establecida y documentada por el trabajo de Gutiérrez-Zamora (2011), esto es debido a que los nódulos que contienen los fósiles están formados por una matriz rocosa de lutita enriquecida con carbonatos de calcio. Al sumergir las rocas portadoras en estos ácidos, estas se disgregan exponiendo los restos fósiles. El procedimiento es el siguiente.

Se preparó una solución de ácido acético entre el 5 ó 10 % de volumen y saturado con fosfato de calcio dibásico. Los ejemplares fueron sumergidos totalmente en esta solución durante un periodo de 15 minutos a 1 hora, después los fósiles se sumergieron en agua por un periodo igual o mayor a la exposición al ácido, esto con el fin de retirar remanentes de ácido acético, por último el ejemplar se puso a secar al ambiente.

Una vez que los ejemplares se secaron fueron analizados para determinar que partes fueron expuestas, las partes expuestas se cubrieron utilizando un pincel con una capa de un polímero acrílico (isobutil metacrilato) plexigum®, se dejó secar por un momento y se colocó inmediatamente una segunda capa. El plexigum® es un endurecedor que evita que el ejemplar se siga deteriorando, permitiendo su preservación.

Preparación mecánica

Para la preparación mecánica se emplearon herramientas conocidas como air-scribe todos de la marca Paleo-tools, estas herramientas cuentan con una punta tipo aguja compuesta de una aleación de tungsteno, dicha punta se pone en movimiento horizontal (hacia arriba y abajo) a una velocidad de 30 000 ciclos por minuto cuando la herramienta es alimentada con una presión del aire de 6.2 Bar (Gutiérrez-Zamora 2011).

Para preparar los fósiles de este proyecto se utilizaron tres tipos de air-scribe; el Super-jack, el Paleo-Aro y el Micro-jack. Que se diferencian en el grosor de la punta. La forma en que se utilizaron es la siguiente: para comenzar la preparación de los nódulos se empleo el Super-jack, ya que la punta de este es más grande y genera fuertes vibraciones que permite eliminar la mayor cantidad de roca en un menor tiempo, sin embargo debido a que las vibraciones son muy fuertes llega un punto en el que el material fósil se puede dañar, en ese momento se cambió el instrumento por el Paleo-Aro, debido a que esta herramienta genera una menor vibración que no daña el material fósil cuando se acerca la punta. Algunos elementos fósiles son muy delgados o muy frágiles como el esmalte de los dientes, al ser preparados con el Paleo-Aro corrían el riesgo de dañarse o perderse por completo, para preparar este tipo de elementos se utilizo el Micro-jack; esta herramienta cuenta con una punta muy fina que permite desprender la matriz rocosa sin alterar la superficie de los elementos antes mencionados. De ser necesario se sometía a un baño de ácido acético para retirar restos de roca que no son posibles retirar con las herramientas mecánicas. Una vez expuesto el material fósil se aplico una capa de plexigum.

Descripción y Comparación

Las fotografías se tomaron usando una cámara Fujifilm modelo finepix s1000fd. Y fueron retocadas usando el programa Photoshop CS4. Para algunos elementos fue aplicada una capa de magnesio quemado para contrastar algunas características del ejemplar. Los dibujos fueron realizados en el programa Corel DRAW x14.

Para la comparación de los ejemplares con otros miembros de esta familia se consultó la bibliografía de los siguientes taxones:

Taxon	Autor	No. Espécimen	Lugar de procedencia
<i>Brachauchenus lucasi</i> Williston, 1903	Albright, 2007	MNAV9433	Utah, U.S.A
<i>Brachauchenus lucasi</i> Williston, 1903	Carpenter, 1996	FHSMVP321	Utah, U.S.A
<i>Liopleurodon ferox</i> Sauvage, 1873	Noè, 2001	BHN3R197	Le west, Francia
<i>Liopleurodon ferox</i> Sauvage, 1873	Noè, 2001	CAMBSX36040	Cambridgeshire, Inglaterra
<i>Liopleurodon ferox</i> Sauvage, 1873	Noè, 2001	NHMR2446	Cambridgeshire, Inglaterra
<i>Liopleurodon ferox</i> Sauvage, 1873	Noè, 2001	NHMR2680	Cambridgeshire, Inglaterra
<i>Liopleurodon ferox</i> Sauvage, 1873	Noè, 2001	NHMR3536	Cambridgeshire, Inglaterra
<i>Marmonectes phillarcus</i> Ketchum y Benson 2011b	Ketchum y Benson, 2011b	BEDFM 1999.201.	Lincolnshire, Inglaterra
<i>Megalneusaurus rex</i> Knight, 1895	William et al. 2010	UW 4602	Wyoming, U.S.A
<i>Pliosaurus Brachydeirus</i> Owen, 1841	Knutsen, 2012	OUMJ.9245	Lincolnshire, Inglaterra
<i>Pliosaurus Brachydeirus</i> Owen, 1841	Knutsen, 2012	OUMNHJ.9245	Lincolnshire, Inglaterra
<i>Pliosaurus Brachydeirus</i> Owen, 1841	Knutsen, 2012	OUMNHJ.9192-9301	Lincolnshire, Inglaterra
<i>Pliosaurus Brachydeirus</i> Owen, 1841	Knutsen, 2012	OUMNHJ.9285	Lincolnshire, Inglaterra
<i>Pliosaurus Brachyspondylus</i> (Owen, 1839)Echwald, 1868	Taylor and Cruickshank, 1993	BRSMGCC332	Wiltshire, Inglaterra
<i>Pliosaurus Brachyspondylus</i> (Owen, 1839)Echwald, 1868	Knutsen, 2012	CAMSMJ.35991	Cambridgeshire, Inglaterra
<i>Pliosaurus funkey</i> Knutsen et al. 2012	Knutsen et al., 2012	PMO214.135	Svalbar, Noruega
<i>Pliosaurus funkey</i> Knutsen et al. 2012	Knutsen et al., 2012	PMO214.136	Svalbar, Noruega
<i>Pliosaurus macromerum</i> (Philips 1871) Lydekker, 1889	Noè, 2004	OUMNHJ.10454	Wiltshire, Inglaterra
<i>Pliosaurus rossycus</i> Novozhilov, 1948	Knutsen, 2012	PIN304	República de Churashia , Rusia
<i>Pliosaurus</i> sp.	Sasson, et al. 2012	BRSMG Cd6172	Cambridgeshire, Inglaterra
<i>Peloneustes philarchus</i> Seeley, 1869	Ketchum y Benson, 2011a	CAMSMJ.46913.	Cambridgeshire, Inglaterra
<i>Rhomaleosaurus megacephalus</i> (Stutchbury, 1845) Andrews, 1922	Cruickshank, 1994	LEICS G221. 1851	Leicestershire, Inglaterra
<i>Simolestes vorax</i> Andrews, 1909	Noè, 2001	NHM R3319	Cambridgeshire, Inglaterra
<i>Simolestes vorax</i> Andrews, 1909	Noè, 2001	NHM R3170	Cambridgeshire, Inglaterra
<i>Simolestes vorax</i> Andrews, 1909	Noè, 2001	PETMG R296	Cambridgeshire, Inglaterra

Tabla 1. Lista de Taxones comparados en este trabajo, todos los ejemplares fueron revisados por medio del material bibliográfico correspondiente.

Área de estudio

El Llano Yosobé se localiza aproximadamente a 3 km al suroeste del centro de la ciudad de Tlaxiaco (Figura 8). En las coordenadas 17°15'4.3"N y 97°42'10.9"W. Para acceder a esta localidad se toma la carretera estatal 190 Huahuapan de León-Oaxaca y se desvía entre los poblados de Tamazulapan y Teposcolula a través de la carretera 125 San Juan Teposcolula-Tlaxiaco, de la ciudad de Tlaxiaco se toma la salida a Santiago Pinotepa Nacional (INEGI, 2000).



Figura 6. Vista panorámica de la parte central del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca.

El Llano Yosoé es un yacimiento de roca que pertenece a un centro de depósitos sedimentarios conocido como Cuenca Tlaxiaco (Figura 6 y 7). Los fósiles encontrados en esta localidad corresponden a invertebrados como: Amonites bivalvos como ostreidos, entre otros. Los Vertebrados que se han colectado pertenecen a grupos de peces como Pycnodontiformes, Seminotiformes, e Hibodontos (Condrictios). De reptiles se han colectaron Ictiosaurios, cocodrilos marinos y tortugas, que por el momento se encuentran en proceso de preparación.



Figura 7. Parte norte de la localidad del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. Las flechas rojas indican las calizas margosas. La flecha azul indica una zona donde se expone lutitas bituminosas de color gris.

La cuenca Tlaxiaco

La Cuenca Tlaxiaco es un depocentro ubicado en la región Mixteca dentro de los estados de Oaxaca, Puebla y Guerrero (Figura 9) (Davalos-Alvarez, 2006). Su extensión cubre más de 20,000 km². Se encuentra dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur. (Varela-Santa María, 1983).

La cuenca está representada por rocas sedimentarias depositadas desde el Jurásico Medio hasta el Cretácico Inferior (Figura 10). La Geología de esta región es compleja y aun no se tienen un consenso de las unidades que forman esta cuenca. Diversos autores (López-Ticha, 1970; Varela-Santa Maria, 1983; Gonzalez-Torres, 1989; Ortega-González y Lambarria-Silva, 1991), proponen formaciones para cada región de la cuenca y no se ha realizado ningún estudio de correlación. Otro problema es que todas las unidades se mantiene como informales debido a que los reportes no cumplen con las características del Código de Nomenclatura Estratigráfica (Barragan *et al.*, 2010).

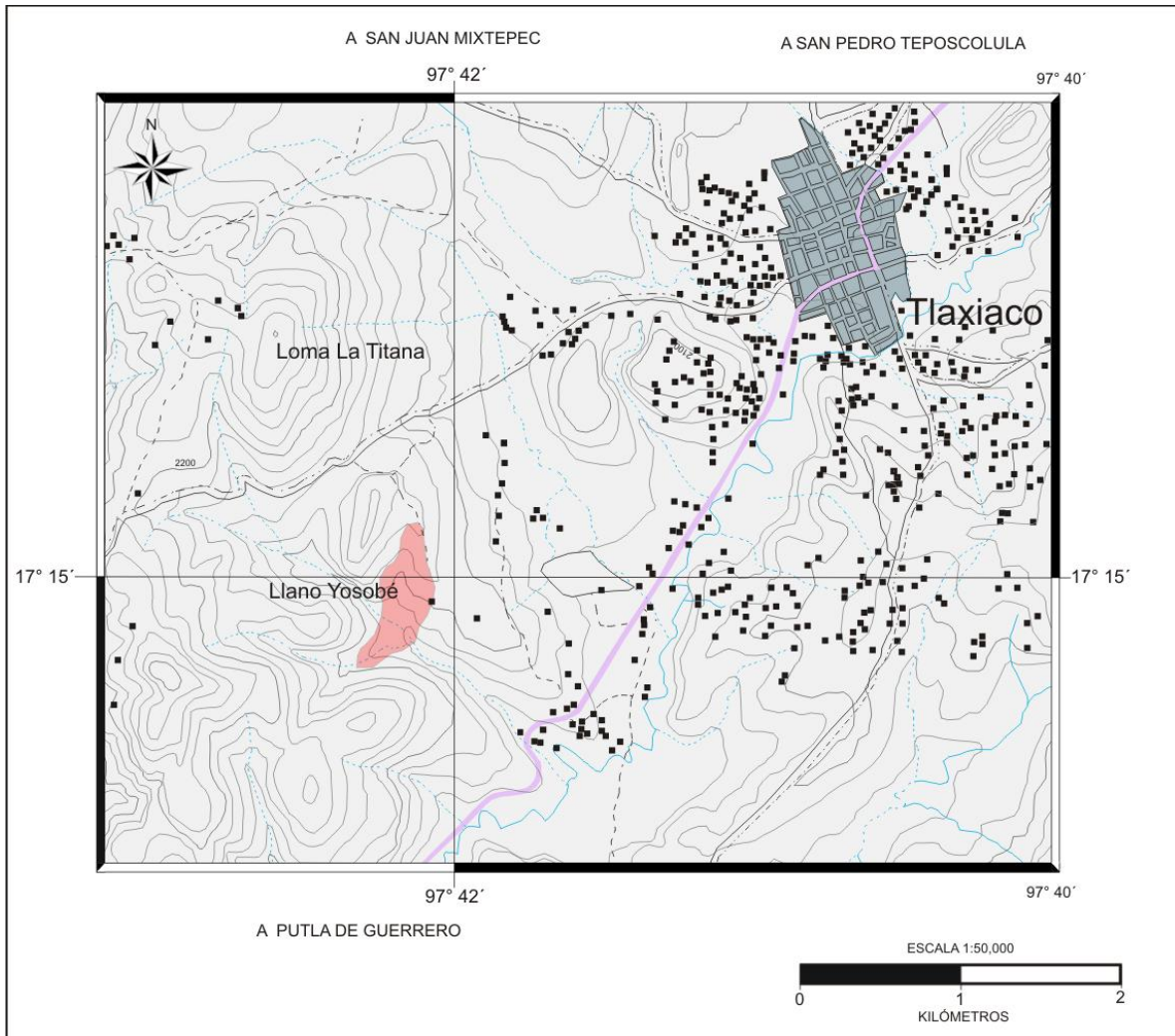


Figura 8. Ubicación del Llano Yosobé al suroeste de la Ciudad de Tlaxiaco (área marcada con rojo). Modificado de las Cartas Topográficas de Tlaxiaco y Putla villa de Guerrero E14-D34 y E14D44 (INEGI, 2000 y 2001).

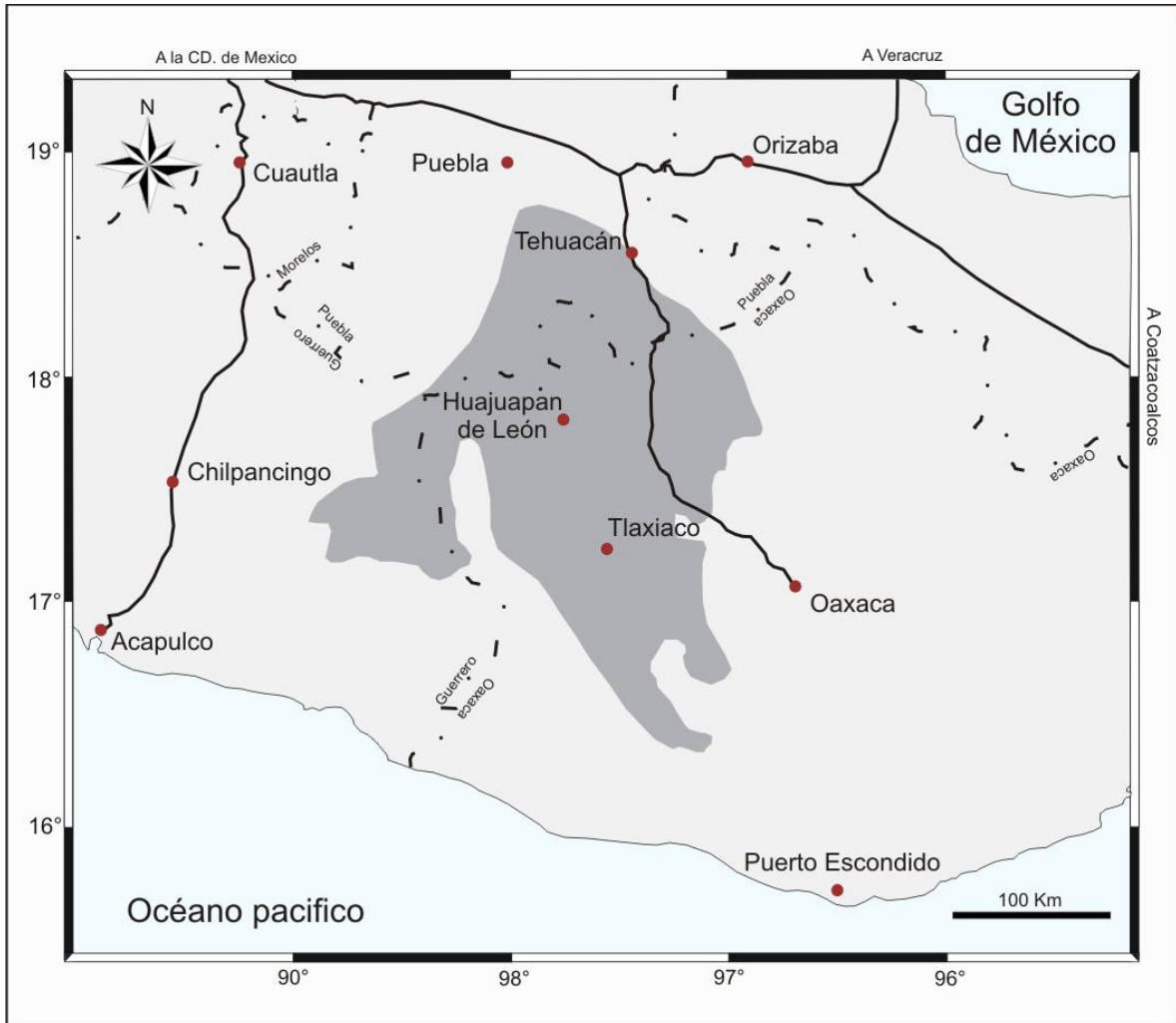


Figura 9. Mapa de la cuenca Tlaxiaco, la superficie de color gris oscuro representa el área que ocupa la cuenca al sur de Puebla, norte y centro de Oaxaca y el noreste de Guerrero (redibujado de Gutiérrez-Zamora, 2011).

De acuerdo con Davalos-Alvarez (2006) y el léxico Estratigráfico de México de la S.G.M (2013), las unidades estratigráficas en la Cuenca Tlaxiaco son las siguientes:

Conglomerado Cuelac

La cuenca comienza con la unidad denominada; conglomerado Cualac, compuesta en mayor parte de conglomerado con fragmentos de cuarzo, y en menor proporción clastos de esquistos, gneis e ignimbrita con interestratificación de areniscas y limolitas (Davalos-Alvarez, 2006; Gonzalez-Torres, 1989). Esta unidad aflora en varias localidades: en Cualac-Olinalá; al NE de Guerrero, en Tlaxiaco, Mixtepec y Tezoatlán Oaxaca. En esta unidad se reporta la presencia de *Williamsonia cuautemoci* y *Otozamites graphicus*, entre las capas de areniscas y limolitas (Gonzalez-Torres, 1989), en 2002 Jiménez-Rentería y Rueda-Gaxiola reportaron la presencia de palinomorfos en esta unidad, con base en el estudio de este registro, asignan una edad de Jurásico Temprano (Pliensbachiano)-Jurásico Medio (Aaleniano).

Grupo Tecocoyunca

Sobre el conglomerado Cuelac sobreyace el grupo Tecocoyunca que consiste en una alternancia de areniscas finas de color gris oscuro (Varela-Santa María, 1983). El grupo se ha reportado en la región entre Olinalá, Cuelac y Huamuxtitlán, en el estado de Guerrero en San Juan Diquiyú Tezoatlán Oaxaca, y entre Tlaxiaco y Mixtepec (Gonzalez-Torres, 1989). En este grupo se reportan amonitas y especies de plantas fósiles mismo que al ser estudiados atribuyen una edad entre el Bajociao-Calloviano.

Caliza con Cidaris

Para principios del Jurásico Tardío, se depositó en la cuenca la unidad designada como Caliza con Cidaris. Esta unidad está constituida por depósitos calcáreos: de Margas de color gris claro a oscuro y en ocasiones de color crema, con intercalaciones de calizas margosas de color gris (Buitrón, 1970). Esta unidad se distribuye en la franja occidental de la región de Yucunútl de Juárez así como en la región entre Tlaxiaco y Mixtepec y se correlaciona con la caliza Chimeco en la región de Petlalcingo Puebla (Gonzalez-Torres, 1989). En esta unidad se ha reportado una considerable fauna fósil principalmente representada por equinodermos, con base en el alcance estratigráfico de algunas especies se ha determinado que esta unidad corresponde a una edad Oxfodiana con partes del Caloviano y el Kimmerigiano (Buitrón, 1970).

Formación Sabinal

La siguiente unidad en depositarse es la Formación Sabinal, formada por calizas arcillosas gris oscuro, interestratificadas con lutitas rojizas laminares y arenisca oscura compactas alternadas con lutitas café, mudstone y wackestone arcilloso, margas y lutitas bituminosas color gris oscuro a negro con abundantes concreciones calcáreas y amonites (*Idoceras*) dispuestas en estratos laminares a delgados de 5, 10 y 20 cm, observándose abundantes impregnaciones de aceite ligero en líneas estilolíticas (Meneses-Rocha et al., 1994). Esta unidad se distribuye en el estado de Oaxaca, en las regiones de Tezoatlán, Huajuapán de León, Tlaxiaco, Chalcatongo y sur de Huamuxtitlán. Se ha determinado una edad entre Kimmeridgiano-Tithoniano, esto está basado en la presencia de amonitas del género *Idoceras sp.* También se reportan otras especies como: *Subplanites sp.*, *Ataxioceras sp.*, *planuda*, *Idoceras sp.* (Varela-Santa María, 1983)(Ramírez-Garza, y López-Palomino, 2008).

Formación Tlaxiaco

La Formación que sobreyase a la Sabinal es la denominada Tlaxiaco del Cretácico inferior. Esta unidad se caracteriza por presentar una brecha constituida por fragmentos de calizas arcillosas, margas y lutitas bituminosas; en la base. sobreyasiendo se encuentran calizas y dolomías de color gris oscuro a café crema. Esta Formación aflora en el área sur y centro de la cuenca Tlaxiaco (Ortega- González y Lambarria-Silva, 1991). En esta unidad se ha reportado la asociación fosilífera de algunos microfósiles como: *Pseudocyclamina sp.*, *Glomospira sp.*, *Pseudotextulariella sp.*, *Chofatella sp.*, *Cadosina sp.*, *Permocalculus inopinatus* y *Salpingoporella sp.* (Varela-Santa María, 1983).

La edad de esta unidad está basada en análisis de contenido Macrofaunístico y microfaunístico, se asigna una edad que comprende desde el Berriasian al Aptiano (Ortega-González y Lambarria-Silva 1991). (Bustos-Moreno, y López-Palomino, 2010).

Formación San Juan Teita

Para el Albiano se deposita la Formación San Juan Teita, caracterizada por la presencia de dolomía y calizas con intercalación de anhidritas y yesos de color gris claro, blanco lechoso, con bandeamientos gris a gris oscuro debido a contaminaciones de arcilla y óxidos férricos. Sus principales afloramientos se tienen registrados en la sierra de San Juan Teita, en el área de Tezoatlán y en el subsuelo de la sierra Teposcolula (Ortega-González y Lambarria-Silva, 1991).

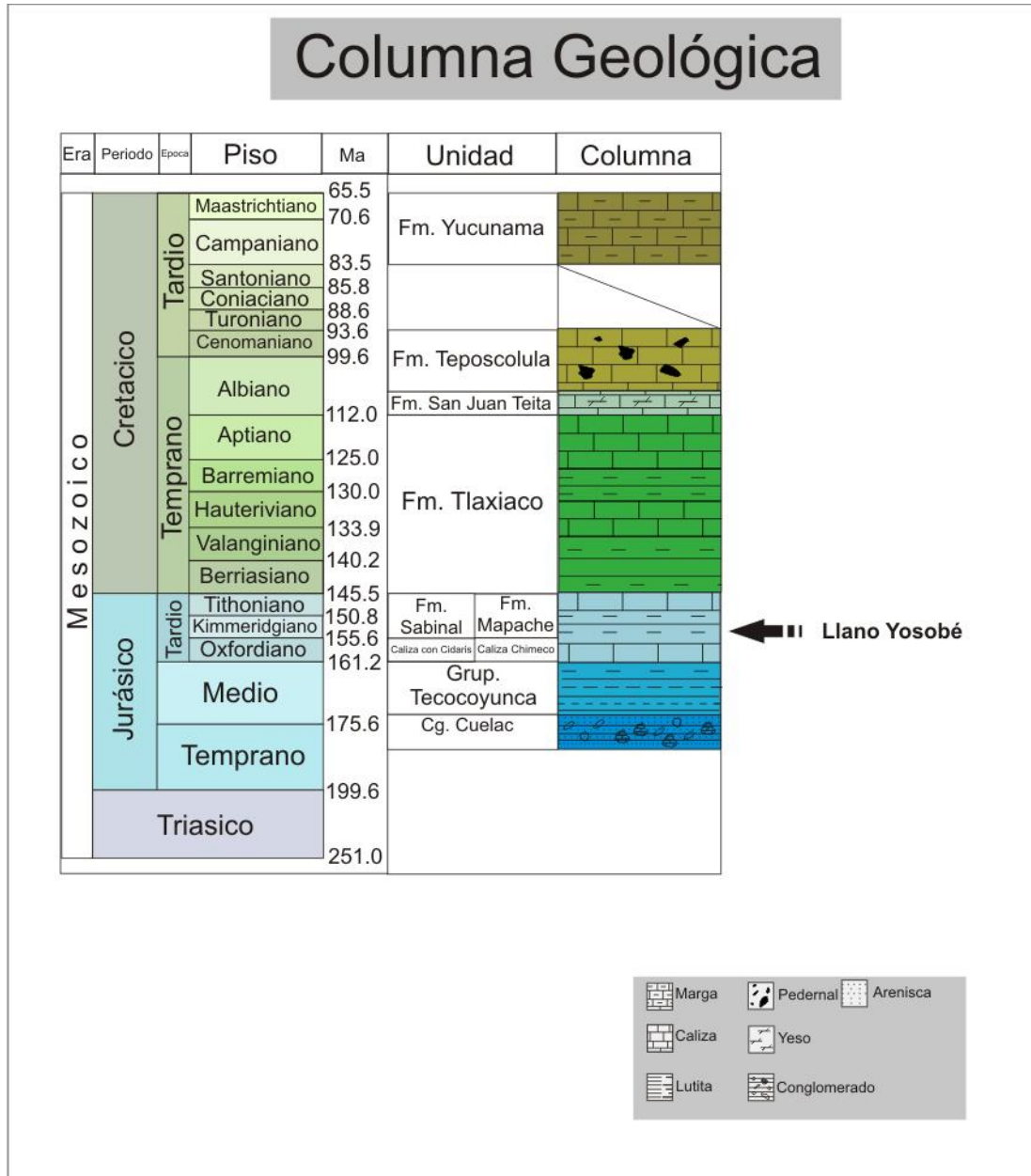


Figura 10. Columna estratigráfica general de la cuenca Tlaxiaco, la localidad de Llano Yosobé es un afloramiento de la Formación Sabinal (Tithonoano-Kimmerdgia). Columna basada en la descripción de Davalos-Alvarez, (2006) de la cuenca Tlaxiaco.

Resultados

A continuación se exponen los resultados obtenidos en la presente tesis. Dentro de la sección “Paleontología Sistemática” se describe la ubicación taxonómica obtenida para los diferentes ejemplares estudiados siguiendo un orden jerárquico y, en cada caso, se da referencia de los materiales fósiles referidos. En la sección “Descripción”, se presentan en la medida delo posible, todos los detalles conservados de su anatomía de estos ejemplares. Finalmente cada uno de los taxones determinados son sujetos a un “Análisis Comparativo” en donde se desarrolla una discusión sobre las diferencias y semejanzas con taxones similares, misma que fundamenta la identidad taxonómica señalada para los fósiles objeto de trabajo de tesis.

Nota sobre la abreviaturas asignada a los ejemplares— La aplicación de la abreviatura y numeración aplicada a los ejemplares referidos y descritos en este trabajo, corresponden a un consecutivo y al punto de colecta dentro del Llano Yosobé registrados en la libreta de campo del Dr. Jesús Alvarado Ortega (JAO) y a ejemplares donados a este proyecto por el Sr. Jesús Flores Cisneros (JFC). La aplicación de estas abreviaturas y numeración es válida sólo para trabajo. Cuando estos fósiles sean descritos formalmente se les asignará un número de catálogo formal que corresponda a la colección donde estos serán finalmente depositados. En el futuro, todo el material del Llano Yosobé será depositado en la Colección Nacional de Paleontología, albergada en el Instituto de Geología de la UNAM.

Nota sobre la nomenclatura específica asignada— De acuerdo con las normas establecidas en el artículo 7 de el Internacional code of zoological nomenclature (International Commission on zoological nomenclature, 1999), donde se señala que la creación y establecimiento de nombres científicos de especies nuevas sólo es posible a

través de su publicación formal en revistas, libros, series, actas, o journals que faciliten y garanticen el acceso público permanente a dicha información. El presente trabajo no es una publicación científica de estas características y en consecuencia, el taxón aquí descrito representante de una nueva especie del género *Pliosaurus*, se nombra de manera informal como “*Pliosaurus* de Tlaxiaco”.

Geología Llano Yosobé

La litología en el Llano Yosobé está representado por lutitas bituminosas con laminación delgada de color gris oscuro, estos estratos presentan en algunas partes abundantes nódulos calcáreos de formas variadas entre esferas, ovoides y amorfos; su tamaño varia de 5 cm a 1 m de diámetro (Figura 11). Algunos de estos nódulos presentan en su interior aceite o fósiles de Maderas, vertebrados e invertebrados. Estas capas alternan con calizas margosas de color gris que intemperizan a color crema (Figura 7 y 11).



Figura 11. Rocas encontradas en el Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. Derecha, caliza margosa. Izquierda, Lutita Bituminosa de color gris oscuro con presencia de nódulos calcáreos.

Paleontología sistemática

(Ketchum y Benson, 2010)

Superorden SAUROPTERYGIA Owen, 1860

Orden PLESIOSAURIA de Blainville, 1835

Suborden NEOPLESIOSAURIA Ketchum y Benson, 2010

Superfamilia PLIOSAUROIDEA Welles, 1943

Familia PLIOSAURIDAE Seeley, 1874

Pliosauroideo indeterminado

Material referido— JAO 129, elementos postcraneales que presumiblemente pertenecen al mismo individuo. Esto se deduce del hecho de que todos estos elementos óseos fueron recuperados en el mismo punto de colecta, que corresponde a un área no mayor a 3 metros cuadrados y en el mismo nivel estratigráfico. Se cuenta con 13 vértebras, 5 cervicales y 8 dorsales, que fueron colectadas aisladas, no articuladas entre sí ni con los elementos apendiculares; además hay una tibia, un intermedium, posibles ulnares y fibulares, 20 elementos de los dígitos (9 articuladas entre sí, 8 completas pero que fueron colectadas aisladas, y 3 fragmentos aislados) que aparentemente pertenecen a la misma aleta pelvica; así como un fragmento de arco neural y restos de un número indeterminado de fragmentos de costillas (Figuras 12-19, Tablas 2 y 3).

Descripción

Vértebras— Todas las vértebras pertenecientes al ejemplar JAO 129 son masivas, bien osificadas y tienen forma de un cilindro corto. Las superficies articulares intervertebrales son ovoides, ligeramente anficélica (casi plana y con la fosa notocordal en el centro) y de aspecto rugoso. A lo largo de las superficies ventrales y laterales de las vértebras hay una constricción central, mientras que la superficie dorsal es plana. Estas superficies, ventral y laterales, son lisas y presentan forámenes grandes pareados e impares presentes invariablemente en uno u otro lado de la superficie vertebral. La superficie dorsal de todas las vértebras presenta un par de facetas ovaladas y alargadas en donde articula el arco neural correspondiente, y entre éstas el piso del canal neural es plano y sus contornos forman un reloj de arena. Entre las vértebras cervicales y dorsales existen diferencias marcadas en su proporción y estructura que se discuten a continuación.

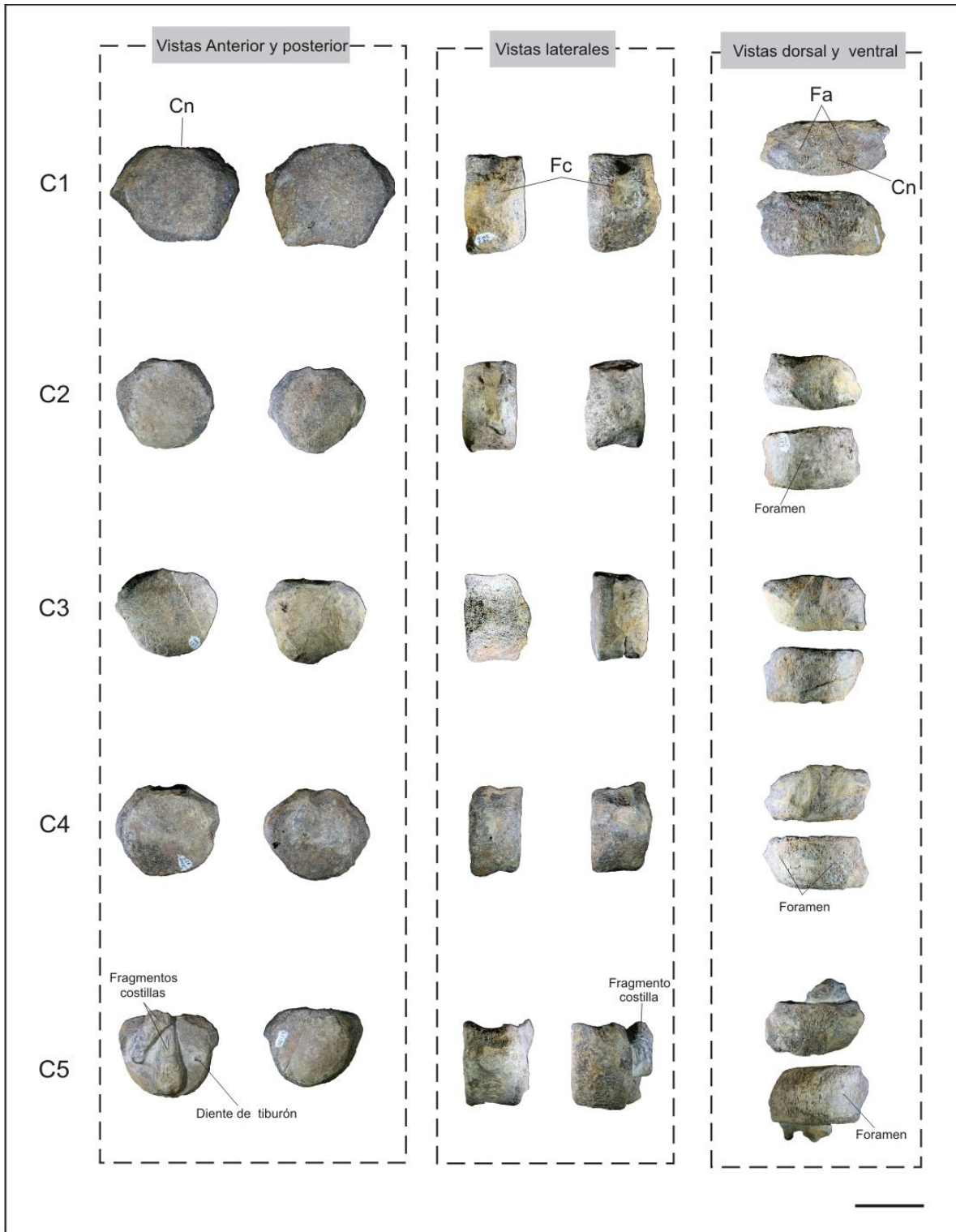
Las superficies articulares intervertebrales son en lo general más anchas que largas (Tabla 2); sin embargo, las vértebras cervicales son proporcionalmente más anchas que las vértebras dorsales. En las vértebras cervicales el promedio de altura de dicha superficie es igual a 0.83 veces su anchura (con un rango de variación entre 0.72 a 1.11) mientras que en las vértebras dorsales dicha proporción promedia 0.95 (con un rango de variación entre 0.93 y 1.07). También, las vértebras cervicales son en proporción con respecto a su altura más largas que las vértebras dorsales (Tabla 2); en promedio las primeras son 1.73 veces más altas que largas (con un rango entre 1.68 y 1.82) y en las segundas esta proporción se reduce a 1.37 (con un rango entre 1.07-1.5). La Tabla 2 presenta las medidas y proporciones de las cinco vértebras cervicales y las ocho dorsales conservadas; se considera que las amplias variaciones en los rangos de estos datos son producto de la alteración que algunas vértebras sufrieron, bien por intemperismo y erosión de sus superficies así como por la deformación por compresión durante la diagénesis.

En cada superficie lateral de las vértebras cervicales existe una faceta articular de la costilla correspondiente, ésta es una superficie cóncava y ovalada presente en el ápice de

un proceso medio lateral pequeño, proyectado laterocaudalmente (Figura 14). La superficie lateral de las vértebras dorsales no presenta el proceso lateral ni la faceta articular para las costillas. En las vértebras cervicales 1-4 esta faceta articular para las costillas está colocada ligeramente por arriba del centro vertebral y en la vértebra cervical 5 está justo debajo del borde dorsal (Figura 14) (según las conclusiones de Knutsen (2012) existe un desplazamiento a lo largo de la columna vertebral de las facetas articulares de las cortillas, en las vertebra cervicales la facetas se encuentran en los centros vertebrales, al acercarse a la región pectoral las facetas se mueven hacia el arco neural, que es la posición donde se encuentran en las vértebras dorsales, estas observaciones sugieren que en vida la posición de estas vértebras 1-4 era cercana a la región pectoral y que la última estaba colocada más atrás).

La forma de los ocho centros vertebrales dorsales del ejemplar JAO 129 también es la de un cilindro corto, con una constricción central presente en las superficies laterales y ventral. La superficie articular intervertebral es circular, ligeramente más alta que ancha, excepto por la vértebras dorsales 3 y 5 que son más altas que anchas (Tabla 2). La proporción de los centros se sigue manteniendo en esta región sin embargo la proporción no son tan grande como en los centros cervicales, las facetas que articulan con el arco neural son redondos algunos se encuentran cubiertas con matriz de roca (Figuras 12 y 13), lo que indica que el arco neural ya se había separado del centro desde antes de que comenzara el proceso de fosilización. En los centros dorsales es más evidente la forma de reloj de arena del piso neural en vista dorsal (Figura 14). Los centros en vista ventral y lateral tienen forámenes nutricios; los centros 1 y 7 tiene 4 forámenes dispuestos dos en la parte ventral y uno en cada lado; el centro 8 conserva 3; los centros, 2, 4 y 6 conservan dos forámenes en la zona ventral; y el 3 solo uno en la parte ventral. Las caras articulares de algunos centros presentan un borde poco marcado que se define por todo el contorno del centro lo que sugiere que la superficie era cóncava, en la parte central es posible distinguir una reminiscencia de la fosa notocordal.

Plantilla 1



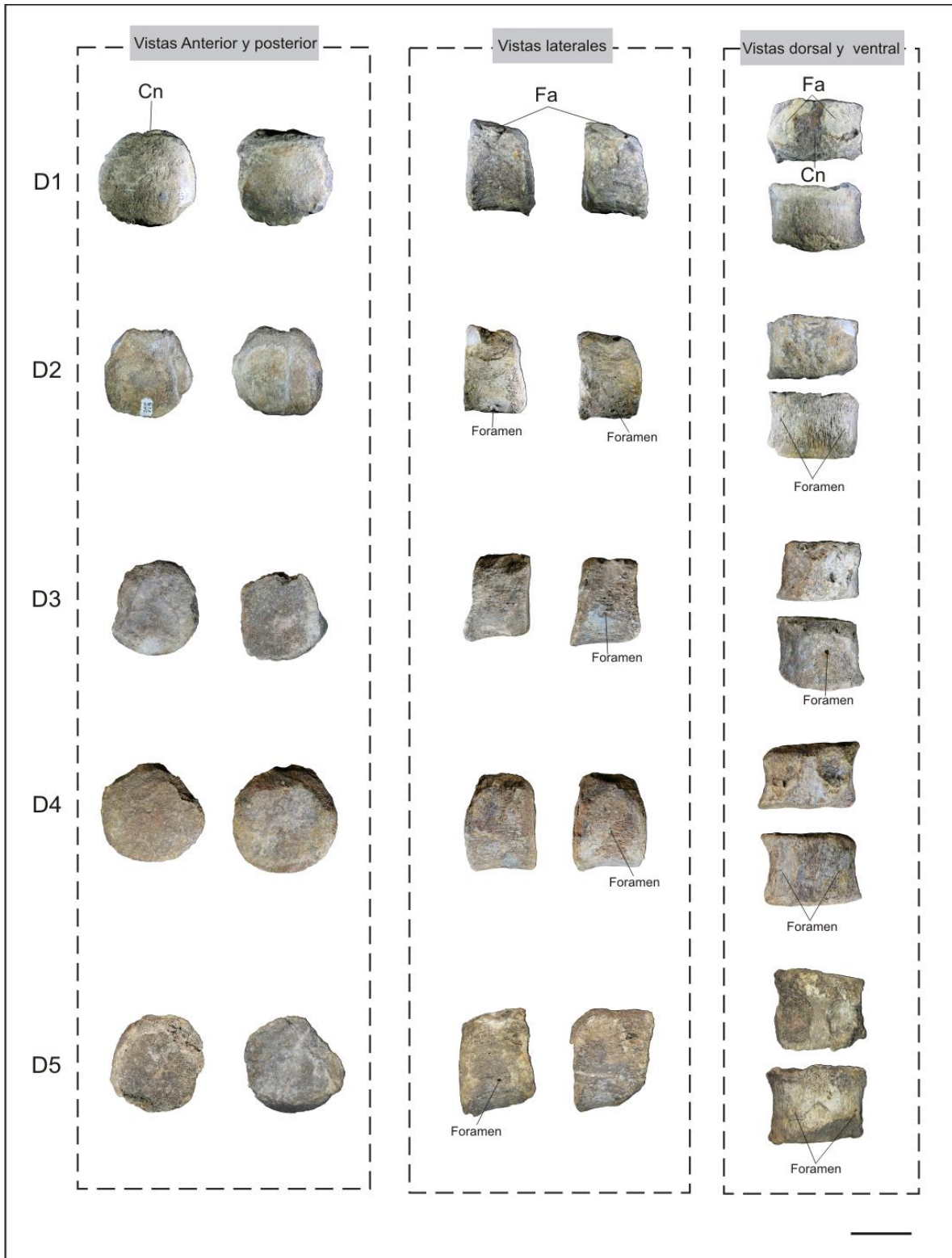
Vértebras	Largo	Ancho	Alto	Proporción	
				Ancho/alto	Ancho/ largo
Cervical					
1	35	83	60	1.383	2.371
2	40	85	73	1.1164	2.125
3	39	89	67	1.328	2.282
4	38	89	67	1.328	2.342
5	41	62	69	0.899	1.512
Dorsal					
1	47	72	67	1.075	1.532
2	45	68	65	1.046	1.511
3	55	65	70	0.929	1.182
4	52	80	80	1	1.538
5	54	70	75	0.933	1.296
6	54	87	83	1.048	1.611
7	55	79	59	1.339	1.436
8	55	85	79	1.076	1.545

Tabla 2.- Medidas de las vértebras del ejemplar JAO 129. Las medidas se encuentran en mm.

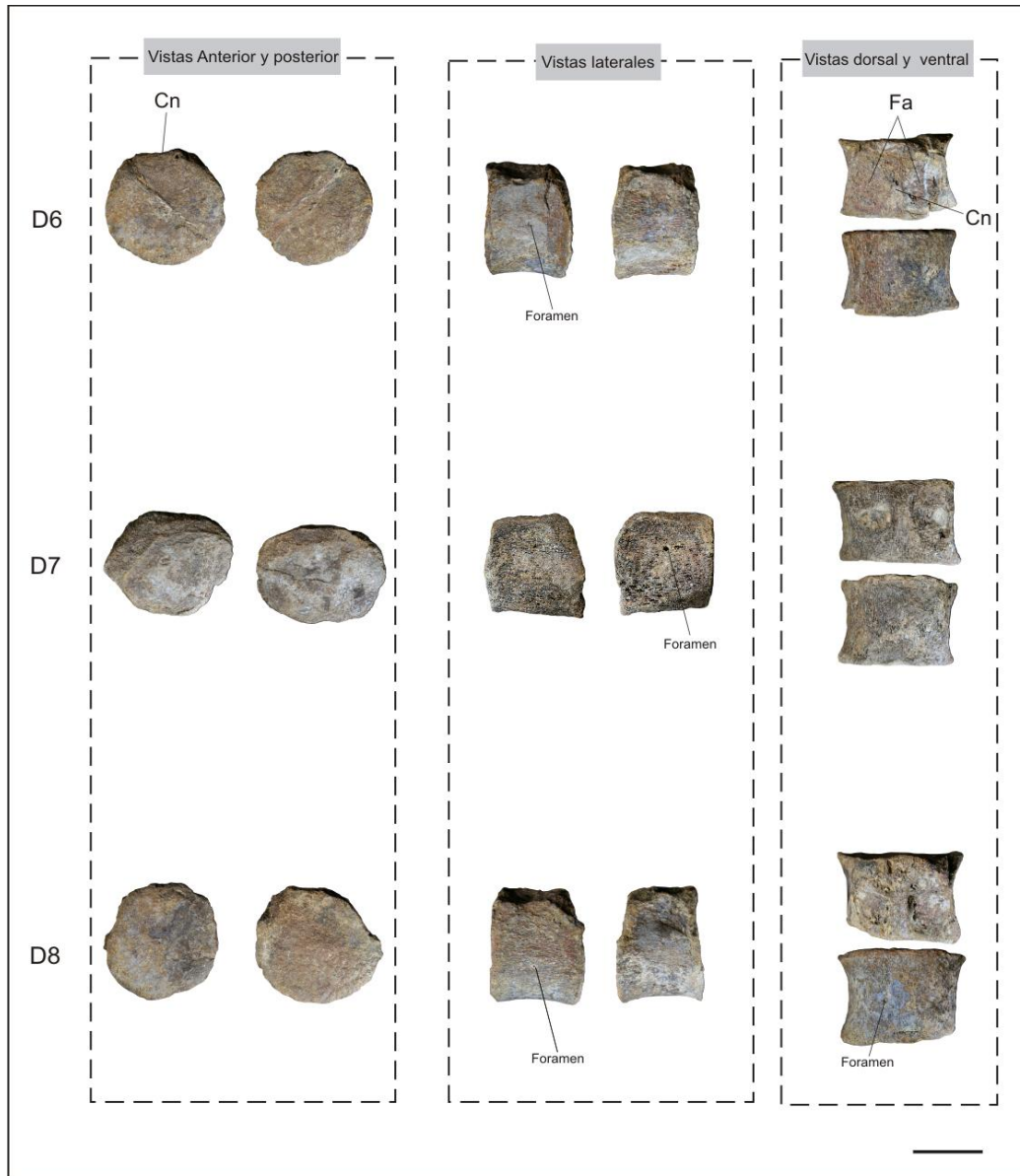
Explicación de plantilla 1

Figura 12. Vértebras cervicales (1-5) del ejemplar JAO 129, pliosauridae indeterminado del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. Se muestran las caras articulares intervertebrales (par de columnas a la izquierda), las caras laterales (par de columnas centrales) y caras dorsal y ventral (arriba y abajo respectivamente en la columna derecha). Escala representa 50 mm. Abreviaturas: **Cn**, canal neural; **Fc**, faceta articular para las costillas; **Fa**, Faceta articular para el arco neural.

Plantilla 2



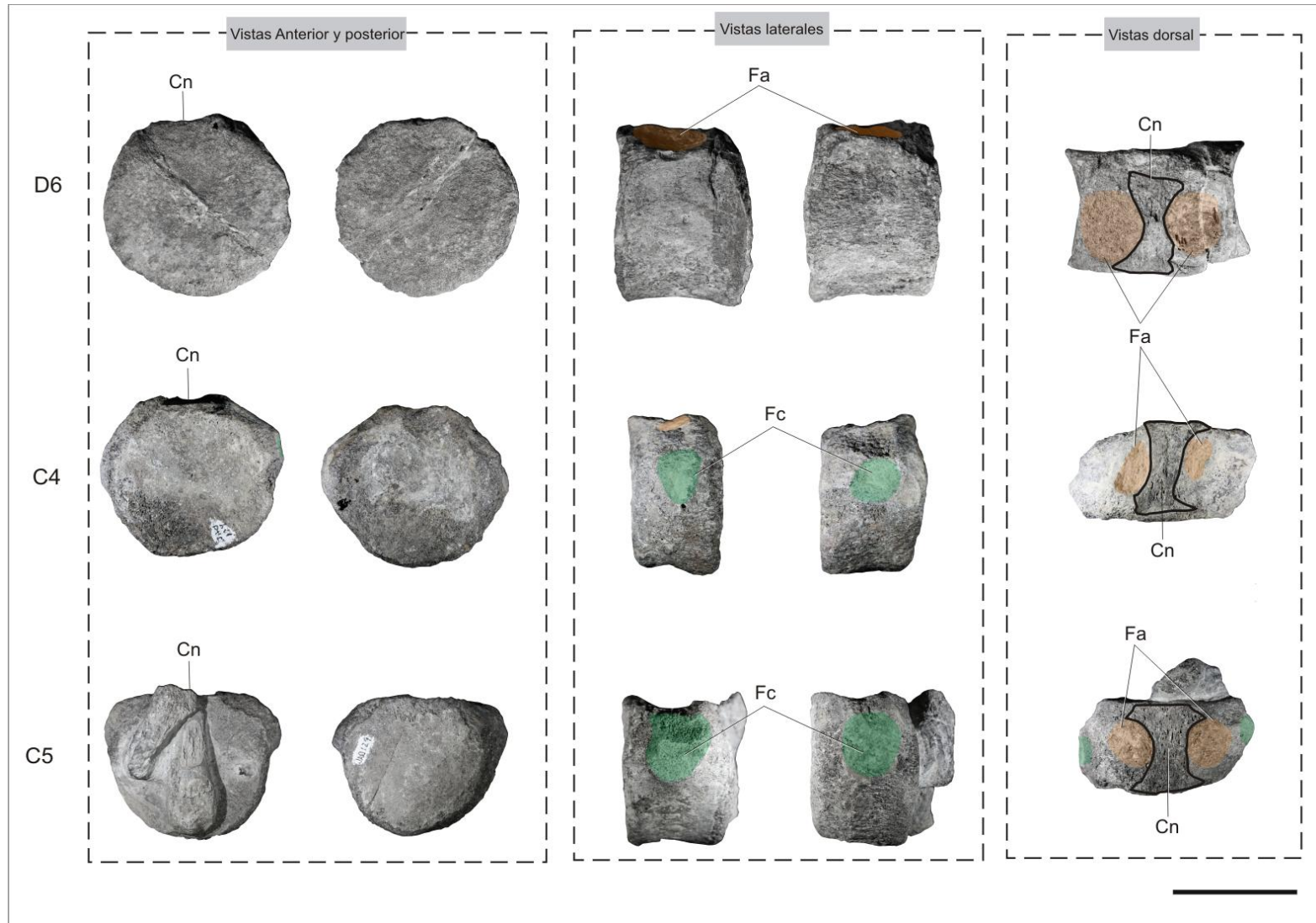
Plantilla 2



Explicación de plantilla 2

Figura 13. Vértebras dorsales (1-8) del ejemplar JAO 129, pliosauridae indeterminado del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. Se muestran las caras articulares intervertebrales (par de columnas a la izquierda), las caras laterales (par de columnas centrales) y caras dorsal y ventral (arriba y abajo respectivamente en la columna derecha). Escala representa 50 mm. Abreviaturas: **Cn**, canal neural; **Fa**, Faceta articular para el arco neural.

Plantilla 3



Arco neural— El único arco neural del ejemplar JAO 129 está parcialmente conservado (Figura 15). En vista frontal-posterior, este hueso tiene forma de Torre Eiffel, su altura es próxima a los 93 mm y está dividida entre la sección que aloja la cavidad neural central, cuyo diámetro (20 mm) es cerca de un cuarto de esta altura, y la sección que compone la espina neural, cuya base es tan ancha como el arco neural y tiende a adelgazarse dorsalmente. La cavidad neural está formada por dos estructuras laterales masivas, anchas y largas. Aunque sólo uno de los procesos articulares de este arco neural se conserva, la distancia desde la línea media de la espina neural hasta el extremo lateral del proceso articular conservado permite reconocer que la base completa de esta estructura debió ser próxima a 35 mm.

En vista lateral este hueso tiene aspecto sigmoideo. Por arriba de la cavidad neural, la espina neural está inclinada hacia atrás, su borde dorsal es corto y recto, su base es más larga, y sus bordes anterior y posterior son suavemente curvos. El techo del arco neural se proyecta anteriormente formando un proceso triangular; los procesos articulares del arco neural son más cortos que su región dorsal y se proyectan en su parte posterior. La superficie lateral de este hueso muestra que la faceta articular es triangular, con bordes redondeados y con el vértice anterior más agudo que el posterior. Siguiendo las consideraciones de Ketchum y Benson (2011b) las características descritas señalan que la posición de este arco neural, que carece de zigapofisis, es caudal distal.

Explicación de plantilla 3

Figura 14. Vértebras dorsal 6 y cervicales 4 y 5 del ejemplar JAO 129, pliosauridae indeterminado del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. Se muestran las caras articulares intervertebrales (par de columnas a la izquierda), las caras laterales con las Facetas articulares para las costillas en color verde y las facetas para el arco neural en naranja (par de columnas centrales) y caras dorsal resaltando el contorno del piso del canal neural. Escala representa 50 mm. Abreviaturas: **Cn**, canal neural; **Fa**, Faceta articular para el arco neural.

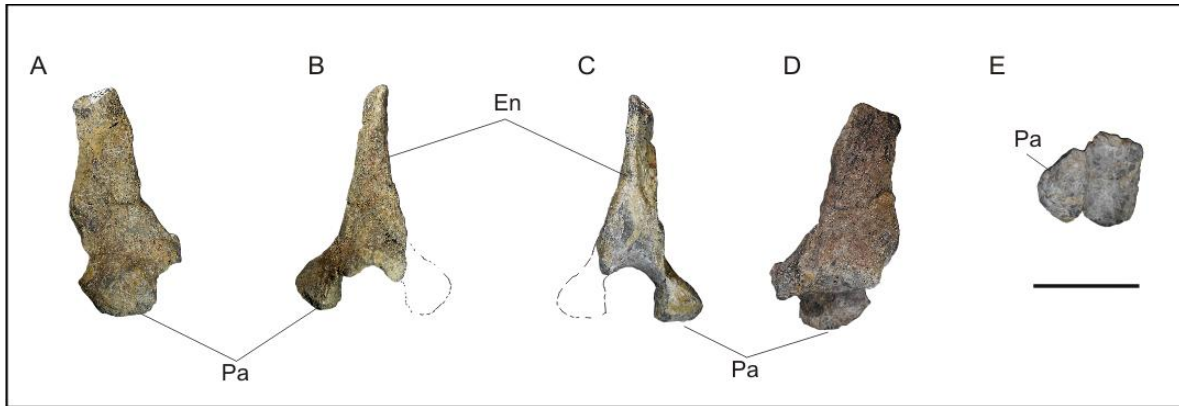


Figura 15. Arco neural caudal del ejemplar JAO 129, pliosauridae indeterminado del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. A, vista lateral derecha. B vista anterior. C, vista posterior. D vista lateral izquierda, E, vista ventral. Abreviaturas: **En**, Espina neural; **Pa**, proceso articular Escala representa 50mm.

Extremidad pélvica— Todos los elementos óseos descritos en esta sección son considerados como parte de la misma aleta, esto es debido a que al parecer todos corresponden al lado izquierdo y no hay repetición de elementos proximales de éste u otros apéndices corporales.

La vista dorso ventral de la tibia es trapezoide, casi 1.5 veces más larga que ancha, con el borde proximal mayor que el distal, el borde anterior es ligeramente convexo y mayor que el borde posterior que es recto, y con un borde transversal pequeño formado entre el posterior y el distal. Los ángulos formados por estos bordes son obtusos entre los bordes posterior y transversal, transversal y distal, y distal y anterior; el ángulo es recto entre los bordes posterior y proximal; y ligeramente agudo entre los bodes proximal y anterior (Figuras 16 A, B).

En la tibia las superficies dorsal y ventral son lisas y ligeramente cóncavas. Mientras que las superficies proximal, posterior, transversal y distal de este hueso son en su totalidad superficies articulares de aspecto rugoso; este hueso tiende a adelgazarse anteriormente provocando que su extremo anterior forme un borde redondeado y liso (figura 16 C-F).

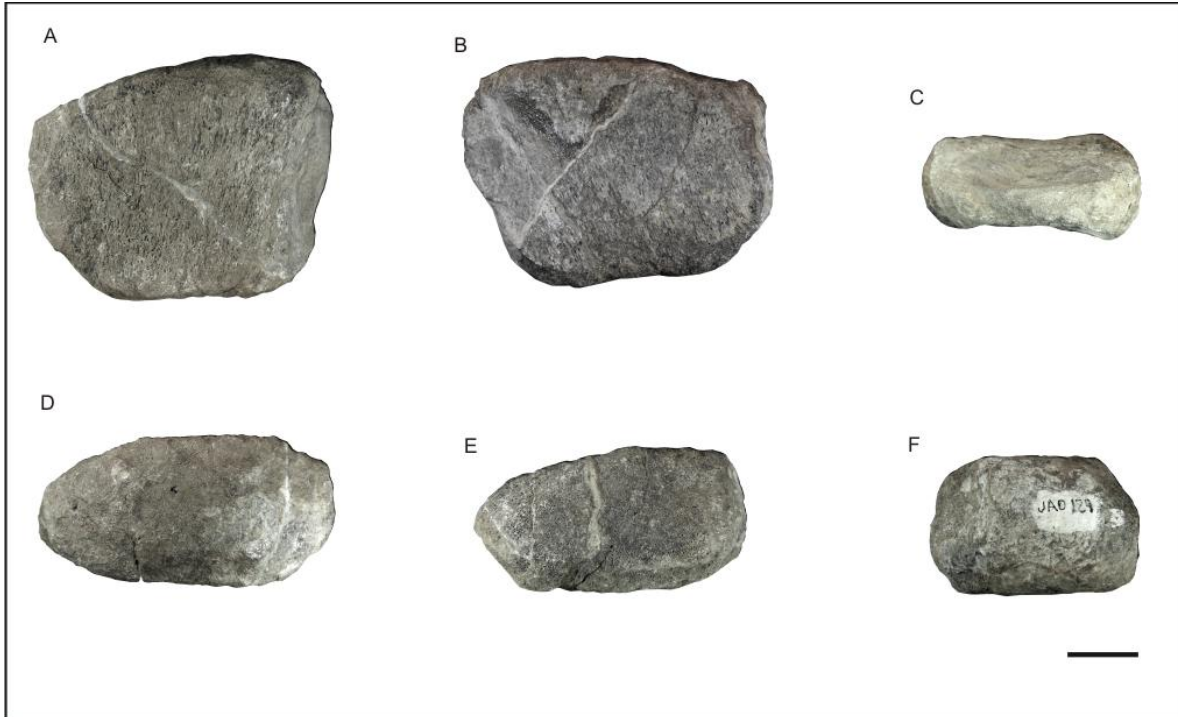


Figura 16. Tibia izquierda del ejemplar JAO 129, pliosauridae indeterminado del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. A, vista ventral. B, vista dorsal. C, vista anterior (preaxial). D vista proximal. E, vista distal. F, vista posterior (posaxial). Escala representa 20mm.

La superficie proximal es de forma ovalada truncada posteriormente, aproximadamente 2 veces más largo que alto, con el borde posterior recto, los bordes dorsal y ventral ligeramente convexos y casi simétricos, y el borde anterior redondeado. La superficie posterior es rectangular, ligeramente más ancha que alta, con los bordes proximal y distal rectos y los bordes ventral y dorsal ligeramente cóncavos. La superficie transversal, que articula con intermedium, también es rectangular pero dos veces más alta que ancha y con todos sus bordes rectilíneos. Finalmente, la superficie distal es parecida a la proximal pero su longitud es sólo cerca de 1.5 veces más larga que alta.

En vista dorsoventral el intermedium es de forma hexagonal, casi 1.5 veces más largo que ancho, y en el que todos los ángulos internos son obtusos (Figura 17 G). Los bordes proximal y distal son igual de largos y representan cerca de $2/3$ de la longitud total de este

hueso. Aunque los vértices centrales están colocados casi sobre la línea media de la anchura de este hueso, el vértice central anterior está colocado un poco más proximalmente y el vértice central posterior está colocado más distalmente.

Las superficies ventral y dorsal del intermedium son lisas y cóncavas mientras que todas las otras representan superficies articulares de aspecto rugoso. Las superficies proximal y distal son planas y de forma trapezoidal, con todos sus bordes casi rectos; la altura mayor es alcanzada por los bordes anteriores, los cuales representan 0.8 de la longitud de estas superficies, mientras que los bordes posteriores correspondientes representan sólo el 0.6 de la misma medida.

Las superficies transversales posteriores del intermedium son planas, tienen forma de trapecio, son simétricas, y su disposición es espectral. Estas presentan medidas similares; son casi tan altas como anchas, alcanzan su altura mayor en los bordes distal y proximal correspondientes, y el borde central que las delimita es ligeramente menos alto. Además, los bordes ventral y dorsal de este hueso son ligeramente curvos e inclinados hacia el borde central.

Las superficies transversales anteriores del intermedium tienen formas diferentes y son asimétricas. La superficie transversal proximal anterior que se articula con la superficie transversal de la tibia es ligeramente convexa, su forma es rectangular y 1.5 veces más alta que ancha. Aunque la superficie transversal distal anterior está fuertemente erosionada en este ejemplar; ésta puede ser descrita como plana y cuadrada.

En vista dorsoventral el único tarso distal completo conservado del ejemplar JAO 129 tiene forma casi cúbica y es ligeramente más largo que ancho). Mientras que la altura es mayor en su extremo anterior, en donde ésta es ligeramente menor que la anchura, en el extremo posterior la altura del hueso llega a ser $\frac{3}{4}$ de la altura mayor. Las superficies dorsal y ventral son lisas y cóncavas, en tanto que todas las otras caras son superficies articulares de aspecto plano y rugoso. Las superficies articulares proximal y distal tienen forma de trapecio y son 1.2 veces más largas que altas. La superficie articular anterior es

cuadrada con los bordes ventral y dorsal cóncavos. La superficie articular posterior es rectangular, 1.3 veces más ancho que alto.

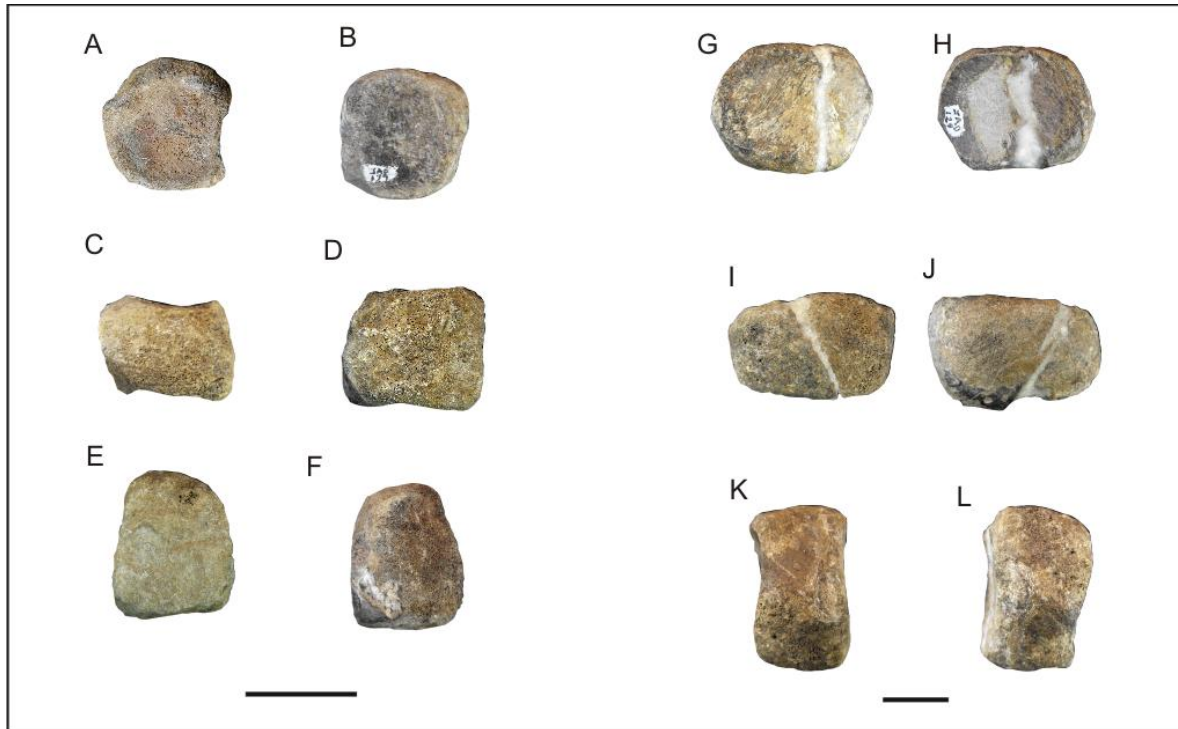


Figura 17. Intermedium y tarso distal del ejemplar JAO 129, pliosauridae indeterminado del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. A y B, vista dorsal y ventral. C y D, vista proximal y distal. E y F, vista anterior y posterior. G y H, vista dorsal y ventral. I y J, vista anterior y posterior. K y L, vista proximal y distal. Escala representa 20 mm.

En el sitio de colecta de JAO 129 se recuperaron dos huesos fragmentados que podrían representar restos del tibial y el fibular, o bien de otros tarsos. Esta posibilidad está fundamentada en el hecho de que estos huesos tienen superficies dorsoventrales lisas y cóncavas, así como superficies articulares con alturas que corresponden a las descritas en el intermedium y el único tarso conservados en este ejemplar.

Todos los elementos recuperados en JAO 129 correspondientes a los dígitos I-V, en lo general, tienen forma de "I" en vista dorsoventral (Figura 19).

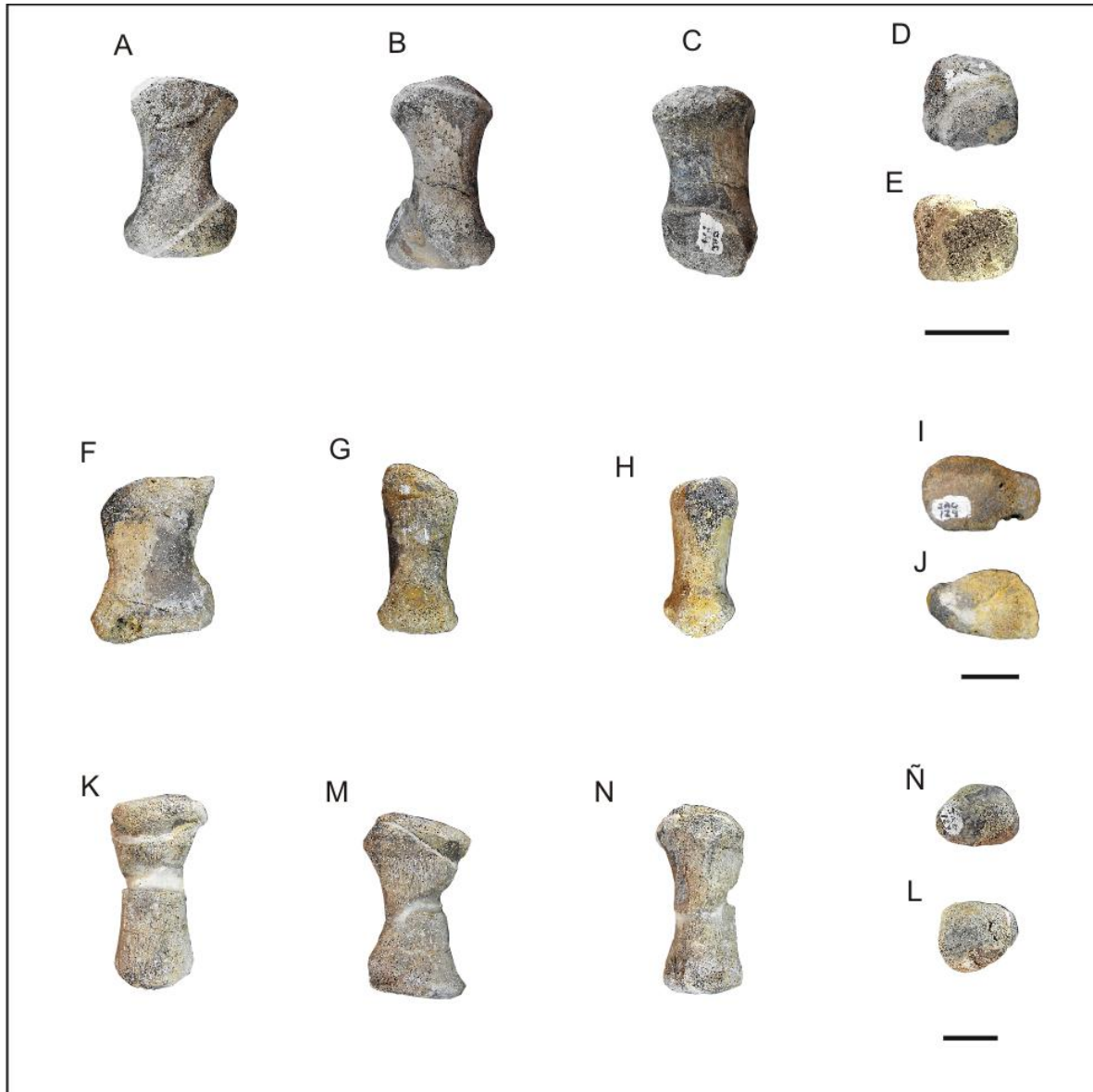


Figura 18. Meta tarsos y falanges del ejemplar JAO 129, pliosauridae indeterminado del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. Se muestran el metatarso II (arriba); metatarso I (parte central); Falange 3 del dígito I (inferior). Cara dorsal (columna a izquierda), las caras Anterior y posterior (columna central) y superficie articular proximal y distal (arriba y abajo respectivamente en la columna derecha. Escala representa 20 mm.

Se recuperaron dos metatarsos y el posible fragmento de uno tercero, cuya morfología indica su posición proximal en los dígitos I, II y III respectivamente; así como 15 falanges completas y restos incompletos de por lo menos otras seis. Entre las falanges, nueve de

ellas están en posición de vida al estar conservadas en dos bloques de roca; 7 de ellas están conservadas en un bloque en donde además se conserva el fragmento de un posible metatarso; mientras que otras dos falanges están conservadas en otro bloque. Hay tres falanges dispersas dentro de otro bloque de roca y no es posible establecer su posición de vida. El resto de las falanges, completas o fragmentarias, estaban desarticuladas al momento de ser colectadas.

El metatarso I es 1.2 veces más ancho que largo. Sus superficies articulares (proximal y distal) son planos y de aspecto rugoso; su forma triangular está dirigida hacia adelante y presenta bordes redondeados (Figura 18 F-J). La constricción presente en la sección central longitudinal representa sólo 2/3 de la longitud mayor de este hueso que es alcanzada en los extremos proximal y distal. La posición I de este metatarso es sugerida por dos rasgos; este metatarso es el más ancho que otros metatarsos y que todas las falanges [como ocurre en otros pliosauridos, por ejemplo *Peleonestes* (Andrew, 1913, text-fig. 23A)] y porque su altura tiende a ser menor hacia adelante, por ello su borde anterior es poco elevado y redondeado mientras que el borde posterior de este hueso es notablemente más alto (en otros metatarsos la altura de las superficies anterior y posterior es similar).

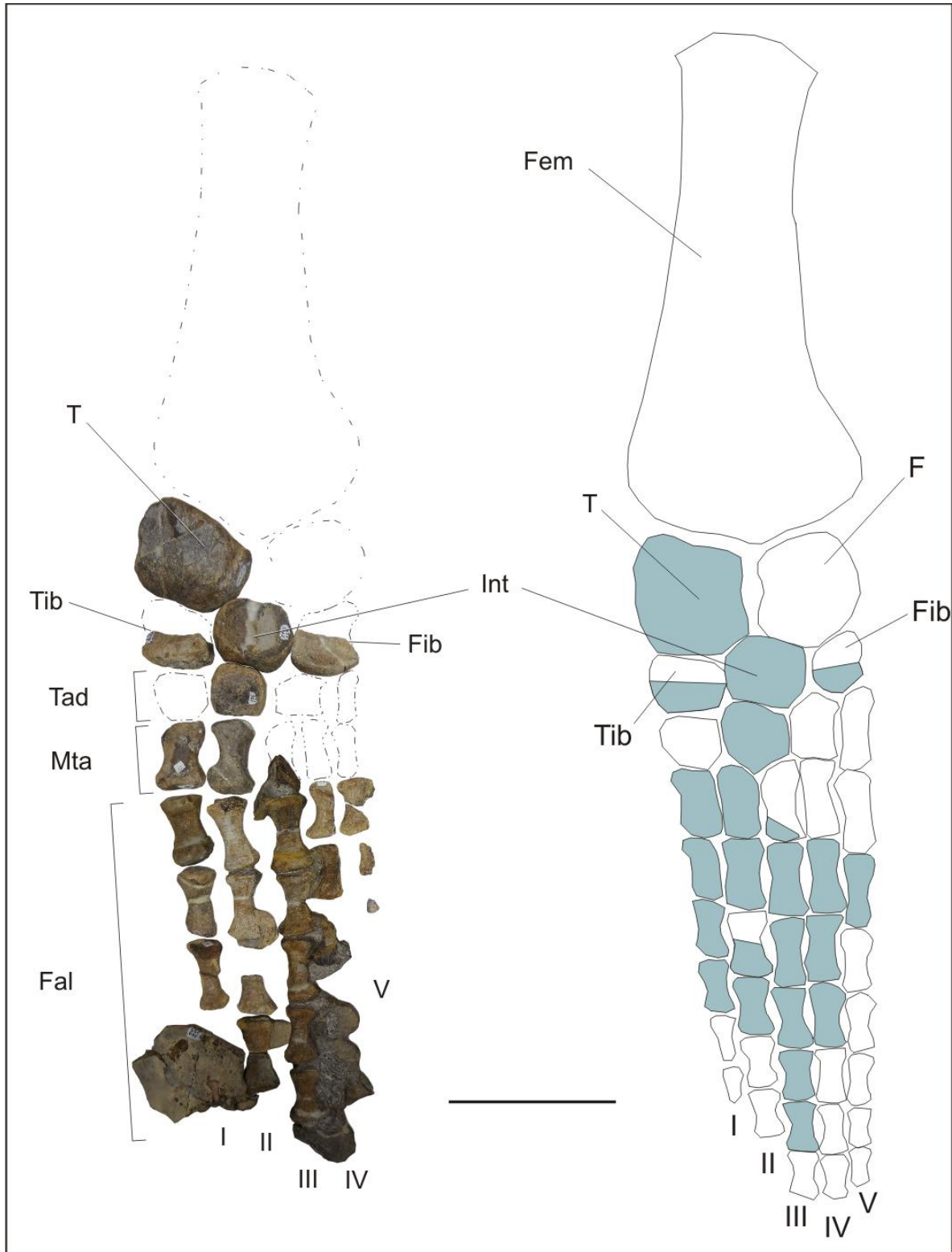
El metatarso II es 1.7 veces más ancho que largo. Sus superficies articulares (proximal y distal) son plano y de aspecto rugoso; en sus forma es trapezoidales, la altura mayor se presenta en los bordes posteriores y la menor en los anteriores: En la superficie articular proximal la longitud es mayor que en la superficie articular distal (Figura 18 A-E). La constricción central longitudinal de este hueso es casi tan larga como alta y su corte transversal es prácticamente cuadrado. Aunque la superficie anterior de este hueso también es menos elevada que la superficie posterior, dicha diferencia es mínima. El fragmento óseo que aquí se señala como perteneciente al metatarso III, muestra una superficie articular (tal vez la proximal), ligeramente convexa, rugosa y tan alta como superficie posterior del extremo proximal del metatarso 1 del dígito 2.

En general las falanges son más delgadas que los metatarsos, tienden a ser más angostas en orden proximal-distal, y las primeras falanges de los dígitos I-III se corresponden uno a uno porque sus anchuras son similares mientras que las falanges de los dígitos IV y V en una posición intercalada con las falanges anteriores (Figura 19). Las falanges del dígito I son más largas que las de los dígitos posteriores; en ellas la mitad anterior del hueso se adelgaza, por eso la superficie anterior tiende a ser muy elevada y redondeada mientras que la superficie posterior es notablemente más alta. En las falanges de los dígitos II y III la superficie anterior es tan alta como la posterior (Tabla 3). Las falanges del dígito IV son menos largas y altas que aquellas de las falanges anteriores. Finalmente, el dígito V se compone de falanges muy gráciles y relativamente planas, en donde la superficie anterior es poco elevada y el extremo posterior es un borde muy agudo (Tabla 3).

Elemento	Ancho	Largo articulación	Largo centro	Alto Articulación	Alto centro
Articuladas					
F1III	61	40	22	34	21
F2III	50	37	18	29	20
F3III	56	32	18	31	21
F4III	52	30	17	25	17
F5III	49	34	17	20	16
F2IV	48	19	14	21	14
F3IV	46	--	13	19	13
F1II	57	31	35	21	17
F2II	63	37	21	26	19
Libres					
Mt II	64	43	23	36	28
Mt I	59	45	32	28	21
F1I	61	38	26	28	16
F2I	62	36	22	30	20
F3I	60	34	22	28	14
F1IV	51	28	17	18	13
F1V	28	32	21	14	10
F4II	34	37	21	28	14
F3II	33	37	20	30	18
F1	53	30	17	--	--
F2	41	14	8	--	--
F3	22	11	6	--	--

Tabla 3.- Medidas de los elementos que forman los dígitos de la aleta posterior izquierda del ejemplar JAO 129: F, falanges, Mt, metatarso. Las medidas se encuentran en mm.

Plantilla 4



Análisis Comparativo

Varios de los rasgo aquí descritos en los restos óseos de JAO 129 fundamentan su identificación como miembro del Orden Plesiosauria. En primer lugar y de acuerdo con Buchy y colaboradores (2003), la presencia de forámenes pareados o impares en las superficies ventral y laterales de los centros cervicales y dispuestos en las caras laterales de los centros dorsales es una características distintiva de plesiosaurios; estos forámenes están presentes en JAO 129 (Figuras 9 y 10).

Por otro lado, Brown (1981) concluyó que la migración de las facetas articulares de las costillas desde los centros vertebrales cervicales hacia los arcos neurales de las vertebrales dorsales y la modificación de los huesos de las extremidades corporales para formar verdaderas aletas también son características exclusivas de los plesiosaurios. Dos observaciones permiten reconocer que entre las pocas vértebras conservadas de JAO 129 esta migración de la faceta de las costillas estuvo presente. En primer lugar, los arcos neurales de las vértebras dorsales no están conservados; sin embargo, se identificaron varias vértebras como dorsales precisamente porque éstas no presentan facetas articulares para las costillas asumiendo que estas facetas debieron estar desarrolladas en los arcos neurales correspondientes. En segundo lugar, la posición de la faceta para las costillas en la cara lateral de las vértebras cervicales conservadas no es uniforme.

Explicación de plantilla 4

Figura 19. Aleta izquierda del ejemplar JAO 129, pliosauridae indeterminado del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. Escala representa 20 mm. Izquierda; aleta parcial izquierda, en líneas punteadas los elementos faltantes de la parte proximal. Derecha, Esquema que muestra una aleta completa de pliosaurio, los elementos marcados con color azul son los colectados en el punto JAO 129. Abreviaciones: **F**, fíbula; **Fal**, falanges; **Fem**, fémur; **Fib**, fibular; **Int**, intermedio; **Mta**, metatarso; **T**, tibia; **Tad**, tarsos; **Tib**, tibial. Escala representa 100mm.

Mientras que en las vértebras identificadas como 1, 2, 3 y 4 la faceta está ubicada sólo por arriba de la mitad de la altura vertebral, en la vértebra 5 dicha faceta está justo por debajo de su borde dorsal. Finalmente, las modificaciones de los huesos en los apéndices de los plesiosaurios incluyen la adquisición de formas deprimidas de los elementos más proximales, como ocurre en la tibia, intermedim y tarso de JAO 129 (Figuras 16, 18); así como la conservación del aspecto de "I" de los metatarsos y falanges, como los encontrados en JAO 129 (Figuras 18, 19).

Neoplesiosauria fue erigido por Ketchum y Benson (2010) como un suborden caracterizado por dos sinapomorfías no ambiguas y por lo tanto, diagnósticas; en estos organismos la marginación de los temporales es poco rodeada y el borde distal del humero presenta un ángulo. Por otro lado, la Superfamilia Plisosauroidae, nombrada por Welles (1943), incluye plesiosaurios caracterizados por que el proceso posterior del paraoccipital tiene contacto con el escamoso y el cuadrado (Ketchum y Benson, 2010). En JAO 129 no fueron recuperados ninguno de estos tres huesos; sin embargo, su identificación como miembro de una de las familias incluidas en dicho suborden y superfamilia se fundamenta en la presencia de características diagnósticas de la Familia Pliosauridae (discutidas más adelante).

En el análisis filogenético recientemente publicado por Ketchum y Benson (2010) la Familia Pliosauridae es caracterizada por cuatro sinapomorfías no ambiguas y por lo tanto, todas ellas diagnósticas de manera individual, las cuales incluyen un proceso lingual largo en el hueso coronoides, la superficie ventral de las vértebras cervicales es plana o ligeramente convexa, el extremo dorsal del ilium se expande y la tibia presenta un borde anterior convexo. De estas características JAO 129 presenta sólo el borde convexo del extremo anterior de la tibia.

Actualmente la Familia Plesiosauridae incluye alrededor de siete géneros, *Brachauchenius* (Williston, 1903); *Kronosaurus* (Longman, 1924); *Liopleurodon* (Sauvage, 1873);

Marmornectes (Ketchum y Benson, 2011b); *Peloneustes* (Seeley, 1869); *Pliosaurus* (Owen, 1841); *Simolestes* (Andrews, 1909); se diferencian entre sí a partir de rasgos del cráneo, los dientes, las mandíbulas (Noè, 2001; Ketchum y Benson, 2010). Desafortunadamente, los restos conservados de JAO 129 no incluyen estas estructuras óseas y por lo tanto su determinación taxonómica a niveles subfamiliares no es posible.

Género *LIOPLEURODON* Sauvage, 1873

Especie tipo— *Liopleurodon ferox* Sauvage, 1873 (género monoespecífico).

Liopleurodon ferox Sauvage, 1873

Material referido— JAO 83b, fragmento anterior del premaxilar izquierdo (Figuras 20-23).

Descripción

El ejemplar JAO 83b está representado por el fragmento anterior del premaxilar derecho que fue recuperado en un nódulo seccionado en dos partes; éste fragmento muestra que el hueso premaxilar completo debió ser una estructura alargada, más alta que ancha, y triangular en sección transversal. El fragmento conservado tiene 130 mm de largo, 29 mm un ancho en la superficie alveolar, y mide 52 mm de altura.

En la superficie alveolar, que incluye la superficie ventral y anterior de este hueso, se conservan 9 alvéolos dentales muy profundo y con una apertura mayor al diámetro de los dientes; éstos se alinean a lo largo de dos hileras y están colocados en posiciones intercaladas. La hilera alveolar labial o funcional contiene 5 alvéolos ovoides y la lingual o de remplazo sólo 4 (Figura 20 y 21). En la hilera de alvéolos funcionales el primer alvéolo es el más pequeño de la serie, se abren en la superficie anterior de este hueso; en tanto que los cuatro alvéolos posteriores son los mayores, su tamaño es similar y cada uno de los espacios interalveolares entre ellos está asociado a uno de los cuatro alvéolos de la hilera de remplazo (Tabla 4). En el corte trasversal del hueso es posible observar como en

la parte interna del mismo los alvéolos anteriores se disponen en la parte superior de los alvéolos que se encuentran posteriores a ellos (Figura 22). Los alvéolos de la hilera de remplazo son más pequeños que el anterior de la hilera labial; sin embargo, todos ellos son de talla similar están colocados en una depresión longitudinal también referida como canal alveolar. En el borde lingual del canal se observa una proyección, adyacente desde los alvéolos 2 al 4 esto forma un espacio en la parte anterior que probablemente era ocupado por el proceso anterior del vómer.

En este fragmento premaxilar, la superficie lateral labial es curvada, su aspecto es fibroso, y presenta grandes poros a lo largo de sus bordes pero concentrados principalmente en su extremo anterior. En posición opuesta, la superficie lateral lingual es triangular, con el borde anterior redondeado; ésta es lisa y prácticamente plana excepto por un par de proyecciones laterales en su base, las cuales se inclinan hacia abajo y atrás, que al parecer se intercalaban con proyecciones similares del premaxilar izquierdo, produciendo así una sutura interpremaxilar firme en el techo del paladar. El borde dorsal interno de este hueso también está engrosado pero en este no se conservaron las superficies rugosas que le permitían fijarse con el borde dorsal interno del premaxilar izquierdo (Figura 20 y 21).

Hay tres dientes de remplazo conservados en JAO 83b, todos ellos ocupan un sólo alvéolo, son cónicos, rectos, largos, y se proyectan hacia abajo y un poco hacia el extremo labial, pero están fuertemente inclinados hacia adelante. En corte transversal estos dientes deben mostrar superficies circulares. El diente que ocupa el tercer alvéolo de la hilera alveolar funcional es el mayor, el esmalte está fuertemente ornamentado con crestas gruesas espaciadas casi uniformemente, que surgen en la base dental, y se proyectan hacia arriba hasta alcanzar el ápice dental; al parecer estas crestas son más numerosas en la superficie lingual que en la labial (Figura 23). Los dientes que ocupan los alvéolos 2 y 4 de la hilera alveolar de remplazo o labial son más pequeños, de talla regular, y aunque están casi totalmente cubiertos por sedimentos, su esmalte presenta la ornamentación descrita anteriormente para el diente mayor.

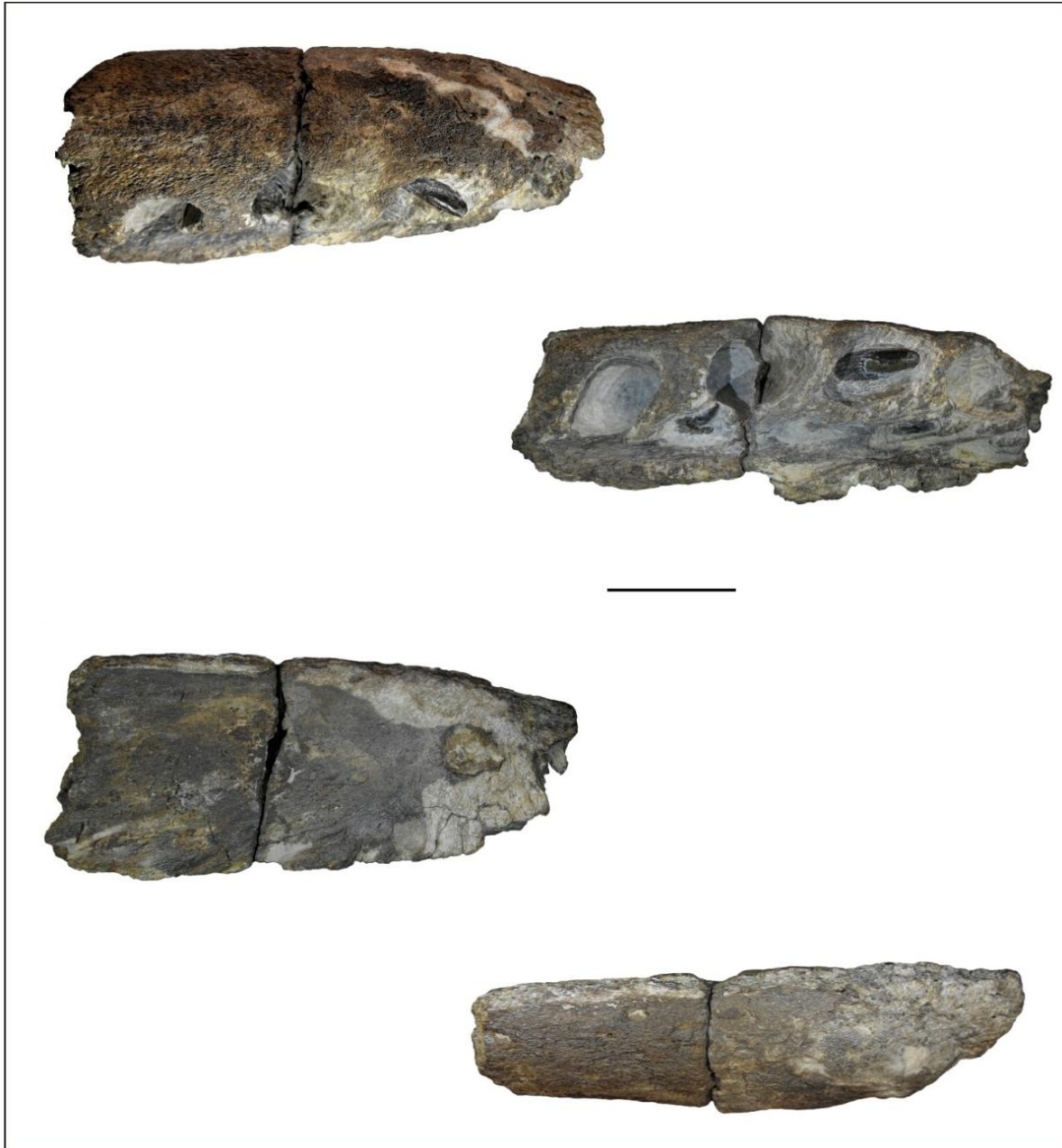


Figura 20. Fragmento de premaxilar del ejemplar JAO 83b, *Liopleurodon ferox* del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. En vista Lateral labial, ventral, lateral lingual, dorsal (de arriba hacia abajo). Escala representa 30 mm.

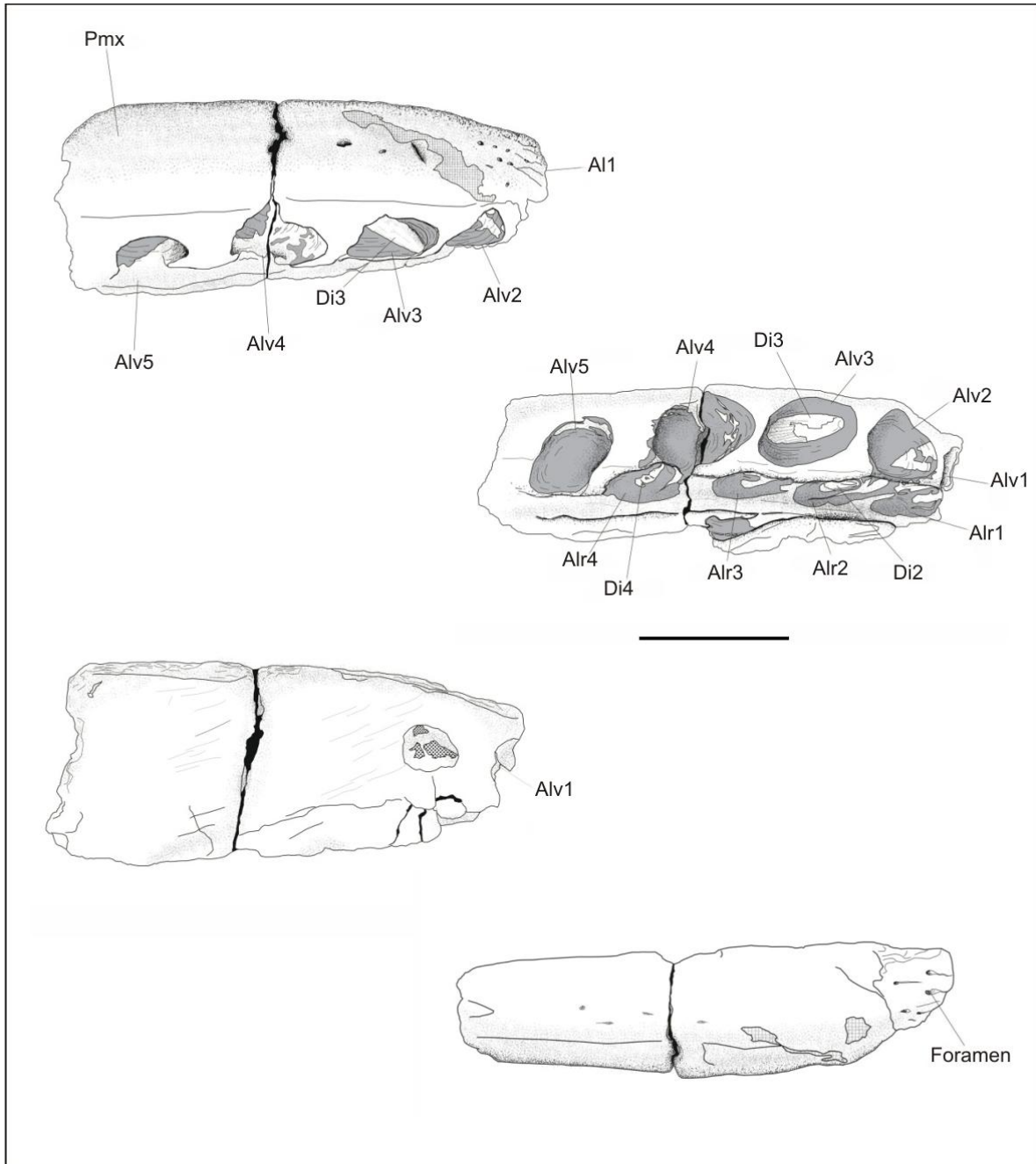


Figura 21. Ilustraciones de fragmento de premaxilar del ejemplar JAO 83b, *Liopleurodon ferox* del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. En vista Lateral labial, ventral, lateral lingual, dorsal (de arriba hacia abajo). Abreviaturas: **Alr**, alvéolo de remplazo; **Alv**, alvéolo funcional; **Di**, diente izquierdo; **Pmx** premaxilar. Escala representa 30 mm.

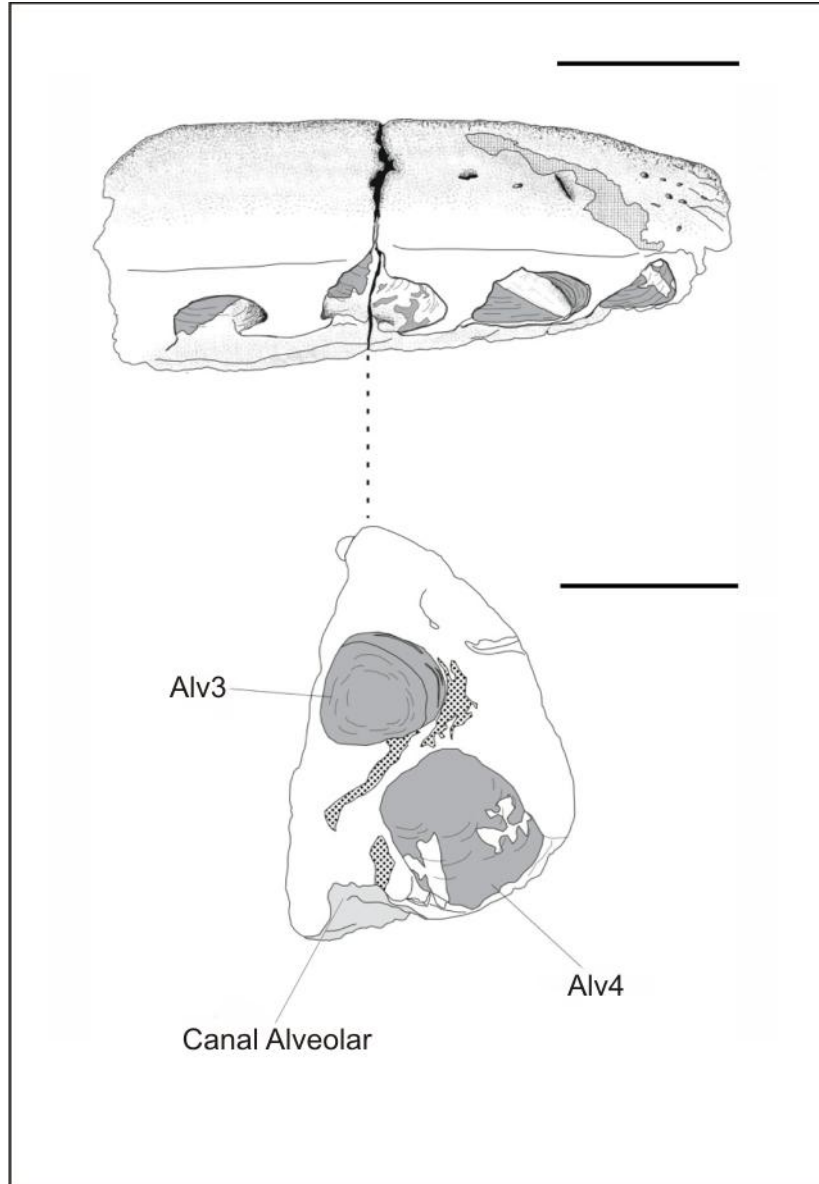


Figura 22. Fragmento de premaxilar derecho del ejemplar JAO 83b, *Liopleurodon ferox* del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. Superior, vista lateral labial. Inferior, corte trasversal del premaxilar. Abreviaturas: **Alv**, Alvéolo funcional. Escala representa 30 mm (superior) y 20mm (inferior).

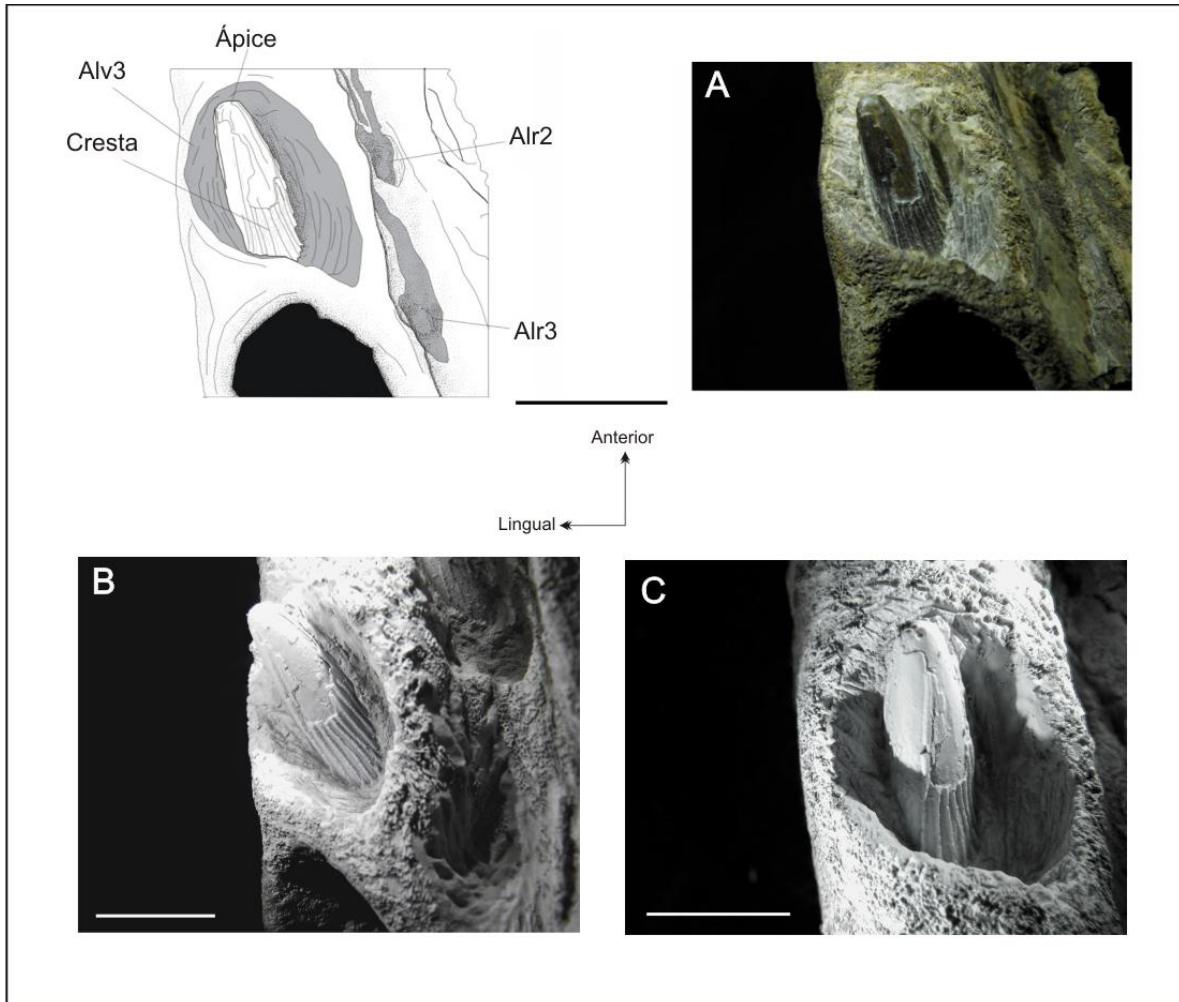


Figura 23. Diente 3 derechos del ejemplar JA083b, *Liopleurodon ferox* indeterminado del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. A, B; cara lingual. C parte de la superficie lingual y labial. Escala 20 mm.

Dientes	Tipo diente	Preservación	Diámetro ápice mesodistal	Diámetro ápice labiolingual	Diámetro base mesodistal	Diámetro base labiolingual	Longitud diente expuesto
1	Reemplazo	--	--	--	--	--	--
2	Reemplazo	Completo	4	4	--	--	12
3	Reemplazo	Completo	4	4	5	--	20
4	Reemplazo	Completo	2	2	5	--	13
5	Reemplazo	--	--	--	--	--	--

Esmalte	Alveolos primarios							
	Diámetro alveolo mesodistal	Diámetro alveolo labiolingual	Longitud al alveolo mesial	Longitud al alveolo distal	Diámetro alveolo mesodistal	Diámetro alveolo labiolingual	Longitud al alveolo mesial	Longitud al alveolo distal
--	15	13	--	4	11	5	--	8
Si	19	15	4	4	11	7	8	14
Si	21	18	4	6	12	10	14	12
Si	20	16	6	10	14	9	12	5
--	17	20	10	11	--	--	--	--

Tabla 4.- Medidas de los dientes y alvéolos del ejemplar JAO 83b. Las medidas se encuentran en mm.

Análisis Comparativo

El ejemplar JAO 83b presenta un evidente tipo de remplazo dental a través de un alvéolo de remplazo adyacente y en posición lingual a un alveolo funcional, esto es una característica exclusiva de los sauropterigios (Brown, 1981), Dado lo fragmentario del ejemplar JAO 83b no es posible llevar a cabo una discusión sobre su posible inclusión dentro de las categorías taxonómicas supragenéricas con la excepción de la antes mencionada (orden, suborden, superfamilia y familia) como antes se presentó para el ejemplar JAO 129. No obstante, la evidente forma alargada del rostro y la presencia de

largas crestas ornamentando la superficie de los dientes observados en JAO 83b, permiten reconocer que éste premaxilar representa a un ejemplar del género *Liopleurodon*.

Liopleurodon es el único miembro de la Familia Pliosauridae que presenta dientes cónicos, rectos y con gruesas crestas ornamentando toda la superficie de la corona de los dientes (Noè, 2001). Mientras que en *Simolestes* los dientes son similares pero los ornamentos son notablemente más finos (Andrew 1913); en *Pliosaurus* los dientes son sub-triangulares en corte transversal con dos carinas separando la cara lingual y labial, la ornamentación en estas caras difiere presentando en la cara lingual abundantes crestas poco prominentes, discontinuas, y de aspecto sinuosas, la cara labial es lisa (Knutsen, 2012). En los otros géneros sus dientes son circulares en corte transversal, con distinta ornamentación: en *Peloneustes* presenta una morfología cónica, con cresta longitudinales en toda la circunferencia de la corona, las crestas se originan en la base y alcanzan de la mitad a dos terceras partes de la altura apicobasal (Ketchum y Benson, 2011a). En *Marmornectes* los dientes están ornamentados con crestas que en la superficie labial se encuentran más espaciadas y algunas crestas se originan en la parte media de la corona (Ketchum y Benson, 2011b). *Brachauchenius* exhibe dientes con una ornamentación con crestas muy marcadas en toda la circunferencia algunas de estas se bifurcan en la región apical (Albrigh, et al, 2007).

Género *PLIOSAURUS* Owen, 1841

Especie tipo— *Pliosaurus brachydeirus* Owen, 1841.

Otras especies— De acuerdo con la última revisión taxonómica del género *Pliosaurus* elaborada por Knutsen (2012), además de la especie tipo las especies válidas consideradas como parte de este género son:

Pliosaurus brachyspondylus (Owen, 1839) Eichwald, 1868.

Pliosaurus macromerus (Philips, 1871).

Pliosaurus rossicus Novozhilov, 1948.

Pliosaurus funkei Knutsen *et al.*, 2012.

“*Pliosaurus* de Tlaxiaco”, especie nueva

Material de referencia— JAO 83a; mandíbula inferior incompleta, con ambas ramas mandibulares ligeramente desplazadas entre sí, sin los extremos posteriores de ambas ramas, y con una porción de la sínfisis mandibular faltante. JFC 1; fragmento del cráneo fuertemente fracturado, conteniendo partes de ambas ramas de la mandíbula, parte de la Maxilar y posibles restos de los huesos frontales (Figuras 24- 34).

Diagnosis— Especie de *Pliosaurus* en donde la región sinfisial de la mandíbula es comparativamente muy larga; la sínfisis comprende toda la región alveolar (dentada) de ambas ramas mandibulares; no hay dientes en la región postsinfisial; y al menos existen

22 dientes sinfisiales, 5 en la región ensanchada del extremo anterior de la mandíbula, 9 en la región donde el esplenial forma parte de la superficie ventral de la mandíbula y 8 en posición intermedia (Figuras 24-25 y 32-33).

Descripción

Mandíbula — Salvo por las terminaciones posteriores no conservadas de ambas ramas mandibulares y una porción faltante de la región alveolar, que se estima comprende una longitud de cercana a 4 a 5 cm y en donde estaban colocados 4 alvéolos, el ejemplar JAO 83a conserva rasgos de la mandíbula casi inalterados. En general, esta mandíbula presenta la forma de “Y”, en donde la sínfisis es tan larga que comprende toda la región alveolar y por detrás ambas ramas forman un ángulo agudo de 30°. Cada una de las ramas de esta mandíbula es una estructura de aspecto masivo y ligeramente curvado, tanto en vista dorsoventral como en vista lateral. Por un lado, en vista dorsoventral la región de la sínfisis está bien delimitada por un borde lingual recto y uno labial que está ligeramente inclinado hacia adentro mientras que en la región postsinfisial se proyecta lateralmente (Figura 25). Por otro lado, en vista lateral, la mandíbula es sigmoidal, la sección sinfisial dirigida hacia abajo en su extremo anterior, con un margen cóncavo en su región media, y con el extremo postsinfisial proyectado dorsalmente (Figura 24 y 25). En el extremo más anterior de la sínfisis se presenta un ligero ensanchamiento de la mandíbula, apenas perceptible, que incluye el área de los cuatro dientes anteriores.

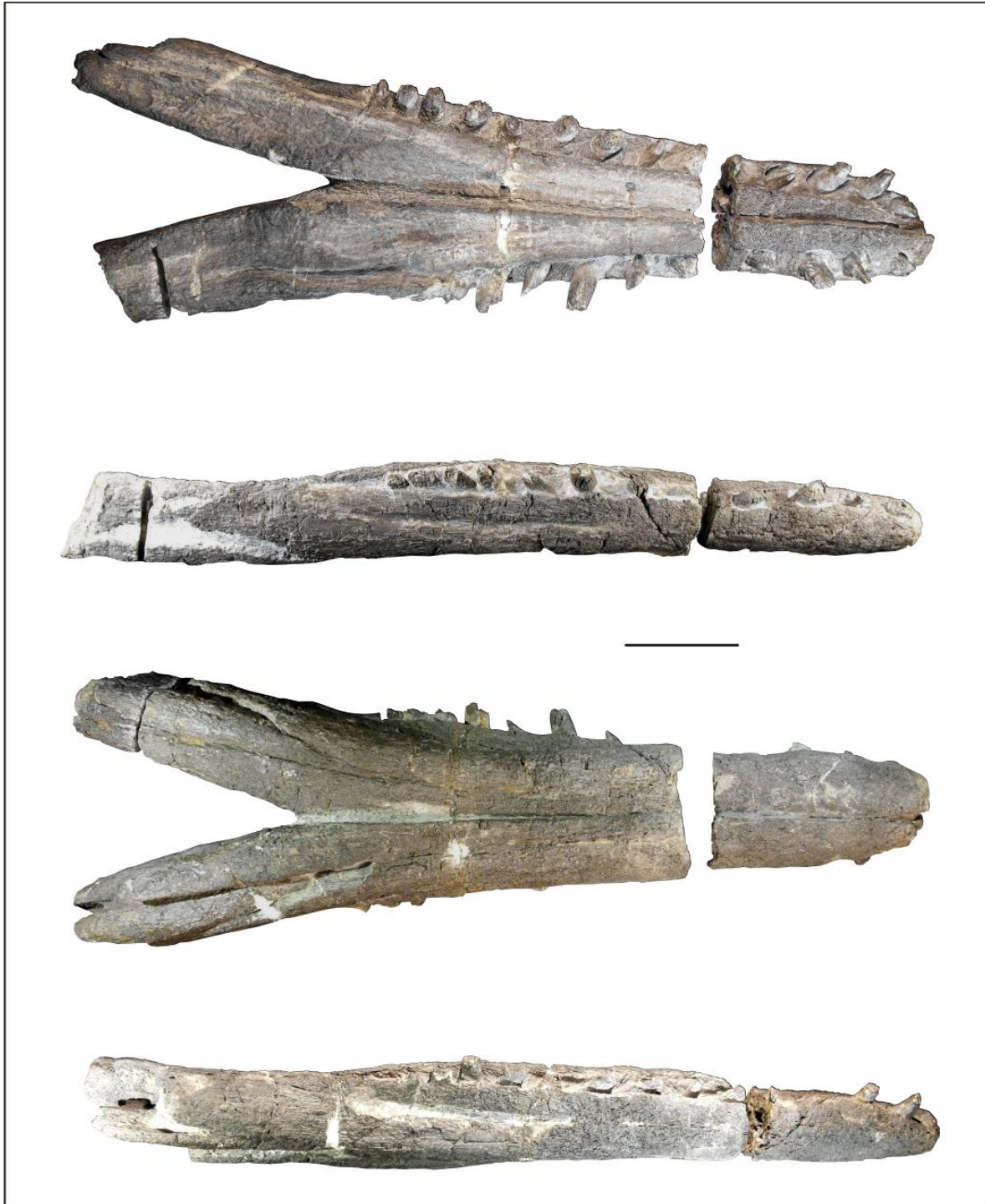


Figura 24. Mandíbula del ejemplar JAO 83a, "*Pliosaurus* de Tlaxiaco", especie nueva del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. En vista dorsal, lateral derecha, ventral, lateral izquierda (de arriba hacia abajo). Escala representa 50 mm.

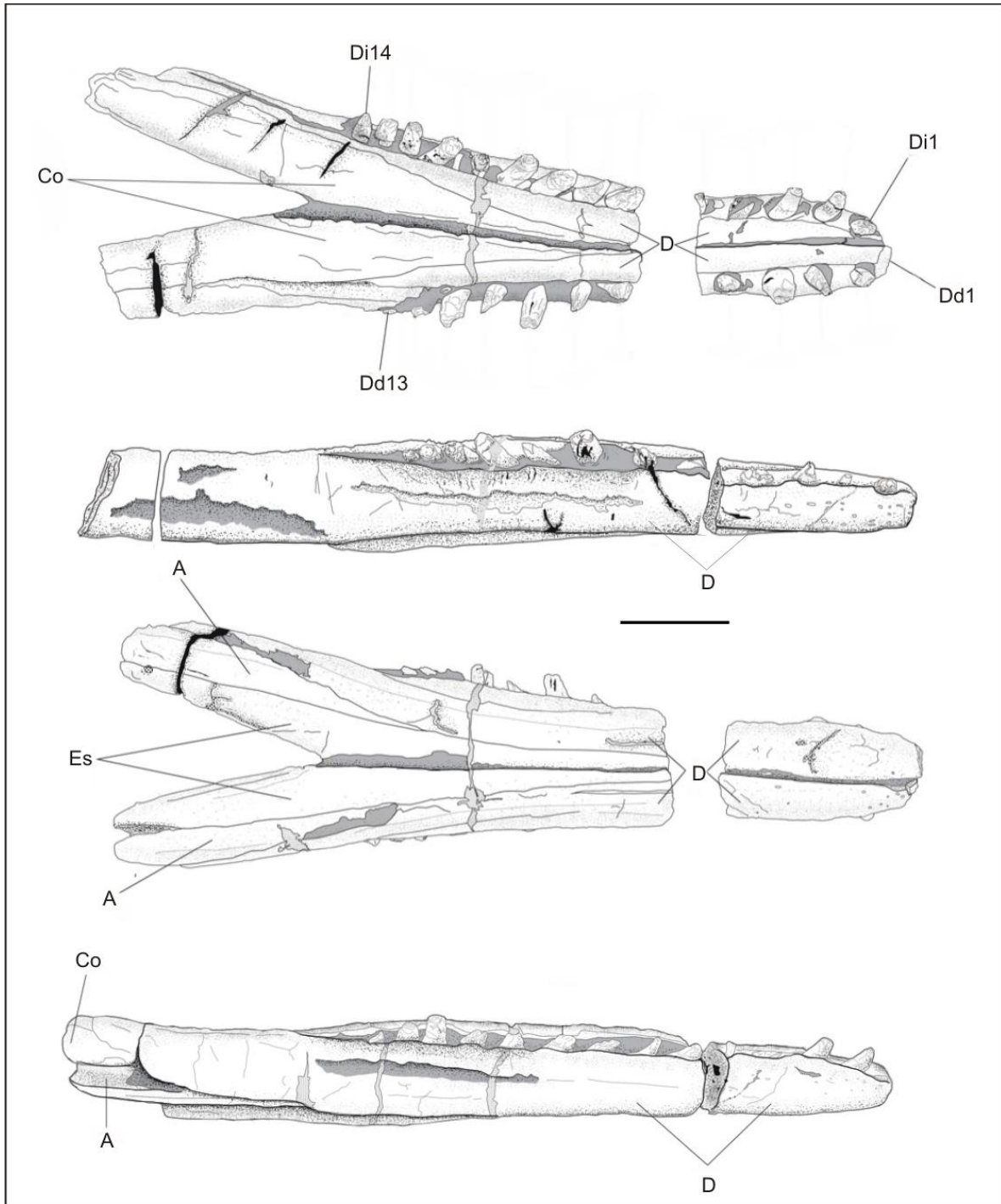


Figura 25. Mandíbula del ejemplar JAO 83a, “*Pliosaurus* de Tlaxiaco”, especie nueva del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. En vista dorsal, lateral derecha, ventral, lateral izquierda (de arriba hacia abajo). Abreviaturas: **A**, angular; **Co**, coronoides; **D**, dentario; **Dd**, diente derecho; **Di**, diente izquierdo; **Es**, esplénial Escala representa 50 mm.

Cada una de las ramas mandibulares es una estructura compuesta por cuatro huesos fuertemente entrelazados y Articulado entre sí (el esplenial, coronoides, angular y dentario). En este trabajo se considera que los fragmentos de ambos dentarios conservados en JFC 1 son parte de la región media-anterior de la sínfisis; esto se debe a que ninguno de estos huesos presenta el borde terminal anterior, y a pesar de estar desarticulados entre sí y sólo ligeramente desplazados el uno del otro, no hay ningún otro hueso intermedio como ocurre en la región posterior de la sínfisis o postsinfisial.

En JAO 83a, en cada rama mandibular, el esplenial participa formando gran parte de las superficies lateral lingual y ventral. En vista ventral este hueso tiene una forma triangular, muy larga, forma parte del extremo lingual de las regiones sinfisial y postsinfisial, y presenta un ángulo obtuso justo en el límite posterior de la sínfisis. Los espleniales de ambas ramas mandibulares tienen una forma alargado en corte trasversal formando el piso del canal Meckeliano (Figura 26), tienden a ser cada vez más angosto anteriormente, se unen entre sí a lo largo de una gran parte de la sínfisis hasta cerca del nivel del sexto alvéolo, en donde los dentarios se unen entre si y forma toda la superficie ventral de la mandíbula (Figura 25). El esplenial forma también parte de la superficie lateral lingual de cada una de las ramas de la mandíbula, en donde este hueso cubre una franja poco elevada a lo largo del borde ventral de esta superficie.

En JAO 83a, el angular es un hueso triangular alargado, ubicado entre el esplenial y el dentario, y que anteriormente se proyecta anteriormente hasta límite posterior de la sínfisis posteriormente hasta el nivel de los tres últimos dientes o alvéolos. Aunque el corte trasversal muestra que este hueso es grueso, éste sólo se expone en el extremo posterior de la superficie ventral de la mandíbula.

En JAO 83a, la superficie dorsal de cada una de las ramas de la mandíbula está en gran parte formada por el hueso coronoides. Aunque en ambas ramas el coronoides no está completo, la superficie dorsal de este hueso es lenticular, muy larga y aguda en su extremo anterior (y al parecer también en su extremo posterior); al nivel de la sínfisis este hueso alcanza su anchura mayor y casi cubre hasta el extremo lateral labial (Figura 25).

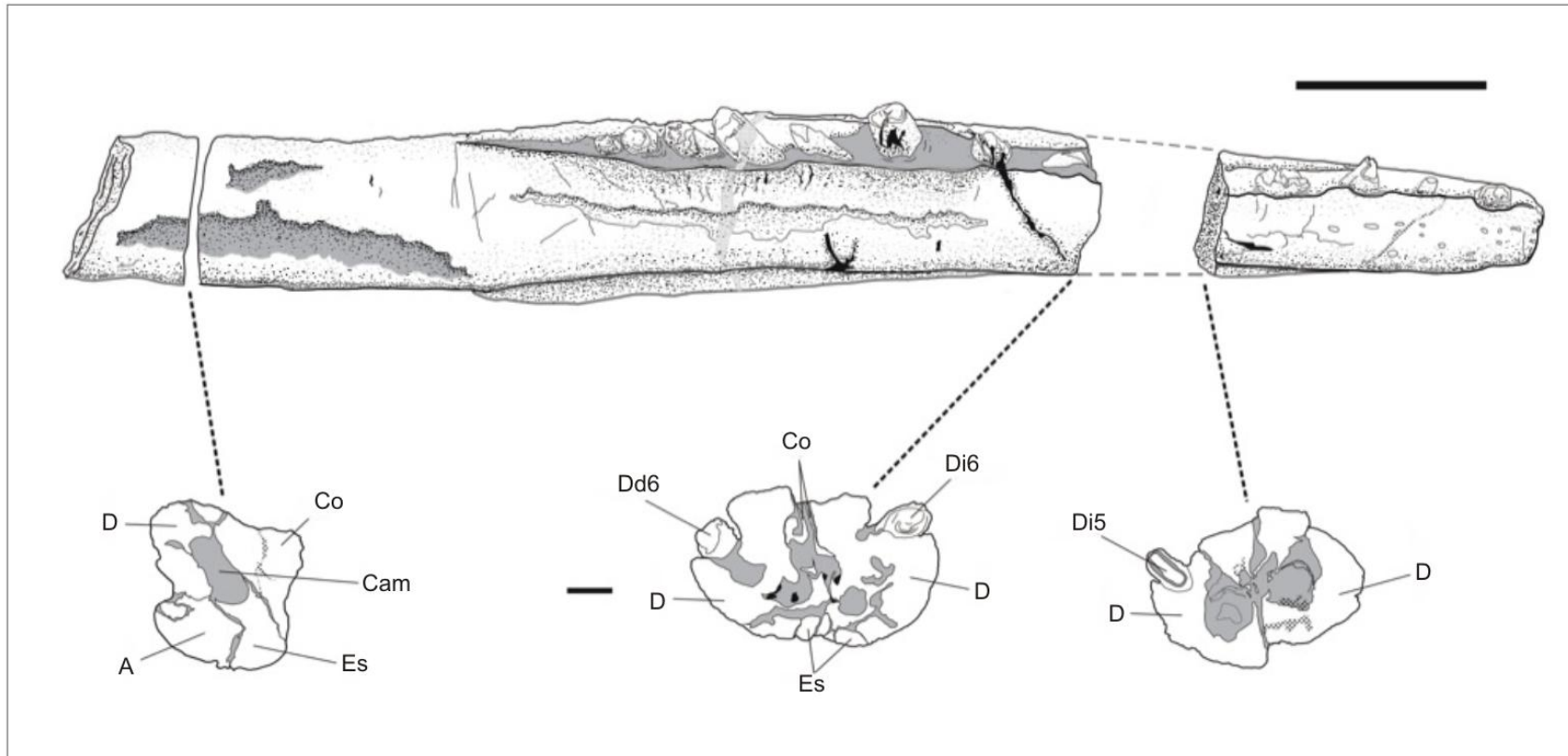


Figura 26. Ilustraciones de fragmento mandíbula del ejemplar JAO 83a, "*Pliosaurus* de Tlaxiaco", especie nueva del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. Superior vista lateral. Inferior, esquemas que representan la disposición de los huesos en corte transversal. Abreviate: **A**, Angular; **C**, canal Meckeliano; **Co**, coronoides; **D**, dentari; **Dd**, diente derecho; **Di**, diente izquierdo. Escala representa 30 mm.

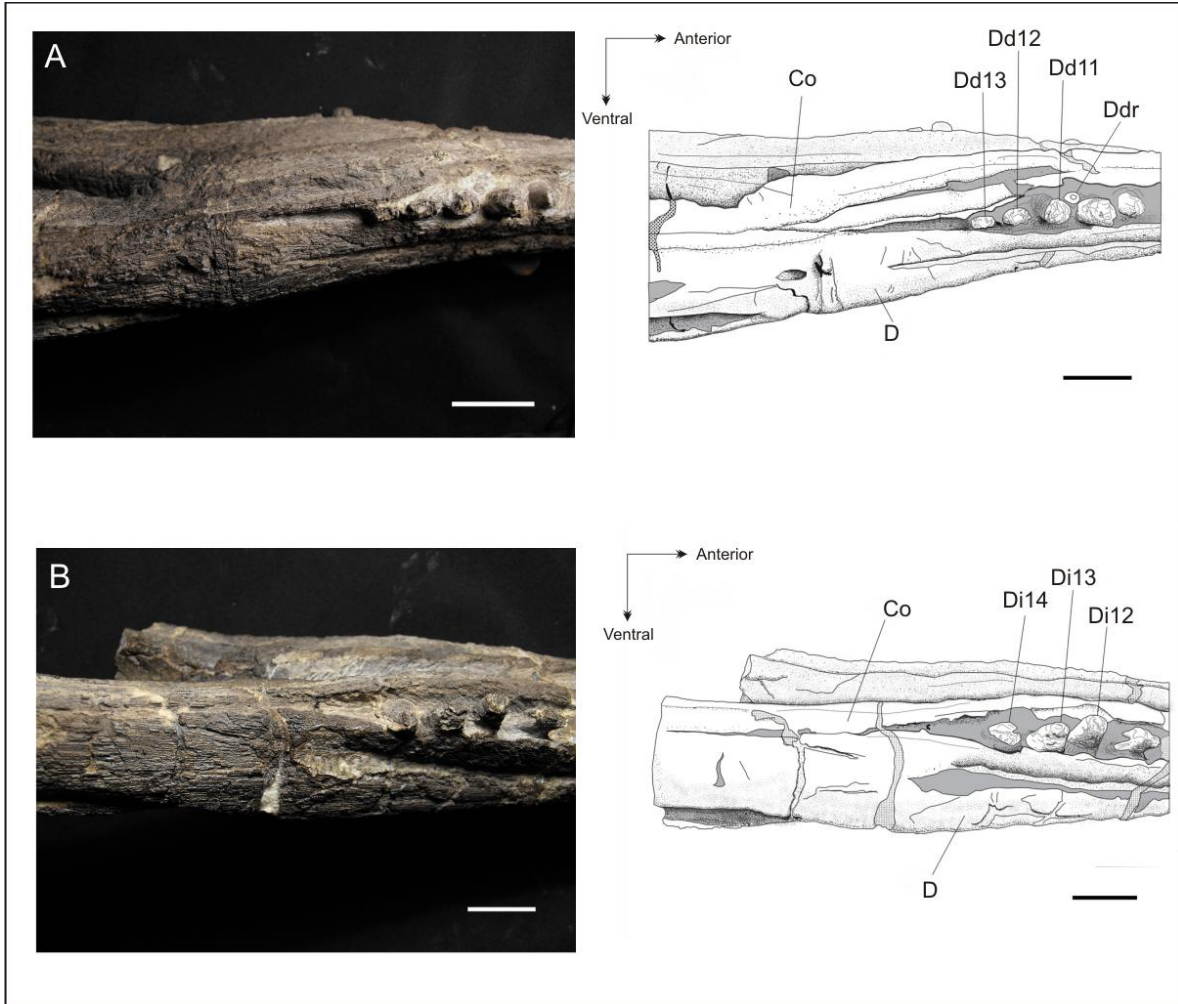


Figura 27. Segmento posinfisial de la mandíbula del ejemplar JAO 83a, “*Pliosaurus* de Tlaxiaco”, especie nueva, del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. A, parte posterior derecha de la mandíbula B, parte posterior izquierda de la mandíbula Abreviaturas: **D**, dentario; **Dd** diente derecho; **Di**, diente izquierdo; **Ddr**, Diente de remplazo. Escala representa 30 mm.

Los coronoides de ambas ramas mandibulares se articulan entre sí a lo largo de gran parte de la región sinfisial, desde el extremo posterior de la sínfisis y cubriendo la longitud que ocupan los últimos 9 dientes posteriores en la rama mandibular izquierda y los últimos 8 en la rama derecha. En el mismo ejemplar, el coronoides también representa gran parte de la superficie lateral lingual de las regiones postsinfisiales de ambas ramas mandibulares, en donde cada uno de estos huesos se sutura longitudinalmente con su

respectivo esplenial. En corte transversal el coronoides es de forma triangular en la parte anterior y hacia el interior de la rama mandibular forma la pared lateral del canal Meckeliano, en la parte dorsal forma una sutura con el dentario, sin embargo en la parte media de la sínfisis su participación en esta es reducida, presentando una forma de lamina delgada con un pequeño ensanchamiento en la parte ventral (Figura 26).

Sin duda, el dentario es el hueso más grande en cada una de las ramas de la mandíbula (Figura 25). En JAO 83a este hueso forma prácticamente toda la superficie lateral labial. En la superficie ventral éste aparece en el margen labial a partir del nivel de los dientes más posteriores y progresivamente su expresión es mayor en la región anterior de la mandíbula hasta que, muy probablemente en el nivel del sexto o séptimo diente (no conservado en JAO 83a), ambos dentarios se unen y forman la totalidad de la superficie ventral del extremo anterior de la mandíbula. En la superficie dorsal de la mandíbula el dentario cubre una pequeña franja del borde labial de la región postsinfisial; además éste hueso presenta el canal alveolar, ranura donde se alojan los alvéolos, el cual corre muy cerca de su borde labial y a lo largo de toda la región sinfisial; y a partir del extremo posterior de la sínfisis tiende a ensancharse anteriormente hasta que los dentarios de ambas ramas se unen entre sí formando en su totalidad el borde sinfisial y la superficie dorsal de la mandíbula. En la parte anterior lingual los dentarios presentan una forma de copa en corte transversal, que se eleva expidiéndose en la línea dorsal media de la mandíbula (Figura 26).

En JAO 83a la mandíbula presenta 14 dientes en la rama izquierda y 13 en la derecha; sin embargo, hay un fragmento faltante en su porción central en donde podrían estar alojados al menos dos dientes más en cada una de las ramas. La raíz de todos los dientes está colocada en sockets o alvéolos amplios y profundos. Los alveolos de la parte anterior son más grandes y circulares que los de la sección media, las medidas de los dientes y los alveolos se presentan en la (Tabla 5) y la (Tabla 6) para el ejemplar JFC1. En la rama izquierda de JAO 83a los dientes se proyectan hacia arriba pero están ligeramente inclinados hacia afuera y hacia adelante, excepto por el diente anterior que al parecer está

dirigido en su totalidad hacia adelante y arriba. En la rama derecha de JAO 83a los dientes tienen una proyección totalmente horizontal; sin embargo, se considera que esta región de la mandíbula fue deformada durante el enterramiento y compresión del ejemplar. En el diente 10 del lado derecho se observa un diente de reemplazo en adyacente en posición dorsal posterior al diente funcional (Figura 27). En el ejemplar JFC 1 se conservaron sólo fragmentos de ambos dentarios, los cuales se consideran aquí como pertenecientes a la parte media anterior de la región sínfial, debido a que entre ellos no se reconoce la presencia de ningún hueso, y tampoco se observa el ensanchamiento anterior o el borde anterior redondeado típicos de estos huesos. Los dientes en el dentario derecho de JFC 1 están cubiertos por sedimento y en su dentario izquierdo se conserva 8 dientes. Sí estos 8 dientes conservados en JFC1 son considerados como el número mínimo existente por detrás del ensanchamiento anterior de los dentarios (2 en JAO 83a) y por delante de aquellos colocados en la región donde los huesos espleniales se exponen en la superficie ventral de la mandíbula (9 en JAO 83a), es posible considerar que en existen al menos 22 dientes sinfisiales en una mandíbula del “Pliosaurus de Tlaxiaco”

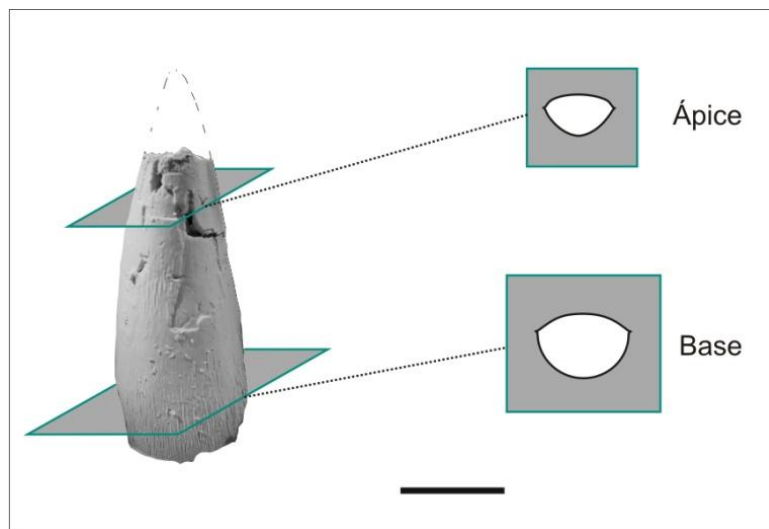


Figura 28. Diente de la rama derecha del ejemplar JAO 83a, “Pliosaurus de Tlaxiaco”, especie nueva, del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. . Cortes transversales del diente, en la parte basal la superficie lingual es cóncava y la labial es convexa, En la parte apical, el diente adquiere una forma más triangular. Escalas representa 10mm

Dientes	Tipo diente	Preservación	Diámetro ápice mesodistal	Diámetro ápice labiolingual	Diámetro base mesodistal	Diámetro base labiolingual	Longitud diente expuesto	Esmalte	Diámetro alveolo mesodistal	Diámetro alveolo labiolingual	Longitud al alveolo mesial	Longitud al alveolo distal
Izquierdo												
1	Reemplazo	Roto	8	8	--	8	13	--	16	12	--	2
2	Reemplazo	Roto	5	5	9	8	19	Si	16	12	2	2
3	Reemplazo	Roto	6	1	11	8	18	Si	21	14	2	2
4	Reemplazo	Completo	3	5	7	5	14	Si	16	12	2	7
5	Reemplazo	Roto	--	6	--	7	9	--	--	10	7	--
6	Reemplazo	Roto	7	--	12	7	15	--	--	12	--	2
7	Reemplazo	Completo	4	3	8	6	16	Si	14	11	2	3
8	Reemplazo	Roto	7	7	10	12	22	--	17	12	3	4
9	Reemplazo	Roto	8	8	12	9	20	--	--	12	4	--
10	Reemplazo	Roto	7	7	9	8	11	--	--	10	--	3
11	Reemplazo	Roto	10	7	10	7	18	--	--	10	--	--
12	Reemplazo	Roto	7	6	11	7	16	--	--	10	--	--
13	Reemplazo	Roto	7	6	9	8	12	--	--	--	--	--
14	Reemplazo	Roto	3	4	--	--	14	--	--	--	--	--
Derecho												
1	Reemplazo	Roto	--	--	10	9	--	--	12	9	--	5
2	Reemplazo	Roto	7	6	10	8	11	--	14	11	5	9
3	Reemplazo	Completo	4	2	8	5	19	Si	13	14	9	4
4	Funcional	Roto	9	5	15	8	18	Si	15	16	4	9
5	Reemplazo	Roto	8	4	11	8	9	--	13	12	9	7
6	Reemplazo	Roto	8	8	10	9	12	--	--	--	--	--
7	Reemplazo	Roto	5	4	10	7	15	Si	--	--	--	--
8	Reemplazo	Roto	9	7	10	8	23	--	--	--	--	--
9	Reemplazo	Roto	3	4	9	6	17	Si	--	--	--	--
10	Reemplazo	Roto	6	6	11	8	17	--	--	--	--	--
11	Reemplazo	Roto	8	6	9	7	13	--	--	--	--	--
12	Reemplazo	Roto	9	6	--	--	12	--	--	--	--	--
13	Reemplazo	Roto	7	6	--	--	5	--	--	--	--	--

Tabla 5.- Medidas de los dientes y alvéolos del ejemplar JAO 83a, "*Pliosaurus* de Tlaxiaco", especie nueva. Las medidas se encuentran en mm.

Dientes	Tipo diente	Preservación	Diámetro ápice mesodistal	Diámetro ápice labiolingual	Diámetro base mesodistal	Diámetro base labiolingual	Longitud diente expuesto	Esmalte	Diámetro alveolo mesodistal	Diámetro alveolo labiolingual	Longitud alveolo mesial	Longitud alveolo distal
Derecho												
Maxilar												
1	--	Roto	5	4	8	--	19	Si	--	--	--	--
2	--	Completo	4	3	8	7	24	Si	--	--	--	--
3	--	Completo	4	2	9	--	--	Si	--	--	--	--
4	--	Roto	7	--	9	--	14	--	--	--	--	--
5	--	Roto	5	--	8	8	11	--	--	--	--	--
6	--	Roto	3	--	12	--	18	Si	--	--	--	--
7	--	Roto	6	--	11	--	11	--	--	--	--	--
8	--	Roto	3	4	8	5	20	Si	--	--	--	--
Dentario												
1	--	Roto	6	3	8	4	14	--	--	--	--	4
2	Reemplazo	Roto	5	4	9	6	14	Si	--	--	4	5
3	Funcional	Roto	7	--	5	9	3	--	5	9	5	8
4	Reemplazo	Roto	9	7	--	--	9	--	--	--	8	5
5	Funcional	Completo	3	4	10	7	20	Si	10	7	5	--
6	Reemplazo	Roto	8	--	9	--	15	--	--	--	--	9
7	Reemplazo	Roto	5	3	7	--	14	Si	--	--	9	3
8	Funcional	Roto	6	5	9	7	14	Si	9	7	3	4
9	Reemplazo	Roto	6	4	10	7	12	--	10	7	4	3
10	Funcional	Completo	4	3	10	8	22	Si	10	8	3	--
Izquierdo												
Dentario												
1	--	Roto	5	--	7	--	15	--	--	--	--	--
2	--	Roto	8	--	10	--	18	--	--	--	--	--
3	--	Roto	7	--	9	--	16	--	--	--	--	--
4	--	Roto	4	--	9	--	21	--	--	--	--	--
5	--	Roto	7	--	6	--	13	Si	--	--	--	--
6	--	Completo	4	--	6	--	17	Si	--	--	--	--
7	--	Roto	4	--	7	--	21	--	--	--	--	--
8	--	Completo	3	--	8	--	16	Si	--	--	--	--
9	--	Roto	5	--	9	--	20	--	--	--	--	--

Tabla 6.- Medidas de los dientes y alvéolos del ejemplar JFC1, "*Pliosaurus* de Tlaxiaco", especie nueva. Las medidas se encuentran en mm.

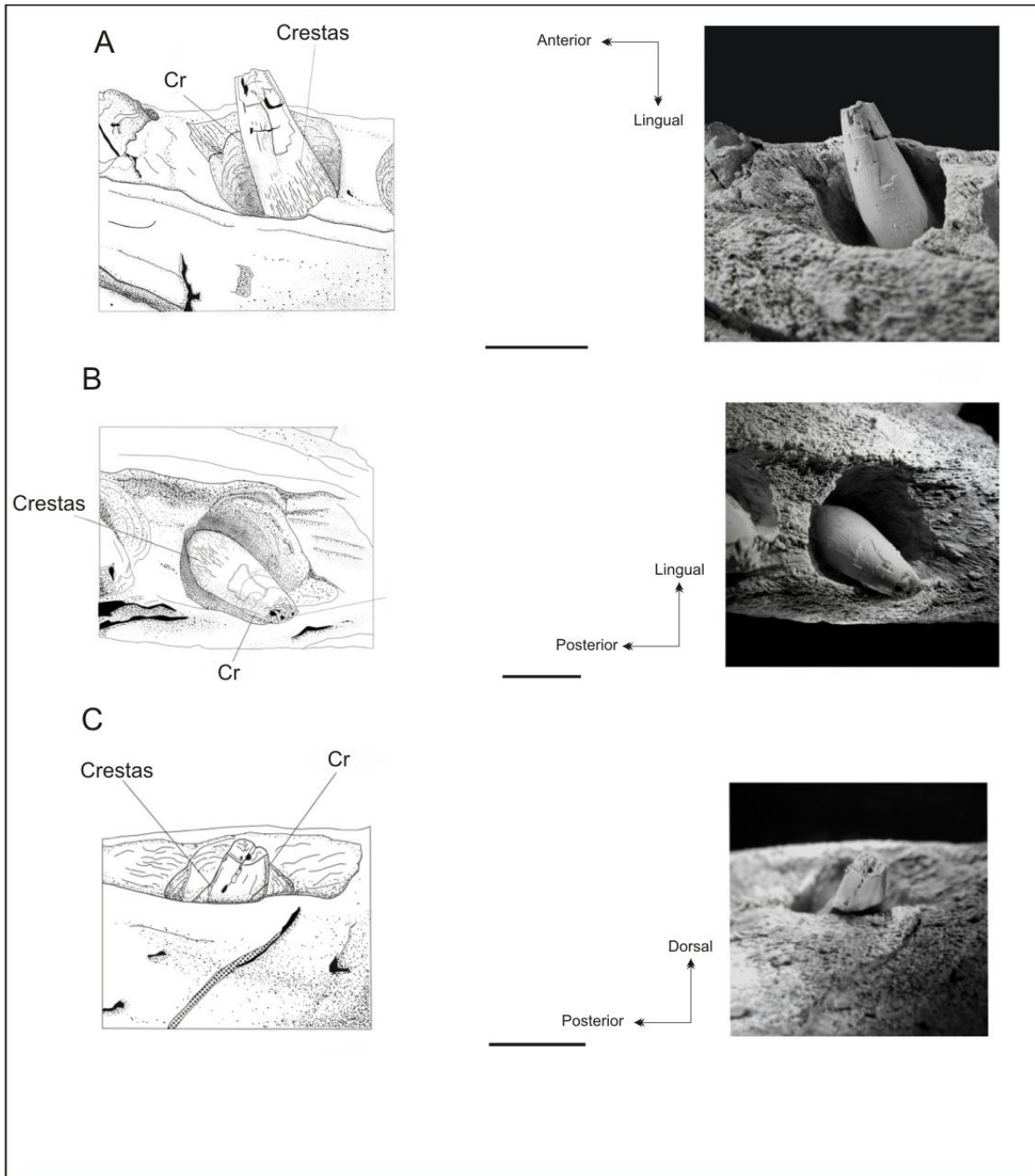


Figura 29. Tercer diente de la rama derecha del ejemplar JAO 83a, “*Pliosaurus* de Tlaxiaco”, especie nueva, del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. A y B, superficie lingual. C, superficie labial. Abreviaturas: Cr, carinae. Escala representa 10 mm.

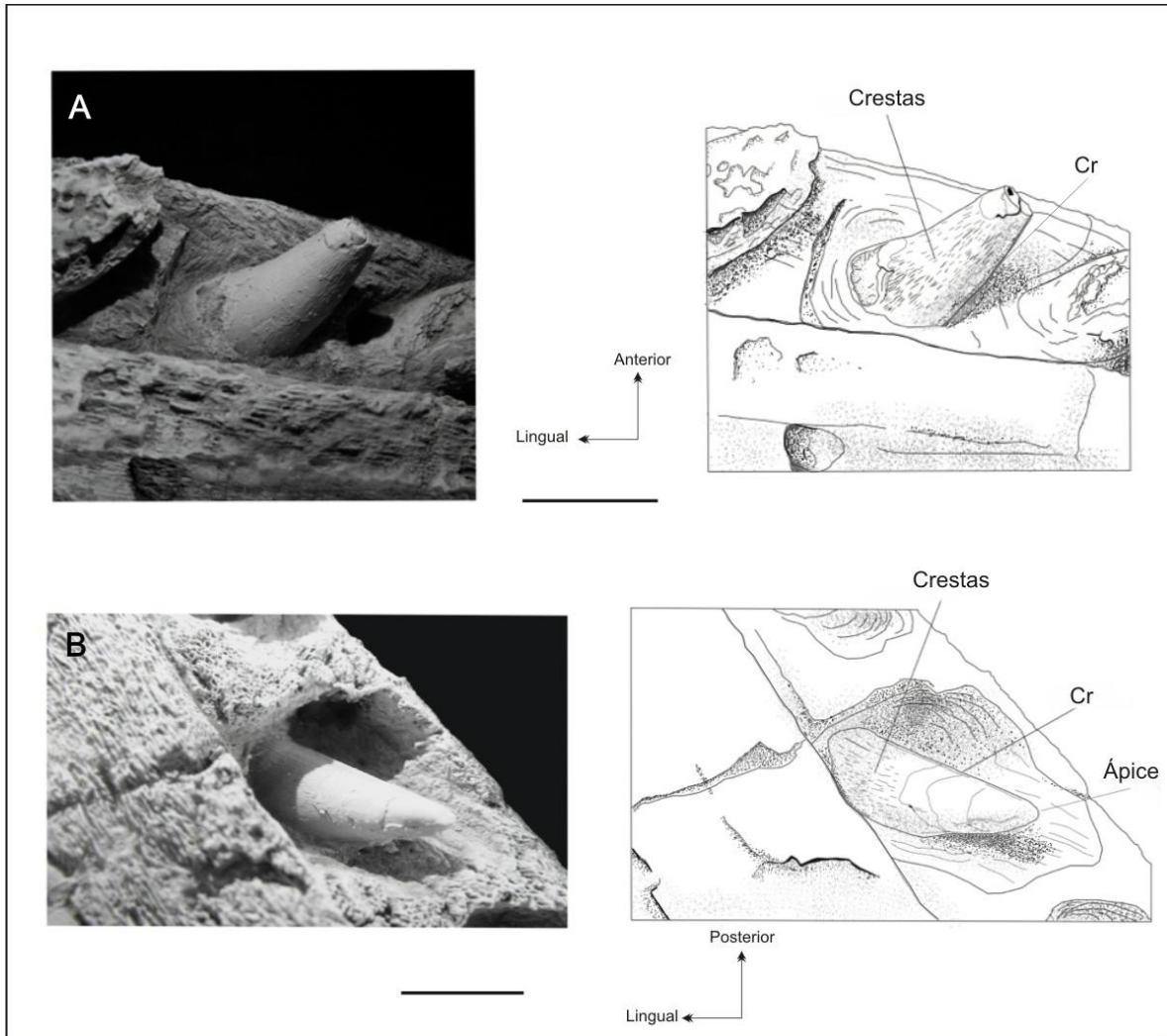


Figura 30. Séptimos dientes de la rama derecha e izquierda del ejemplar JAO 83a, “*Pliosaurus* de Tlaxiaco”, especie nueva, del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. A, superficie lingual del diente izquierdo. B, superficie lingual. Abreviaturas: Cr, carinae. Escala representa 10 mm.

Tanto en JAO 83a como en JFC 1, la mayoría de los dientes están mal conservados; sin embargo en ambos ejemplares hay dientes que conservaron el esmalte y muestran la morfología y ornamentación dental. La coronas de estos dientes es curva, sus bases se orientan hacia afuera y sus ápices están curvados hacia la parte interna de la mandíbula; además en corte transversal las coronas dentales muestran una forma trihedral, en donde

las superficies lingual y labial de la corona están claramente limitados por una carinae (borde cortante) lisa anterior y otra posterior, el borde lingual es convexo desde su base hasta el ápice, en tanto que el borde es sólo un poco convexo en la base y tiende a ser más plano hacia el ápice (Figura 28-31). Estas mismas superficies de los dientes están ornamentadas de manera diferente; en la lingual existen crestas poco prominentes, numerosas, discontinuas, y de aspecto sinuosas que se proyectan desde la base de la corona y sólo unas cuantas llegan hasta el ápice de la misma; en cambio, en la superficie labial es lisa.

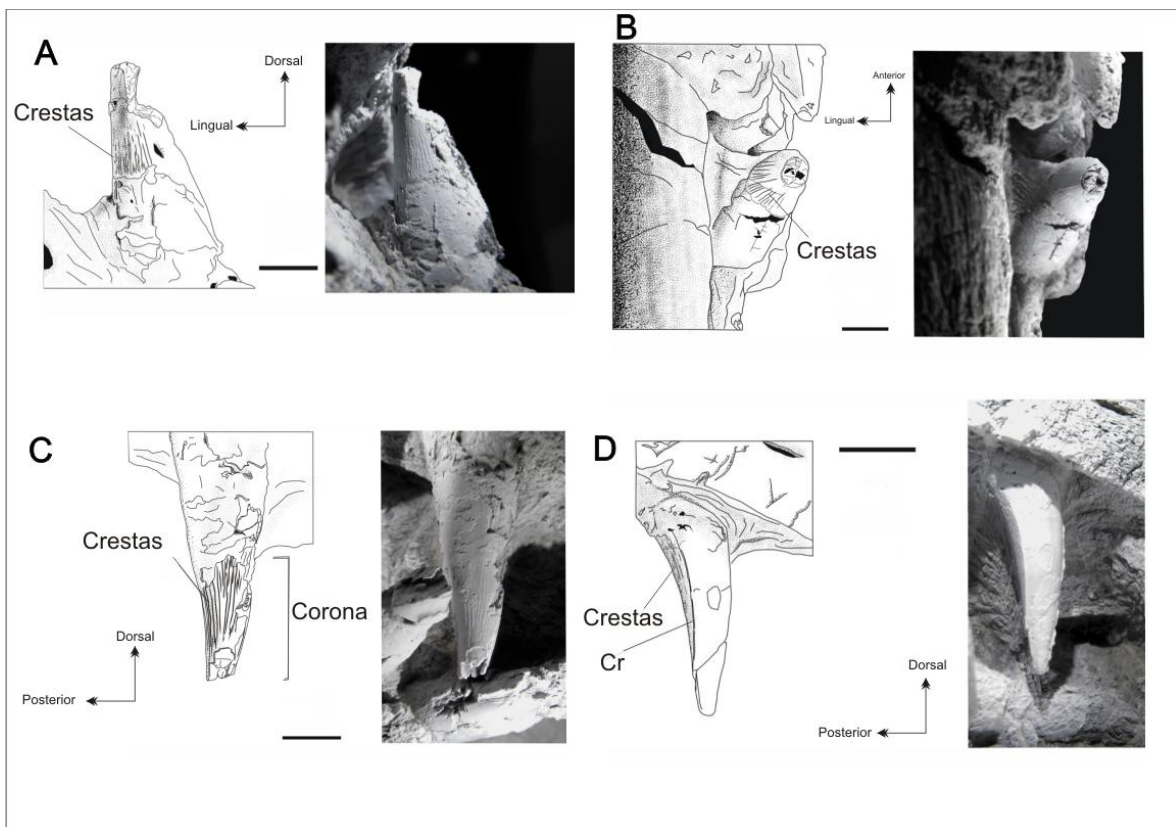


Figura 31. Dientes del ejemplar JFC 1, “*Pliosaurus* de Tlaxiaco”, especie nueva, del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. A, diente 9 del dentario derecho en vista posterior. B, diente 5 del lado derecho del dentario en vista apical. C, diente 2 del dentario rotado y en vista lingual. D, diente 3 del maxilar en vista labial. Superficie labial. Abreviaturas: **Cr**, carinae. Escala representa 10 mm.

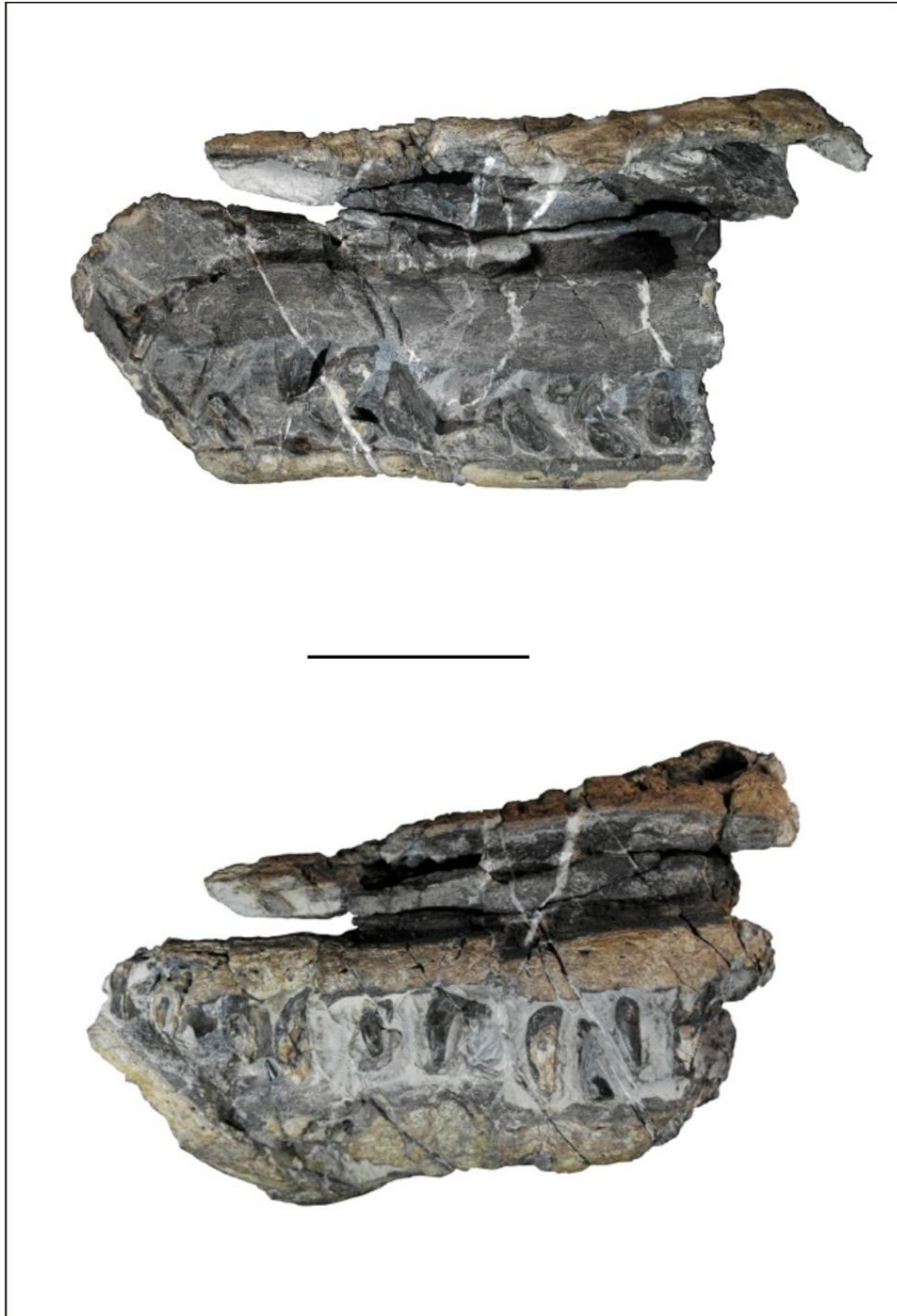


Figura 32. Porción en oclusión de la Mandíbula y Maxilar JFC 1, "*Pliosaurus* de Tlaxiaco", especie nueva del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. Superior, vista lateral derecha, inferior, lateral izquierda Escala representa 50 mm.

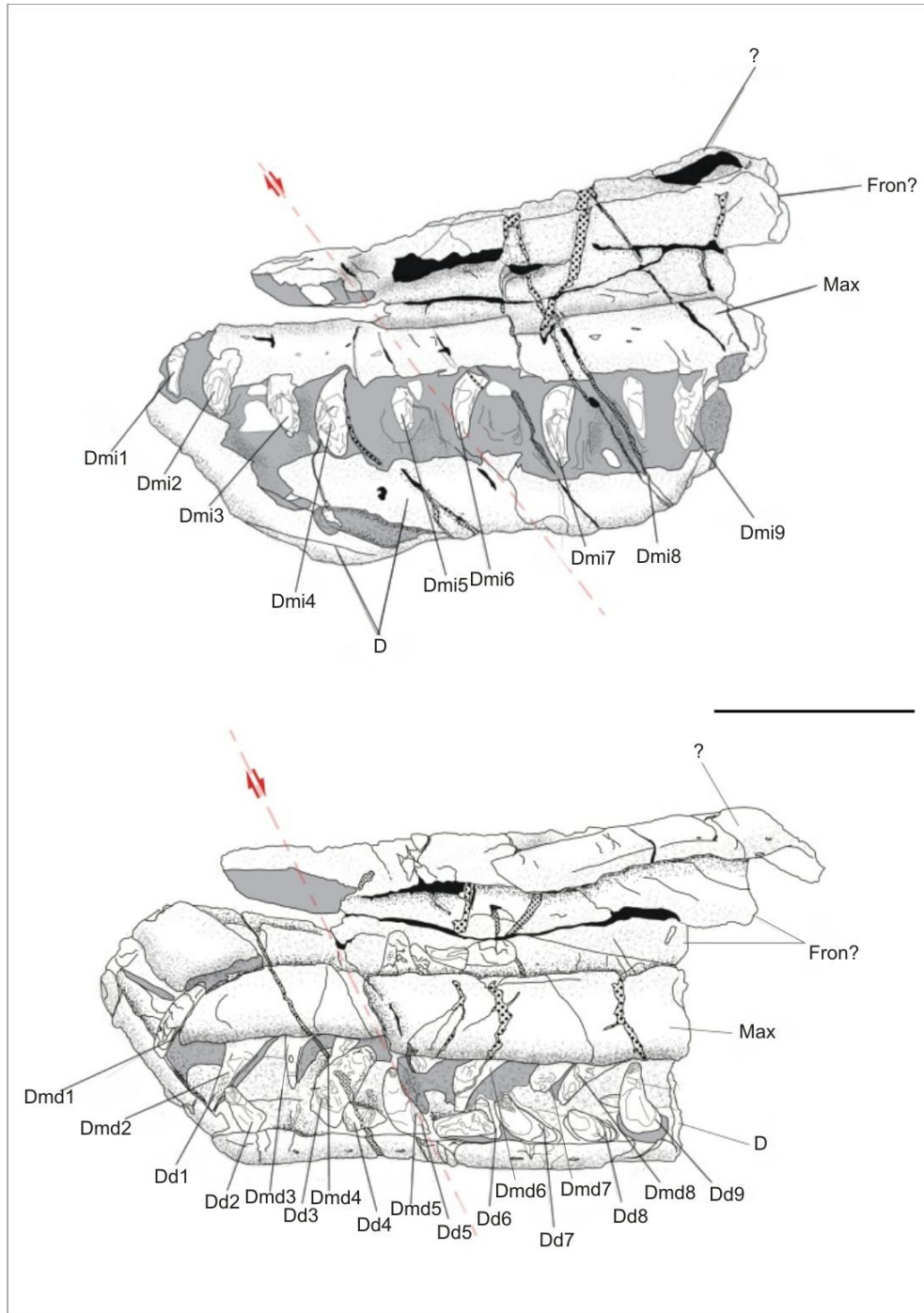


Figura 33. Porción en oclusión de la Mandíbula y Maxilar JFC 1, “*Pliosaurus* de Tlaxiaco”, especie nueva del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. Superior, vista lateral derecha, inferior, lateral izquierda. Abreviaciones: **Dd**, diente derecho; **Dmd**, diente del maxilar derecho; **D**, dentario; **Dmi**, Diente del premaxilar izquierdo; **Fron?** Posible frontal; **Max**, maxilar. Las líneas rojas representan la falla más notable que afectó al ejemplar. Escala representa 50 mm.

Rostro— En JFC 1 se conservan sólo fragmentos desarticulados de los maxilares derecho e izquierdo (Figuras 32 y 33). La superficie dorsal de dicho ejemplar muestra que los extremos anteriores de los maxilares están colocados más cerca entre sí que sus extremos posteriores, en vida estos huesos cuales debieron estar separados de manera progresiva por los huesos frontales. Lateralmente los maxilares son estructuras largas, uniformemente altas y curvas, y con los bordes alveolar y dorsal rectos y paralelos. El fragmento conservado del maxilar derecho tiene 8 dientes y el fragmento del maxilar izquierdo 10 dientes. La morfología de estos dientes es semejante a la de los dientes de la maxilar arriba descritos. Mientras que la superficie interna de los maxilares es ligeramente cóncava y prácticamente lisa, su superficie externa presenta numerosos forámenes y surcos a lo largo y muy cerca y de su borde alveolar.

Una estructura ósea masiva, alargada y con corte transversal de aspecto rectangular, aquí interpretada como parte del vómer, se encuentra separando ambos maxilares y formando el techo de la cavidad bucal. Arriba de esta estructura y de los maxilares existen restos de dos huesos planos y alargados que podrían ser restos de los huesos frontales (Figura 34).

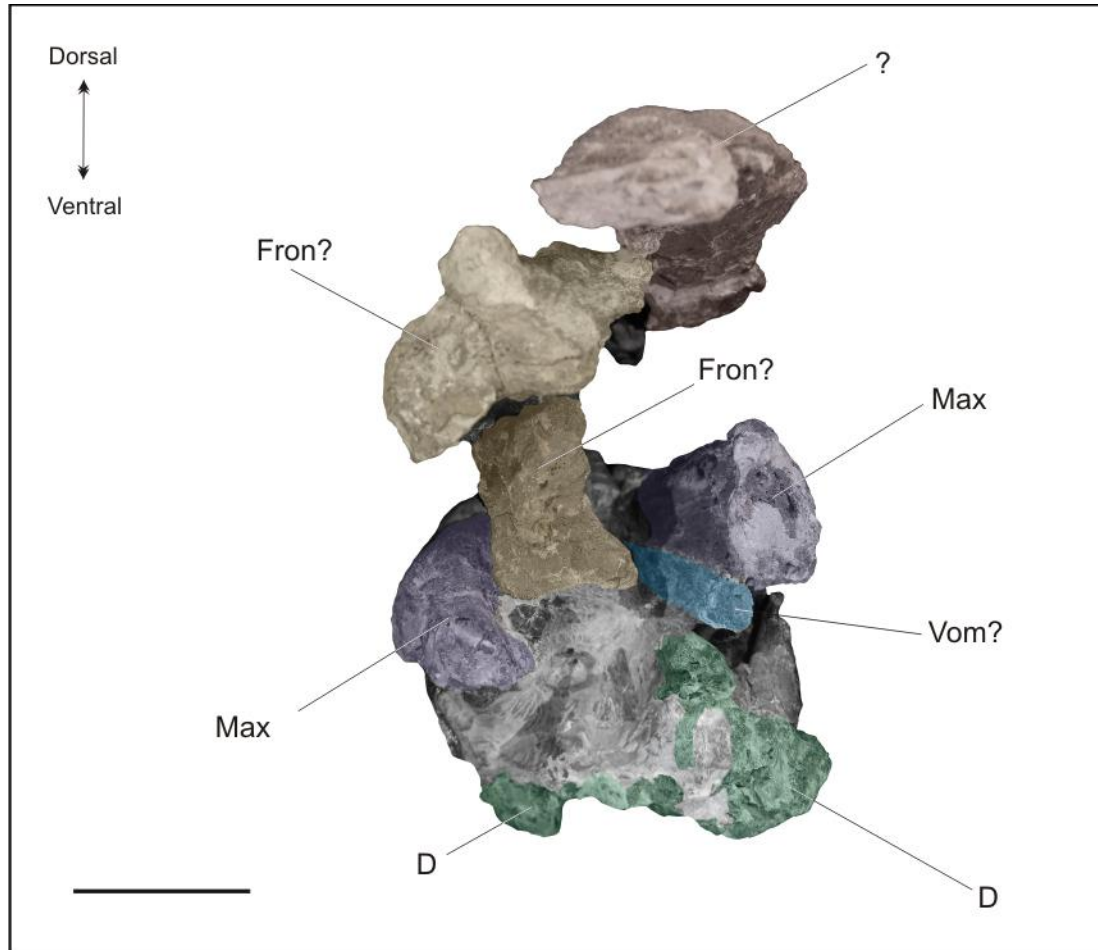


Figura 34. Vista posterior del ejemplar JFC 1, *Pliosaurus* de Tlaxiaco”, especie nueva del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca. Abreviaciones: **D**, (verde) dentario; **Fro** (amarillo) frontales; **Max**, (morado) maxilar; **Vom**, vómer. Escala representa 50 mm.

Análisis Comparativo

El rasgo más característico del “Pliosaurus de Tlaxiaco” es la presencia de una larga sínfisis mandibular; aunque en otros pliosaurios y algunos reptiles fósiles como cocodrilos talatosuchidos e ictiosaurios también se desarrolló una mandíbula con sínfisis muy larga, el tipo de reemplazo dental a través de un alvéolo funcional adyacente y en posición

lingual a un alveolo secundario es una característica exclusiva de los sauropterigios (Brown 1981), que permite identificar a “Pliosaurus de Tlaxiaco” como parte de este grupo.

Si bien dentro del orden Plesiosauria existen algunos miembros longirostrinos como los representantes de la familia Polycotylidae (Williston, 1908) y de la familia Leptocleididae (White, 1940) y miembros del género *Hauffiosaurus* (O’Keefe, 2001) y las especies *Talassiodracon Hawkinsi* (Storrs y Taylor, 1996). Ninguno de estos presenta la morfología de los dientes que presentan los ejemplares JAO 83a y JFC 1, por lo que todos estos grupos fueron descartados para asignárles alguno de los ejemplares de Tlaxiaco.

Dado lo fragmentario de los ejemplares JAO 83a y JFC 1, no es posible llevar a cabo una discusión que conduzca a su posible inclusión dentro de otras categorías taxonómicas supragenéricas (orden, suborden, superfamilia y familia), como antes se presentó para el ejemplar JAO 129. No obstante, “Pliosaurus de Tlaxiaco” muestra rasgos que permiten ubicarlo dentro de la familia Pliosauridae y del género *Pliosaurus*. Por un lado, según Ketchum y Benson (2010) el coronoides con un proceso anterior o lingual alargado, como el descrito para JAO 83a, es un rasgo presente en todos los miembros de la familia Pliosauridae y del grupo Leptocelidia (Polycotylidae + Leptocleididae). Y por otro lado, Knutsen y colaboradores (2012) reconocieron que la presencia de dientes trihedrales con ornamentación diferencial en las superficies lingual y labial, como los observados en los ejemplares JAO 83a y JFC 1, representan un rasgo diagnóstico exclusivo del género *Pliosaurus*.

En la última revisión del género *Pliosaurus*, desarrollada por Knutsen (2012), este autor señaló la existencia de cinco especies válidas, mismas que están representando claramente a dos grupos (Tabla 7). El grupo de “sífnisis larga”, formando por la especie tipo *P. brachydeirus* y *P. brachyspondylus*, se caracteriza por presentar 8 o 9 dientes a lo largo de la sífnisis; mientras que, el grupo de “sífnisis corta” compuesto por *P. macromerus*, *P. rossicus*, y probablemente *P. funkei* sólo presenta seis dientes en esta región de la mandíbula inferior. Aunque se carece de datos completos, es notable los

miembros de ambos grupos presentan un elevado número de dientes en la mandíbula (entre 50 y 70). Aunque escasos, la comparación de estos dos rasgos dentales permite reconocer que “*Pliosaurus* de Tlaxiaco” representa sin dudas una nueva especie que está bien caracterizada en tres rasgos: 1) Los dientes de la mandíbula inferior sólo están presentes a lo largo de la sínfisis (la región postsinfisial carece de dientes) (Figura 27), esta condición nunca antes fue reportada en ninguna otra especie de *Pliosaurus*. 2) El número de dientes en la sínfisis dentaria (al menos 21) es notablemente mayor al reportado anteriormente (8-9, véase Tabla 7 y Figura 36). 3) Como consecuencia de elevado número de dientes sinfisiales, la longitud de la región alveolar es también notablemente mayor a la reportada anteriormente otros *Pliosaurus*, incluyendo a aquellos llamados de sínfisis larga (Figura 35).

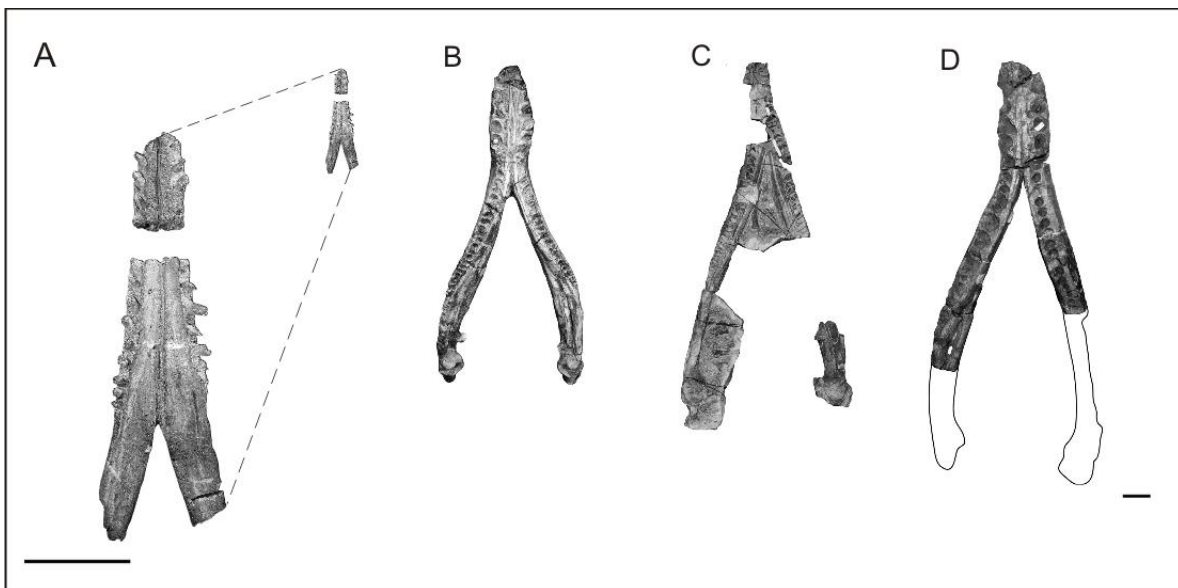


Figura 35. Comparación de mandíbulas de miembros del género pliosaurus. A, JAO 83a, “*Pliosaurus* de Tlaxiaco”, especie nueva. B, CAMSMi.135991 *P. brachylspondylus*. C, OUMNHj.9245 *P. brachydeirus*. D, *P. macromerus*. Escala representada 100 mm.

Especie del género <i>Pliosaurus</i>	Número de dientes			Vértex cervicales con quilla ventral	Longitud del humero/ grosor de las vértebras cervicales	Proceso retroarticular
	Mandíbula	Sinfisis dentaria	Premaxilar			
<i>P. Funkei</i>	?	6?	5	No	<7(largo)	Tipo I(alto, ancho, con el extremo agudo)
<i>P. rossicus</i>	?	6	?	No	?	?
<i>P. macromerus</i>	50	6	5	?	>4.5(corto)	Tipo III (alto, angosto, con el extremo agudo)
<i>P. bracyuspondylus</i>	60	8-9	?	No	?	Tipo II (alto ancho, con el extremo plano)
<i>P. brachydeirus</i>	70	8-9	Mas de 5	Si	Si	Tipo III (alto, angosto, con el extremo agudo)
<i>P. de Tlaxiaco</i>	22?	22?	?	?	?	?

Tabla 7. Comparación de los rasgos distintivos de las especies de Pliosaurus, incluyendo el “Pliosaurus de Tlaxiaco” (basada en Knusten, 2012, figs. 6)

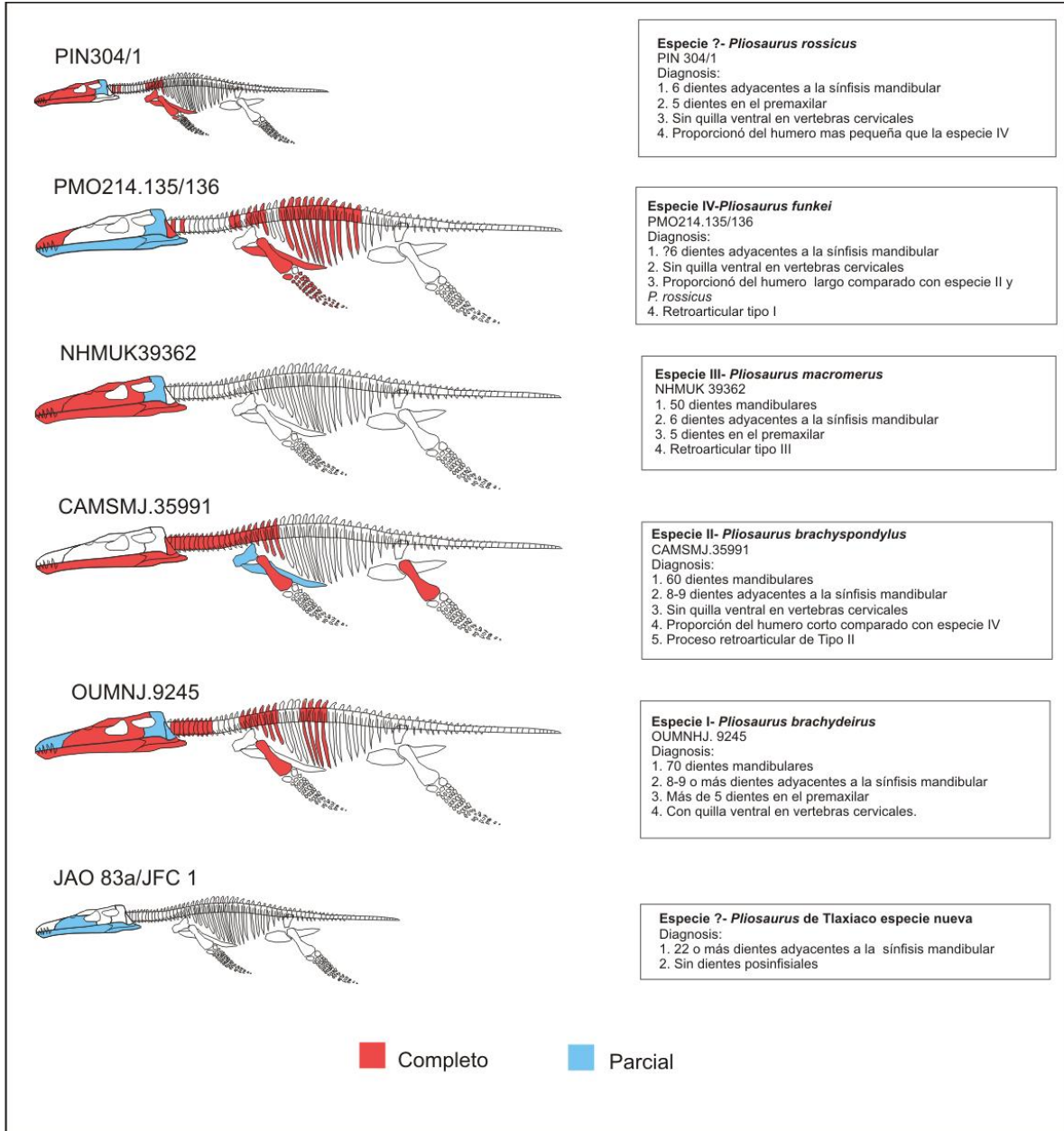


Figura 36. Comparación de las diagnosis de las especies de pliosaurus considerados como especies validas por Knutsen (2012). Incluyendo los ejemplares JAO 83a y JFC1 “*Pliosaurus de Tlaxiaco*” (Redibujado a partir de Knutsen, 2012, Figs.6.)

Discusión general

En este trabajo realizado con el material proveniente de la Formación Sabinal (Kimmeridgiano-Titoniano) del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca; se reporta el hallazgo de cuatro nuevos ejemplares, pertenecientes al grupo de los pliosaurios, el primero, el ejemplar JAO 129 identificado hasta el nivel de Familia Pliosauridae, el segundo el ejemplar JAO 83b a nivel específico identificado como *Liopleurodon ferox*, y los dos últimos, los ejemplares JAO 83a y JFS 1 referidos como una nueva especie del género *Pliosaurus*. Estos cuatro ejemplares representan la distribución más sureña de este grupo en nuestro país, complementando la distribución que se tenía de reportes previos de pliosaurios en el noreste de la república, en las Formaciones la caja la casita y el jabalí (Buchy, *et al.*, 2003; Buchy, 2007). El reporte de *Pliosaurus sp.* De Ferrusquía-Villafranca y Comas (1988) en la parte central del país, localizado dentro de la cuenca Tlaxiaco, en el área de Papalutla cerca de la ciudad de Huahuapan, resulta interesante, debido a que obviamente pertenecen a la misma familia y la preservación en tercera dimensión del material de Papalutla es muy parecida a la de los ejemplares de Tlaxiaco. Sin embargo la edad Neocomiana asignada para los ejemplares de Papalutla no concuerda con la de los ejemplares de Tlaxiaco; durante el trabajo de campo de esta tesis se intentó buscar el sitio de colecta mencionado por los autores, pero no fue posible encontrar el punto, por lo que se considera que la localidad se encuentra perdida. Resulta importante el realizar un trabajo más extenso de prospección en esta área para entender la relación que tiene con la localidad del Llano Yosobé.

El registro fósil de la familia Pliosauroida y otros pliosaurios (Rhomaleosaurios) del Jurásico es amplio en los hemisferios; norte principalmente en el continente europeo por localidades de Inglaterra, Francia, Alemania, Suiza, Noruega y Rusia (Noè, 2001) y en el sur

por localidades en Argentina y Chile (Gasparini y Fernández, 1997; Gasparini, 1997). Para la parte central solo se tienen algunos registros en Cuba y parte de México (Buchy, *et al.*, 2003; Buchy, 2007; Gasparini, 2009). El hallazgo de los Pliosaurios de Tlaxiaco amplía la distribución paleobiogeográfica de este grupo, al menos es posible decir que se distribuyeron en lo que actualmente es el centro de México. Sumado a esto se encuentra el hecho de que los géneros reportados en el Llano Yosobé *Liopleurodon* y *Pliosaurus* son géneros con mayor aparición en el hemisferio Norte y poco conocidos en el hemisferio Sur y considerando que el representante del género *Pliosaurus* es asignado a una nueva especie, esto conlleva el realizar una revisión detallada de las formas que se encuentran en el hemisferio sur, ya que las formas encontradas en la parte central del país podrían ser formas intermedias entre las faunas de ambos hemisferios. Esto vendría a fortalecer las hipótesis que desde hace algunos años diversos autores como (Gasparini y Fernández 1997; Gasparini, 2000) han propuesto, la cual es conocido como el corredor hispánico, en el que un intercambio faunístico ocurrió a finales del periodo Jurásico entre las aguas del mar del Thetis y las del proto-pacífico. Por ello es importante continuar con los trabajos de prospección y esclarecer la taxonomía en estas localidades del centro del país.

En el trabajo realizado por Gutiérrez-Zamora (2011), determino una edad de Cretácico inferior (Neocomiano) basándose en la información que se presenta en la Carta geológica-minera (SGM, 2000). Sin embargo en la localidad no se han reportado rocas con esa edad, esta edad ha sido reportada en afloramientos de rocas expuestas en el cerro de la virgen al este del Llano Yosobé, (Buitrón 1970). Por otra parte durante el trabajo de campo se corroboró que la litología presente en el Llano Yosobé caracterizada por calizas gris oscuro alternadas con lutitas bituminosas de color gris con abundante presencia de nódulos calcáreos y aceite en el interior de algunos de estos, es consistente con lo reportado por Davalos-Alvarez (2006) y Varela-Santa María (1983) para la Formación Sabinal de edad Kimmeridgino-Tithoniano. Pero para poder designar una edad más precisa es necesario estudiar con mayor detalle la geología del Llano Yosobé y sus alrededores.

Conclusión

Los plesiosaurios del Llano Yosobé, Tlaxiaco, Oaxaca, pertenecen a taxones diferentes.

El Llano Yosobé está representado por lutitas bituminosas con laminación delgada de color gris oscuro, estos estratos presentan en algunas partes abundantes nódulos calcáreos de formas variadas entre esferas, ovoides y amorfos; su tamaño varía de 5 cm a 1 m de diámetro. Algunos de estos nódulos presentan en su interior aceite o fósiles de Maderas, vertebrados e invertebrados. Es un afloramiento de la Formación Sabinal (Kimmeridgiano-Titoniano) debido a que esta litología es consistente con la descrita para esta Formación.

Cuatro nuevos ejemplares de pliosaurios son documentados en este trabajo. Todos provenientes de la localidad del Llano Yosobé de la Formación Sabinal (Kimmeridgiano-Tithoniano), en las afueras de la ciudad de Tlaxiaco, Oaxaca.

Se describió el ejemplar JAO 129 como un Pliosauridae Indeterminado, caracterizado por la presencia de forámenes pareados o impares en las superficies ventrales y laterales de los centros cervicales y dispuestos en las caras laterales de los centros dorsales, la migración de las facetas articulares de las costillas desde los centros vertebrales cervicales hacia los arcos neurales dorsales, son características que lo distinguen como plesiosaurio. La morfología de la tibia presentando un borde anterior convexo, esto lo distingue como un miembro de la familia Pliosauroidae.

El ejemplar JAO 83b es asignado a *Liopleurodon ferox*, esto por la morfología de los dientes, siendo circular en corte transversal, el esmalte está fuertemente ornamentado con

crestas gruesas espaciadas casi uniformemente, que surgen en la base dental, y se proyectan hacía arriba hasta alcanzar el ápice dental; al parecer estas crestas son más numerosas en la superficie lingual que en la labial.

Los ejemplares JAO 83a y JFC 1 son referidos a una nueva especie del género *Pliosaurus*, la inclusión a este género se debe a la morfología de los dientes: en corte transversal los dientes muestran una forma trihedral, en donde las superficies lingual y labial de la corona están claramente limitados por una carinae anterior y otra posterior, con el borde lingual convexo desde su base hasta el ápice. En la superficie lingual existen crestas poco prominentes, numerosas, discontinuas, y de aspecto sinuosas que se proyectan desde la base de la corona y sólo unas cuantas llegan hasta el ápice de la misma; en cambio, la superficie labial es lisa. Se asigna a una nueva especie: la región sinfisial de la mandíbula que es comparativamente muy larga; la sínfisis comprendiendo toda la región alveolar (dentada) de ambas ramas mandibulares; sin dientes en la región postsinfisial; y al menos existen 22 dientes sinfisiales, 5 en la región ensanchada del extremo anterior de la mandíbula, 9 en la región donde el esplenial forma parte de la superficie ventral de la mandíbula y 8 en posición intermedia.

Referencias

- Albright III, L.B., Gillette, D.D. and Titus, A.L. 2007: Plesiosaurs from the upper cretaceous (Cenomanian-Turonian) Tropic Shale of southern Utah, Part 1: New Records of the pliosaur *Brachauchenius lucasi*. *Journal of Vertebrate Paleontology* 27, 1, 41-58.
- Andrews, C.W. 1910: On some new plesiosauria from the Oxford Clay of Peterborough. *Annals of the Magazine of Natural History* 9, 418-429.
- Andrews, C.W. 1913: A descriptive catalogue of the marine reptiles of the Oxford Clay Part 2. 2000 ed. *Adamant Media Corporation*, 285 pp.
- Barragán, R., Campos-Madrigal, E., Ferrusquía-Villafranca, I., López-Palomino, I y Tolson, G. 2010: Traducción del Código estratigráfico Norteamericano por la Comisión Norteamericana de Nomenclatura Estratigráfica. *Boletín del instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México* 117.
- Blainville, H.D.De. 1835: Description de quelques espèces de reptiles de la Californie, précède de l'analyse d'un système general d'Erpetologie et d'Amphibiologie. *Nouvelles Annales du Muséum National d'Histoire Naturelle*, paris 4, 233-296.
- Brown, D.S. 1981: The English Upper Jurassic Plesiosauroidea (Reptilia) and a Review of the Phylogeny and classification of the Plesiosauria. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology Series* 35, 253-344.
- Boomer, I. and Ballent, S. 1996: Early-Middle Jurassic ostracod migration between the northern and southern hemispheres: Further evidence for a proto Atlantic-Central America connection. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 121 (1/2), 53-64.
- Buchy, M.C., Frey, E., Stinnesbeck, W. and López-Oliva, G. 2003: First occurrence of a gigantic pliosaurid plesiosaur in the Late Jurassic of México. *Bulletin de la Société Géologique de France* 174, 271-278.

-
- Buchy, M.C., Eberhard, F. and Salisbury, W. 2006: The internal cranial anatomy of the plesiosauria (Reptilia, Sauropterygia): evidence for a Functional secondary palate. *Lethaia* 38, 289-303.
- Buchy, M.C. 2007: Mesozoic marine reptiles from north-east México: description, systematic, assemblages, and palaeobiogeography. Ph.D. Thesis, Universität Karlsruhe, 98 pp.
- Buchy, M.C. 2008: Reevaluation of the holotype of Plesiosaurus (Polyptychodon) meicanus Wieland, 1910 from the? Upper Jurassic of Mexico: a thalattosuchian, not a sauropterygian. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 25, 517-522.
- Buiotrón, B.E. 1970: Equinoides del jurasico superior y del Cretacico inferior de Tlaxiaco, Oaxaca. Sociedad Geológica Mexicana. Excursión México-Oaxaca.
- Bustos-Moreno, M.A. y López- Palomino, I. 2010: Léxico Estratigráfico de México, Formación Tlaxiaco. Servicio Geológico Mexicano.
- Carpenter, K. 1996: A review of short-necked plesiosaurs from the Cretaceous of the Western Interior, North America. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 201, 259–287.
- Conybeare, W.D. 1821: Notice of the discovery of a new fossil animal, forming a link between the Ichyosaurus and crocodile, together with general remark on the osteology of the Ichyosaurus. *Trans. Geol. Soc. Lond* 5, 559-594.
- Conybeare, W.D. 1824a: Additional notice on the fossil genera Ichyosaurus and Plesiosaurus. *Transactions of the Geological Society of London* 2, 103-123.
- Conybeare, W.D. 1824b: On the discovery of an almost perfect skeleton of the Plesiosaurus. *Transactions of the Geological Society of London* 2, 381-389.
- Cruickshank, A.R.I. 1994: Juvenile plesiosaur (Plesiosauria: Reptilia) from the Lower Lias (Hettangian: Lower Jurassic) of Lyme Regis, England: a pliosauroid-plesiosauroid intermediate?. *Zoological Journal of the Linnean Society* 120, 281–354.
- Cuvier, C. 1824: Recherches sur les ossemens fossils, ou l'on rétablit les caractères de plusieurs animaux dont les revolutions du globe ont détruit les espèce. 2nd ed 5, 2, 1-547.
- Dávalos- Álvarez, O.G. 2006. Evolución tectónica cenozoica en la porción norte de la falla de Oaxaca, Universidad Nacional Autónoma de México. Campus juriquilla Querétaro Tesis de Maestría. 235 pp.

-
- Eichwald, E. 1868: *Lethaea Rossica ou Paléontologie de la Russie*. Stuttgart, Germany, 1304 pp.
- Ferrusquía-Villafranca, I. y Comas, O. 1988. Reptiles marinos mesozoicos en el sureste de México y su significación geológica-paleontológica, Convención Geológica Nacional, Sociedad Geológica Mexicana, 104-105.
- Gasparini, Z., Goni, R. y Molina O. 1982: Un Plesiosaurio (Reptilia) Tithoniano en Cerro Lotena, Neuquen, Argentina. *5e Congrès Latino-américain de Géologie* 5, 33-47.
- Gasparini, Z. 1997: A new pliosaur from the Bajocian of the Neuquen Basin, Argentina. *Palaeontology* 40, 1, 135-147.
- Gasparini, Z. and Fernandez, M. 1997: Tithonian marine reptiles of the eastern Pacific. En: J.M. Callaway y E.L. Nicholls, Eds., *Ancient marine reptiles*, Academic Press. 435-450.
- Gasparini, Z., Vignaud, P. and Chong G. 2000: The Jurassic Thalattosuchia (Cocodyliformes) of Chile: a palaeobiogeographic approach. *Bull. Soc. Geol. Fr* 171 6, 657-664.
- Gasparini, Z., 2009: A new oxfordian Pliosaurid (Plesiosauria, Pliosauridae) in the Caribbean seaway. *Palaeontology*, 52 3, 661-669
- Gonzales-Torres E.A. 1989 Geología y paleomagnetismo del Área de Tezoatlan, Oaxaca. Tesis ingeniero geólogo. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 188 pp.
- Gutierrez-Zamora F.T. 2011: Estudio sistemático de los vertebrados fósiles de la cuenca Tlaxiaco, Oaxaca; México. Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de ciencias Tesis Bióloga 40pp.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Información) 2000 carta topográfica Tlaxiaco E14D34 escala 1: 50 000. Tercera edición 2000, primera impresión 2000.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Información) 2000 carta topográfica Putla villa de Guerrero E14D44 escala 1: 50 000. Segunda edición 2000, primera impresión 2001.
- International Commission on zoological nomenclature, 1999. Internacional code of zoological nomenclature. International trust for zoological nomenclature.
- Jiménez-Rentería, J. y Rueda-Gaxiola, J., 2002: Reestructuración formal de los grupos Consuelo y Tecocoyunca (sensu Jorge Jiménez-Rentería), con base en el estudio palinoestratigráfico de las formaciones Conglomerado prieto y Conglomerado Cualac de la Cañada de Rosario Nuevo, Tezoatlán, Oaxaca (resumen), en Tercera Reunión Nacional

-
- de Ciencias de la Tierra, Puerto Vallarta, Jalisco, México. *GEOS, Unión Geofísica Mexicana*, Resúmenes y Programa, p. 166.
- Ketchum, H.F. and Benson, R.B.J. 2010: Global interrelationships of Plesiosauria (Reptilia, Sauropterygia) and the pivotal role of taxon sampling in determining the outcome of phylogenetic analyses. *Biological Reviews* 2009, 1-32.
- Ketchum, H.F. and Benson, R.B.J. 2011a: The cranial anatomy and taxonomy of *Peloneustes philarchus* (Sauropterygia, Pliosauridae) from the Peterborough Member (Callovian, Middle Jurassic) of the United Kingdom. *Palaeontology* 54, 3, 639-665.
- Ketchum, H.F. and Benson R.B.J. 2011b: A new pliosaurid (sauropterygia, Plesiosauria) from the Oxford Clay Formation (middle Jurassic, Callovian) of England: Evidence for a gracile, Longirostrine grade of early-middle Jurassic pliosaurids. Special Papers in *Palaeontology* 86, 109-129.
- Knight, W.C. 1895. A new Jurassic plesiosaur from Wyoming. *Science, new series* 2, 449.
- Knutsen, E.M. 2012: A taxonomic revision of the genus *Pliosaurus* (Owen, 1841a) Owen, 1841. *Norwegian Journal of Geology* 92, 259-276.
- Knutsen, E.M., Druckenmiller P.S. and Hurum J.H. 2012: A new species of *Pliosaurus* (Sauropterygia: Plesiosauria) From the Middle Volgian of central Spitsbergen, Norway. *Norwegian Journal of Geology* 92, 235-258.
- Meneses-Rocha, J.J., Monroy-Audelo, M.A., Gómez-Chavarría, J.C., 1994: Bosquejo paleogeográfico y tectónico del sur de México durante el Mesozoico, México. *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros* 44, 2, 18-45.
- Motani, R. 2009: The evolution of marine reptiles. *Evolution: Education and Outreach* 2, 2, 224-235.
- Noè, L.F. 2001: A taxonomic and functional study of the Callovian (Middle Jurassic) Pliosauroida (Reptilia, Sauropterygia). PhD thesis, University of Derby, Derby, volume 1, 347 pp; volume 2, 182 pp.
- Noè, L.F., Smith, D.T.J. and Walton, D.I. 2004: A new species of Kimmeridgian pliosaur (Reptilia; Sauropterygia) and its bearings on the nomenclature of *Liopleurodon macromerus*. *Proceedings of the Geologists' Association* 115, 13-24.
- Novozhilov, N.I. 1948: Two new pliosaurs from the Lower Volga beds Povolzhe (right bank of Volga) [In Russian]. *Doklady Akademii Nauk SSSR* 60, 115-118.

- Novozhilov, N.I. 1964: Order Sauropterygia. In Orlov, J.A. (Ed.), *Osnovy Paleontologii* 12, 309-332. Moscow: Izdatel' stvo "Nauka.
- Lydekker, R. 1889: Catalogue of the fossil Reptilia and Amphibia in the British Museum Part II. Containing the orders Ichthyopterygia and Sauropterygia. *London, British Museum (Natural History)* 307pp.
- Logman, H.A. 1924: A new gigantic marine reptile from the Queensland Cretaceous, *Kronosaurus queenslandicus* new genus and species. *Memoirs of Queensland Museum* 8: 26-28.
- López-Ticha, D. 1907: Reconocimiento geológico de la Cuenca de Tlaxiaco: Petróleos Mexicanos: Informe inedito, IGZS-551.
- O'Keefe, F.R. 2001: A cladistic analysis and taxonomic revision of the plesiosauria (Reptilia: Sauropterygia). *Acta Zoologica Fennica* 213, 1-63.
- O'Keefe, F.R. 2002: The evolution of plesiosaur and pliosaur morphotypes in the plesiosauria (Reptilia: Sauropterygia). *Paleobiology* 28, 1, 101-112.
- Ortega-González, J. V., Lambarria-Silva, C., 1991: Informe geológico del prospecto Hoja Oaxaca, compilación geológica I.G.R.S. 1129: Petróleos Mexicanos (PEMEX), Coordinación Divisional de Exploración, Gerencia de Exploración Región Sur, Subgerencia de Geología superficial y Geoquímica, reporte inédito.
- Owen, R. 1840: Report on British fossil reptiles. Part 1. *Rep. Br. Ass. Advmt Sci. London* 9 43-126.
- Owen, R. 1841: *Odontography*. Editado por Owen, R. Part 2. Hippolyte Bailloer, foreign booksellers to the Royal College of Surgeons, London, UK, 282-284 pp.
- Owen, R. 1860: On the orders of fossil and recent Reptilia, and their distribution in time. *Rep. Br. Ass. Advmt Sci. London* 29, 153-166.
- Owen, R. 1839: Report on British fossil reptiles Part 1. *Report of the Ninth Meeting for the British Association for the Advancement of Science*, Birmingham, 43-126.
- Parkinson, J. 1830: Outline of oryctology: an introduction to the study of fossil organic remains; especially of those found in the British strata. Originally published by M.A. Nattali, London; reprinted in 1972 by the Geological Society of London and Paul P.B. Minet, Chicheley.

-
- Persson, P.O. 1963: A revision of the classification of the Plesiosauria with a synopsis of the stratigraphical and geofraphical distribution of the group. *Lunds Universitets Årsskrift, series 59 2*, 1-60.
- Phillips, J. 1871: *Geology of Oxford and the valley of the Thames*. 523 pp.
- Ramírez-Garza, B.M. y Lopéz-Palomino, I. 2008: *Léxico Estratigráfico de México, Formación Sabinal*. Servicio Geológico Mexicano.
- Sassoon, J., Noè, L.F. and Benton, M. J. 2012: Cranial anatomy, taxonomic implications and palaeopathology of an upper Jurassic pliosaue (reptilian: Sauropterygia) from westbury, Wiltshire, UK. *Palaeontology* 55, 4, 743-773.
- Sauvage, M.H.E. 1873: Notes sur les reptiles fossiles. *Bulletin de la Societe Geologique de France* (parís) 3 1, 365-380.
- Seeley, H.G. 1869: Index to the fossil remains of Aves, Ornithosauria and Reptilia... in the *Wodwardian Museum of the University of Cambridge*. 143 pp.
- Seeley, H.G. 1874: Note on some of the generic modifications of the plesiosaurian pectoral arch. *Quarterly Journal of the Geological Society* 30, 436-449.
- S.G.M (Servicio Geológico Mexicano) 2013: *Lexicón Estratigráfico de México*. http://www.sgm.gob.mx/LexicoEs_ND/ Última actualización (06/09/2011- 11:41).
- S.G.M (Servicio Geológico Mexicano) 2013: 2000. Carta geológico-minera Tlaxiaco, E32-D34, escala 1:50 000, primera edición publicada por el Servicio Geológico Mexicano en el año 2000.
- Smith J.B. and Dodson P. 2003: Aproposal for a standard terminology of anatomical notation and orientation in fossil vertebrate dentitions. *Journal of Vertebrate Paleontology* 23 1, 1-12.
- Storrs, G.W. y Taylor, M. A. 1996: Cranial anatomy of a new plesiosaur genus from the lowermost Lias (Rhaetian/Hettangian) of Street, Somerset, England. *Journal of Vertebrate Paleontology* 16, 403-420.
- Taylor, M.A. and Cruickshank, A.R.I. 1993: Cranial anatomy and functional morphology of *Pliosaurus brachyspodylus* (Reptilia: Plesiosauria) from the Upper Jurassic of westbury, Wiltshire. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 341, 399-418.

- Varela-SantaMaria M. 1983: Estudio geologico petrolero de la porción sur de la cuenca de Tlaxiaco, Oax. Tesis Ingeniero geólogo. Universidad Nacional Autónoma de México, 325.
- Welles, S.P. 1943: Elasmosaurid plesiosaurs with a description of new material from California and Colorado. *Men. Univ. Calif. Berkeley* 13, 3, 125-225.
- White, T.E. 1940: Holotype of Plesiosaurus longirostris Blake and a classification of the plesiosaurs. *Journal Paleontology* 14, 5, 451_467.
- Wieland, G.R. 1910: *Plesiosaurus (Polyptychodon) mexicanus* Wieland. *Parergones del Instituto Geológico de México*. 3, 6, 359-365.
- William, R. W., Massare, J.A. y Ross, M. 2010: New material from the type specimen of *Megalneusaurus rex* (Reptilia: Sauropterygia) from the Jurassic sundance Formantion, Wyoming. *Paludicola* 7, 4, 170-180.
- Williston, S.W. 1907: The skull of Brachauchenius, With observations on the relationships of the plesiosaurs. *Proceeding of the U.S National Museum* 32, 477-489.
- Williston, S.W. 1908. North American plesiosaurs: Trinacromerum. *Journal of Geology* 16 8, 715-736.