

22.86



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"DESCRIPCION PRELIMINAR DE UN NUEVO HOLOSTEO  
(MACROSEMIIDAE) DEL CRETACICO TEMPRANO  
(ALBIANO) DE LA CANTERA TLAYUA EN  
TEPEXI DE RODRIGUEZ, PUEBLA".

**T E S I S**  
**Q U E P R E S E N T A :**  
**P A R A O B T E N E R E L T I T U L O D E :**  
**B I O L O G O**  
**K A T I A A D R I A N A G O N Z A L E Z R O D R I G U E Z**

MEXICO, D. F.

**FALLA DE ORIGEN**

1989



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.

## CONTENIDO

	PAGINA
RESUMEN	VI
AGRADECIMIENTOS Y CREDITOS	VII
INTRODUCCION	1
Trabajos Previos	4
AREA DE ESTUDIO	
Localización y Vías de Acceso	9
Antecedente Histórico	9
Localidades Fosilíferas	12
Bosquejo Geológico	
Estratigrafía	14
Edad de las Unidades	25
Sedimentología	26
Paleoecología	29
MATERIAL Y METODOS	
Colecta del Material	36
Selección del Material	36
Preparación del Material	37
Morfología	38
Ilustración	39
Terminología y Abreviaciones	39
Acrónimos	41
PALEONTOLOGIA SISTEMATICA	
Principales Características Diagnósticas de la Familia	42
Diagnos de los Géneros Pertenecientes a la Familia	44
Descripción del Nuevo Género Indeterminado	
Diagnos	50
Holotipo y Paratipos	53
Características Generales	55
Caja y Bóveda Craneana	55
Huesos Circumorbitales	57
Huesos Hiopalatinos	58
Mandíbula Superior	59
Mandíbula Inferior	59
Serie Opercular	61
Cintura y Aleta Pectoral	63

	PAGINA
Aleta Pelvica	64
Aleta Anal	64
Aleta Dorsal	64
Aleta Caudal	66
Escamas	66
Discusión del Nuevo Género	71
<b>ANALISIS SISTEMATICO</b>	
Géneros Afines al Nuevo Taxón	74
Hipótesis de Relaciones Entre la Familia Macrosemiidae y el Nuevo Género	78
Ocurrencia en el Registro Fósil	88
<b>DISCUSION</b>	92
<b>SUMARIO Y CONCLUSIONES</b>	98
<b>LITERATURA CITADA</b>	101

## ILUSTRACIONES

Figuras	PAGINA
1.- <u>Macrosemius rostratus</u> y <u>Legnonotus krambergeri</u>	5
2.- <u>Propteris microstomus</u> ; <u>Histonotus oberndorferi</u> y <u>Notagogus decoratus</u>	7
3.- Localización general de la Cantera Tlayua	10
4.- Interrelaciones de las localidades individuales dentro de la Cantera Tlayua General	13
5.- Sección transversal sobre la cañada y Cantera Tlayua, que muestra sus tres miembros	16
6.- Secciones tipo de las formaciones Pie de Vaca y Agua de Luna	20
7.- Columna estratigráfica informal del área de Tepexi de Rodríguez, Puebla	22
8.- Sección transversal del fallamiento inverso de edad laramídica que afecta a los tres miembros de la formación Tlayua	24
9.- Modelo Paleoambiental de Tlayua, según Malpica-Cruz <u>et al.</u> , (1989)	28
10.- Modelo del Paleoambiente de la Cantera Tlayua, según Applegate (1989)	32
11.- Reconstrucción de la cabeza del nuevo género indeterminado	51
12.- Reconstrucción del nuevo género descrito en este trabajo	52
13.- Fotografía del Holotipo, espécimen IGM $\frac{370}{4186}$	54

	PAGINA
14.- Fotograffa de las escamas ventra- les del espécimen IGM $\frac{370}{4186}$ , donde se observa su ornamentación caracte- rística	54
15.- Mandíbula superior e inferior como están preservadas en el ejemplar IGM $\frac{370}{4186}$	60
16.- Pedúnculo y aleta caudal tal y como están preservadas en el espécimen IGM $\frac{370}{4186}$	67
17.- Detalle de las escamas de diferentes regiones del cuerpo en el nuevo género	69
18.- Fotograffa de las escamas de la línea lateral donde se observa el canal de la línea lateral	70
19.- Fotograffa de las escamas de la parte ventral del pedúnculo caudal	70
20.- Interrelaciones dentro de la familia Macrosemiidae propuestas por Bartram(1977)	81
21.- Interrelaciones dentro de la familia Macrosemiidae, incluyendo al nuevo género	81
22.- Segunda hipótesis de relaciones de los géneros de la familia Macrosemiidae, incluyendo al nuevo género	86
23.- Interpretación del cladograma de la figura 20, basado en el esquema general de Bartram (1977)	87
24.- Alcance estratigráfico de los géneros de la familia Macrosemiidae; incluyen- do al nuevo género	91

	PAGINA
TABLAS	
1.- Tabla de Correlación estratigráfica del área de Tepexi de Rodríguez, Puebla	19
2.- Horizonte y localidad de los géneros pertenecientes a la familia Macrosemidae	46
3.- Comparación de las características morfológicas más sobresalientes de los géneros de la familia Macrosemidae	47
4.- Datos obtenidos de algunas de la mediciones importantes en los organismos estudiados	56
5.- Conteo de radios de las aletas y escamas de los ejemplares utilizados en este estudio	65
6.- Comparación de algunas de las características morfológicas de los géneros de la familia Macrosemidae, incluyendo al nuevo género	76
7.- Análisis de caracteres de los géneros de la familia Macrosemidae	84
8.- Horizonte y localidad de los géneros pertenecientes a la familia Macrosemi- da, incluyendo al nuevo género	90

## RESUMEN

Se describe un nuevo género de la familia Macrosemiidae que significa el primer registro del grupo en el Nuevo Mundo.

El material estudiado proviene de la Cantera Tlayua de Tepexi de Rodríguez, Puebla, considerada por la excelente preservación de sus fósiles como uno de los hallazgos más importantes de edad cretácica (albiana) en América.

La descripción del nuevo taxón se basó en cuatro ejemplares depositados en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología de la UNAM.

Para establecer la posición taxonómica del género y sus relaciones filogenéticas dentro del grupo, se llevó a cabo un análisis sistemático basado en enfoques tipológicos y cladistas, que coloca al nuevo taxón en estrecha relación con Macrosemius y Legnonotus, y por sus características derivadas y ocurrencia en el registro fósil, se considera como uno de los más evolucionados dentro de la familia.



## INTRODUCCION

El registro fósil representa solo una pequeña muestra de la vida - del pasado. Cualquier investigación paleontológica y cualquier uso que de los datos aportados por ella se haga, debe basarse en una comprensión - clara de la fuerza y debilidad del registro fósil.

No todas las plantas y animales tienen la misma posibilidad de conservarse como fósiles y no todos los ambientes geológicos son igualmente susceptibles de preservarse en el tiempo. Para formar parte del registro fósil los sedimentos deben conservar al organismo completo, una parte del mismo o alguna huella de su actividad (Raup y Stanley. 1978).

Estas características de preservación se presentan en los fósiles encontrados en las capas formadas por calizas litográficas de la Cantera Tlayua, zona fosilífera localizada en Tepexi de Rodríguez, Puebla.

En una nota publicada en la revista Scientific American en abril - de 1988, se reconoce a la Cantera Tlayua, de aproximadamente 110-115 millo - nes de años de antigüedad como "Potencialmente uno de los descubrimientos paleontológicos más significativos del Nuevo Mundo", que promete verter nueva luz en la evolución de numerosos grupos de animales.

La biota fósil de la cantera no solo posee excelentes condiciones en cuanto a la preservación de los organismos, sino también en cuanto a su diversidad. De acuerdo con Applegate y Espinosa-Arrubarrena (1982); - Applegate (1987); Buítrón y Malpica-Cruz (1987); y Martil (1989), hasta - la fecha se han colectado cerca de 5000 fósiles de más de 100 taxa dife - rentes entre los cuales se incluyen: algas marinas, plantas continentales, foraminíferos, hidroides, gusanos marinos de cuerpo blando, isópodos, can - grejos, gasterópodos, bivalvos, amonitas, belemnitas, holotúridos, ofiu -

roideos, asteroideos, equinoideos, crinoideos, numerosas especies de peces marinos, langatijas terrestres y marinas, un rincocefalido, dientes de plesiosaurio, el húmero de un pteranodon, una tortuga, un cocodrilo y más recientemente un crustáceo decápodo y un organismo que asemeja a una esponja.

Sin embargo, de todos los grupos taxonómicos el mejor representado es el de los peces, con más de 50 taxa de holósteos y teleósteos cuya familias hasta el momento son: Semionotidae, Picnodontidae, Amiidae, Macrosemiidae, Caturidae y Aspidorhynchidae del grupo de los holósteos; Pholidophoridae, Ichthyodectidae, Elopidae, Clupeidae, Chirocentridae y Plethodontidae del grupo de los teleósteos (Applegate et al., 1984). Dentro de los restos de peces también se han encontrado espinas de aletas que indican la presencia de elasmobranchios.

Mucho de los peces son nuevos para la ciencia. Este hecho unido a la excepcional preservación de los especímenes hace de Tepexi de Rodríguez la más espectacular localidad de peces fósiles descubierta en años recientes. Los peces usualmente se conservan enteros, completamente articulados, con cada hueso, cada escama y cada aleta en su lugar (Martill, 1989).

En México el estudio de los peces fósiles se encuentra en sus inicios sobre todo en lo que se refiere al Cretácico Temprano, donde prácticamente todos los taxa son desconocidos.

El presente trabajo forma parte de un proyecto de investigación paleoictiológica desarrollado en el Departamento de Paleontología del Instituto de Geología de la UNAM. De acuerdo con los objetivos generales de este gran proyecto, que incluyen el dar a conocer la biota fósil de la

Cantera Tlayua en Tepexi de Rodríguez, Puebla, se planteó la elaboración de esta tesis cuyos objetivos particulares comprenden la descripción preliminar de un nuevo género de la familia Macrosemiidae y su ubicación dentro del grupo, mediante la proposición de hipótesis de relaciones filogenéticas que se fundamenten tanto en enfoques tipológicos como cladistas. Por otro lado, se pretende contribuir al conocimiento de la paleoecología de la Cantera Tlayua, así como sentar las bases para estudios subsiguientes del grupo ya que es de suma importancia realizar el análisis de los demás ejemplares pertenecientes a la familia Macrosemiidae, que se encuentran depositados en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología, de manera que se amplíe el conocimiento de los mismos y se puedan proponer nuevos esquemas respecto a las relaciones filogenéticas del grupo.

La razón por la cual se eligió esta familia para su estudio se debe a que, por su abundancia, los macrosemidos han sido extensamente recolectados en el área de trabajo durante casi siete años de colectas sistemáticas efectuadas por el Instituto de Geología de la UNAM en colaboración con la National Geographic Society y la National Science Foundation.

Actualmente los ejemplares estudiados se encuentran depositados en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología de la UNAM (sección correspondiente al Estado de Puebla). El número de macrosemidos presentes en dicha colección, es de 64, los cuales se considera que posiblemente - representen cuatro o cinco géneros nuevos.

La importancia de este estudio radica en el hecho de que, aparte de que contribuye al conocimiento de la biota fósil de la Cantera Tlayua, también representa el primer reporte de la familia en el Nuevo Mundo (todos los macrosemidos descritos hasta ahora, provienen de depósitos meso-

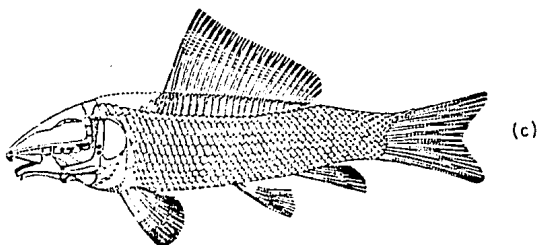
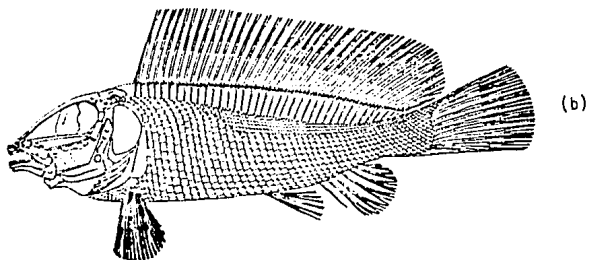
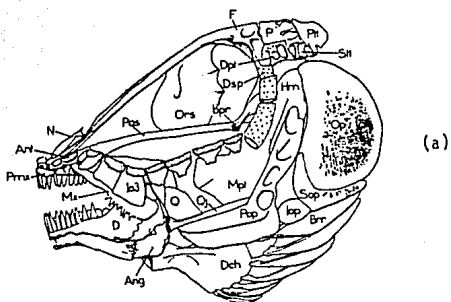
z6icos de Europa) y solo esperamos que este trabajo pueda servir de base para investigaciones posteriores m6s profundas.

### Trabajos previos

Los estudios sobre la familia Macrosemiidae se remontan a finales del siglo pasado y se confinan a descripciones de ejemplares depositados en museos de Inglaterra, Francia, Alemania, Italia y Estados Unidos de Norteam6rica.

La familia Macrosemiidae fue establecida por Thiolliri6 en 1858, cuando reuni6 cinco g6neros dispersos "flotantes". Dicha agrupaci6n la bas6 en las siguientes semejanzas: grado de osificaci6n; curvatura terminal de la columna vertebral; finas estrias de las escamas; fulcras de las aletas; forma general del cuerpo y la cabeza; dentici6n y aleta dorsal alargada. Los g6neros que incluy6 son: Propterus (Agassiz 1834); Macrosemius (Agassiz 1844); Notagoqus (Thiolliri6 1850); Histionotus (Egerton 1854) y Disticholepis (Thiolliri6 1858). Macrosemius es considerado como el g6nero tipo ya que sus caracterfsticas diagn6sticas sirvieron de base a Thiolliri6 para establecer la familia (Figs. 1a y 1b).

Posteriormente, en 1895 Woodward da una descripci6n formal del grupo consider6ndolo relacionada con los cat6ridos ya que, ambos grupos poseen una aleta dorsal alargada y su mand6bula presenta una curvatura similar. Adem6s de los g6neros propuestos por Thiolliri6, Woodward adiciona tres m6s a la familia: Ophiopsis (Agassiz 1834); Legnonotus (Egerton 1854), muy parecido al g6nero tipo (Fig. 1c) y Petalopteryx (Pictet 1850) y suprime a Disticholepis.

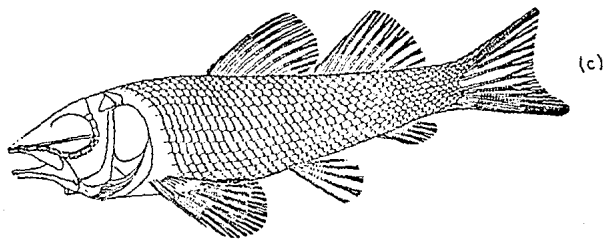
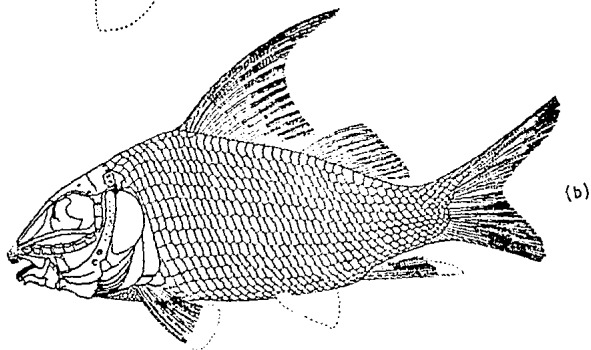
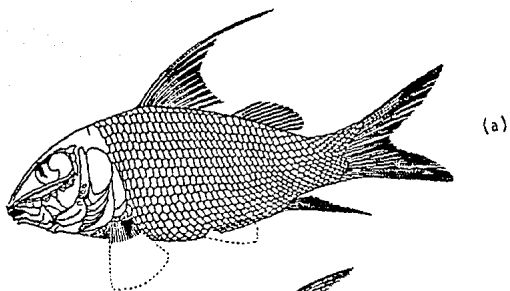


Saint Seine en 1949 publicó la más detallada cantidad de datos - sobre algunos miembros de la familia, provenientes de las calizas litográficas del Jurásico Tardío de Cerin, Francia. Los géneros que describió - incluyen a: Ophiopsis, Macrosemius, Disticholepis y Notagogus.

El trabajo más reciente y completo es el de Bartram 1977, donde el autor hace una recopilación de los trabajos anteriores y considera a la familia constituida por seis géneros: Macrosemius (Figs. 1a y 1b); Legnonotus (Fig. 1c); Enchelyolepis (Woodward 1918); Propterus (Fig. 2a); Histonotus (Fig. 2b) y Notagogus (Fig. 2c), los cuales presenta un rango stratigráfico que va del Triásico Superior al Cretácico Inferior. Sin embargo, como Bartram (1977) comenta, "el escaso número de ejemplares - disponibles y las limitaciones en la preparación de los mismos, no hace - posible dar una completa cantidad de datos acerca de la mayoría de las especies o de la variación que existe entre individuos de la misma especie".

Por otra parte, Bartram (1977) analiza la estructura general de los macrosemidos (siete infraorbitales en forma de lámina enrollada y - dos en forma tubular (Fig. 1a); interopercular pequeño y alejado de la mandibular (Fig. 1a) y aleta dorsal alargada (Figs. 1 y 2 ) entre otras, comparándolos con los actinopterigios en general, de acuerdo a la clasificación cladística de Patterson (1973) y los coloca dentro del grupo de los neopterigios halecostomos como un grupo monofilético con características variables primitivas y derivadas.

Otros autores como es el caso de Carroll (1988) señalan la dificultad que existe en relacionar taxonómicamente a los macrosemidos con cualquier otro grupo de actinopterigios mesozóicos ya que no comparten caracte



terísticas especializadas con otras familias. Según el mismo autor, el origen del grupo se debe remontar a nivel muy primitivo de la evolución los neopterigios.



## AREA DE ESTUDIO

### Localización y vías de acceso

La región fosilífera de Tepexi de Rodríguez, Estado de Puebla, forma parte de la provincia de Tlaxiaco (Buitrón y Malpica-Cruz, 1987) y se localiza al sureste del estado, a 92 Km. de la ciudad de Puebla. La zona comprende una gran extensión que incluye un buen número de localidades - con interés paleontológico: Cantera Tlayua, Pie de Vaca y Agua de Luna, - entre otras.

La cantera Tlayua, objeto de este estudio, se localiza en la Colonia Morelos tres kilómetros al NE del centro de la población de Tepexi de Rodríguez, entre las coordenadas 18°35' latitud Norte y 97°55' longitud Oeste.

El acceso a la zona se realiza siguiendo la autopista México-Puebla (190-D) para llegar a la ciudad de Puebla; de ahí se toma la carretera - que va a Tehuacán (México 150) y se corta al nivel de la desviación que va a San Juan Ixcaquixtla (carretera Puebla 455). Siguiendo todo el camino, - después de cruzar el río Axamilpa y tres kilómetros antes de la población de Tepexi de Rodríguez se llega a la entrada de la extensa zona paleontológica (Fig. 3).

### Antecedente Histórico

La región de Tepexi de Rodríguez, caracterizada por su aridez y - pobreza del suelo, es una zona que hasta hace unos años era prácticamente desconocida.

En la zona existen tres grupos étnicos importantes: mixtecos, popolocas y nahuas (Applegate et al., 1984), sus condiciones de vida son severas y subsisten de la explotación de diversas canteras de travertino -

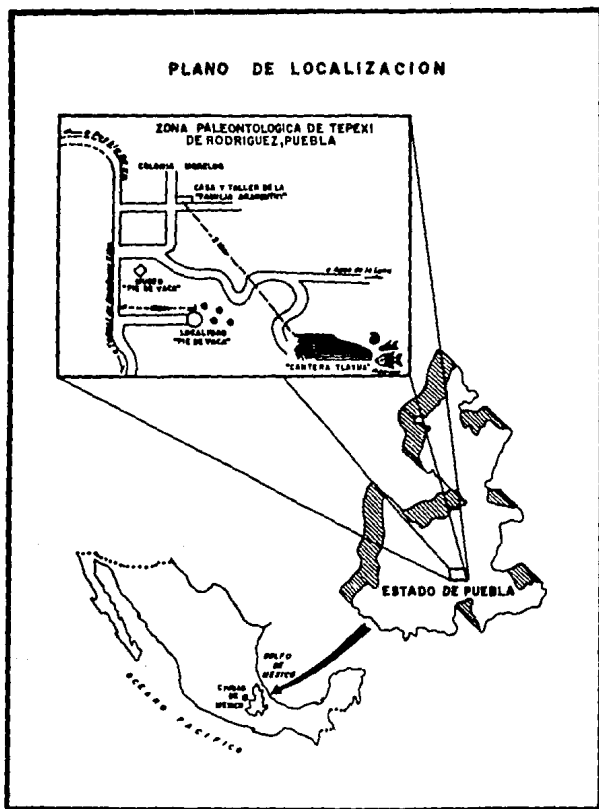


Figura 3.- Localización general de la Cantera Tlayua dentro de la zona paleontológica de Tepexi de Rodríguez, Puebla (tomado de Applegate et al., 1984).

(caliza lacustre blanca llamada mármol) que se encuentran en la zona. La única cantera diferente, formada por calizas litográficas de color rojo, de donde provienen los fósiles, pertenece a los señores Aranguthy, una de las familias más respetadas y populares de la zona.

La cantera comenzó a ser explotada en forma artesanal desde 1950 y no es sino hasta 1982, cuando el Instituto de Geología de la UNAM, al tener conocimiento del área se interesó por desarrollar un extenso proyecto de investigaciones geológicas y paleontológicas. Una vez iniciado el proyecto se sumaría la colaboración de algunas instituciones nacionales y extranjeras. Tal es el caso del Instituto Nacional Indigenista; que hizo posible la construcción del pequeño museo "Pie de Vaca" que se encuentra a la entrada de la zona y guarda los ejemplares de invertebrados y vertebrados más representativos de la cantera Tlayua (Figura 3). También es de notar la colaboración de la National Geographic Society, que con una subvención apoyó el proyecto desde 1982 hasta 1986 y posteriormente se obtuvo el apoyo de la National Science Foundation (1986-1988). Tales obras hicieron posible que se colectara el material empleado en esta tesis y en más de diez estudios que en la actualidad se encuentran en proceso de realización en diferentes parte de México y Estados Unidos.

Actualmente la explotación de la cantera, así como, la construcción (fase final) del museo paleontológico "Pie de Vaca" se sigue llevando a cabo con el auxilio y supervisión de la UNAM, y pasarán muchos años antes de que se pueda terminar de explotar toda el área, lo que permitirá encontrar tal vez un número muy elevado de especies nuevas y sobre todo una mayor cantidad de ejemplares de los tipos ya conocidos.

## Localidades fosilíferas

El área general de Tepexi de Rodríguez comprende tres localidades generales: La Cantera Tlayua, Pie de Vaca y Agua de Luna.

El material utilizado en este estudio proviene de la Cantera Tlayua y a ella nos dedicaremos exclusivamente, aunque en el siguiente tema, correspondiente a Bosquejo geológico del área, se tratan a las otras dos localidades ya que es importante tener un panorama general de la zona.

Como mencionamos anteriormente, la Cantera Tlayua ha sido explotada desde 1982 bajo la supervisión de diferentes instituciones y como cada excavación se ha realizado en distintas zonas, a cada una de ellas se le ha considerado como una cantera (localidad) aparte, asignándole nombres y números de localidad diferente.

El material estudiado proviene de dos localidades de la cantera general (Figura 4): La localidad IGM-loc 370 "Cantera Tlayua Aranguthy" y la localidad IGM-loc 1971 "NSF # 1". En la figura 4 se observa la posición y relaciones de las localidades individuales dentro de la "Cantera Tlayua General", incluyendo la "Cantera Alacranes" (IGM-loc 1970), producto de una subvención de la National Geographic Society.

### IGM-loc 370 "Cantera Tlayua Aranguthy"

Esta cantera corresponde al sitio de procedencia de las donaciones de la familia Aranguthy al Instituto de Geología de la UNAM y a las primeras colectas realizadas por personal del mismo. Del área general, la cantera corresponde a la parte más occidental. La localidad carece de un sistema establecido de coordenadas, sin embargo existen cuatro niveles de profundidad controlada, siendo la zona cuatro la más superficial y la zona uno

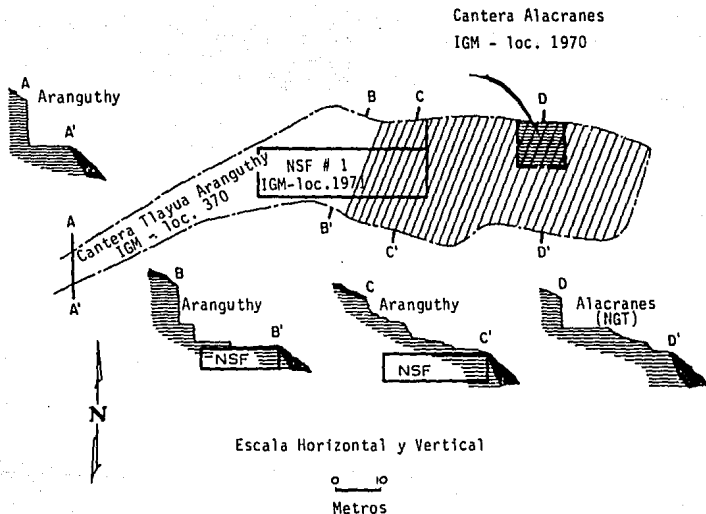


Figura 4.- Interrelaciones de las localidades individuales dentro de la Cantera - Tlayua General. Esquema modificado por Applegate (1989, en proceso) de un reporte no publicado, preparado por el Dr. George Callison (CSULB) para la National Science Foundation.

la más profunda (Figura 4).

#### IGM-loc 1971 "NSF # 1"

Esta cantera se encuentra ubicada al lado Este de IGM-loc 370. La localidad presenta control vertical que se tomó a intervalos de un metro designados como Z-5; Z-6; Z-7, etc. siendo Z-5 el más superficial. La posición horizontal de los especímenes está basada en una cuadrícula de 20 x 5 m en donde se establecieron cuadrantes de N-S y W-E designados por números y letras. Esta localidad es producto de una subvención de la National Science Foundation y fue escavada durante el período de 1986 a 1988 (Figura 4).

### Bosquejo Geológico

#### Estratigrafía

Sobre el área de Tepexi de Rodríguez se han realizado muy pocos estudios que definan la estratigrafía del lugar, algunos autores como Martill (1989) proporcionan solo una idea muy general de la superposición de los litosomas y algunos comentarios sobre las estructuras más obvias; otros como Padilla (in Applegate et al., 1984) y geólogos de Petróleos Mexicanos (plano geológico in Buitrón y Malpica-Cruz, 1987) ya proporcionan algunas ideas de las posibles relaciones estratigráficas de las unidades que afloran en el área, con las que tradicionalmente se conocen en toda la región.

Sin duda alguna, el trabajo sobre Tepexi de Rodríguez más completo con se cuenta por el momento es el de Pantoja-Alor et al., (1989). De acuerdo con las observaciones de estos autores se tiene que "las rocas más

antiguas que afloran en la región consisten de esquistos y filitas del complejo Acatlán, de edad Paleozoica Temprana, las cuales están cubiertas, en discordancia angular, por capas rojas terrígenas y lentes calcáreas del Jurásico Tardío, Neocomiano y Aptiano inferior. Les sobreyace una secuencia gruesa de calizas de plataforma cuya edad abarca desde el Aptiano Tardío hasta el Turoniano. Sobre las rocas cretácicas descansan en marcada discordancia angular, los conglomerados continentales eocénico-oligocénicos de la formación Balsas, a los que también cubren sedimentos terrígenos continentales del Terciario Superior (Monroy-Fernández y Sosa-Patrón, - 1984).

Obviamente esta secuencia general no es aplicable completamente en el área de estudio, ya que los trabajos más recientes indican que prácticamente todas las unidades, con excepción del basamento metamórfico, merecen ser descritas en función de sus características propias. De lo anterior tenemos que Pantoja-Alor et al., (1989), proponen informalmente el nombre de Formación Tlayua para designar una secuencia de calizas (mudstone) de aproximadamente 300 m de espesor que afloran a lo largo de la barranca del mismo nombre, en la parte media de la cual se encuentra la localidad fosilífera "Cantera Tlayua" (Figura 5).

Para su descripción, Pantoja y asociados dividieron a la formación en tres miembros: inferior (Kiti); medio (Kitm) y superior (Kits).

Miembro inferior.- Consiste en una secuencia de calizas de color gris claro a crema, micríticas (mudstone y wackestone), con algunos intraclastos y abundantes miliólidos. Su estratificación varía de masiva a gruesa con biostromas delgados, con espesores entre 20 y 50 cm de rudistas de la especie Toucasia polygyra (Alencáster, 1973) y ostreidos del género Chondrodonta. Dentro de las calizas aparecen concreciones de sílice blanca

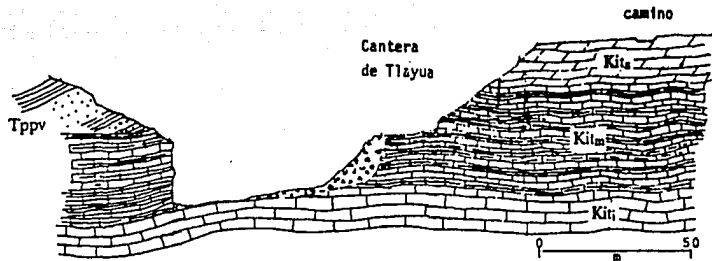


Figura 5.- Sección transversal sobre la cañada y Cantera de Tlayua, que muestra los tres miembros de esa formación (Kiti, Kitm, Kite) y el contacto tectónico con la formación Pie de Vaca (Tppv). tomado de Pantoja et al (1989).



y negra y lentes de pedernal obscuro; en algunas partes los biostromas se encuentran totalmente silificados.

Miembro medio.- Se forma de una secuencia de 48 a 50 m de espesor de calizas de estratificación delgada, laminadas, micríticas (mudstone), consideradas por Applegate (1987) y Martill (1989) como calizas litográficas; de un color abigarrado, con predominio de tonalidades rojiza y crema. La estratificación varía desde unos cuantos milímetros hasta 15 cm de espesor. Dentro de las capas hay lentes de pedernal obscuro, que pueden tener desde unos cuantos milímetros hasta 70 cm de longitud. En algunos planos de fractura, ensanchados por efecto del agua y disolución diferencial, la laminación destaca de manera notable. Por lo general, la parte superior de los estratos se encuentra cubierta por una capa de hematita muy delgada que le imparte a las lajas un color rojo característico (Pantoja-Alor et al., 1989).

Este miembro es, sin duda alguna el más importante desde el punto de vista paleontológico, ya que de él proviene más del 95% del material recolectado en el área (incluyendo el descrito en este trabajo).

Sobre diferentes aspectos paleontológicos, sedimentológicos y paleoecológicos se han realizado diversos estudios señalados en Applegate y Espinosa-Arrubarrena (1982) y Applegate et al., (1984), principalmente en lo que se refiere a la similitud litológica que existe entre las calizas laminadas micríticas del miembro medio de la formación Tlayua y las conocidas calizas litográficas de Solenhofen en el Sur de Alemania.

Miembro superior.- Consiste en una secuencia incompleta de capas medianas a gruesas de dolomía y caliza dolomítica, de color gris claro a tono medio, cuyos afloramientos están expuestos inmediatamente arriba de la cantera, sobre el margen septentrional de la barranca. La dolomía pasa transicio-

nalmente a una caliza de grano fino, micrítica (mudstone), de color crema a rosado, de estratificación delgada a mediana, que se observa en el camino de Agua de Luna (Pantoja-Alor et al., 1989)

Pantoja-Alor y colaboradores (1989) correlacionan a la Formación Tlayua con la Formación Morelos, con la Caliza Orizaba de la Sierra de El Tenzo y con parte de la Caliza Teposcolula de la Mixteca Alta. Ver tabla 1.

Sin embargo estos autores también señalan que, dentro del grado de avance en cuanto al estudio de esta unidad, aún falta conocer su espesor real (en el área cartografiada no aflora la base del miembro inferior y la cima del superior se encuentra erosionada) y por lo tanto, las correlaciones pueden sufrir modificaciones posteriores y la denominación de la Formación Tlayua debe considerarse como informal.

En lo que se refiere a los sedimentos terciarios cartografiados por Pantoja-Alor et al., (1989) en el área de estudio, estos representan una sección de más de 120 metros de espesor de terrígenos continentales. Por su posición estratigráfica, características litológicas y rasgos tectónicos, la sección fue dividida en dos unidades: La Formación Pie de Vaca y la Formación Agua de Luna (Figura 6).

De acuerdo con Pantoja-Alor et al., (1989) la Formación Pie de Vaca es una secuencia de 57 metros de espesor, compuesta por conglomerados, gravas, areniscas, limos, arcillas y calizas lacustres, que descansan discordantemente sobre cualquiera de los tres miembros de la Formación Tlayua. La base de la formación descansa discordantemente sobre las calizas del miembro medio de la Formación Tlayua. El contacto superior está indicado por una capa conglomerática; sobre la cual descansa en discordancia ero-

		1	2	3	4	5
CRETACICO	SUPERIOR	HAASTRICITIANO				
		CAMPANIANO			FORMACION YUCUNAMA	FORMACION MEXCALA
		SANTONIANO		FORMACION MEXCALA ?	?	
		CONIACIANO		FM. CUAUTLA		
		TURONIANO				FM. MALTRATA
	MEDIO	CENOMANIANO			CALIZA TEPOSCOLULA	FORMACION ORIZABA
	INFERIOR	ALBIANO	FM. TLAYUA M. Superior M. Medio M. Inferior	FORMACION MORELOS	CALIZA COYOTEPEC	
		APTIANO		?	U. MAGDALENA	
		NEOCOHIANO		FORMACION XOCHICALCO		

- 1.- Area de la Cantera de Tlayua
- 2.- Región de Morelos
- 3.- Area de Ixcaquixtla-Totoltepec, Pue. y Oax.
- 4.- Area de la Mixteca Alta, Oax.
- 5.- Sierra del Tenzo, Pue.

Tabla 1.- Tabla de correlación estratigráfica del área de Tepexi de Rodríguez, Puebla. Tomado de Pantoja-Alor et al., (1989).

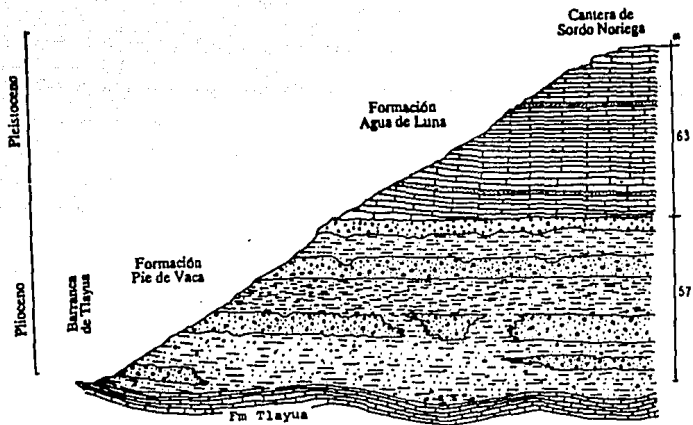


Figura 6.- Secciones tipo de las formaciones Pie de Vaca y Agua de Luna, medidas desde la Barranca de Tlayua, hasta la Cantera Sordo Noriega. Escala horizontal igual a vertical. Tomado de Pantoja-Alor et. al. (1989).

sional, la primera capa de caliza lacustre de la Formación Agua de Luna.

En la Formación Pie de Vaca se han encontrado más de 150 huellas de mamíferos ungulados y de otros tipos que parecen corresponder a venados, cerdos o felinos. Además, existe la impresión de una flamenco que, junto con la evidencia geológica demuestran que este lugar representa las costas de un mar Cenozoico (Applegate et al., 1984). El afloramiento con huellas de ungulados dió origen a que el paraje se conociese desde hace muchos años como "Pie de Vaca", nombre que no solo se ha aplicado a la unidad litoestratigráfica, sino también al Museo Paleontológico Regional establecido en la Colonia Morelos (Ver Figura 3).

La formación Agua de Luna es una secuencia continua de calizas lacustres, de color blanco a crema, en posición casi horizontal, de estratificación gruesa a masiva con intercalaciones delgadas de arcillas y conglomerados de carácter lenticular. Su espesor alcanza los 63 metros y su parte superior está cubierta por material aluvial y suelo del cuaternario. En general las capas adquieren un carácter atravertinado, lo que permite su extracción en bloque y laminación para comercializarse como "travertino" en la industria de la construcción. La Figura 7 muestra una columna estratigráfica informal de las secciones tipo de la región de Tepexi de Rodríguez, basada en el trabajo de Pantoja-Alor et al., (1989).

Como apoyo al levantamiento geológico realizado por Pantoja-Alor y colaboradores (1989), se obtuvieron los rasgos tectónicos que rigieron el depósito de los sedimentos cretácicos y terciarios que afloran en el área y cuyos resultados fueron reportados por Galguera-Rosas et al., (1989). De esta investigación se tiene que dentro del área de Tepexi de Rodríguez están impresos los rasgos estructurales de dos eventos tectónicos regio-

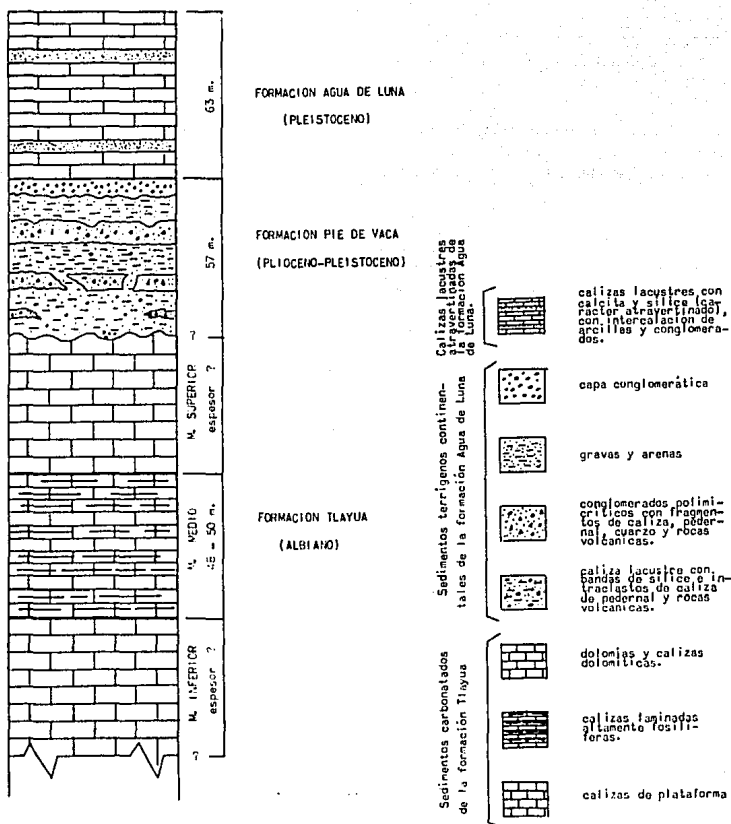


Figura 7.- Columna estratigráfica informal del área de Tepexi de Rodríguez. Puebla, elaborada a partir de la información dada en Pantoja-Alor et al., (1989).

nales completamente diferentes. El primero está representado por una tectónica comprensiva que originó el fallamiento y plegamiento de las unidades mesozóicas con lineamientos NW-SE que indican un sentido de SW a NE para los esfuerzos compresivos de Edad Laramídica. Estas unidades se caracterizan por formar anticlinales y sinclinales desarrollados como resultado de una deformación diferencial. Por lo que la secuencia cretácica que compone la Cantera Tlayua se encuentra en el extremo noroccidental de un anticlinal asimétrico cuya dirección axial es de N30°W (Pantoja-Alor et al., 1989).

El segundo evento (post laramídico) se caracteriza por presentar - esfuerzos distensivos que originaron un fallamiento normal que produjo - lineamientos regionales NE-SW, así como fosas tectónicas dentro del contexto regional. Asociadas a estas fallas se desarrollaron otras en dirección NW-SE como son conjugadas, particularmente en las capas de donde provienen los fósiles que aquí se describen. La mecánica de la deformación es resultado de la acción de esfuerzos compresivos superficiales, que originaron el desprendimiento y transporte de la carpeta sedimentaria a lo largo de sus planos de estratificación y el desarrollo de fallas que produjeron el sobrecorrimiento del miembro inferior sobre el miembro medio (Figura 8 ), formando en sus frentes asociaciones complejas de pliegues y fracturas de rompimiento por flexión (Galguera-Rosas et al., 1989).

Hasta ahora hemos visto que la región fosilífera de Tepexi de Rodríguez presenta una topografía irregular y una estratificación diferente, debida a que la depositación de los sedimentos se efectuó en distintos - tiempos y con patrones tectónicos diferentes. No obstante que el material fósil objeto de este estudio proviene solamente del miembro medio de la - Formación Tlayua, es importante conocer la geología de toda la región y el

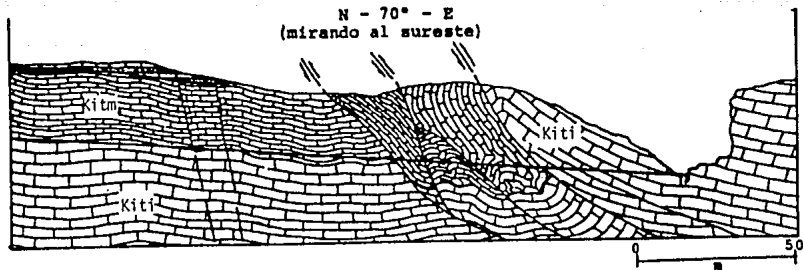


Figura 8.- Sección transversal del fallamiento inverso de edad laramfídica, que afecta a los miembros inferior (Kiti) y medio (Kitm) de la formación Tlayua. Tomado de Pantoja-Alor et al., (1989).



y el tipo de organismos que existieron en los diferentes estratos para poder establecer una secuencia cronológica adecuada que apoye las determinaciones de edad.

#### Edad de las Unidades

Con objeto de seguir el mismo patrón de las estratigrafías del área de la cantera desde la base hasta la cima, y de las formaciones superiores; a continuación se listan cada una de las formaciones o estratos, con la variedad de fósiles que se encuentran en ellos y la edad que hasta el momento ha sido asignada.

Formación Tlayua.- El miembro inferior se caracteriza por la presencia de miliólidos (foraminíferos), rudistas y ostreidos. La edad albiana se debe a la presencia de la especie Toucasia polygyra (Alencáster, 1973), así como a ostreidos del género Chondrodonta (Pantoja-Alor et al., 1989). El miembro medio de esta sección es donde se ha encontrado la gran variedad de invertebrados, vertebrados y plantas que se han reportado en las distintas localidades de la cantera. La edad de este miembro ha sido establecida por las amonitas y belemnites que se han encontrado. Seibertz y Buitrón en 1987 describieron los belemnites del género Neohibolites encontrados en Tlayua, los cuales bioestratigráficamente indican una edad Albiano Medio a Tardío. El estudio de las amonitas no ha sido formal, sin embargo, Cantú-Chapa (in: Buitrón y Malpica-Cruz 1987) identificó algunos ejemplares del género Morticeras cuya edad coincidió con la reportada por Seibertz y Buitrón(1987) para los belemnites. Por otro lado, la fauna de peces indica que los sedimentos pertenecen al Cretácico Temprano. La abundancia de holósteos y lo primitivo de los teleósteos es el principal argumento en favor de esta datación (Applegate et al., 1984). El miembro su-

perior contiene abundantes miliólidos y su edad es Albiano Superior-Aptiano inferior (Pantoja-Alor et al., 1989, tabla de correlación estratigráfica - p. 66).

Formación Pie de Vaca.- Las abundantes huellas de mamíferos y la impresión del flamenco indican una edad Plioceno-Pleistocénica (Pantoja-Alor et al., 1989)

Formación Agua de Luna.- Desafortunadamente para esta unidad no se cuenta con fósiles diagnósticos para asignarle una edad precisa, pero por su posición estratigráfica se considera que sean pleistocénicos (Pantoja-Alor et al., 1989).

Al igual que para las unidades mesozóicas, el que no se conozcan - los espesores reales de las formaciones terciarias del área de Tepexi, - impide una asignación de edades más precisa y hace que por el momento permanezcan como unidades informalmente descritas.

#### Sedimentología

Todavía hace falta una investigación exhaustiva sobre la sedimentología del área de las Canteras Tlayua, los trabajos más recientes que tratan sobre el tema son: el de Martill (1989) y el de Malpica-Cruz et al., (1989).

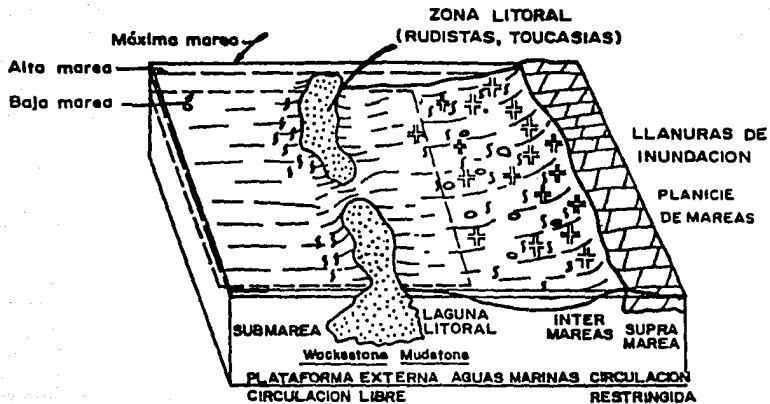
Martill (1989) propone que las capas laminadas de Tlayua fueron depositadas en una cuenca restringida, no muy distante de la costa. En el modelo propuesto, las láminas individuales representan secuencias de micro turbiditas generadas durante tormentas. Las turbiditas pudieron haber fluido de áreas marginales superficiales bien oxigenadas, hacia el interior de la cuenca depositándose en las zonas más profundas, formando los estratos

que conocemos. Si así fue, ellas enterraron el necton muerto e introdujeron algunos elementos bentónicos de los márgenes de la cuenca. La dirección del flujo de las turbiditas está presumiblemente reflejada en las varias estructuras sedimentarias por ejemplo: ondulación; alineación de peces en dirección preferencial; crinoides con muestra de haber sido arrastrados, etc. (formadas por las corrientes de turbiditas), que han sido observadas.

Si la interpretación de la laminación como microturbiditas es correcta, entonces parece que existen similitudes sedimentológicas, al igual que de preservación, con la clásica localidad fosilífera de Solenhofen en Alemania. En estos finos depósitos Jurásicos portadores de fósiles tan importantes para la ciencia (por lo desconocido en otros ambientes de depósito) como Archeopteryx, la primera ave conocida, las turbiditas de las calizas litográficas se derivan de arrecifes de coral cercanos, que crecieron en la cima de arrecifes de esponja más antiguos. En Tepexi no se han encontrado arrecifes de coral en la vecindad, pero la finura de las láminas individuales puede indicar que la fuente del fino lodo calcáreo pudo haber estado a varias decenas de kilómetros de distancia.

Por otra lado Malpica-Cruz et al., (1989) interpretan mediante el estudio de las microfacies, las condiciones de sedimentación y diagénesis que tuvieron lugar durante el depósito y litificación de la Formación Tlayua. Con base en el estudio de 20 secciones delgadas, los autores postulan siete microfacies distribuidas en los tres miembros de la cantera que permiten proponer un ambiente tan somero como el de la zona de mareas, - teniendo microfacies de supra, inter e inframarea lo que correspondería a un medio somero de tipo laguna abierta (Figura 9).

El ambiente de supramareas se presenta en el miembro superior donde,



●●● INTRACLASTOS

⊕⊕ CARPETAS DE ALGAS

))) FISURAS DE DESECACION

Figura 9.- Modelo paleoambiental de Tlayua, según Malpica-Cruz, et al., (1989)

en vista de que no se ha encontrado ningún tipo de barrera arrecifal o arenosa, se puede decir que corresponde a una gran planicie de mareas, influenciada por variaciones estacionales, donde una estación más o menos seca fue seguida de una estación húmeda.

En el miembro medio generalmente las capas y laminaciones están onduladas y tienen estructuras de carga y fracturas de desecación. El medio de depósito corresponde a una zona de intermarea de gran extensión, en un medio lagunar donde fue posible que se depositaran los finos sedimentos. En este modelo se propone que, la estratificación horizontal laminar se produce bajo la influencia de una dinámica elevada (por tracción), representada por cambios en las condiciones del agua, tales como salinidad, temperatura, pH y velocidad de sedimentación. Las características de los intraclastos y los foraminíferos bentónicos estudiados en este miembro, confirmaron esta interpretación.

Por último, el miembro inferior representa un medio sedimentario de plataforma interna muy cercana a la zona litoral, de energía cinética moderada a débil.

### Paleoecología

Existen varios modelos del paleoambiente que prevaleció en la Cautera Tlayua durante el Albiano, sin embargo aún es prematuro pensar que uno de ellos sea el correcto, ya que hace falta todavía una investigación más a fondo. Los modelos propuestos por diferentes investigadores son los siguientes:

Applegate et al., en 1984 sugieren que las calizas de Tepexi de Rodríguez se pueden comparar con el modelo paleoecológico de Solenhofen, -

Alemania, que consiste en una cuenca con una profundidad entre 100 y 200 metros, la cual está incluida dentro de una laguna costera de aguas someras entre el continente posiblemente al Este y con un arrecife de barrera, ya sea de coral o de rudistas, al Oeste. Más allá del arrecife se encontraba el mar abierto lo que se pone de manifiesto por la presencia de formas pelágicas. En el fondo de la cuenca se depositaban fragmentos y testas coccolitofóridos, formándose un cieno de  $\text{CaCO}_3$ , que por la falta de circulación y reciclaje de agua produjo unas condiciones extremas de anaerobiosis que fueron letales para casi todos los organismos, con excepción de bacterias anaeróbicas y foraminíferos bentónicos. Para apoyar esta afirmación, los autores hacen una comparación de estas localidades de acuerdo con su semejanzas y diferencias que a continuación se enlistan.

#### Similitudes:

- 1.- Ambas son micritas, sin bioturbación y están compuestas por 96-98% de  $\text{CaCO}_3$ .
- 2.- Ambas son laminadas, siendo las láminas muy delgadas.
- 3.- Ambas muestran huellas y pistas pero no galerías.
- 4.- Ambas contienen testas de coccolitofóridos (algas azul-verdes) y foraminíferos bentónicos (miliólidos).
- 5.- Ambas contienen belemnites y amonitas pelágicas.
- 6.- La ictiofauna es similar, tomando en cuenta las diferencias evolutivas pertinentes, ya que la Cantera Tlayua es más joven (Albiano), mientras que Solenhofen es Jurásica.
- 7.- Ambas poseen lagartijas terrestres y marinas, así como plesiosaurios y tortugas.

#### Diferencias:

1.- Los fósiles de Tepexi son abundantes, en Solenhofen son relativamente escasos.

2.- En Tepexi aún no se han encontrado insectos, ni medusas, mientras que en Solenhofen han sido ampliamente documentadas.

3.- La presencia de algas es más común en la Cantera Tlayua.

4.- El arrecife de coral de Solenhofen se conoce, lo que no sucede en Tepexi.

5.- Los planos de estratificación de Tlayua son de un color rojizo debido al mineral hematita, lo que no sucede en Solenhofen en donde los planos son de color crema.

Posteriormente, Applegate en 1987 propone que los sedimentos de Tepexi fueron depositados en una cuenca cerrada con bordes escarpados y con una laguna interior entre una masa de tierra al Oeste y una barrera al Este, Norte y Sur. Tanto la cuenca como la barrera en cuestión se formaron por el fallamiento de un bloque, en donde en uno de sus lados se desarrolló un arrecife de hidrozoarios. La cuenca estaba rodeada por aguas superficiales de cinco a diez metros de profundidad y el fondo de la cuenca estaba caracterizado por condiciones anaeróbicas. Este medio letal dió por resultado la falta de bioturbación y a través de una sedimentación orgánica lenta, produjo finas capas inalteradas. La coloración roja característica de las capas se debe a la precipitación de hematita hacia la cuenca, proveniente de fuentes cercanas. La profundidad de la cuenca basada en la falta de fuertes corrientes estima que haya sido entre 10 y 30 metros.

El Dr. Applegate ha hecho ciertas modificaciones actualmente a su modelo (comunicación personal) que se muestran en la figura 10, donde se observan dos tipos de barreras: una forma la cuenca donde se localiza la

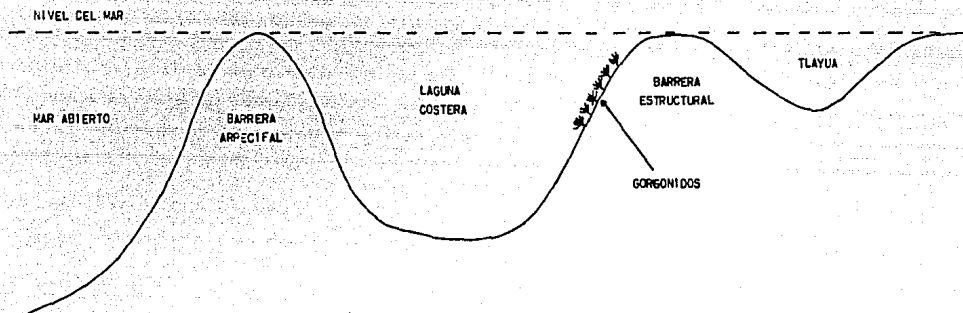


Figura 10.- Modelo del paleoambiente de la Cantera Tlayua, según Applegate en comunicación personal (mayo de 1989).



laguna costera y posterior a ella otra, forma una pequeña bahía que es - realmente donde se llevó a cabo la depositación de los sedimentos "Cantera Tlayua".

Applegate en su segundo modelo sigue apoyando la existencia de una barrera arrecifal un poco lejana al sitio de depósito que formó la laguna costera abierta. Dentro y fuera de la laguna principal vivieron peces de diversas clases, principalmente holósteos que pudieron alimentarse a partir de la barrera arrecifal, como los picnodontos, ó de invertebrados u otros peces más pequeños del mar abierto, que eran llevados hacia la laguna más pequeña por las corrientes. Los gorgónidos que son abundantes en Tlayua, pudieron vivir en la base de la segunda barrera estructural, dentro de la laguna, y debido a las corrientes fueron arrancados sin raíces (como se - han encontrado todos hasta ahora) y transportados hacia la bahía posterior donde se depositaron. En ésta, la circulación de agua era escasa, lo que ocasionó un ambiente anóxico que impidió la existencia de organismos bentó nicos y por lo tanto la ausencia de organismos descomponedores que afecta- ran a los peces y organismos en general. La única infauna que se ha encon- trado está representada por foraminíferos miliólidos que se reportan en - las láminas delgadas de Malpica-Cruz et al., (1989), y que también se han encontrado alrededor de los peces, Applegate piensa que su presencia sobre la caliza y alrededor de los peces, indican que los miliólidos se acercaron para alimentarse de ellos, obteniendo el oxígeno que se produce en el pro- ceso de descomposición.

En las calizas litográficas de Tlayua también se reportan carpetas de algas y fracturas de desecación que debieron formarse durante períodos de desecación en la laguna después de haber sido depositado el sedimento.

Por otro lado, Applegate comenta que no existe evidencia de plancton ya que éste se recristaliza y forma parte de la caliza litográfica. En este sentido, Seibertz y Buitrón en 1987 proponen que la laminación calcárea se originó por la acción de cianofíceas cocales (algas azul-verdes), que son organismos de un ambiente marino más o menos normal, subtidal a hiper salino.

El siguiente modelo paleoecológico propuesto para el área corresponde a Martill (1989) en donde explica que la preservación generalmente perfecta de los peces, indica que no hubo bioturbación en el suelo marino. Esta falta de vida en el fondo ha sido detectada por los paleontólogos por la presencia de formas pelágicas dominantes (libres nadadoras) y al mismo tiempo por la rareza de las formas bentónicas, que pudieron haber sido arrastradas durante tormentas.

En otro sentido, la presencia de lagartijas terrestres, indica que la tierra no estaba muy distante, pero se debe hacer notar que las calizas litográficas de Tlayua carecen de material detrítico, lo que sugiere que la tierra que entraba a la laguna era mínima o que ésta estaba protegida de la llegada de material terrestre. Las delgadas capas de arcilla roja entre las calizas puede deberse a la llegada de polvo proveniente de cercanas masas de tierra árida, que fue transportado por el viento.

Martill (1989) está de acuerdo con Applegate et al., (1984) en comparar a Tlayua con Solenhofen y aunque en Tepexi no se han encontrado arrecifes de coral, la finura de las láminas individuales indica que la fuente de las calizas de grano fino estaba a varias docenas de kilómetros.

Por último, el modelo más reciente es el propuesto por Malpica-Cruz et al., en 1989, como ya se habló de él en el inciso anterior pág. 27,

Figura 9 , solo cabe mencionar que es un modelo un tanto diferente que re presenta un ambiente tan somero con la zona de mareas y el miembro medio de la formación Tlayua (zona altamente fosilifera) corresponde a la zona de intermarea.

## MATERIAL Y METODOS

### Colecta del Material

El material estudiado fue colectado por miembros de la familia Aranguthy, como parte de las actividades comerciales de la cantera y como parte de la colaboración de la National Science Foundation al proyecto de Tepexi de Rodríguez, durante el período de 1986 a 1988.

El procedimiento que se sigue para la colecta consiste en separar lasajlas individuales del gran conjunto de la cantera, mediante el uso de picos, mazos y cinceles; posteriormente se seleccionan las lajas que presentan fósiles y se seccionan en una cortadora de disco de diamante de borde discontinuo para dejar solamente el fragmento que contiene al ejemplar. Terminada esta labor, los fósiles son enviados al Museo de Paleontología del Instituto de Geología de la UNAM, donde son ordenados y catalogados a nivel taxonómico lo más preciso que sea posible (principalmente a nivel de familia ó género y especie en algunos casos) dentro de la colección.

### Selección del Material

El material utilizado en esta investigación se seleccionó después de haber revisado los 64 ejemplares pertenecientes a la familia Macrosemiidae existentes en la colección, los cuales se separaron de acuerdo a varias características como son: la similitud en la forma del cuerpo, la longitud total, la forma y tamaño de las aletas y el patrón de escamas entre otras, quedando establecidos seis grupos diferentes que hasta el momento se consideraran como posibles géneros nuevos.

El criterio seguido en la elección de un grupo en particular se basó en la mejor preservación de los ejemplares y en lo excepcional de su aleta

dorsal y patrón de escamas. Desafortunadamente la colección solo contiene cuatro ejemplares de este nuevo género, sin embargo su singularidad mantuvo firme nuestra elección.

### Preparación del Material

Como se mencionó con anterioridad, los macrosemidos son peces muy delicados y su preparación necesita de mucho cuidado para evitar la pérdida o deterioro de alguna estructura importante del organismo tratado.

La limpieza se realiza mediante métodos químicos y mecánicos. Los métodos químicos consisten en el uso de sustancias abrasivas y neutralizantes o amortiguadoras. Los métodos mecánicos consisten en el uso de agujas de disección, exploradores dentales, pinceles y cepillos dentales.

Antes de iniciar la limpieza de cualquier fósil es necesario conocer la composición de la roca en la que se encuentra incluido, para poder saber que clase de sustancia abrasiva se debe utilizar y el tipo de método más conveniente a las necesidades del proyecto.

En este caso particular, la matriz es una caliza litográfica compuesta principalmente por carbonato de calcio (Applegate, 1987) y el método más adecuado para la preparación es el propuesto por Toombs y Rixon (1959), que se basa en el uso del ácido acético como removedor de la matriz rocosa en la preparación de vertebrados fósiles. La óptima concentración del ácido es de 15%, sin embargo no es necesaria una completa exactitud en la concentración

Dependiendo de que tan incluido esté el fósil en la matriz, se puede sumergir totalmente en el ácido durante segundos, tal vez minutos o se -

puede ir agregando poco a poco. Posteriormente se quita el exceso de abrasivo con papel secante y se agrega un neutralizador como la amoníaco o simplemente se lava con agua corriente las veces que sea necesario hasta detener la reacción.

El siguiente paso es la observación al microscopio y la limpieza mecánica. El microscopio estereoscópico representa un papel muy importante en la exactitud del método mecánico, ya que algún descuido puede ocasionar la pérdida de alguna estructura o su deterioro.

La matriz persistente se elimina mediante el uso de las agujas, - exploradores, pinceles y cepillos. Si aún después de raspar la matriz no es posible distinguir las estructuras necesarias, se puede utilizar de nuevo el ácido acético cuantas veces sea necesario, siempre y cuando se neutralice su acción.

#### Metodología

Después de haber preparado totalmente los ejemplares, se tomaron las medidas necesarias propuestas por Lagler (1984) para llevar a cabo una identificación o clasificación de los peces, como son: longitud total, longitud estándar, longitud de la cabeza, longitud predorsal, altura máxima, altura mínima, longitud del hocico, longitud del ojo, longitud cefálica postorbital, longitud de la base de la aleta dorsal, longitud de la base de la segunda aleta dorsal, número de radios de las aletas, número de escamas de la línea lateral y número de hileras de escamas por arriba y por abajo de la línea lateral.

Las medidas se utilizaron para establecer comparaciones en cuanto al tamaño y forma de las regiones y estructuras que se emplearon para las des-

cripciones y sirvieron de base para realizar las ilustraciones y tablas de comparación. Todas las mediciones se tomaron bajo el microscopio estereoscópico, con la ayuda de un vernier, con el objeto de tener la mayor exactitud posible; sin embargo hay que tomar en cuenta que debido al proceso de fosilización y el tiempo transcurrido desde su depositación, los organismos no conservan su forma o volumen original, ni sus estructuras completas.

### Ilustración

Como se mencionó arriba, para elaborar las ilustraciones, se tomaron medidas de cada uno de los huesos del cráneo, cuerpo, aletas y escamas, aumentando cuatro veces su tamaño, con el objeto de tener una visión más amplia y así elaborar los dibujos.

Las ilustraciones representan tanto diferentes partes del cuerpo tal y como están preservadas, así como la interpretación de la estructura basada en el análisis merístico y la anatomía del grupo. Para obtener una mejor resolución en algunas estructuras estudiadas, se emplearon fotografías tomadas bajo el fotomicroscopio estereoscópico C. Zeiss-Tesovar, que sirvieron de base para las ilustraciones de la mandíbula, la aleta caudal y las escamas.

### Terminología y Abreviaciones

La terminología empleada en las descripciones está basada en el trabajo de Bartram (1977), debido a que es la más reciente y consideramos, la más adecuada.

Las abreviaciones utilizadas en las ilustraciones están escritas en inglés ya que ésta nomenclatura es aceptada mundialmente y en virtud de que

este estudio puede ser tomado como base para investigaciones posteriores, decidimos no hacer las traducciones. A continuación se da una lista de las abreviaciones empleadas y su significado:

Adp - dermopalatino anterior	Mx - maxilar
Ang - angular	N - nasal
Ant - anterorbital	Op - opercular
Art - articular	Ors - orbitoesfenoides
axs - escamas del lóbulo axial	P - parietal
bf - fulcra basal	Pas - paraesfenoides
bpr - proceso basipterigoide	Pch - ceratohial proximal
Brr - radio branquióstego	Pcl - postcleitrum
Cl - cleitrum	Pdp - dermopalatino posterior
D - dentario	Pmx - premaxilar
Dch - ceratohial distal	Pop - preopercular
Dpt - dermopterótico	Pra - prearticular
Dsp - dermoesfenótico	Ptt - posttemporal
F - frontal	Q - cuadrado
ff - fulcra	Qj - cuadratoyugal
h - hipural	r - radio de la aleta
Hh - hipoial	Scl - supracleitrum
Hm - hiomandibular	So - supraorbital
Io - infraorbital	Sop - subopercular
Iop - interopercular	Stt - supratemporal
mc - canal sensorio mandibular	
mll - escamas de la línea lateral	
Mpt - metapterigoide	



## Acrónimos

A lo largo del trabajo se emplearon varias siglas de Instituciones involucradas en ésta investigación, así como abreviaciones, por lo tanto creemos pertinente hacer la aclaración de su significado en ésta sección:

UNAM - Universidad Nacional Autónoma de México.

NGS - National Geographic Society.

NSF - National Science Foundation.

IGM - Instituto de Geología Mexicano, que representa las siglas más antiguas del Instituto de Geología de la UNAM (Museo de Paleontología)

CSULB - Universidad Estatal de California, Long Beach.

m.a. - millones de años.

LT - longitud total

Finalmente se tiene que, en relación a la descripción que se ofrece sobre un nuevo taxon de la familia Macrosemiidae, en este trabajo no se le nombrará formalmente. Lo anterior con la finalidad de ser consistentes con el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (Ride et al., 1985: Apéndice E, Recomendaciones Generales No. 22 y 23) para evitar nombrar a un nuevo género antes de su publicación formal.

## PALEONTOLOGIA SISTEMATICA

La clasificación de la familia Macrosemiidae se encuentra aún en discusión debido a que el grupo es rico en características derivadas. En este estudio se adopta la propuesta por Bartram (1977), que a su vez está basada en los criterios de Patterson (1973) como una hipótesis de trabajo.

Inflacase NEOPTERIGII (sensu Patterson, 1973)

División HALECOSTOMI (sensu Patterson, 1973)

Subdivisión incertae sedis

Familia Macrosemiidae, Thiollière, 1958

Antes de comenzar a describir al nuevo género propuesto en este trabajo, se considera necesario hacer una revisión de las características anatómicas diagnósticas, tanto de la familia en general como de cada uno de los géneros que la forman. De esta manera se establecerá un sistema de comparación, que posteriormente reafirme lo propuesto en las descripciones acerca de este nuevo taxón y así mismo sirva de apoyo para elucidar las relaciones filogenéticas de este nuevo género dentro del grupo de los macrosemidos.

### Principales Características Diagnósticas de la Familia

Peces halecostomos de pequeños a grandes, lateralmente comprimidos: canales infra y supraorbitales anastomosados detrás del ojo; supratemporales excluidos de la línea media; comisura supratemporal nacida en los parietales; frontales formando un seno abierto que encierra al canal supraorbital a través de la región ethmoidal; nasales en forma de canal; vómer pareado y dentado; paraesfenoides no dentado, formando un proceso -

basipterigoide; anterorbital formando un tubo alrededor del canal infraorbital; nueve infraorbitales, de los cuales los siete primeros tienen forma de lámina enrollada (scroll) y los últimos dos tubulares; dermoesfenótico fijo en la bóveda craneana; supraorbitales de ninguno a varios; suborbitales ausentes; hiomandíbular inclinado anteroventralmente; metapterigoide en forma de disco, careciendo de un gran segmento anterodorsal; dos palatinos y ectopterigoide con dientes; abertura de la boca pequeña; articulación de la mandíbula descansando anterior o debajo del orbitoesfenoides; premaxila inmóvil, con un delgado proceso nasal; supramaxila ausente; mandíbula corta y profunda al nivel del proceso coronóide, borde ventral profundamente cóncavo, canal sensorio encerrado en un seno formado por el dentario y angular; cuadratoyugal largo y robusto, algunas veces fusionado distalmente con el cuadrado; preopercular doblado en ángulo recto hacia la región anterior y por debajo de la órbita, canal sensorio expuesto por grandes aberturas; opercular alto y angosto con el borde inferior convexo en contacto con el subopercular; interopercular pequeño y lejano de la mandíbula inferior; siete u ocho radios branquiostegos, los últimos tres o cuatro acinaformes; gular ausente; un solo hipohial; ceratohial distal ancho hacia la parte posterior; seis supraneurales arriba de las vértebras anteriores, espinas neurales pareadas en la región caudal; huesos intermusculares ausentes; aleta dorsal larga, dividida en algunos géneros; aleta caudal furcada o redondeada, ocho radios emanando por abajo del lóbulo axial, primer radio de lóbulo axial continuando dentro de una hilera de escamas; escamas romboides o cicloides, no más anchas que largas en la región ventral; línea lateral terminando en la base del lóbulo axial de la aleta caudal.

## Diagnosic de los Géneros Perteneiente a la Familia

Macrosemius (Agassiz, 1844).- Peces grandes y alargados. Bóveda y caja craneana: supratemporales reducidos; división cefálica de la línea lateral y comisura supratemporal expuestas por grandes orificios; vómer pareado con una hilera de dientes robustos y puntiagudos. Serie infraorbital: parte ventral de los tres primeros infraorbitales expandida y sobrepuesta en la maxila; supraorbitales ausentes. Huesos hiopalatinos: dos dermopalatinos con dientes robustos y altos; borde anterodorsal del metapterigoide formando un ángulo obtuso. Mandíbula superior: premaxila con una hilera de cuatro dientes; dientes maxilares escasos y pequeños. Mandíbula inferior: mandíbula con una hilera de dientes robustos y puntiagudos en el dentario; prearticular y coronoides con dientes robustos mamiliformes. Serie opercular: borde anterior del preopercular en forma de ángulo; opercular y subopercular ornamentados con pequeños tubérculos de ganoína (Fig. 1a). Aletas: Aleta pectoral con 16 radios, el primer reducido a una espina, sin fulcra; aleta pélvica con 6 radios precedidos de pequeñas espinas; aleta anal con seis radios birrameados, el primero más pequeño y no dividido; aleta caudal redondeada, borde superior e inferior con fulcras masivas, todos los radios, excepto los primeros dos o tres, con pequeños dentículos; aleta dorsal extendiéndose desde la parte posterior del cráneo hasta la base de la aleta caudal, con 32-39 radios, cada uno con dentículos, el primer radio precedido por dos fulcras basales (Fig. 1b). Escamas: región inmediata a cada lado de la aleta dorsal desprovista de escamas, escamas romboides, líneas transversas secundarias entre las hileras primarias, arriba de la línea lateral (Fig. 1b)

Para este género se han reportado dos especies: M. rostratus y -

M. fourneti; el horizonte y localidad donde se han encontrado se pueden ver en la tabla 2, así como las características más sobresalientes se muestran en la tabla 3 donde se comparan entre sí todos los géneros conocidos de la familia.

Legnonotus (Egerton, 1854).- Peces pequeños y alargados. Bóveda y caja craneana: parietales ornamentados con pequeños tubérculos de ganofna dispersos regularmente; parte posterior de los frontales ornamentada con tubérculos de ganofna dispuestos en hileras. Mandíbula superior: maxila con una larga hilera de dientes pequeños. Aletas: aleta pectoral con 15 radios precedidos por una espina; aleta pélvica con cinco radios precedidos de una o dos fulcras; aleta anal con siete radios; aleta caudal furcada, con fulcras en su borde superior e inferior, con 13 radios; aleta dorsal con 25 radios, los primeros más altos, los posteriores decrecen poco a poco hasta formar un borde ligeramente cóncavo, extensión de la aleta menor a la de Macrosemius, terminando antes de la base del pedúnculo caudal (Fig. 1c).

Para éste género están reportadas dos especies: L. krambergeri y L. cothamensis. (Tablas 2 y 3).

Enchelyolepis (Woodward, 1918).- Peces muy pequeños, tronco que se adelgaza gradualmente, cabeza grande. Mandíbula inferior: dientes del dentario puntiagudos y muy cercanos uno del otro. Esqueleto: centros abdominales anulares; arcos neurales y hemales cortos y robustos. Aletas: aleta pélvica con cerca de cinco radios; aleta dorsal larga no dividida, con cerca de 25 radios que se articulan con fuertes radiales; aleta anal con siete radios; aleta caudal redondeada. Escamas: cicloides.

Existen dos especies reportadas: E. pectoralis y E. andrewsi (Ta-

GENERO	EDAD	LOCALIDAD
<u>Macrosemius rostratus</u>	Jurásico Tardío. (Kimeridiano Inferior)	Bavaria, Alemania
<u>Macrosemius fourneti</u>	Jurásico Tardío. (Kimeridiano Inferior)	Cerín, Francia
<u>Legnonotus cothamensis</u>	Triásico Tardío	Aust Cliff, Gloucestershire, Inglaterra
<u>Legnonotus krambergeri</u>	Triásico Tardío	Hallein, Austria
<u>Enchelyolepis pectoralis</u>	Jurásico Tardío. (Portlandiano Superior)	Meuse, Francia
<u>Enchelyolepis andrewsi</u>	Jurásico Tardío (Püberckiano)	Teffont, Wiltshire, Inglaterra
<u>Propteris elongatus</u>	Jurásico Tardío. (Kimeridiano Inferior)	Bavaria, Alemania
<u>Propteris microstomus</u>	Jurásico Tardío. (Kimeridiano Inferior)	Bavaria, Alemania
<u>Propteris scacchi</u>	Cretácico Temprano (Aptiano o Albiano)	Torre de Orlando, Nápoles, Italia
<u>Propteris vidali</u>	Cretácico Temprano (Neocomiano)	Lérida, España
<u>Histonotus angularis</u>	Jurásico Tardío (Püberckiano)	Dorsetshire y Wiltshire, Inglaterra
<u>Histonotus oberndorferi</u>	Jurásico Tardío. (Kimeridiano Inferior)	Bavaria, Alemania
<u>Histonotus falsani</u>	Jurásico Tardío. (Kimeridiano Inferior)	Cerín, Francia
<u>Notagogus denticulatus</u>	Jurásico Tardío. (Kimeridiano Inferior)	Bavaria, Alemania
<u>Notagogus halenae</u>	Jurásico Tardío. (Kimeridiano Inferior)	Cerín, Francia
<u>Notagogus inimontis</u>	Jurásico Tardío. (Kimeridiano Inferior)	Cerín, Francia
<u>Notagogus pentlandi</u>	Cretácico Temprano (Aptiano o Albiano)	Torre de Orlando, Nápoles, Italia
<u>Notagogus parvus</u>	Cretácico Temprano (Wealden)	Bernissart, Bélgica
<u>Notagogus decoratus</u>	Jurásico Tardío. (Kimeridiano Inferior)	Bavaria, Alemania
<u>Notagogus ferrerii</u>	Cretácico Temprano (Neocomiano)	Lérida, España

Tabla 2.- Horizonte y localidad de los géneros perteneciente a la familia Macrosemiidae.

	<u>Macrosemius</u>	<u>Legnonotus</u>	<u>Enchelyolepis</u>	<u>Propterus</u>	<u>Histonotus</u>	<u>Notagogus</u>
Longitud patrón	220 mm	65 mm	pequeño	60 a 130 mm	150 a 200 mm	70 a 115 mm
Forma del cuerpo	alargado y delgado	alargado y delgado	alargado y delgado	profundo	profundo	medianamente delgado
Superficie de los parietales lisa	si	no	no	no	no	si
Bóveda craneana con ganoina	no	si	?	si	si	no
Cuadratoyugal con muesca	no	no	no	si	si	no
Dientes maxilares (una hilera)	reducidos	no reducidos	?	ausentes o reducidos	no reducidos	no reducidos
Dientes prearticulares	mamiliformes	mamiliformes	?	mamiliformes	mamiliformes	mamiliformes
Escamas en todo el cuerpo	no	no	si	si	si	si
Ganoina reducida en escamas	si	no	no	si	no	no
Escamas ornamentadas	no	no	no	no	no	no
Aleta dorsal dividida	no	no	no	si	si	si
Forma de la aleta caudal	redondeada	redondeada	redondeada	profundamente furcada	profundamente furcada	dóbilmente furcada
Aletas pectorales con fulcra	no	no	?	no	si	si
Aletas pélvicas con fulcra	no	si	?	si	si	no
Aleta anal con fulcra	no	no	?	si	si	si
Aleta dorsal con fulcra	si	si	no	si	si	si
Aleta caudal con fulcra	si	si	si	si	si	si

Tabla 3.- Comparación de las características morfológicas más sobresalientes de los géneros de la familia Macrosemidae.

blas 2 y 3)

Propterus (Agassiz, 1834).- Peces de pequeños a medianos, tronco profundo e irregularmente fusiforme con el perfil dorsal ligeramente encorvado al nivel del primer radio de la aleta dorsal. Bóveda y caja craneana: comisura supratemporal rodeada por los parietales, cuyas superficies están aumentadas por grandes bordes con ganofna; sutura frontoparietal aserrada; división creaneal de la línea lateral expuesta por grandes orificios en el dermopterótico; vómer con una hilera de dientes largos y puntiagudos. Mandíbula superior: dientes maxilares reducidos en talla y número. Mandíbula inferior: dentario con dientes muy cercanos uno del otro; pared media del canal sensorio a través del articular, perforada con pequeños poros. Serie opercular: borde anterior del preopercular ligeramente curvo; opercular ornamentado con pequeños tubérculos de ganofna; cleitrum con una hilera vertical de dentículos. Aletas: aleta pectoral con 16 radios; aleta pélvica con seis radios precedidos de fulcra; aleta caudal profundamente furcada con fulcra en ambos bordes; aleta anal compacta, precedida de fulcra; aleta dorsal dividida con algunos radios de la parte anterior más altos que los de la posterior. Escamas: patrón regular, escamas laterales del tronco más largas que anchas, borde posterior ligeramente convexo, escamas ventrales anteriores cicloides (Fig. 2a).

Se reportan cuatro especies: P. elongatus, P. microstomus, P. scacchi y P. vidali (Tablas 2 y 3).

Histionotus (Egerton, 1854).- Peces de medianos a grandes, con cuerpo profundo; perfil dorsal del tronco encorvado al nivel del primer radio de la aleta dorsal. Bóveda y caja craneana: parietales y frontales con ganofna;



sutura frontoparietal recta. Serie orbital: supraorbitales grandes. Mandíbula superior: expansión dentífera de la maxila horadada por una pequeña abertura, dientes ausentes o muy reducidos. Mandíbula inferior: dentario con dientes estiliformes muy cercanos uno del otro. Serie opercular: borde anterior del preopercular formando una suave curva, canal sensorio en el brazo dorsal con numerosos poros; opercular, subopercular, interopercular y primer radio branquióstego, con bordes radiados de ganofna. Aletas: primer radio de la aleta pectoral con grandes bordes de ganofna probablemente una fulcra fusionada; base de la aleta anal angosta, primer radio - con fulcra; aleta caudal profundamente furcada; aleta dorsal dividida, radios birrameados, primer radio grandemente alargado con fulcra masiva, radios restantes de la dorsal anterior decreciendo rápidamente en altura para formar un perfil cóncavo, aleta dorsal posterior corta y convexa. Escamas: formando un patrón de hexágonos alargados, escamas adjuntas a la aleta dorsal extendiéndose posteriormente a lo largo de sus bordes dorsales y presentando orificios de la línea lateral dorsal; escamas del postcleitrum largas con bordes de ganofna (Fig. 2b).

Existen tres especies de éste genero: H. angularis, H. oberndorferi e H. falsani (Tablas 2 y 3).

Notagogus (thiollière, 1850).- Peces pequeños fusiformes. Bóveda y caja craneana: huesos de la bóveda craneana cubiertos por una capa de ganofna - canales sensorios del craneo de diámetro pequeño y totalmente encerrados en el hueso; dermopterótico grande, encerrando la parte lateral de la comisura supratemporal; supratemporales ausentes; dermoesfenótico incorporado a la bóveda craneana. Serie orbital: supraorbitales formando una o dos hileras. Mandíbula superior: dientes maxilares pequeños y robustos forman-

do una larga hilera. Mandíbula inferior: dentario moderadamente curvo con pequeños dientes robustos, borde anterodorsal del metapterigoide formando un ángulo agudo. Serie opercular: borde anterior del preopercular formando una curva regular; superficie del opercular cubierta por una capa delgada de ganofna. Aletas: Aleta pectoral con 16 radios; aleta pélvica con seis radios y fulcra; base de la aleta anal moderadamente ancha, con fulcra; aleta caudal débilmente furcada; aleta dorsal dividida, cada lóbulo con un perfil convexo. Escamas completas formando un patrón de hexágonos profundos, borde posterior pectinado, escamas ventrales sin ganofna, las cuales tienden a ser cicloides (Fig. 2 c).

Se reportan siete especies para éste género: N. denticulatus, N. helena, N. inimontis, N. pentlandi, N. parvus, N. decoratus y N. ferreri (Tablas 2 y 3).

#### Descripción del Nuevo Género Indeterminado

(Figs. 11 a 19; Tablas 4 y 5 )

#### Diagnosis

Pez que alcanza una longitud patrón promedio de 78 mm; prearticular con dientes pequeños y robustos y puntiagudos: (Figs. 11 y 15) parte posterior de los frontales, parietales, posttemporales y supratemporales ornamentados con pequeños tubérculos de ganofna dispuestos en hileras (Fig. 11); el opercular, subopercular e interopercular ornamentados con tubérculos de ganofna aplanados y de forma irregular (Fig. 11); aleta dorsal dividida, se extiende desde la parte posterior del cráneo hasta la base del lóbulo axial de la aleta caudal, ocupando cerca del 85% de la longitud del tronco, con 30 a 32 radios, los dos primeros más pequeños (Fig. 12); parte anterior de la aleta dorsal, arriba del supracleitrum y atrás del posttemporal, con -

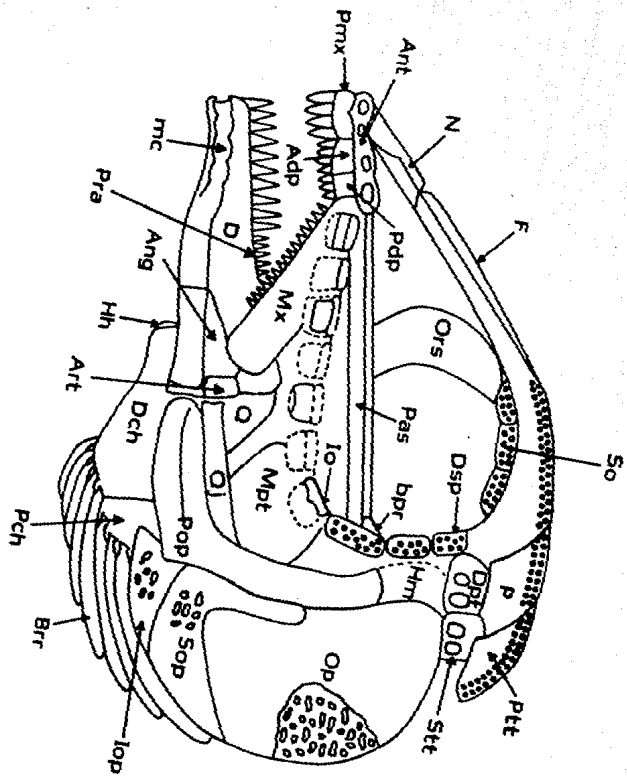


Fig. 11.- Reconstrucción de la cabeza del nuevo género indeterminado, aumentado 4 veces su tamaño normal; Adp, dermopalatino anterior; Ang, angular; bpr, proceso basipterigoide; Brr, radios branquióstegos; D, dentario; Dch, ceratohial distal; Dsp, demoesfenoide; Dpd, dermopalatino posterior; F, frontal; Hm, hiomandibular; Io, infraorbital; Iop, interopercular; mc, canal sensorio mandibular; Mpt, metapterigoide; Mx, maxilar; N, nasal; Op, opercular; Ors, orbitoesfenoides; P, parietal; Pas, paraesfenoides: Pch, ceratohial proximal; Pmx, premaxilar; Pop, preopercular; Pra, prearticular; Ptt, posttemporal; Q, cuadrado; Qj, cuadratoyugal; Sop, subopercular y Stt, supratemporal.

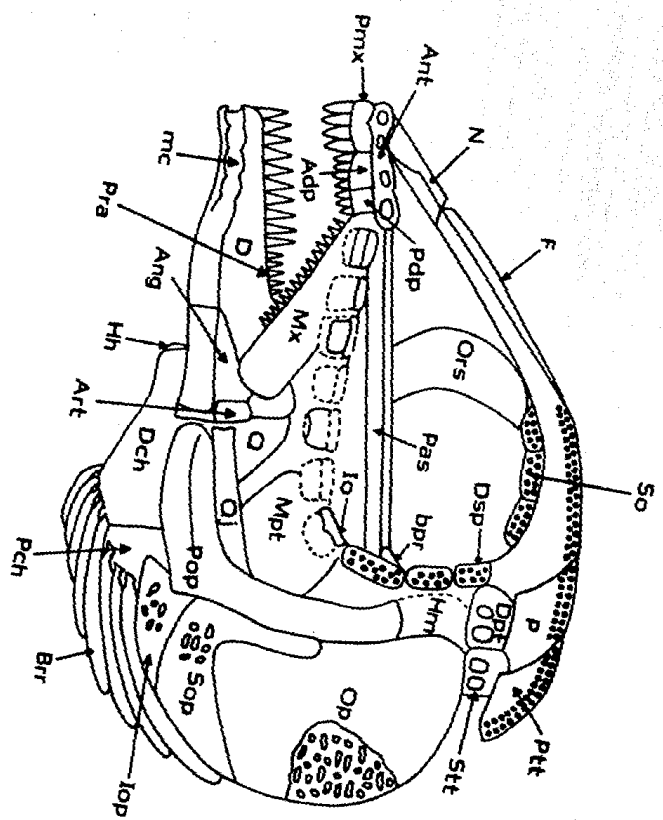
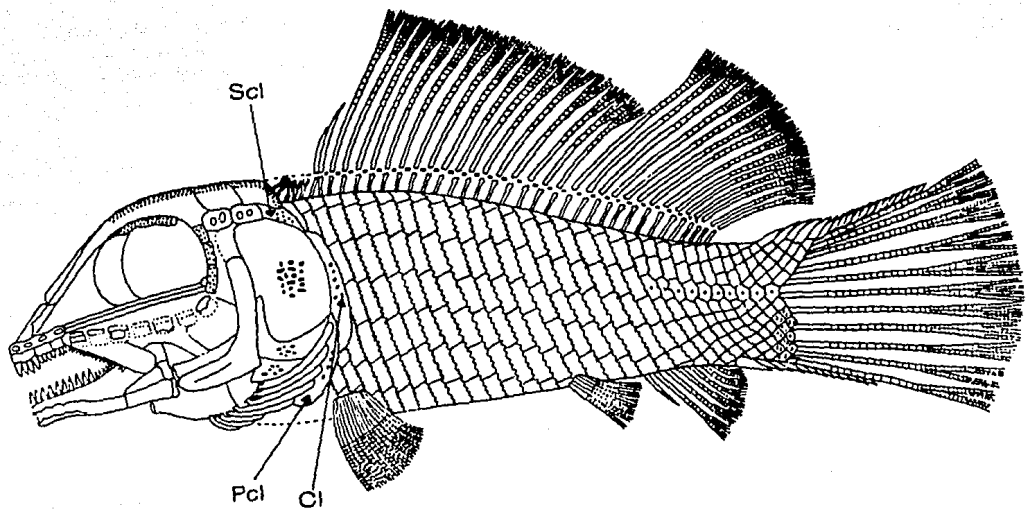


Figura 12.- Reconstrucción del nuevo género descrito en este trabajo, aproximadamente dos veces su tamaño normal. Cl, cleitrum; Pcl, postcleitrum; Scl, supracleitrum.



cinco radios reducidos (Fig. 12); parte superior del tronco (región inmediata a la aleta dorsal) desprovista de escamas, comprendiendo ésta menos de un tercio de la profundidad del tronco (Figs. 12 y 17), contrario a lo que ocurre en Macrosemius y Legnonotus donde abarca un tercio o más; escamas romboides pectinadas, las de la región ventral del tronco están totalmente cubiertas por tubérculos de ganofna (Figs. 14 y 17).

#### Holotipos y Paratipos

De los cuatro ejemplares de éste nuevo taxón, se escogió al mejor preservado que reunía el mayor número de características diagnósticas, para ser designado como el holotipo, los tres restantes se consideraron paratipos. A continuación se listan cada uno de ellos, nombrados por un número de catálogo del Museo de Paleontología del Instituto de Geología, UNAM: - indicando las partes del cuerpo que están preservadas y la localidad a la que pertenecen:

HOLOTIPO: Espécimen IGM  $\frac{370}{4186}$  . Completo Figs. 13 y 14. Localidad No. 370.

PARATIPOS: Espécimen IGM  $\frac{370}{4187}$  . Ejemplar completo. Localidad No. 370.

Espécimen IGM  $\frac{370}{4188}$  . Ejemplar completo. Localidad No. 370.

Espécimen IGM  $\frac{1971}{4189}$  . Ejemplar sin aleta caudal. Localidad No.

1971.

Nota: los números 370 y 1971 corresponden a las localidades descritas en el capítulo introductorio sobre el área de estudio, págs. 12 y 14





Figura 13.- Holotipo, espécimen IGM  $\frac{370}{4186}$  un poco menos que su tamaño normal.

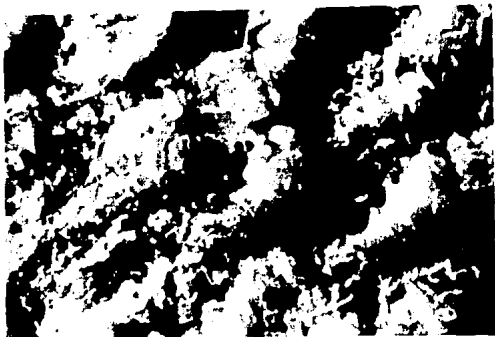


Figura 14.- Escamas ventrales del espécimen IGM  $\frac{370}{4186}$  donde se observa su ornamentación característica. (cinco - veces su tamaño normal)

## Características generales

Peces de talla pequeña que alcanzan una longitud total de aproximadamente 100 mm y una longitud patrón promedio de 78 mm, el tronco es angosto, adelgazándose hacia la región caudal. Figuras 12 y 13, Tabla 4.

### Caja y bóveda craneana

La figura 11 muestra la reconstrucción de la cabeza, donde se observa que la región postorbital es corta y compacta como en todos los miembros de la familia.

El frontal es alargado y se adelgaza arriba de la órbita; la región preorbital presenta un surco ancho por el cual corre el canal supraorbital, y en la parte dorsal de la órbita se encuentra ornamentado con varias hileras de tubérculos de ganofna.

Los parietales son más o menos de forma rectangular y forman una sutura más o menos recta con el frontal; posteriormente se articulan con el posttemporal, que al igual que los parietales y el frontal, presentan dos o más hileras de tubérculos de ganofna.

Los supratemporales son huesos pequeños que forman un tubo corto alrededor de la sección cefálica de la línea lateral, entre el posttemporal y el dermopterótico. En los especímenes IGM  $\frac{370}{4186}$  e IGM  $\frac{1971}{4189}$  se observa el supratemporal del lado derecho como un hueso rectangular con dos orificios que representan la comisura supratemporal.

El dermopterótico es de forma más o menos triangular y se extiende a lo largo del borde ventral del parietal, constituyendo una sutura con el frontal anteriormente, con dos grandes orificios que representan la porción cefálica de la línea lateral.

	IGM <sup>370</sup> /4186		IGM <sup>370</sup> /4187		IGM <sup>370</sup> /4188		IGM <sup>370</sup> /4189	
	100 mm	%REL.a L.T.	95 mm	%REL.a L.T.	120 mm	%REL.a L.T.	85 mm	%REL.a L.T.
Longitud patrón	75 mm	75%	67 mm	70%	98 mm	81.6%	64 mm	75%
Longitud de la cabeza	29 mm	29%	28 mm	29%	32 mm	26.6%	25 mm	29.4%
Longitud predorsal	27 mm	27%	27 mm	28%	30 mm	25%	25 mm	29.4%
Altura máxima	20 mm	20%	16 mm	16.8%	25 mm	20.8%	14 mm	16.4%
Altura mínima	9 mm	9%	9 mm	9.4%	10 mm	8.3%	8 mm	9.4%
Longitud del hocico	11 mm	11%	10 mm	10.5%	11 mm	9%	10 mm	11.7%
Longitud del ojo	8 mm	8%	8 mm	8.4%	8 mm	6.6%	7 mm	8.2%
Longitud cefálica postorbital	10 mm	10%	10 mm	10.5%	14 mm	11.6%	10 mm	11.7%
Longitud de la base de la 1° aleta dorsal	26 mm	26%	21 mm	22%	35 mm	29%	22 mm	25.8%
Longitud de la base de la 2° aleta dorsal	18 mm	18%	12 mm	12.6%	25 mm	20.8%	15 mm	17.6%

Tabla 4.- Datos obtenidos de algunas de las mediciones importantes en los organismos estudiados. Estas corresponden a las medidas más frecuentes utilizadas en Ictiología (Lagler *et al.*, 1984).

El nasal está muy mal preservado en todos los especímenes, sin embargo en el ejemplar IGM  $\frac{370}{4187}$  se observa un enrollamiento del hueso que representa el recubrimiento del canal supraorbital.

El vómer no se observa en ninguno de los especímenes. El paraesfenoides es un hueso largo que se extiende desde la parte inferior del proceso nasal hasta detrás de la órbita, los bordes laterales están marcados por una gran incisión. En el espécimen IGM  $\frac{1971}{4189}$  se observa un proceso basipterigoide al final del paraesfenoides, de forma redondeada.

El orbitoesfenoides se puede observar en los especímenes IGM  $\frac{370}{4186}$  e IGM  $\frac{1971}{4189}$ , como un hueso largo en forma de media luna que se extiende desde el paraesfenoides hasta la parte superior de la órbita y se encuentra en contacto directo con el supraorbital.

#### Huesos circumorbitales

Se observan tres supraorbitales de forma rectangular, el primero está en contacto con el orbitoesfenoides como se mencionó anteriormente, y los dos restantes se encuentran alineados detrás del primero. Todos están ornamentados con pequeños tubérculos de ganofna. Figura 11.

La serie infraorbital comprende once huesos: El anterorbital, nueve infraorbitales y el dermoesfenótico. Desafortunadamente en todos los ejemplares solo se observan restos de ellos, sin embargo, tomando en cuenta los restos preservados se hizo la reconstrucción de los mismos que se puede observar en la figura 11. Las líneas punteadas en el esquema representan la posible extensión y forma de los infraorbitales. El anterorbital es un hueso muy parecido al de Macrosemius, de forma alargada, que envuelve la parte anterior del canal sensorio infraorbital, que se ve expuesto por grandes orificios (Figura 11). Detrás del anterorbital se localizan

Tos tres primeros infraorbitales, en donde se observa parte de sus márgenes superiores, los cuales envuelven al mencionado canal sensorio infraorbital. Su extensión ventral no es precisa pero debe cubrir la superficie lateral de la maxila como es usual en la familia Macrosemidae. Los cuatro siguientes infraorbitales descansan debajo de la órbita y su extensión ventral es menor que la de los primeros. Los infraorbitales octavo y noveno descansan detrás de la órbita, ambos forman tubos completos alrededor del canal sensorio y a su vez están perforados por pequeños poros (contrario a los siete primeros infraorbitales que tienen forma de lámina enrollada "scroll"), el de abajo es aproximadamente dos veces más largo que el superior. El dermoesfenótico es un pequeño tubo perforado que envuelve al canal sensorio y su pared anterior se extiende a lo largo de la pared orbital del frontal.

#### Huesos hiopalatinos

En los especímenes IGM  $\frac{370}{4186}$  e IGM  $\frac{1971}{4189}$  se observan restos del hiomandibular que corresponden a la faceta anterior, sin embargo, no es posible dar una descripción formal. En la figura 11 se observa su posición y posible extensión con líneas punteadas arriba del preopercular.

El metapterigoide solo está preservado parcialmente en los ejemplares IGM  $\frac{370}{4186}$  e IGM  $\frac{1971}{4189}$ , sus límites no son claros pero ocupa una gran extensión que tiene forma discoidal irregular (Figura 11).

El cuadrado es de forma triangular, su borde posterior no se extiende hasta el metapterigoide y el borde ventral está unido al cuadratoyugal.

El cuadratoyugal es alargado, descansa a lo largo de la superficie

del brazo ventral del preopercular, su longitud es aproximadamente dos veces la del cuadrado, su borde anterior es ligeramente cóncavo y su borde posterior está en contacto con el brazo dorsal del preopercular.

El demopalatino anterior tiene forma rectangular y presenta cuatro dientes robustos más pequeños que los del maxilar. El demopalatino posterior también presenta forma rectangular y lleva tres dientes de igual forma y tamaño que los anteriores, cada uno de éstos dientes presenta una punta esmaltada.

#### Mandíbula superior

La figura 15a muestra la mandíbula superior como está preservada en el espécimen tipo IGM  $\frac{370}{4186}$  y en la figura 11, se puede observar la reconstrucción de la misma.

La premaxila tiene una amplia base donde se implantan cuatro dientes robustos, lateralmente comprimidos y con una punta esmaltada, ligeramente más grandes que los dientes del dentario.

La maxila presenta sus bordes superior e inferior aproximadamente rectos y paralelos, el borde posterior es convexo y el borde oral presenta numerosos dientes puntiagudos ligeramente más pequeños que los de los palatinos.

Como en los demás miembros de la familia la supramaxila está ausente.

#### Mandíbula inferior

La figura 15b muestra la mandíbula inferior tal y como está preservada en el espécimen tipo IGM  $\frac{370}{4186}$  y su reconstrucción se observa en la

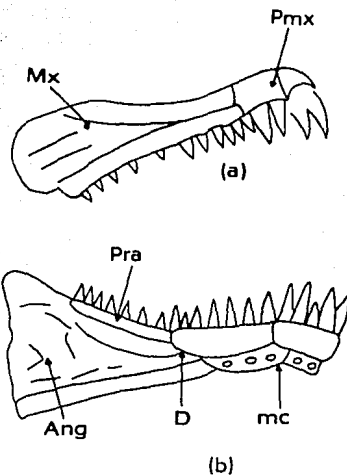


Figura 15.- Mandíbula superior (a) e inferior (b) tal y como están preservadas en el ejemplar IGM  $\frac{370}{4186}$  Ang: angular; D: dentario; mc: canal sensorio mandibular; mx: maxilar; Pmx: premaxilar; Pra: prearticular

figura 11.

El borde ventral del dentario es cóncavo, presenta diez grandes - dientes ligeramente más cortos que los premaxilares, cada uno de éstos - están lateralmente comprimidos y se adelgazan en una punta esmaltada; co- locados más cerca uno del otro en la parte anterior, donde el dentario se curva ligeramente hacia arriba. Como en todos los miembros de la familia, el canal sensorio mandibular descansa en un amplio seno en el dentario, - ocupando la mitad de la profundidad del hueso, abajo de la hilera de dien- tes. El canal sensorio se continúa a lo largo del seno en la parte ventral del angular.

En el espécimen tipo y en el IGM  $\frac{1971}{4189}$  se observa una hilera de - dientes en la parte posterior del dentario, son de forma similar a los - diez primeros, de punta esmaltada pero su tamaño es menor. Este tipo de - dientes no han sido reportados en ninguno de los miembros de la familia, sin embargo su posición indica que se trata de dientes del prearticular.

El angular forma una prolongación que pasa a lo largo del borde - superior del canal sensorio.

El articular está preservado en el espécimen IGM  $\frac{1971}{4189}$ , es corto y ligeramente ancho y está en contacto con el angular anteriormente.

El coronoide no se observa en ninguno de los especímenes, sin em- bargo en los ejemplares IGM  $\frac{370}{4187}$  e IGM  $\frac{1971}{4189}$ , se observan parcialmente al- gunos dientes coronoides mamiliformes con una punta de ganofna como en - Macrosemius.

Serie Opercular

El preopercular es un hueso largo compuesto de dos brazos, uno -



vertical y otro horizontal, pronunciadamente doblados debajo del nivel de la órbita como en Macrosemius y Legnonotus. El borde anterior forma una curva no tan pronunciada como en los géneros anteriores. El brazo dorsal termina al nivel del proceso opercular del hiomandibular, el brazo ventral termina al nivel de la articulación del cuadrado como es usual en la familia y es más ancho que el brazo dorsal; el borde posterior del brazo dorsal es ligeramente convexo (Figuras 11 y 12).

El opercular es más largo que ancho, sus bordes anterior y posterior son redondeados. Su superficie está ornamentada con tubérculos de ganofna de diferentes formas y tamaños (Figura 11).

El subopercular es más pequeño que el opercular, su borde anterior forma un proceso ascendente que termina en una muesca en el opercular como sucede en Macrosemius, sin embargo esta proyección es más larga que en el anterior. La superficie de este hueso también está ornamentada con pequeños tubérculos de ganofna y su borde ventral es ligeramente curvo (Figura 11).

El interopercular tiene forma triangular como en Notagogus, su borde anterior está alejado de la mandíbula como sucede en todos los miembros de la familia y su superficie también presenta ornamentaciones debidas a tubérculos de ganofna (Figura 11).

Ocho radios branquiostegos están presentes en las región ventral de la serie opercular, los cuales se pueden observar mejor en el espécimen -  $\frac{370}{4187}$ . Los tres primeros se articulan con el ceratohial proximal y los restantes con el ceratohial distal. Su longitud decrece desde el superior, que está en contacto con el interopercular y el subopercular, hasta el inferior (Fig. 11).

En los ejemplares IGM  $\frac{370}{4187}$  e IGM  $\frac{1971}{4189}$  están preservados el ceratohial proximal y el distal. El distal es un poco más grande que el doble del proximal y se extiende hacia adelante hasta el nivel del borde posterior de la maxila. Hacia la región posterior el hueso forma una expansión lateralmente comprimida, la cual se articula con las cabezas de los branquiostegos (Figura 11).

La forma del hipohial no se observa en ninguno de los ejemplares, sin embargo resto de él se observan en el espécimen IGM  $\frac{370}{4187}$  (Figura 11).

#### Cintura y Aleta Pectoral

El posttemporal está preservado en todos los ejemplares, su forma es triangular; su parte posterior se adelgaza para formar un ancho tubo alrededor de la parte cefálica de la línea lateral como es usual en la familia, sin embargo en ninguno de los especímenes se observa la terminación de esa proyección. La parte superior del posttemporal está ornamentada con tubérculos de ganofna dispuestos en hileras (Figura 11).

El supracleítrum (Figura 12) está preservado en todos los especímenes, su parte anterior está en contacto con el posttemporal y la parte posterior se une al cleítrum. Sus márgenes presentan serraciones y su superficie se ornamenta con tubérculos de ganofna.

El cleítrum también está preservado en todos los ejemplares, la parte ventral del hueso se inclina hacia adelante formando un ángulo con el brazo dorsal. Sus márgenes también presentan serraciones y el brazo ventral se sobrelapa con el postcleítrum que está en contacto con los branquiostegos y tiene bordes aserrados. Ambos están ornamentados con tubérculos de ganofna (Figura 12).

La aleta pectoral presenta 16 radios asociados a siete radiales - proximales, sin fulcra (Figura 12, Tabla 5).

#### Aleta pélvica

La aleta es corta y angosta y consiste de seis radios. En el espécimen tipo, en la base del primer radio, se observan ciertos restos que podrían significar una fulcra, sin embargo hasta ahora no se considerará como tal (Figura 12, Tabla 5).

#### Aleta anal

Esta estructura es ancha, larga y redondeada, con siete radios - ampliamente espaciados. El primero es más pequeño y no ramificado, los restantes son birrameados como en Macrosemius (Figura 12, Tabla 5).

#### Aleta dorsal

Esta ocupa aproximadamente el 85% de la longitud del tronco, se extiende desde la parte posterior del cráneo hasta la base del pedúnculo caudal. Aunque esta estructura aparenta estar formada por dos aletas dorsales contiguas, Bartram (1977) y otros especialistas que han trabajado el grupo, consideran que la aleta dorsal es solo una y está dividida en dos lóbulos; como en Notagogus, Propterus e Histionotus. El lóbulo anterior es más corto que el posterior y no existe separación entre ellos como es el caso de los géneros antes mencionados (Figura 2); el número de radios varía de 30 a 32, teniendo aproximadamente 16 radios anteriores de los cuales los dos primeros son más pequeños, y 14 radios posteriores, que en la parte terminal del lóbulo están más próximos uno del otro. Todos los radios son birrameados (Figura 12, Tabla 5)

En la región anterior a la aleta dorsal, arriba del supracleitrum

	IGM $\frac{370}{4186}$	IGM $\frac{370}{4187}$	IGM $\frac{370}{4188}$	IGM $\frac{1971}{4189}$
Radios del 1° y 2° lóbulos de la aleta dorsal	16 - 14	16 - 14	18 - 12	17 - 14
Radios de la aleta pectoral	16	15	16	16
Radios de la aleta pélvica	6	6	6	6
Radios de la aleta anal	7	7	7	7
Radios de la aleta caudal	11	13	11	
Hileras de escamas arriba de la línea lateral	2	2	2	2
Número de escamas de la línea lateral	34	32	36	30
Hileras de escamas abajo de la línea lateral	4	3	4	4

Tabla 5.- Conteo de radios de las aletas y escamas de los ejemplares utilizados en este estudio, basado en las mediciones propuestas por Laggler (1984).

y atrás del posttemporal, se presentan cinco radios reducidos inclinados posteriormente. Los dos primeros están en contacto directo con el posttemporal y los tres últimos están colocados arriba de la primera y segunda hileras de escamas al nivel de supracleitrum (Figura 12).

En la región inmediata a la aleta dorsal, en la parte desprovista de escamas, se observan los radiales proximales en todos los especímenes. Estos tienen forma de daga y se ensanchan dorsalmente para articulares - con los radiales medios que son pequeños, de forma alargada y con su centro constreñido. Los radiales distales no están preservados (Figura 12, Tabla 5).

**Aleta caudal (Figuras 12 y 16, Tabla 5).**

La aleta es redondeada, el número de radios varía de 11 a 13 de los cuales ocho se originan debajo del lóbulo axial como es usual en la familia. El primer radio superior presenta una fuerte fulcra que nace desde la base del pedúnculo caudal y termina al nivel de la bifurcación del radio. Este primer radio nace de la primera hilera de escamas del pedúnculo caudal y no penetra debajo de la hilera de escamas, como se observa que sucede en los radios restantes. La parte ventral del pedúnculo presenta una gran fulcra que nace al nivel de su base y se continúa a lo largo del último radio haciéndose cada vez más pequeña. Dicha estructura termina antes que su homóloga en el lóbulo superior. En el espécimen IGM  $\frac{370}{4188}$  se observan dos hipurales que se unen a los radios centrales (Figura 16).

**Escamas (Figuras 12, 13, 14, 16, 17, 18 y 19 Tabla 5).**

La región inmediata debajo de la aleta dorsal, aproximadamente un 12% de la profundidad del cuerpo, está desprovista de escamas (Figura 17a).

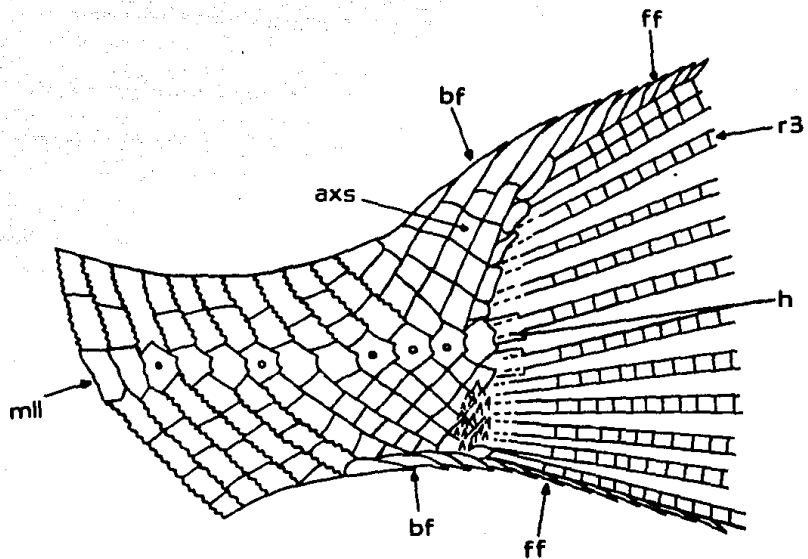


Figura 16.- Pedúnculo y aleta caudal tal y como están preservados en el espécimen IGM  $\frac{370}{4188}$  se observan: axs: escamas del lóbulo axial; bf: fulcra basales; mll: canal de la línea lateral; ff: fulcra; h: hipural y r: radio.

El resto del cuerpo está totalmente cubierto por escamas romboides formando siete hileras a lo ancho y aproximadamente 32 a lo largo (Figuras 12, 13 y 17, Tabla 5).

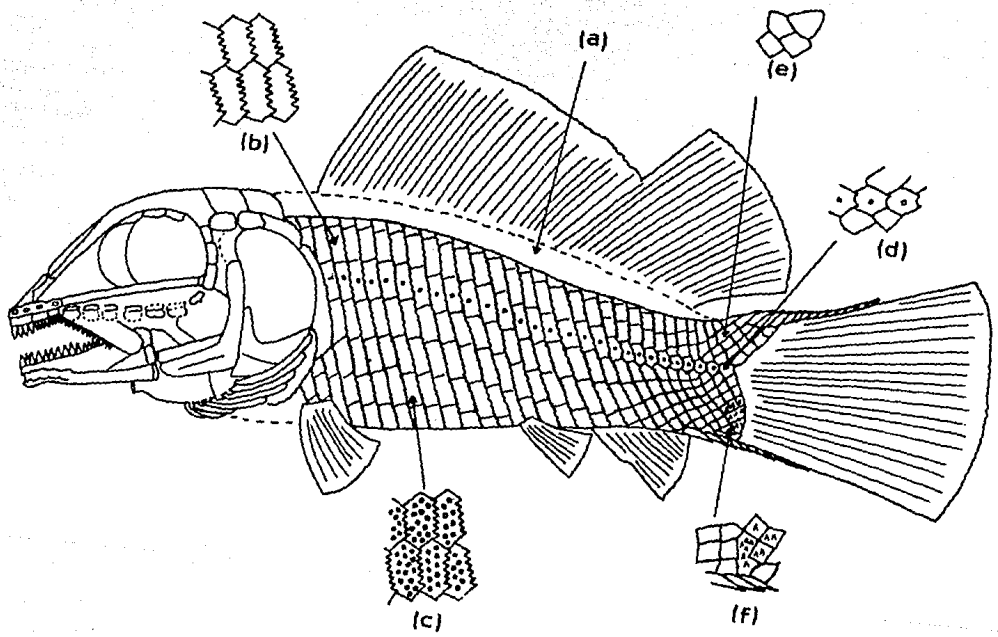
El patrón de las escamas no es el mismo para todo el organismo, la figura 17 muestra las variaciones que existen dentro de las escamas en diferentes partes del cuerpo.

Existe el tipo romboide pectinado en la mayoría del cuerpo, figura 17b, principalmente arriba de la línea lateral. El segundo tipo es el romboide pectinado ornamentado con tubérculos de ganofina en toda su superficie (Figuras 14 y 17c), que se presentan en la parte ventral del cuerpo - por debajo de la línea lateral. La tercera variante (Figuras 12, 17d y 18) es la de las escamas de la línea lateral que están colocadas en la tercera hilera tomada de la región dorsal hacia abajo. En el pedúnculo caudal estas escamas tienen una forma romboide más simétrica y conforme van avanzando hacia la parte anterior del pez, se van alargando, hasta quedar del mismo tamaño que las correspondientes al primer tipo (confundiéndose con ellas). El cuarto tipo lo representan las escamas de pedúnculo caudal que son totalmente simétricas (forma de diamante) y solo sufren un pequeño - alargamiento hacia la base de las fulcras basales (Figura 17e). Una variante de este último esquema se presenta en las escamas de la parte ventral del pedúnculo caudal (hacia la parte posterior) donde las escamas - presentan proyecciones verticales en forma de pequeñas espinas (Figuras 17f y 19).

Figura 17.- Detalle de las escamas de diferentes regiones del cuerpo en el nuevo género:

- (a) Región desprovista de escamas;
- (b) escamas romboides pectinadas;
- (c) escamas romboides pectinadas ornamentadas;
- (d) escamas de la línea lateral;
- (e) escamas del pedúnculo caudal, región axial;
- (f) escamas del pedúnculo caudal, región ventral, con espinas.





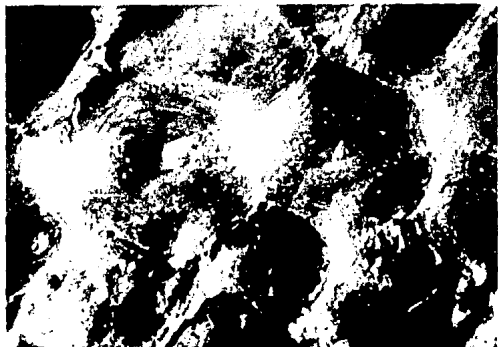


Figura 18.- Escamas de la línea lateral donde se observa el canal de la línea lateral (especimen IGM  $\frac{370}{4188}$ )



Figura 19.- Escamas de la parte ventral del pedúnculo caudal donde se observan las espinas (especimen IGM  $\frac{370}{4188}$ ).

## Discusión del nuevo género

Si se examinan las descripciones del nuevo género citadas anteriormente, se nota que sin lugar a dudas, el nuevo taxón presenta todas las características diagnósticas de la familia (nueve infraorbitales, de los cuales los primeros siete tienen forma de lámina enrollada y los dos últimos de forma tubular; interopercular pequeño y alejado de la mandíbula; aleta dorsal alargada; escamas romboides, y todas las demás características citadas en la página 42), guardando relación con cada uno de los géneros del grupo, en mayor o menor grado.

Sin embargo existen varias características nunca antes reportadas en la familia, como son: la presencia de cinco radios reducidos anteriores a la aleta dorsal, arriba del supracleitrum y atrás del posttemporal (Figura 12); la modalidad de los dientes prearticulares robustos y puntiagudos, en vez de dientes mamiliformes, como es usual en los macrosemidos (Figura 15b) y la ornamentación característica de las escamas en la parte ventral del cuerpo, por abajo de la línea lateral (Figuras 12, 14 y 17c).

La presencia de cinco radios reducidos anteriores a la aleta dorsal tiene dos posibles interpretaciones: la primera se basa en la hipótesis de que la aleta era mucho más grande y por lo tanto su origen se extendía hasta la parte posterior del cráneo, mucho más anterior que en cualquier otro género de macrosemidos. La segunda hipótesis se basa en que probablemente esas estructuras no sean radios, sino los supraneurales medios que se reportan en Propterus elongatus (Bartram, 1977, p. 176) y que debido a las deformaciones estructurales durante el proceso de fosilización, se hayan preservado de esa forma y en esa posición. El estudio detallado de otros especímenes de la Cantera Tlayua será decisivo para elucidar la na-

turaliza de estas estructuras.

Por otro lado, los dientes prearticulares robustos y puntiagudos - representan hábitos alimenticios relacionados con la depredación de organismos marinos que viven fijos al fondo (por ejemplo: corales, algas, etc.), así como de algunos animales de movimientos relativamente lentos como son moluscos y crustáceos, sin dejar de considerar que también (a diferencia de otros macrosemidos) podían alimentarse de pequeñas larvas de clupeidos y peces pequeños de no mucha movilidad. Lo anterior se basa en que, en los otros géneros de la familia, los dientes prearticulares son muy reducidos (mamiliformes) y por consiguiente sus hábitos han sido interpretados como depredadores de organismos fijos al fondo o de muy poco movimiento, sosteniendo a su presa con los dientes dentarios y maxilares y triturándolos con los prearticulares y vomerianos. De acuerdo con Lagler et al (1984), los peces que presentan los dientes más grandes y puntiagudos son los depredadores más aptos, sobre todo de presas de mayor movimiento. Desde este punto de vista los integrantes de este nuevo género quizá fueron los depredadores más activos de los macrosemidos que se conocen hasta ahora.

La presencia de escamas ornamentadas en la parte ventral del cuerpo es una característica muy primitiva dentro de los actinopterigios, que en el caso del nuevo género, corresponde a un carácter muy primitivo dentro del grupo, ya que la tendencia en los macrosemidos y holósteos en general es hacia la reducción de la ganofna en escamas (Bartram, 1977).

En otro aspecto, existe un punto interesante que debe ser aclarado con respecto a la aleta dorsal dividida del nuevo género. Si se observa la figura 2, donde aparecen los macrosemidos que presentan aleta dorsal dividida (Propterus, Histonotus y Notagoqus) y se comparan con el nuevo género

(Figuras 12 y 13), se nota que en el caso del nuevo taxón, la aleta dorsal no presenta sus lóbulos anterior y posterior separados como en el caso de los géneros anteriores. Esto puede tener dos posibles interpretaciones: primero, se puede pensar que la aleta del género aquí descrito, no está totalmente dividida en dos lóbulos y por lo tanto no es una aleta continua en la que la parte posterior es más alta que la parte anterior; segundo, se puede explicar como una aleta dorsal cuyos lóbulos se encuentran en proceso de separación, lo que daría finalmente una aleta dorsal similar a la de los otros géneros.

En estos momentos de la investigación es difícil asegurar cualquiera de las dos interpretaciones, sin embargo para fines de este trabajo, se considerará a la aleta dorsal dividida en dos lóbulos hasta que no se realice el estudio de los demás géneros encontrados en la Cantera Tlayua, lo cual estamos seguros será determinante para descifrar este problema.

## ANÁLISIS SISTEMÁTICO

Como se mencionó en la introducción, la familia Macrosemiidae - consta de seis géneros que incluyen a: Macrosemius, Legnonotus; Enchelyo-  
lepis; Propterus; Histonotus y Notagogus, mismos que serán utilizados dentro de este análisis sistemático de acuerdo a los criterios taxonómicos - propuestos por Bartram (1977).

Después de haber revisado bibliográficamente las características estructurales de los géneros arriba citados, no podemos dudar que el género es nuevo para la ciencia y que representa un eslabón más en la cadena evolutiva de los macrosemidos. La tabla 6 muestra las características más importantes de cada uno de los géneros de la familia que nos sirven de - base para entender las relaciones filogenéticas de los géneros del grupo.

### Géneros Afines al Nuevo Taxón

Hasta ahora hemos encontrado que existen varias similitudes y diferencias entre los géneros existentes y el propuesto en este estudio, sin embargo la relación es más estrecha con Macrosemius, Legnonotus y Notagogus en menor grado. Por tal razón es importante establecer una comparación - entre el nuevo género y los demás miembros de la familia.

Macrosemius (Figuras 1a y 1b) es considerado como el género tipo - ya que sus características y su nombre sirvieron para designar a todo el grupo. Una de las características importantes de este género es la ausencia total de escamas en la región inmediata por debajo de la aleta dorsal, característica que comparte con el nuevo género; así como también el cuerpo alargado; la reducción de fulcra en la aleta dorsal, anal, pectorales

y pélvicas; la aleta caudal redondeada y la hilera de dientes maxilares, aunque en Macrosemius son menores en número y tamaño. Sin embargo existen diferencias muy marcadas entre ambos como son: la ausencia de ornamentación en los huesos craneales en Macrosemius; la aleta dorsal dividida y la ornamentación característica de las escamas en el nuevo género, ausentes en Macrosemius. Analizando todas estas características podemos notar que la relación entre ambos es estrecha a pesar de sus diferencias.

Con respecto a Legnonotus (Figura 1c) las semejanzas están representadas por la ausencia total de escamas debajo de la aleta dorsal; el cuerpo alargado y delgado; la ornamentación de los huesos craneales y la presencia de numerosos dientes maxilares. Las diferencias estriban en la aleta dorsal no dividida y la ausencia de ornamentación en las escamas de Legnonotus; y la ausencia de fulcra en las aletas dorsal, anal y pareadas del nuevo género. En este caso, las semejanzas entre ambos también son de mucho peso y comparándolas con las anteriores, podemos notar que este género nuevo presenta una mezcla de características de los dos antes citados (Tabla 6)

Si establecemos la misma comparación con Notagogus, (Figura 2c) encontramos que se asemejan por tener una aleta dorsal dividida; un maxilar con una hilera completa de dientes; huesos craneales ornamentados y ausencia de fulcra en la aleta dorsal, anal y aletas pareadas. Las diferencias son varias e incluyen la presencia de escamas debajo de la aleta dorsal, el cuerpo más ancho y la falta de ornamentación en las escamas de Notagogus, lo separa totalmente de los dos patrones anteriores, sin embargo la presencia de una aleta dorsal dividida y de un cuerpo más o menos delgado, indican una cierta relación con el nuevo género (Tabla 6).

	<u>Macrosemius</u>	<u>Legnonctus</u>	<u>Enchelyolepis</u>	<u>Propterus</u>	<u>Histionotus</u>	<u>Notagogus</u>	Nuevo género
Longitud patrón	220 mm	65 mm	pequeño	60 a 130 mm	150 a 200 mm	70 a 115 mm	78 mm
Forma del cuerpo	alargado y delgado	alargado y delgado	alargado y delgado	profundo	profundo	medianamente delgado	alargado y delgado
Superficie de los parietales lisa	si	no	no	no	no	si	no
Bóveda craneana con ganoina	no	si	?	si	si	no	si
Cuadratoyugal con muesca	no	no	no	si	si	no	no
Dientes maxilares (una hilera)	reducidos	no reducidos	?	reducidos	ausentes ó reducidos	no reducidos	no reducidos
Dientes prearticulars	mamiliformes	mamiliformes		mamiliformes	mamiliformes	mamiliformes	robustos y puntiagudos
Escamas en todo el cuerpo	no	no	si	si	si	si	no
Ganoina reducida en escamas	si	no	no	si	no	no	no
Escamas ornamentadas	no	no	no	no	no	no	si
Aleta dorsal dividida	no	no	no	si	si	si	si
Forma de la aleta caudal	redondeada	redondeada	redondeada	profundamente furcada	profundamente furcada	débilmente furcada	redondeada
Aletas pectorales con fulcra	no	no	?	no	si	si	no
Aletas pélvicas con fulcra	no	si	?	si	si	si	no
Aleta anal con fulcra	no	no	?	si	si	si	no
Aleta dorsal con fulcra	si	si	no	si	si	si	no
Aleta caudal con fulcra	si	si	si	si	si	si	si

Tabla 6.- Comparación de algunas de las características morfológicas de los géneros de la familia - Macrosemiidae, incluyendo al nuevo género descrito en este trabajo.



Con respecto a los géneros restantes también se puede establecer una comparación con el nuevo género descrito, sin embargo la relación que guardan entre sí no es tan estrecha como en los casos anteriores, sobre todo de Macrosemius y Legnonotus.

Si comparamos a este nuevo taxón con Propterus (Figura 2a), podemos notar que aparte de compartir las características diagnósticas de la familia, sus únicas semejanzas notables estriban en la presencia de una aleta dorsal dividida; así como huesos craneales ornamentados. Con relación a sus diferencias, en la Tabla 6 podemos notar que son marcadas en lo que se refiere a la profundidad del cuerpo; el patrón de escamas, la ornamentación de las mismas; la aleta caudal y el número de dientes maxilares.

El patrón de comparación con respecto a Histionotus (Figura 2b) es muy parecido al anterior (Propterus) y no obstante también se asemeja al nuevo género en poseer la aleta dorsal dividida, en Histionotus esta estructura presenta su lóbulo anterior muy elevado y con una curvatura pronunciada hacia la región posterior del cuerpo y más aún, la ganofina presente en las escamas, no está reducida como en Propterus (Tabla 6).

En el caso de Enchelyolepis, no se puede establecer una comparación completa ya que éste género es muy poco conocido y no contamos con la información completa. Sin embargo, de lo poco que conocemos sobre este grupo de macrosemidos, notamos que su relación con el nuevo género descrito no es muy estrecha (Tabla 6).

Hasta ahora se han establecido tanto las semejanzas, como las diferencias que existen entre el nuevo género y los reportados en la familia Macrosemiidae, esta información representa el marco de referencia para establecer las relaciones filogenéticas que existen entre el nuevo género

y la familia, así como para analizar el grado evolutivo del nuevo taxón objeto de este estudio.

### Hipótesis de Relaciones Entre la Familia Macrosemiidae y el Nuevo Género

Con el objeto de poder establecer una hipótesis sobre las relaciones entre el nuevo género y los demás géneros de la familia, nos basamos en el esquema sobre las relaciones de los macrosemidos propuestos por Bartram (1977, p. 225), que a su vez se origina en las diversas especializaciones que ocurren dentro del grupo. A continuación se listan estas peculiaridades incluyendo los géneros que las presentan, tomando en cuenta también al nuevo género aquí descrito.

- 1.- Aleta dorsal dividida (Notagogus, Histionotus, Propterus y nuevo género).
- 2.- Escamas ausentes en ambos lados de la aleta dorsal (Macrosemius, Legnonotus y nuevo género)
- 3.- Ganofna reducida en las escamas (Macrosemius y Propterus).
- 4.- Cuerpo delgado (Macrosemius, Legnonotus y nuevo género).
- 5.- Aleta caudal débilmente furcada o redondeada con un número reducido de radios (Macrosemius, Legnonotus, nuevo género y Notagogus).
- 6.- Superficie de los parietales formando grandes crestas (Histionotus y Propterus).
- 7.- Cuadratoyugal con una muesca cerca del extremo distal (Propterus e Histionotus).

- 8.- Dientes maxilares reducidos en tamaño, o ausentes y reducidos en número (Macrosemius en tamaño y número, Propterus en tamaño y número e Histionotus ausentes). Esta característica no fue del todo comprobada por falta de claridad en los esquemas de Bartram (1977).
- 9.- Reducción o pérdida de fulcra en la aleta dorsal (Macrosemius, Propterus elongatus, Propterus microstomus, Notagogus y nuevo género); en la aleta anal (Macrosemius, nuevo género y Notagogus) y aletas pareadas (Macrosemius, nuevo género, Notagogus y Propterus).
- 10.- Canales sensorios anchos y expuestos por grandes orificios en la parte posterior de la bóveda craneana (Macrosemius, nuevo género, Histionotus y Propterus).
- 11.- Dermoesfenótico no incorporado a la bóveda craneana y no encerrando la unión entre los canales infra y supraorbitales (Macrosemius, Histionotus y Propterus).
- 12.- Lóbulo anterior de la aleta dorsal recortado (Histionotus y Propterus microstomus).

La figura 20 representa el esquema de las relaciones filogenéticas de la familia tomado de Bartram (1977), donde se observan dos grandes grupos monofiléticos: el formado por Propterus e Histionotus, que comparten las especializaciones 6 y 7 del listado anterior y el segundo grupo, formado por Macrosemius y Legnonotus, unidos por las características 2 y 4. Un tercer grupo aparte es el formado por Notagogus cuya posición no ha sido fácil de determinar, desde el punto de vista de que comparte la ca-

racterística 5 con Macrosemius y Legnonotus y la característica 1 con Propterus e Histonotus, por lo tanto se coloca como un grupo hermano.

Para incluir al nuevo género dentro del esquema general de los macrosemidos, se pensó en varias posibilidades de relación.

La primera consiste en considerarlo al igual que Notagogus como un taxón intermedio entre el grupo Macrosemius-Legnonotus y el grupo Propterus-Histonotus ya que, comparte con el primer grupo las características 2 y 4 y con el segundo grupo la aleta dorsal dividida (característica 1). Si consideramos la característica 2 (escamas ausentes en ambos lados de la aleta dorsal) y 4 (cuerpo delgado), es indudable que debe ser colocado dentro del grupo de Macrosemius y Legnonotus, pero la característica 1 (aleta dorsal dividida) tiende a excluirlo de este grupo y lo acerca al grupo de Propterus e Histonotus. Por estas razones, en esta primera hipótesis podríamos incluirlo en un grupo intermedio como hace Bartram (1977) con Notagogus (Figura 21).

Por otra lado, si tomamos en cuenta que esta hipótesis se basa solamente en características morfológicas comparativas (que no se valoran en cuanto a su polaridad con respecto a lo más primitivo y lo más derivado), la interpretación de las relaciones puede presentar incongruencias. Y si admitimos que el grupo de los macrosemidos es rico en características derivadas, sentimos la necesidad de proponer otras opciones que se basarán en las características diagnósticas de cada género, según su condición de primitivas o derivadas y así nos permitirán dar un enfoque cladístico a la interpretación de las relaciones filogenéticas. Por esta razón consideramos conveniente dar un listado de las características primitivas de los macrosemidos que son las siguientes (Bartram 1977):

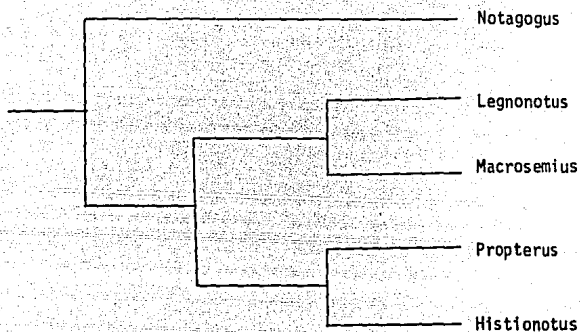


Figura 20.- Interrelaciones dentro de la familia Macrosemiidae propuestas por Bartram (1977)

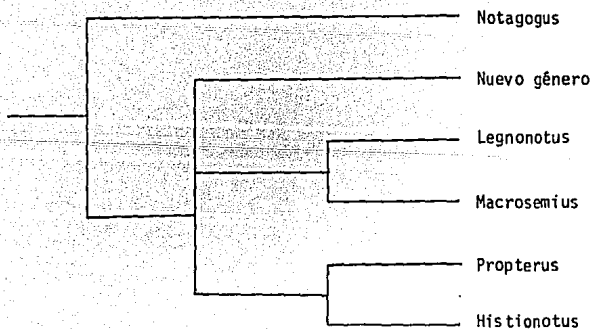


Figura 21.- Interrelaciones dentro de la familia Macrosemiidae, incluyendo al nuevo género descrito en este trabajo.

- 1.- Aleta dorsal no dividida.
- 2.- Escamas cubriendo todo el cuerpo.
- 3.- Ganoína cubriendo totalmente las escamas.
- 4.- Tronco profundo.
- 5.- Aleta caudal profundamente furcada.
- 6.- Superficie de los parietales lisa.
- 7.- Cuadratoyugal sin muescas.
- 8.- Márgen oral de la maxila con una hilera completa de dientes.
- 9.- Fulcra en todas las aletas.
- 10.- Canales sensorios de la bóveda craneana totalmente encerrados por hueso.
- 11.- Demoesfenótico incorporado a la caja craneana.

Con base en el listado anterior, se comparó a la familia Macrosemiidae con otro grupo de neopterigios primitivos, de manera que la segunda hipótesis aquí propuesta se basa en las características primitivas y derivadas del grupo de los macrosemidos y proporciona un mayor rango de confiabilidad con respecto a las relaciones dentro de la familia.

El grupo externo elegido (outgroup) para el análisis, está representado por la familia Semionotidae, una de las más primitivas dentro de los neopterigios que se conocen, cuyo rango estratigráfico abarca desde el Pérmico Tardío hasta el Cretácico Temprano. La familia incluye géneros como Semionotus, Acentrophorus, Lepidotes y Dapedium, que han sido ampliamente comparados con los macrosemidos por Patterson (1973) y Bartram (1977). En vista de que la comparación se establece con respecto a cada uno de los géneros de la familia Macrosemiidae, solo tomamos en cuenta a Lepidotes para el análisis, debido a que presenta las características diagnósticas

de la familia Semionotidae que nos interesan.

La tabla 7 muestra la relación de algunas de las características primitivas de cada género, que se toman en cuenta para la elaboración de la segunda hipótesis de relaciones. Nuevamente el género Enchelyolepis no se incluye por la falta de información adecuada para considerarlo.

Como resultado de este análisis encontramos que, de acuerdo a las características derivadas compartidas "sinapomorfias" señaladas con el número 2 en la Tabla 7; los macrosemidos se pueden separar en dos grandes grupos tal y como lo propone Bartram (1977), el constituido por Macrosemius y Legnonotus y el formado por Propterus e Histonotus. En el caso de Notagogus se nota claramente que es un género con características primitivas que no comparte las mismas especializaciones de los otros dos grupos dentro de la familia y aunque existe cierto grado de relación, no se puede incluir por completo en ninguno de ellos. En este aspecto el esquema es muy parecido al propuesto por Bartram (1977), resumido en la Figura 20 y en la primera hipótesis de relación propuesta en este trabajo (Figura 21), ya que tanto a Notagogus como al nuevo género se les da un carácter intermedio dentro de los dos subgrupos que forman Macrosemius - Legnonotus y Propterus - Histonotus.

La segunda hipótesis que se ofrece, considera al nuevo taxón, no solo independiente de Notagogus (las características que comparten son simplesiomorfias), sino que lo propone como el género con características más derivadas de la familia (por ejemplo: cuerpo delgado, escamas incompletas, aleta caudal redondeada, parietales ornamentados, etc.) y cuyas afinidades en cuanto a sinapomorfias lo unen con Macrosemius y Legnonotus.

	<u>Lepidotus</u> (grupo externo)	<u>Macrosemius</u>	<u>Legnonotus</u>	<u>Propterus</u>	<u>Histicnotus</u>	<u>Nutagogus</u>	Nuevo género
Cuerpo profundo	0	2	2	0	0	1	2
Superficie de los parietales lisa	0	0	2	2	2	0	2
Bóveda craneana con ganoína	0	2	0	0	0	0	0
Cuadratoyugal con muesca	0	0	0	2	2	0	0
Dientes maxilares (una hilera)	0	0	0	2	2	0	0
Escamas en todo el cuerpo	0	2	2	0	0	0	2
Ganoína reducida en escamas	0	1	0	1	0	0	0
Ornamentación en escamas	0	2	2	2	2	2	1
Aleta dorsal no dividida	0	0	0	2	2	2	1
Aleta caudal pro-fundamente furcada	1	2	1	0	0	1	2
Fulcra en todas las aletas	0	1	1	1	0	0	1

Tabla 7.- Análisis de caracteres de los géneros de la familia Macrosemidae. En esta comparación se incluye al nuevo género y se utiliza como grupo externo (outgroup) al género Lepidotus de la familia Semionotidae. Los números empleados en la Tabla designan la polarización de la característica o grado de evolución en la transformación de la misma (el cero representa un nivel primitivo y el 2 representa un grado más derivado).



La segunda hipótesis de relaciones ilustrada en la Figura 22, pretende expresar el nivel de relación entre los diferentes géneros de la familia Macrosemíidae de la manera más parcimoniosa posible, ya que al no conocer en detalle, tanto las características derivadas compartidas (sinapomorfias), como las primitivas compartidas (plesiomorfias) de todos los diferentes taxa de macrosemidos, las distintas posibilidades de relación ofrecen muchas incongruencias, por ejemplo: la aleta dorsal dividida en el nuevo género, compartida por el grupo de Propterus-Histonotus y Notagogus o el patrón de escamas completo en el nuevo taxón, compartido con Macrosemius y Legnotus, etc.

Por lo tanto, al finalizar este análisis sistemático, en el cladograma de la figura 22, se propone este esquema como el menos conflictivo (parcimonioso) y más afín con la comparación efectuada con el grupo externo (outgroup) representado por el semionótido Lepidotus.

Por último, es importante notar que las dos hipótesis de relaciones en términos generales son semejantes, a pesar de haber sido basadas en diferentes aspectos, sin embargo como ya se indicó, la segunda agrupa al nuevo género dentro del grupo de Macrosemius y Legnonotus, lo que no ocurre en la primera (Figura 21) donde este, por sus semejanzas y diferencias con los otros géneros es colocado como un grupo aparte.

La figura 23 muestra la misma interpretación sistemática que el cladograma de la figura 22, de una manera similar al esquema usado por Bartram en 1977 (Figura 20), incluyendo al nuevo género de acuerdo a la segunda hipótesis propuesta.

Tanto el esquema de la figura 23 como el cladograma de la figura 22, muestran que la relación del nuevo género queda establecida con el grupo

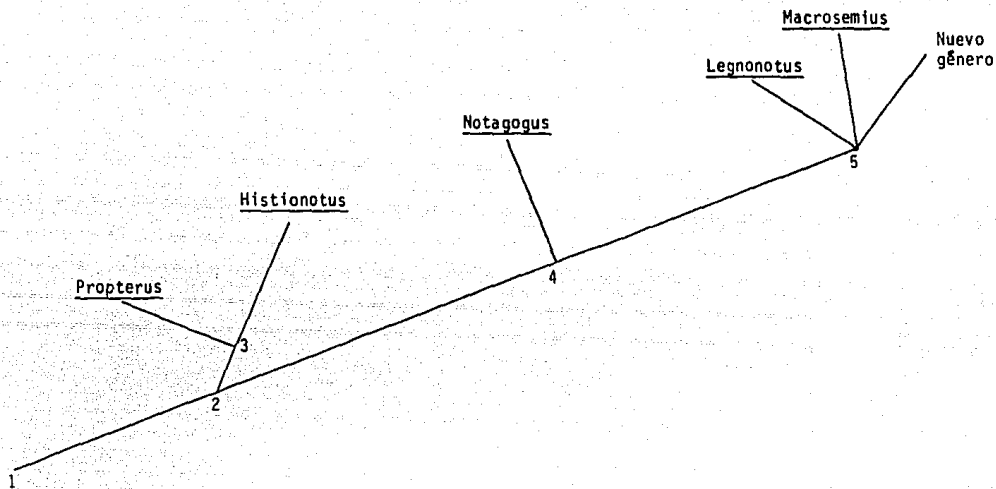


Figura 22.- Segunda hipótesis de relaciones de los géneros de la familia Macrosemidae incluyendo al nuevo género objeto de esta tesis. Los nodos se refieren a las características usadas para definir cada grupo:

- 1 = Nueve infraorbitales y demás características de la familia.
- 2 = Cuerpo profundo y escamas en todo el cuerpo.
- 3 = Cuadratoyugal con muesca.
- 4 = Cuerpo intermedio (entre profundo y alargado) y escamas completas.
- 5 = Cuerpo alargado y escamas incompletas.

que forman Macrosemius y Legnonotus y que por la información con que se cuenta y como resultado de este análisis, se considera que la aparente relación de Notagogus con el nuevo taxón en función de compartir un maxilar con la hilera de dientes, se debe considerar como una característica primitiva o simpliesiomorffa y por lo tanto no debe ser utilizada como elemento que los relacione. En el caso de presentar ambos géneros la aleta dorsal dividida y los huesos craneales ornamentados, probablemente estas características se derivaron independientemente y por lo tanto no son adecuadas para agrupar a estos géneros que, por otro lado presentan diferencias muy significativas en cuanto a características derivadas (sinapomorfias); que son las de mayor consideración al relacionar grupos taxonómicos (Ver Tablas 6 y 7).

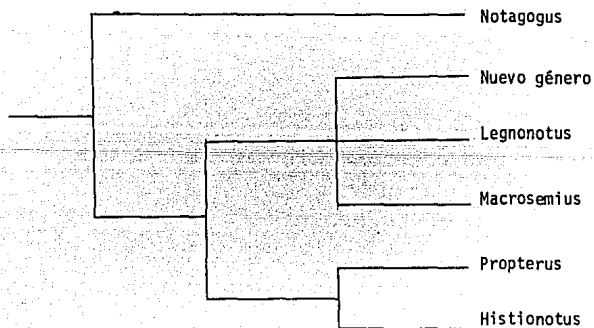


Figura 23.- Interpretación del cladograma de la figura 20, basado en el esquema general de Bartram (1977).

## Ocurrencia en el Registro Fósil

Los neopterigios aparecen por primera vez en el Pérmico hace aproximadamente 280 m.a. y posteriormente se vuelven los peces dominantes de la era Mesozóica (McFarland et al., 1985).

Los neopterigios primitivos llamados holósteos incluyen a la mayoría de los géneros jurásicos y unas pocas formas sobrevivientes (dos géneros). Su primera radiación ocurre durante el Triásico y Jurásico. Durante el Mesozoico Superior, una línea dió origen a una nueva radiación de mayor magnitud que tuvo como resultado la diversificación de la mayoría de los grupos de peces óseos modernos: los teleósteos (Carroll, 1988).

Durante el Triásico existieron faunas tanto en los océanos como en los continentes, sin embargo se presentaron muchos cambios entre los peces, notándose una marcada reducción en las especies marinas que existían, no obstante ya se tienen registros de macrosemidos, que eran marinos, en el Triásico Tardío.

Contrastantemente, el Jurásico fue un período de mares extensos y tierras reducidas, lo que coincide con la mayor radiación de los macrosemidos (más del 50% de las especies reportadas para la familia provienen del Jurásico) que se puede decir, según se aprecia en la tabla 8 que, representan un grupo de peces exclusivamente mesozoicos.

Definitivamente el Jurásico no solo permitió la radiación más importante de los macrosemidos, sino también en general, la ictiofauna marina aumentó, se diversificaron los peces cartilaginosos y los actinopteri-gios, pero el mayor florecimiento fue el de los holósteos. Algunas de las formas más comunes estaban representadas por semionótidos, picnodontos,

Aspidorhynchus, amidos, eugnatidos y al final del período aparecieron los primitivos teleósteos (Romer, 1974).

El Cretácico es uno de los períodos más largos de la historia de la tierra. Es ahí donde comienza el reemplazo de los holósteos por los teleósteos y por consiguiente, la mayoría de los holósteos desaparecen antes del Cretácico Tardío. Los macrosemidos no fueron una excepción a este reemplazo, por lo que se conoce, ninguno vivió más allá del Albiano (Tabla 8).

Los últimos miembros de la familia provienen del Cretácico Temprano (Aptiano-Albiano) de Nápoles, Italia y del Albiano de Tepexi de Rodríguez, Puebla en México. Los peces del Aptiano-Albiano de Italia están representados por Notagogus pentlandi y Propterus scacchi y en el caso del ejemplar Albiano de Puebla, México, este corresponde al nuevo género descrito en esta tesis.

Los macrosemidos más antiguos que se conocen pertenecen al género Legnonotus del Triásico Tardío de Inglaterra y Austria, y las demás especies de la familia han sido encontradas en depósitos del Jurásico Tardío de Europa.

La tabla 8 y la figura 24 muestran la ocurrencia de los macrosemidos en el registro fósil y su alcance estratigráfico respectivamente. Como se puede observar en ambas, la mayor diversidad ocurre durante el Jurásico Tardío y ninguno llega más allá del Cretácico Temprano, incluyendo al nuevo género aquí descrito. Este último, de acuerdo a su edad (Albiano), se encuentra dentro de los macrosemidos más recientes y con respecto a sus características morfológicas también se encuentra entre los más avanzados de la familia como se mencionó en párrafos anteriores.

GENERO	ECAD	LOCALIDAD
<u>Legnonotus cothamensis</u>	Triásico Tardío	Aust Cliff, Gloucestershire, Inglaterra
<u>Legnonotus krambergeri</u>	Triásico Tardío	Hallein, Austria
<u>Macrosemius rostratus</u>	Jurásico Tardío (Kimeridiano Inferior)	Bavaria, Alemania
<u>Macrosemius fourneti</u>	Jurásico Tardío (Kimeridiano Inferior)	Cerin, Francia
<u>Propteris elongatus</u>	Jurásico Tardío (Kimeridiano Inferior)	Bavaria, Alemania
<u>Propteris microstomus</u>	Jurásico Tardío (Kimeridiano Inferior)	Bavaria, Alemania
<u>Histonotus oberndorferi</u>	Jurásico Tardío (Kimeridiano Inferior)	Bavaria, Alemania
<u>Histonotus falsani</u>	Jurásico Tardío (Kimeridiano Inferior)	Cerin, Francia
<u>Notagogus denticulatus</u>	Jurásico Tardío (Kimeridiano Inferior)	Bavaria, Alemania
<u>Notagogus helena</u>	Jurásico Tardío (Kimeridiano Inferior)	Cerin, Francia
<u>Notagogus inimontis</u>	Jurásico Tardío (Kimeridiano Inferior)	Cerin, Francia
<u>Notagogus decoratus</u>	Jurásico Tardío (Kimeridiano Inferior)	Bavaria, Alemania
<u>Histonotus angularis</u>	Jurásico Tardío (Pücheriano)	Dorsetshire y Wiltshire, Inglaterra
<u>Enchelyolepis andrewsi</u>	Jurásico Tardío (Pücheriano)	Teffont, Wiltshire, Inglaterra
<u>Enchelyolepis pectoralis</u>	Jurásico Tardío (Portlandiano Superior)	Meuse, Francia
<u>Notagogus parvus</u>	Cretácico Temprano (Wealden)	Bernissart, Bélgica
<u>Notagogus ferreri</u>	Cretácico Temprano (Neocomiano)	Lérida, España
<u>Propteris vidali</u>	Cretácico Temprano (Neocomiano)	Lérida, España
<u>Propteris scacchi</u>	Cretácico Temprano (Aptiano o Albiano)	Torre de Orlando, Nápoles, Italia
<u>Notagogus pentlandi</u>	Cretácico Temprano (Aptiano o Albiano)	Torre de Orlando, Nápoles, Italia
Nuevo género	Cretácico Temprano (Albiano)	Cañera Tlayua, Tepexi de Rodríguez, Puebla, México

Tabla 8.- Horizonte y localidad de los géneros pertenecientes a la familia Macrosemiidae, incluyendo al nuevo género.

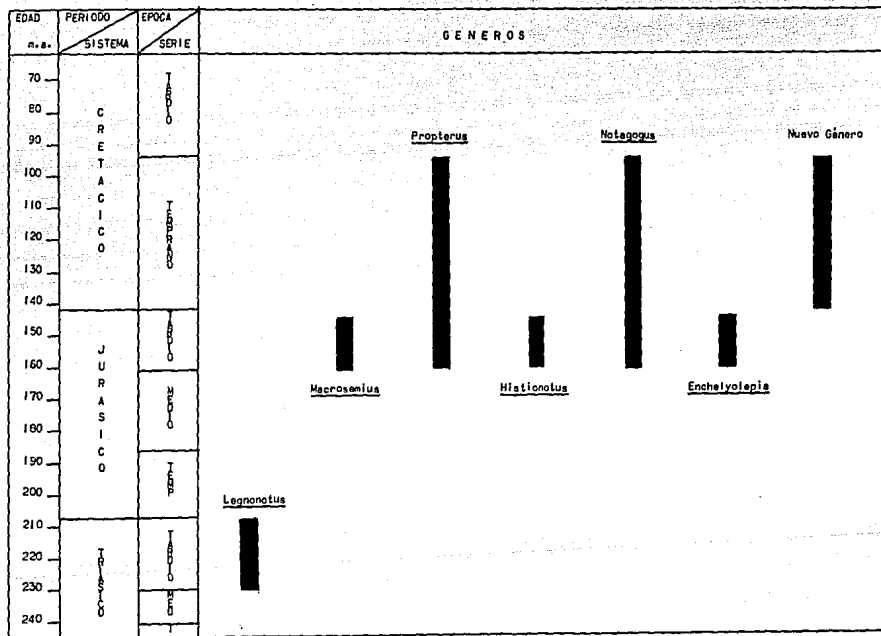


Figura 24.- Alcance estratigráfico de los diferentes géneros reportados en la bibliografía incluyendo al nuevo género descrito en este trabajo.

## DISCUSION

Los macrosemidos son una familia de peces holósteos mesozoicos, - con características variables que presentan especializaciones relativas a la condición neopterigia primitiva. La presencia de nueve infraorbitales de los cuales los primeros siete tienen forma de lámina enrollada (scroll shape) y los dos restantes, detrás del ojo, de forma tubular, y el interopercular pequeño y alejado de la mandíbula son características únicas - dentro de los neopterigios, lo que indica que los macrosemidos forman un grupo monofilético (Bartram 1977).

Por otro lado, no se conoce ningún género que una a los macrosemidos con otros actinopterigios mesozoicos (Carroll 1988).

De acuerdo con la información reportada en la literatura (Patterson 1973, Bartram 1977 y Carroll 1988 por ejemplo), reforzada por los resultados del análisis sistemático realizado en esta investigación, se observa claramente que no comparten características especializadas importantes con ningún grupo de holósteos, lo que sugiere que pudieron haberse originado de un nivel muy primitivo de la evolución neopterigia.

El conocimiento de la estructura de los macrosemidos y de su origen, aún son incompletos, lo que disminuye la oportunidad de tener exactitud - para colocar al grupo en una clasificación filogenética congruente. Lo poco que se sabe sobre la familia indica que aparecieron antes de la divergencia de los halecostomos (halecomorfos y teleósteos), y ya que no muestran evidencias de relación con otros grupos de holósteos, se han clasificado como División Halecostomi, Subdivisión Incertae sedis, hasta que no se obtenga mayor información.



Por lo antes expuesto se tiene que el nuevo género descrito en este trabajo representa un fragmento importante en las relaciones filogenéticas dentro de la familia, en función de sus características especializadas.

Después de haber examinado detenidamente su estructura anatómica - con base en un análisis tipológico y cladístico, obtuvimos resultados satisfactorios a pesar de las limitaciones a las que nos enfrentamos; en primer lugar, la familia Macrosemiidae es aún muy poco conocida (sobre todo en el Nuevo Mundo) y no se tiene la suficiente información sobre muchos aspectos de su morfología y relaciones filogenéticas ya que, además de que el número de especímenes disponibles para su estudio es escaso y también son peces delicados que necesitan técnicas especiales para su limpieza. Por otro lado, hubiera sido de mucha ayuda poder contar con técnicas más sofisticadas para su estudio; por ejemplo, microscopios más potentes, o el uso de radiografías, para obtener detalles de ciertas regiones importantes como la bóveda y caja craneanas, mandíbula superior e inferior, región nasal, etc.

También cabe aclarar que la revisión de las características anatómicas de los géneros incluidos en la familia fue totalmente bibliográfica, lo que limita un poco la comprensión de ciertos aspectos que pueden utilizarse para la comparación de los taxa. En este caso hubiera sido de mucha ayuda contar con los ejemplares tipo representantes de cada uno de los géneros del grupo, que se encuentran depositados en museos de Inglaterra, Francia, Alemania, Italia y Estados Unidos de Norteamérica, de manera que la comparación fuera más precisa.

Sin embargo, a pesar de estas limitaciones, pensamos que la investigación realizada es de suma importancia para el estudio de los macro-

semidos e incluso para reafirmar la idea de que la Cantera Tlayua de Tepexi de Rodríguez, era una laguna costera con un arrecife como barrera, - debido a los hábitos costeros y arrecifales que se han reportado en los macrosemidos.

Con respecto a la importancia del descubrimiento del nuevo género se puede decir que éste representa un taxón muy avanzado dentro de los - macrosemidos y su posición representa quizá uno de los grados más altos (y probablemente uno de los últimos) en la evolución del grupo, próximos a su extinción. Lo anterior se fundamenta en la presencia de caracterfsti cas derivadas no compartidas con otros macrosemidos (autapomorfias como por ejemplo los dientes prearticulares robustos y puntiagudos y por su tardía ocurrencia en el registro fósil Albiano).

Dentro de las características reportadas por primera vez en la familia se incluyen la presencia de cinco radios reducidos anteriores a la aleta dorsal (arriba del supracleitrum y detrás del posttemporal); dientes prearticulares robustos y puntiagudos; escamas de la parte ventral del - cuerpo (abajo de la línea lateral) ornamentadas con tubérculos de ganofna y aleta dorsal dividida sin aparente separación entre los lóbulos anterior y posterior. Estas características excluyen totalmente al nuevo taxón de los demás géneros incluidos en la familia y cada una de ellas presenta - diferentes interpretaciones que fueron analizadas en la página 71 y que aún se encuentran en discusión. En este sentido, es necesario realizar el estudio de los demás ejemplares de macrosemidos presentes en la colección del Museo de Paleontología del Instituto de Geología, de manera que se obtengan todas las variaciones de dichas estructuras en cada nuevo género y se puedan comparar entre sí para darles la interpretación correcta.

Por otro lado, con el análisis cladístico encontramos que el nuevo género está íntimamente relacionado con dos géneros de la familia que corresponden a Macrosemius y Legnonotus, y con los restantes guarda una relación menos estrecha (Ver Figura 20). El registro fósil indica que el nuevo taxón, es uno de los más recientes (Albiano) y sus características tanto primitivas como derivadas, concuerdan con su posición en el tiempo geológico.

El hecho de que los macrosemidos hayan sido encontrados en depósitos del Jurásico Tardío y Cretácico Temprano, asociados con organismos constructores de arrecifes como es el caso de Macrosemius, Propterus, Notagogus e Histonotus, reportados en las calizas litográficas de Bavaria (Alemania y Cerin, Francia) o Propterus y Notagogus, encontrados en las calizas litográficas de Lérida, España; reafirma las ideas propuestas por Applegate - (1987) y Martill (1989) de que la Cantera Tlayua representa una laguna costera con una barrera arrecifal relativamente cercana, ya que ningún macrosemido ha sido reportado en otro tipo de ambiente.

Hasta ahora, en todos los trabajos que se han hecho sobre Tepexi de Rodríguez, varios autores coinciden en compararla con la localidad jurásica de Solenhofen, Alemania, por sus características sedimentológicas. Si tomamos en cuenta que algunos de los peces ahí reportados están relacionados con arrecifes de coral y los comparamos con la ictiofauna de Tepexi de Rodríguez, encontramos que existen similitudes en cuanto a las familias reportadas en ambas localidades, sin olvidar que se trata de edades diferentes.

Algunas de las familias reportadas en Solenhofen incluyen: Pycnodontidae; Eugnathidae-Caturidae; Aspidorhynchidae (Kress, 1959),

mismas que se reportan en la Cantera Tlayua. Lo anterior fundamenta una vez más que el ambiente circundante pudo haber sido similar en ambas localidades.

Otro aspecto importante de esta investigación se basa en el hecho de que este nuevo género descrito, es el primer taxón de la familia reportado en el Nuevo Mundo, ya que todos los demás corresponden a depósitos de Europa, inmersos en aguas tethyanas. Sobre este aspecto en particular existen dos posibilidades: una que es la que se apoya en este trabajo, se refiere a que los macrosemidos solo existieron al Este de lo que hoy es Norteamérica, es decir en el antiguo mar de Tethys y por lo tanto solo serán recolectados en localidades Europeas y norteamericanas del lado Este. La otra posibilidad se basa en lo incompleto del registro fósil o a la falta de prospección en Asia, Sudamérica y sobre todo en el lado Oeste de Norteamérica, y que la falta de registros de macrosemidos en otras regiones geográficas solo sea casual.

Si relacionamos paleogeográficamente los depósitos de Europa y los de Tlayua con la idea propuesta por Applegate (1987), de que la Cantera Tlayua durante el Albiano se encontraba en una península formada por el complejo metamórfico Acatlán, donde las capas fosilíferas pudieron haberse formado dentro de lo que pudo haber sido un proto Golfo de México o en aguas marinas preatlánticas (tethyanas), es fácil pensar que deben existir otros depósitos de esta edad en América, a pesar de que no han sido encontrados todavía.

Finalmente, es necesario aclarar que este trabajo marca el inicio de una serie de investigaciones que se pretenden realizar sobre la familia Macrosemiidae, de manera que se contribuya al conocimiento del grupo en

México y el mundo, y sobre todo se dé apoyo al gran proyecto de Investigación realizado en el Instituto de Geología de la UNAM, ya que la institución ha brindado todas las facilidades para llevar a cabo los estudios pertinentes sobre el área de Tepexi de Rodríguez, Puebla.

## SUMARIO Y CONCLUSIONES

Se describe un nuevo género de la familia Macrosemiidae que significa el primer registro del grupo en el Nuevo Mundo y se considera un eslabón importante en las relaciones filogenéticas de los macrosemidos.

El material estudiado proviene de la Cantera Tlayua, localidad fosilífera localizada en Tepexi de Rodríguez, Puebla. Los aspectos geológicos del área de Tepexi son diversos e indican diferentes edades y ambientes que en la actualidad son objeto de estudio por el Instituto de Geología de la UNAM.

El hecho de encontrar organismos asociados a arrecifes dentro de Tlayua (como es el caso de la familia Macrosemiidae, cuyos miembros siempre han sido asociados con arrecifes de coral), apoya la idea de que la Cantera de Tlayua era una laguna costera que presentaba una barrera arrecifal no muy distante como ha sido propuesto por Applegate (1987) y Martill (1989).

Las descripciones del nuevo género se basaron en cuatro ejemplares depositados en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología de la UNAM, que a pesar de no estar totalmente preservados mostraban las características necesarias para su estudio como son: Los huesos de la cabeza, las aletas y las escamas.

Para establecer la posición taxonómica del nuevo género y sus relaciones filogenéticas dentro del grupo, se realizó un análisis sistemático en donde se compararon las características diagnósticas más importantes de todos los géneros de la familia Macrosemiidae y su ocurrencia en el tiempo Geológico, sin embargo surgieron varios problemas al tratar de estable

cer las comparaciones, debido a que la revisión de las características - fue totalmente bibliográfica y en ocasiones no existe claridad en los esquemas propuestos. A pesar de esta limitaciones se pudo concluir que el género aquí descrito es nuevo en el grupo.

El análisis sistemático se basó tanto en un enfoque tipológico, como en un enfoque cladístico. El enfoque tipológico, basado en similitudes y diferencias (sin considerar la polaridad evolutiva de las homologías), nos llevó a colocar al nuevo género en un grupo intermedio entre el formado por Macrosemius y Legnonotus y el de Notagogus. Además se encontraron varias características "nuevas" no reportadas en ninguno de los otros - taxa de la familia como son: dientes prearticulares robustos y puntiaguados; escamas de la parte ventral del cuerpo altamente ornamentadas; y aleta dorsal dividida con un patrón de escamar incompleto.

El enfoque cladista dió por resultado un análisis más profundo y confiable donde se coloca al nuevo género en estrecha relación con Macrosemius y Legnonotus, excluyéndolo del grupo de Notagogus, Propterus e Histonotus. Este análisis se basó en las características primitivas y - derivadas compartidas por todos los géneros de la familia, encontrándose que el modelo propuesto en las Figuras 22 y 23 es el más parcimonioso. - Por lo consiguiente, del resultado del análisis sistemático se concluye - que el nuevo género, por sus características es uno de los más evolucionados dentro de la familia.

La ocurrencia en el registro fósil de cada uno de los géneros del grupo y del nuevo taxón aquí descrito, revelaron que el mayor número de - macrosemidos están reportados en depósitos jurásicos y solo dos en depósitos cretácicos. Lo que indica que el nuevo género encontrado, proveniente

del Albiano, es uno de los más recientes junto con Propteris y Notagogus, y sus características tanto primitivas como derivadas concuerdan con su - ocurrencia en el tiempo geológico.

Este nuevo género representa un eslabón importante en las relaciones filogenéticas de la familia. Sin embargo el alcance del estudio no - permite dar hipótesis de relaciones con otros grupo de neopterigios, lo - cual sería de suma utilidad para poder colocarlos dentro de una clasificación precisa.

A pesar de que la familia Macrosemiidae fue establecida por - Thfollière hace más de 130 años, la escasez de ejemplares disponibles en todo el mundo y su delicadeza, no han permitido conocer completamente su morfología y por lo tanto su posición taxonómica exacta; por ahora se con sideran como neopterigios halecostomos (Bartram, 1977), que se originaron de un nivel muy primitivo de la evolución neopterigia.

Este trabajo puede contribuir al conocimiento de la ictiofauna - cretácica de Norteamérica; además de que aporta nuevos conocimientos sobre la familia Macrosemiidae, marcando el inicio de su estudio en México. Sin embargo, cabe señalar que hasta la fecha, la familia está representada en la Cantera Tlayua por 64 ejemplares de los cuales consideramos existen 4 ó 5 géneros nuevos que al ser estudiados posteriormente, darán nueva luz al conocimiento del grupo y probablemente resuelvan algunas de las incógnitas que aún existen.

Solo esperamos que este estudio sienta las bases para investigacio nes posteriores y despierte el interés general por el conocimiento de la zona paleontológica de Tepexi de Rodríguez, ya que en todos sus aspectos representa un reto para la ciencia.



## LITERATURA CITADA

- Alencáster, G., 1973, Una nueva especie de *Toucasia* en el Cretácico Medio de los Estados de Oaxaca y Puebla: Univ. Nat. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana No. 36, p. 4-20.
- Applegate, S. P., y Espinosa-Arrubarrena, L., 1982, Lithographic limestone-like deposits in Tepexi de Rodríguez, Puebla, México: Society of Vertebrate Paleontologists, México, p. 1-39.
- Applegate, S. P., Espinosa-Arrubarrena, L., y López-Neri, P., 1984, Las Calizas Litográficas de la Cantera Tlayua en Tepexi de Rodríguez, Puebla, México: Soc. Geol. Mexicana, Conv. Geol. Nat., 7, Libroto-Guía de la Excursión, p. 1-83.
- Applegate, S. P., 1987, A preliminary study of the Tlayua Quarry near Tepexi de Rodríguez, Puebla: Soc. Mex. de Paleontología, v. 1, p. 40-50.
- Bartram, A. W. H., 1977, The Macrosemiidae, a Mesozoic family of holostean fishes: Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Geol.), London, v. 29, No. 2, p. 137-234.
- Buitrón, B. E., y Malpica-Cruz, R., 1987, Tepexi de Rodríguez, Puebla, una localidad fosilífera famosa de México: México, Soc. Mex. de Paleontología, Congr. Nat. de Paleontología, 1, Libroto-Guía de la Excursión, p. 1-24.
- Carroll, R., 1988, Vertebrate Paleontology and Evolution: W.H. Freeman and Company, New York, p. 89-111.
- Galguera-Rosas, G., Pantoja-Alor, J., y Malpica-Cruz, R., 1989, Análisis estructural en la Cantera Tlayua, Estado de Puebla: México, Univ. Nat. Autón. México, Inst. Geología, Símp. Geol. Reg. México, 3, Memoria, p. 48-50.
- Kress, T., (Ed.) Museum beim Solenhofener Aktien-Verein: Freunde des Museums beim Solenhofener Aktien-Verein e. V., Maxberg bei Solnhofen, 32 p.
- Lagler, K., Bardack, J. E., Miller, R., y Passino, D., 1984, Ictiología: Primera Edición en Español, AGT Editor, S. A. México, 489 p.
- Malpica-Cruz, R., Pantoja-Alor, J., y Galguera-Rosas, G., 1989, Microfacies de la Cantera Tlayua, Puebla, México: Univ. Nat. Autón. México, Inst. Geología, Símp. Geol. Reg. México, 3, Memoria, p. 48-50.
- Martill, D., 1989, A new Solenhofen in México: Geology Today, Ene-Feb., p. 25-28.
- McFarland, W., Pough, H., Cade, T., y Heiser, J., 1985, Vertebrate Life: Segunda Edición. MacMillan Publishing Company, E.U.A., p. 113-143.
- Monroy-Fernández, M., y Sosa-Patrón, A., 1984, Geología de la Sierra del Tenzo, Puebla, borde norte del terreno Mixteco: México, D.F., Soc. Geol. Mexicana, Conv. Geol. Nat., 7, Resúmenes, p. 50 (resumen).

- Pantoja-Alor, J., Mapica-Cruz, R., y Galguera-Rosas, G., 1989, Geología de los alrededores de la Cantera Tlayua, Tepexi de Rodríguez, Puebla, México: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Simp. Geol. Reg. Mexico, 3, Memoria, p. 61-67.
- Patterson, C., 1973, Interrelationships of holosteans, In: Greenwood, P. H., Miles, R. S., y Patterson, C., (Eds.). Interrelationships of fishes. Zool. Jour. Linn. Soc., London, v. 53, suppl. 1, p. 233-305.
- Raup, D. M., y Stanley, S. M., 1978, Principios de paleontología : Primera Edición, Editorial Ariel. España, 451 p.
- Ride, W. D. L., Sabrosky, C. W., Bernardí, G., y Melville, R. V., 1985. International Code of Zoological Nomenclature: International Trust for Zoological Nomenclature, London, 468 p.
- Romer, A. S., 1974, Vertebrate Paleontology: Third Edition. University of Chicago Press, U.S.A., 468 p.
- Saint-Seine, P. de, 1949, Les poissons des calcaires litographiques de Cerin (Ain): Nouv. Archs. Mus. Hist. Nat. Lyon, v. 2, 357 p.
- Seibertz, E., y Buitrón, B. E., 1987, Paleontología y estratigrafía de los Neohibolites del Albiano de Tepexi de Rodríguez, Estado de Puebla (Cretácico Medio, México): Soc. Mex. de Paleontología, v. 1, p. 285-299.
- Thiollière, V., 1858, Note sur le poissons fossiles du Bugey, et sur l'application de la méthode de Cuvier á leur classement: Bull. Soc. Geol. Fr., París, Ser. 2, v. 15, p. 782-793.
- Toombs, H. A., y Rixon, A. E., 1959, The use of acids in the preparation of vertebrate fossils: Crator, New York, v. 2, p. 304-312.
- Woodward, A. S., 1985, Catalogue of the fossil fishes in the British Museum (Natural History): v. 3, London, Brit. Mus. (Nat. Hist) 544 p.