

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA



**PECES FÓSILES DE LA FORMACIÓN AGUA NUEVA (TURONIANO)
EN EL MUNICIPIO DE VALLECILLO, NUEVO LEÓN, NE-MÉXICO.**

T E S I S

QUE PRESENTA

ALBERTO BLANCO PIÑÓN

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

**DOCTOR EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN GEOCIENCIAS**

LINARES, N. L.

NOVIEMBRE 2003

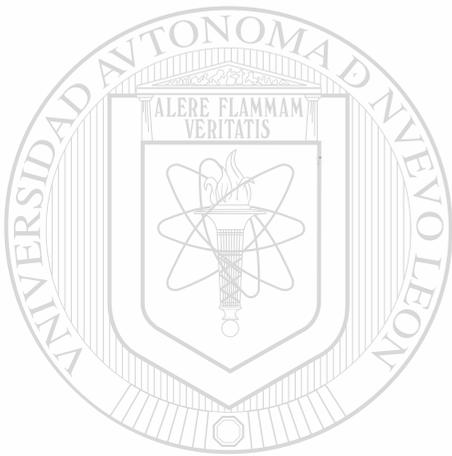
TD
Z5071
FA
2003
.B5

BLANCO PIÑÓN

DOCTORADO 2003



1020150686



UANL

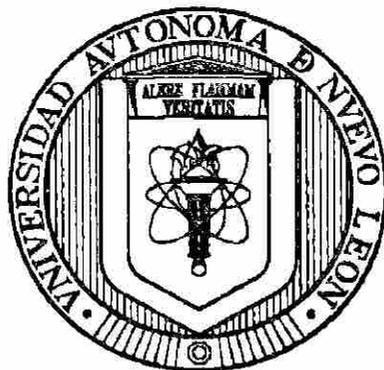
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA



PECES FÓSILES DE LA FORMACIÓN AGUA NUEVA (TURONIANO)
EN EL MUNICIPIO DE VALLECILLO, NUEVO LEÓN, NE-MÉXICO.

TESIS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

QUE PRESENTA

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ALBERTO BLANCO PIÑÓN

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

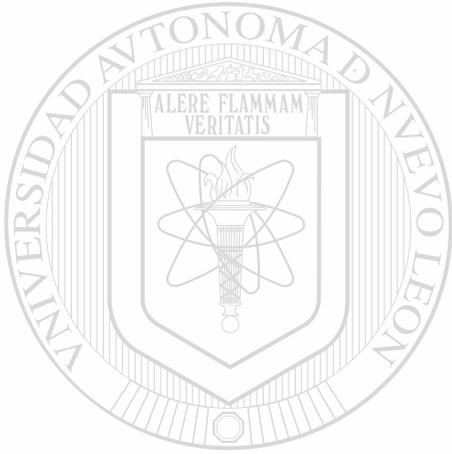
DOCTOR EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN GEOCIENCIAS

LINARES, N. L.

NOVIEMBRE 2003

7700 v

TD
2507
TA
2003
.K5



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO
TESIS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA



**PECES FÓSILES DE LA FORMACIÓN AGUA NUEVA (TURONIANO)
EN EL MUNICIPIO DE VALLECILLO, NUEVO LEÓN, NE-MÉXICO.**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN GEOCIENCIAS

PRESENTA

ALBERTO BLANCO PIÑÓN

COMITÉ DICTAMINADOR DE LA TESIS



DR. JOSÉ GUADALUPE LÓPEZ-OLIVA



DR. UWE JENCHEN



DR. JUAN ALONSO RAMÍREZ FERNÁNDEZ

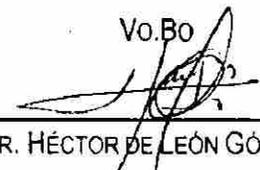


DR. HÉCTOR DE LEÓN GÓMEZ



DR. FERNANDO VELASCO TAPIA

Vo.Bo



DR. HÉCTOR DE LEÓN GÓMEZ
COORDINADOR DEL DOCTORADO

LINARES, N.L.

OCTUBRE 2003

AGRADECIMIENTOS

Mi más profundo agradecimiento va dirigido a la Familia GONZÁLEZ (Vallecillo, Nuevo León), especialmente a DON ROBERTO, por su colaboración desinteresada en el rescate del material paleontológico utilizado en el presente estudio.

Al PROF. DR. WOLFGANG STINNESBECK por su invitación para realizar parte de este trabajo en el Instituto de Geología de la Universidad de Karlsruhe, Alemania; al DR. EBERHARD "DINO" FREY (Karlsruhe, Alemania) por las correcciones a este texto y por su apoyo durante mi estancia en el Museo Estatal de Historia Natural de Karlsruhe, Alemania y al DR. JOSÉ GUADALUPE LÓPEZ OLIVA (Linares, México) por el apoyo logístico durante mi estancia en la Facultad de Ciencias de la Tierra y por la revisión del manuscrito final.

Al DR. JOSÉ ROSBEL CHAPA GUERRERO, DR. HÉCTOR DE LEÓN GÓMEZ y DR. JUAN ALONSO RAMÍREZ FERNÁNDEZ (Linares, México), por su apoyo en la obtención de la beca doctoral UANL, con la cual se pudo financiar parte de la última etapa de este trabajo.

La parte II: Paleontología Sistemática (corroboración de grupos identificados y revisión de las descripciones taxonómicas del material de Vallecillo) y la parte IV: Tafonomía, fue asesorada respectivamente por el DR. LIONEL CAVIN (Esperaza, Francia) y por el DR. SIXTO RAFAEL FERNÁNDEZ LÓPEZ (Madrid, España), a ellos agradezco profundamente su apoyo. Además, deseo agradecer al DR. CAVIN por proporcionarme de forma GRATUITA gran parte de la literatura utilizada en esta investigación y al DR. SIXTO FERNÁNDEZ por sus sugerencias en la parte quinta (Tafonomía) y sexta (Conclusiones Finales) de esta tesis. ¡A ellos mil gracias!

A las siguientes personas se agradece su ayuda en las primeras fases de la identificación taxonómica de algunos grupos de peces de Vallecillo: PROF. DR. GLORIA ARRATIA, DR. JÜRGEN KRIWET y DR. FRANCISCO SOLER GIJÓN (Berlin, Alemania), al MP. WOLFGANG MUNK (Karlsruhe, Alemania) y DR. NORBERT MICKICH (Darmstadt, Alemania). Por otra parte, se reconoce la participación en la identificación de algunos grupos de teleósteos y tiburones descritos en esta tesis al DR. KENSHU SHIMADA (Chicago, EE.UU.), al DR. CHRISTOPHER "CHRIS" FIELITZ (Virginia, EE. UU.), a la DR. YAEL CHALIFA (Jerusalem, Israel), al M. SC. MICHAEL "MIKE" EVERHART (Lawrence, EE. UU.), y al M.C. GERARDO GONZÁLEZ BARBA (La Paz, México), y en la asesoría y revisión en el apartado correspondiente a peces Pycnodontes al DR. FRANCISCO JOSÉ "FRAN" POYATO ARIZA (Madrid, España). Todos ellos proporcionaron literatura para la determinación taxonómica y descripción del material antes mencionado.

La identificación preliminar de otros vertebrados como tortugas, fue llevada a cabo bajo la supervisión del PROF. DR. ERIC BUFFETAUT (Paris, Francia) y la DR. HAIYAN TONG-BUFFETAUT

(Paris, Francia), quienes además proporcionaron literatura necesaria para la determinación y descripción preliminar de estos grupos.

Agradezco a las siguientes personas, quienes con sus comentarios, discusiones y apoyo bibliográfico contribuyeron en mejorar la calidad de esta tesis: DR. FLORENTIN MAURRASSE (Miami, EE. UU.), CAND. DR. FABIÁN DUQUE-BOTERO (Miami, EE. UU.), PROF. DR. ADOLF SEILACHER (Tübingen, Alemania), DR. ANDREA TINTORI (Milano, Italia), MP. MARIO DROBECK (Darmstadt, Alemania), DR. MASSIMO DELFINO (Florencia, Italia), DR. HEINZ FERRER (Ticino, Suiza), DR. JEROME TABOUELLE (Rouen, France), al DR. IVES LAURENT (Esperaza, Francia) y al DR. JEAN LE LOEFF (Esperaza, Francia).

Parte del material paleontológico usado en esta tesis fue preparado por los siguientes maestros preparadores: MP. VICTORIANO BERAZA CARDONA, ING. ANDRÉS RAMOS LEDEZMA, MP. PEDRO RODRÍGUEZ SAAVEDRA e ING. ADALBERTO TREVIÑO CÁZARES (Linares, México), STEPHAN UNREIN, RENÉ KASTNER y KRISTIAN NIKOLOSKI (Karlsruhe, Alemania). La documentación fotográfica del material estudiado en esta tesis fue realizada por el SR. VOLKER GRIENER (Karlsruhe, Alemania)

El Comité de revisión de esta tesis fue integrado por: DR. HÉCTOR DE LEÓN GÓMEZ, DR. UWE JENCHEN, DR. JOSÉ GUADALUPE LÓPEZ OLIVA, DR. JUAN ALONSO RAMÍREZ FERNÁNDEZ y DR. FERNANDO VELASCO TAPIA (Linares, México). A todos ellos les agradezco sus comentarios y sugerencias para mejorar este trabajo.

Al M.C. VICTOR QUEZADA RODRÍGUEZ y familia, al M.C. al LIC. JUAN ARTEMIO ALVARADO OLMEDA, al ING. ADALBERTO TREVIÑO CÁZARES y al ING. JOSÉ JUAN MEDINA ALEMÁN (Linares, México), por su asesoría y ayuda en manejo de programas usados en este trabajo y sugerencias en el manejo de equipo de cómputo en general. Además, quiero agradecer al LIC. JOSÉ ALFREDO JIMÉNEZ RAMÍREZ (Linares, México) por su apoyo en la búsqueda de material bibliográfico dentro de la biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Tierra.

Apoyo financiero fue proporcionado por las siguientes instituciones: Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD) beca A/98/14172: octubre 1998- junio 2002 y Universidad Autónoma de Nuevo León: Beca Apoyo: enero-junio 2003. Parte del rescate del material paleontológico llevado a cabo por del departamento de Paleontología de la FCT, fue financiado por la VW-Stiftung y el INAH. Las visitas a campo y rescate llevado a cabo por el autor de esta tesis fueron cubiertas por recursos propios.

También agradezco el apoyo de las familias BLANCO-PIÑÓN y BLANCO-PICCIOTTO, especialmente a mis hijos IAN y ANA LUCÍA por compartirme con el fascinante mundo de la paleontología de vertebrados.

CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS	1
INDICE DE TABLAS	12
ABREVIATURAS	13
RESUMEN	15
ABSTRACT	16
ZUSAMMENFASSUNG	17

PRIMERA PARTE: PRESENTACIÓN

1 INTRODUCCIÓN	19
2 METODOLOGÍA	23
Material, 24	
Métodos, 24	

SEGUNDA PARTE: GEOLOGÍA

3 PALEOGEOGRAFÍA	27
4 MIEMBRO VALLECILLO	37

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TERCERA PARTE: PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA**I CLASE ELASMOBRANCHII**

5 ELASMOBRANCHII INDET	54
6 ORDEN LAMNIFORMES	56
Lamniformes indet., 57	
7 ORDEN HYBODONTOIDEI	60
<i>Ptychodus mortoni</i> , 61	

II CLASE "HOLOSTEI"*

8 ORDEN PYCNODONTIFORMES 65

Nursallia gutturosum, 66**III CLASE TELEOSTEI**

9 ORDEN ICHTHYODECTIFORMES 96

Ichthyodectoidei nov. gen. nov. sp., 97

10 ORDEN ELOPOMORPHA 124

SUBORDEN PACHYRHIZODONTOIDEI, 125

Pachyrhizodontoidei indet., 126

Goulmimichthys nov. sp., 136

11 ORDEN AULOPIFORMES 159

SUBORDEN HALECOIDEI, 160

Halecoidei indet., 161

SUBORDEN CIMOLICHTHYOIDEI, 171

Dercetidae indet., 172

Rhynchodercetis sp., 182

12 ORDEN TSELFATIIFORMES 196

Tselfatia formosa, 197

13 ELOCEPHALA INCERTAE SEDIS 218

Araripichthys sp., 219

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CUARTA PARTE: PALEOBIOGEOGRAFÍA

14 ORDEN LAMNIFORMES 235

15 PTYCHODONTIDOS 238

16 PYCNODONTOIDEI 243

17 ICHTHYODECTIFORMES 249

18 PACHYRHIZODONTIDAE 256

19 HALECOIDEI 261

20 DERCETIDAE	265
21 TSELFATIIDAE	270
22 ARARIPICHTHYDAE	275
23 DISCUSIÓN DE LOS DATOS PALEOBIOGEOGRÁFICOS	279

QUINTA PARTE: TAFONOMÍA

24 DEFINICIÓN Y MECANISMOS DE ALTERACIÓN TAFONÓMICA	285
--	-----

SEXTA PARTE: CONCLUSIONES FINALES

25 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	308
-----------------------------	-----

SÉPTIMA PARTE: REFERENCIAS

26 REFERENCIAS	323
----------------	-----

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

APÉNDICE

344

Figura	INDICE DE FIGURAS	Páginas
Fig. 1.1	Localización geográfica del municipio de Vallecillo, Nuevo León. El círculo negro en el mapa indica la ubicación de las canteras fosilíferas (Modificada de BLANCO ET AL., 2001; BLANCO-PINÓN ET AL., 2002).	21
Fig. 3.1	Elementos paleogeográficos en el noreste de México durante el Jurásico (Modificada de SEIBERTZ, 1986).	28
Fig. 3.2	Mapa paleogeográfico y litofacies del Albiano al Cenomaniano Temprano y simbología (Modificado de MCFARLAND & MENES, 1991).	29
Fig. 3.3	Mapa paleogeográfico del Noreste de México durante el Turoniano (Modificado de PADILLA Y SÁNCHEZ, 1982).	30
Fig. 3.4	Correlación de las formaciones cretácicas del noreste de México y Texas (Modificada de BLANCO-PINÓN, 1998)	31
Fig. 3.5	Mapa paleogeográfico y litofacies del Coniaciano al Santoniano. Ver figura 2 para simbología (Modificada de SOHL ET AL., 1991).	34
Fig. 3.6	Mapa paleogeogeográfico y litofacies del Campaniano Temprano. Ver Figura 3.1 para la simbología (Modificado de SOHL ET AL., 1991).	35
Fig. 4.1	Carta Geológica de la región sur del anticlinal de Vallecillo. Vallecillo, N.L. El círculo negro indica la posición de las canteras (Modificada de BLANCO-PINÓN, 1998).	40
Fig. 4.2	Margas laminares tipo del Miembro Vallecillo de la Formación Agua Nueva, Vallecillo, N.L.	41
Fig. 4.3	Perfiles litológicos de las capas fosilíferas, Vallecillo, N.L. (Modificada de BLANCO-PINÓN, 1998).	42
Fig. 4.4	Porcentaje en peso de carbonatos/elásticos en el Miembro Vallecillo. (Todas las muestras analizadas mediante Bomba de Carbonatos, a excepción de 3.15, 2.28, 3.42 y 2.4 que fueron omitidas. Las fotografías ilustran el porcentaje de bioclastos (principalmente foraminíferos planctónicos y calciesferas) de la Sección Tipo del Miembro Vallecillo. De base a techo: "Mudstone" (5%). "Wackestone" (40%), "Wackestone" (30%).	44

Fig. 4.5	Globotruncanidos del Miembro Vallecillo, Formación Agua Nueva: a) cf. <i>Hedbergella</i> b) cf. <i>Whiteinella</i>	45
Fig. 4.6	Calizas y lutitas del Miembro Superior de la Formación Agua Nueva en Vallecillo, N.L. México.	48
Fig. 4.7	Horizontes de goethita en las capas arcillosas del Miembro Superior de la Formación Agua Nueva.	49
Fig. 5. 1	Elasmobranchii indet. (FCT-059), Formación Agua Nueva. Escala ilustrada en la fotografía.	55
Fig. 6. 1	Elementos vertebrales de un tiburón lamniforme no determinado (FCT-133). Escala ilustrada en la fotografía.	51
Fig. 6.2	Centros vertebrales de un tiburón lamniforme no determinado. A) Vista frontal mostrando láminas concéntricas. B) Vista dorsal que muestra la disposición en sentido anteroposterior de las láminas radiales y los orificios correspondientes a los arcos. C) Sección transversal de la vértebra exponiendo las láminas radiales alrededor del cono de osificación. Barra de escala = 10 mm.	57
Fig. 7.1	Dientes de <i>Ptychodus mortoni</i> (FCT-.341), Formación Agua Nueva, Vallecillo, N. L. Escala ilustrada en la fotografía.	61
Fig. 7.2	Dientes de <i>Ptychodus mortoni</i> (FCT-341). A) Vista oclusal B) Vista lateral. Barra de escala=5 mm.	62
Fig. 8.1	Esqueleto semicompleto con cráneo parcialmente desarticulado de un ejemplar de <i>N. gutturosum</i> . (Basado en FCT-074). Barra de escala=10 mm.	68
Fig. 8.2	Esqueleto semicompleto de un ejemplar de <i>N. gutturosum</i> . (Basado en FCT-080). Escala ilustrada en fotografía.	69
Fig. 8.3	Esqueleto semicompleto con cráneo y aleta caudal parcialmente desarticulados de un ejemplar de <i>N. gutturosum</i> . (Basado en FCT-103). Barra de escala=10 mm.	70
Fig. 8.4	Esqueleto semicompleto con cráneo parcialmente desarticulado de un ejemplar de <i>N. gutturosum</i> . (Basado en FCT-192). Barra de escala=10 mm.	71
Fig. 8.5	Esqueleto completo de <i>N. gutturosum</i> . (Basado en FCT-195). Barra de escala=10mm.	72

Fig. 8.6	Elementos craneales de <i>N. gutturosum</i> basados en FCT-074. Barra de escala = 10mm.	79
Fig. 8.7	Elementos craneales de <i>N. gutturosum</i> basados en FCT-080. Barra de escala = 10 mm.	80
Fig. 8.8	Elementos craneales de <i>N. gutturosum</i> basados en FCT-103. Barra de escala=10mm.	81
Fig. 8.9	Elementos craneales de <i>N. gutturosum</i> basados en FCT-192. Barra de escala=10 mm.	82
Fig. 8.10	Elementos craneales de <i>N. gutturosum</i> basados en FCT-195. Barra de escala=10 mm.	83
Fig. 8.11	Dientes branquiales en <i>N. gutturosum</i> (FCT-080). Barra de escala=10mm.	85
Fig. 8.12	Vértebras precaudales de <i>N. gutturosum</i> basadas en FCT- 103. Barra de escala=10 mm.	87
Fig. 8.13	Elementos de la aleta caudal de <i>N. gutturosum</i> basado en FCT-192. Barra de escala=10 mm.	90
Fig. 9.1	Espécimen "cuasi" completo de Ichthyodectoidei gen. nov. sp. nov de Vallecillo, N.L (FCT-079). Barra de escala = 200 mm.	99
Fig. 9.2	Espécimen "cuasi" completo de un Ichthyodectoidei nov. gen. nov. sp. de Vallecillo, N.L. (FCT-331). Escala ilustrada en la fotografía.	100
Fig. 9.3	Elementos craneales de Ichthyodectoidei nov. gen. nov. sp., basados en FCT-079. Escala ilustrada en la fotografía.	108
Fig. 9.4	Elementos de la bóveda craneal y del neurocráneo de Ichthyodectoidei nov. gen. nov. sp., basados en FCT-127. Escala ilustrada en la fotografía.	109
Fig. 9.5	Cráneo de un Ichthyodectoidei nov. gen. nov. sp. que muestra sus diferentes elementos óseos. Basado en FCT- 196. Barra de escala=10mm.	110
Fig. 9.6	Elementos craneales de Ichthyodectoidei nov gen. nov. sp. (FCT-332). Esacala ilustrada en la fotografía	111

Fig. 9. 7	Cráneo de FCT-331 mostrando sus diferentes elementos óseos. Escala ilustrada en la fotografía.	112
Fig. 9. 8	Vértebras precaudales de <i>Ichthyodectoidei</i> nov. gen. nov. sp., basado en FCT-331. Barra de escala=10 mm.	114
Fig. 9. 9	Vértebras caudales de <i>Ichthyodectoidei</i> nov. gen. nov. sp. basado en FCT-331. Barra de escala = 10 mm.	115
Fig. 9. 10	Comparación de caracteres del neurocráneo de: A). <i>Cladocyclus</i> (Familia Cladocyclidae), B) <i>Ichthyodectes</i> (Familia Ichthyodectidae) y C) nuevo género y especie de Vallecillo. (Sin escala).	119
Fig. 9. 11	Elementos óseos de la mandíbula inferior de tres géneros de <i>Ichthyodectoidei</i> (Sin escala).	121
Fig. 9. 12	Epineurales en un espécimen de <i>Ichthyodectoidei</i> nov. gen nov. sp. de Vallecillo. Escala ilustrada en la fotografía.	122
Fig. 10. 1	Elementos craneales de un espécimen indeterminado del suborden Pachyrhizodontoidei, basado en FCT-162. Barra de escala = 20 mm.	132
Fig. 10. 2	Restauración del techo del cráneo de dos familias de Pachyrhizodontoidei. A) <i>Rhacolepis buccalis</i> (Familia Pachyrhizodontidae). B) <i>Notelops brama</i> (Familia Notolepidae) (Modificado de FOREY, 1977; sin escala).	134
Fig. 10. 3	Comparación de mandíbulas inferiores de dos familias de Pachyrhizodontoidei. 1. Parte posterior de la mandíbula de <i>Rhacolepis buccalis</i> (Pachyrhizodontidae) en vista medial (A) y vista externa (B). 2. Parte posterior de la mandíbula de <i>Notelops brama</i> (Notolepidae) en vista medial (C) y vista lateral (D) (Modificado de FOREY, 1977).	135
Fig. 10. 4	Esqueleto parcial de <i>Goulmimichthys</i> nov. sp., basado en FCT-280. Escala ilustrada en la fotografía.	138
Fig. 10. 5	Esqueleto parcial de <i>Goulmimichthys</i> nov. sp que expone pérdida de cráneo. Basado en FCT-278. Escala ilustrada en la fotografía.	139
Fig. 10. 6	Reconstrucción del esqueleto de <i>Goulmimichthys</i> nov. sp., basado en FCT-278 y FCT-280. Barra de escala=10 mm.	140

Fig. 10. 7	Elementos craneales de <i>Goulmimichthys</i> nov. sp., basados en FCT-280. Escala ilustrada en fotografía.	146
Fig. 10. 8	Elementos craneales de <i>Goulmimichthys</i> nov. sp., basados en FCT-251. Barra de escala=10 mm.	147
Fig. 10. 9	Elementos craneales de <i>Goulmimichthys</i> nov. sp., basados en FCT-003. Barra de escala = 10 mm.	148
Fig. 10. 10	Elementos craneales de <i>Goulmimichthys</i> nov. sp., basados en FCT-281. Barra de escala =10mm	149
Fig. 10. 11	Estructuras del hueso pélvico en <i>Goulmimichthys</i> nov. sp., basado en FCT-280. Barra de escala=10 mm.	152
Fig. 10. 12	Esquema del esqueleto caudal (incompleto) de <i>Goulmimichthys</i> nov. sp., basado en FCT-278. Barra de escala = 10 mm.	154
Fig. 11. 1	Parte anterior de un espécimen indeterminado del orden Halecoidei (FCT-116B). Barra de escala = 10 mm.	162
Fig. 11. 2	Elementos craneales de un espécimen indeterminado del orden Halecoidei, basado en FCT-116A. Barra de escala = 10 mm.	167
Fig. 11. 3	Especimen indeterminado del orden Halecoidei (FCT-116B). Barra de escala = 10 mm.	168
Fig. 11. 4	Vista lateral de un ejemplar indeterminado de la Familia Dercetidae (FCT-187). Escala es ilustrada en la fotografía.	173
Fig. 11. 5	Elementos craneales de un Dercetidae no determinado, basado en FCT-187. Escala =10 mm.	177
Fig. 11. 6	Dibujo de cámara lúcida de escamas laterales del espécimen FCT-187. Barra de escala= 3 mm.	178
Fig. 11. 7	Esqueleto semicompleto de un ejemplar del género <i>Rhynchodercetis</i> sp., basado en FCT-005. Barra de escala = 10 mm.	184
Fig. 11. 8	Elementos craneales de <i>Rhynchodercetis</i> sp., basado en FCT-003. Barra de escala = 10 mm.	189

Fig. 11. 9	Elementos craneales de <i>Rhynchodercetis</i> sp. (en vista lateral), basado en FCT-005. Barra de escala = 10 mm.	190
Fig. 11. 10	Elementos craneales de <i>Rhynchodercetis</i> sp. basados en FCT-310. Escala ilustrada en la fotografía.	191
Fig. 11. 11	Cráneo del género <i>Rhynchodercetis</i> sp. (FCT-113). Barra de escala = 10 mm.	192
Fig. 12. 1	Esqueleto completo de un espécimen de <i>T. formosa</i> . Basado en FCT-068. Barra de escala = 100 mm.	199
Fig. 12. 2	Cráneo completo de <i>T. formosa</i> , basado en FCT-068. Barra de escala= 10 mm.	206
Fig. 12. 3	Elementos craneales de <i>T. formosa</i> , observados en FCT-082. Barra de escala = 10mm.	207
Fig. 12. 4	Elementos óseos del cráneo de <i>T. formosa</i> , observados en FCT-121. Barra de escala = 10 mm.	208
Fig. 12. 5	Cráneo desarticulado de <i>T. formosa</i> (FCT-122). Barra de escala = 10 mm.	209
Fig. 12. 6	Cráneo parcialmente articulado de FCT-340 (<i>T. formosa</i>). Escala ilustrada en la fotografía.	210
Fig. 12. 7	Reconstrucción de la bóveda craneal y elementos del neurocráneo de <i>T. formosa</i> de Vallecillo, N.L. Sin escala.	211
Fig. 12. 8	Reconstrucción de huesos operculares y del suspensorio de <i>T. formosa</i> de Vallecillo, N.L. Sin escala.	211
Fig. 12. 9	Esquema (cámara lúcida) general del quinto rayo de la aleta dorsal de <i>T. formosa</i> , basado en FCT-121. Barra de escala = 10 mm.	213
Fig. 12. 10	Esquema (cámara lúcida) que ilustra los diferentes elementos de la aleta caudal de <i>T. formosa</i> , basados en FCT-068. Barra de escala = 20 mm.	215
Fig. 13. 1	Vista lateral de un espécimen semicompleto del género <i>Araripichthys</i> sp. (FCT-340). Barra de escala= 10 mm.	221

Fig. 13. 2	Reconstrucción de la mandíbula superior de <i>Araripichthys</i> sp. de Vallecillo, N. L. Mexico. Escala ilustrada en la fotografía.	223
Fig. 13. 3	Elementos craneales de <i>Araripichthys</i> sp, Vallecillo, N.L. basados en FCT-340. Barra de escala = 10 mm.	225
Fig. 13. 4	Dibujos (cámara lúcida) de la vertebra 38 (A) y 43 (B) de FCT-341, <i>Araripichthys</i> sp. Escala ilustrada en la fotografía.	226
Fig. 13. 5	Dibujo (cámara lúcida) ilustrando los elementos de la aleta caudal en <i>Araripichthys</i> sp. basados en FCT-340. Escala ilustrada en la fotografía.	228
Fig. 13. 6	Comparación de elementos vertebrales de <i>Araripichthys</i> sp. de Vallecillo (A, dibujo de cámara lúcida, barra de escala = 2 mm) y <i>Araripichthys castilhoi</i> (B, reconstrucción modificado de MAISEY & BLUM, 1991, sin escala).	232
Fig. 14. 1	Distribución temporal y geográfica de tiburones Lamniformes durante el Cretácico: 1 Odontaspidae; 2 Mitsukurinidae; 3 Lamnidae, 4 Otodontidae; 5 Alopiidae; 6 Cretoxyrhinidae; 7 Anacoracidae; 8 Cetorhynidae.	236
Fig. 15. 1	Distribución geográfica y temporal de las especies del género <i>Ptychodus</i> durante el Cretácico:	240
Fig. 15. 2	Distribución geográfica de <i>Ptychodus mortoni</i> durante el Turoniano, Cretácico Tardío. (Mapa modificado de SMITH ET AL., 1994; SIVERSON, 1996). Escala 1: 250,000,000 Peces: 1. <i>Ptychodus mortoni</i> Localidades: V=Vallecillo; A=Angola	242
Fig. 16. 1	Distribución temporal y geográfica de <i>Nursallia</i> .: 1 <i>Nursallia gutturosum</i> ; 2 <i>N. goedelli</i> ; 3 <i>N. flavelatum</i>	245
Fig. 16. 2	Distribución geográfica del género <i>Nursallia</i> durante el Cenomaniano al Turoniano, Cretácico Tardío (Mapa modificado de SMITH ET AL., 1994; SIVERSON, 1996). Escala=1:250,000,000. Peces: 1= <i>Nursallia gotturosum</i> , 2= <i>Nursallia flavelatum</i> , 3= <i>Nursallia goedelli</i> Localidades: V=Vallecillo; B=Brasil (Cenomaniano-Turoniano); It=Italia (Cenomaniano); Mo=Marruecos (Cenomaniano); Le=Líbano (Cenomaniano).	247

Fig. 17. 1 Distribución temporal y geográfica de Ichthyodectoidei: 251
 1 *Xiphactinus*; 2 *Ichthyodectes*; 3 *Saurodon*;
 4 *Saurocephalus*; 5 *Prosaurodon*; 6 *Vallecillichthys*
multivertebratum; 7 Genero Nuevo; 8 *Cooyoo*;
 9 Ichthyodectidae indet. 10 *Chirumistus*; 11 *Chirocentrites*;
 12 *Gillicus*

Fig. 17. 2 Distribución geográfica de los Ichthyodectoidei durante el 252
 Cenomaniano al Turoniano, Cretácico Superior (Mapa
 modificado de SMITH ET AL., 1994; SIVERSON, 1996).
 Escala 1:250,000,000.
 Peces: 1= *Xiphactinus*; 2=*Ichthyodectes*; 3=*Gillicus*;
 4=Saurodontidae indet.; 5=*Saurocephalus*; 6=*Chirumistus*;
 7=*Chirocentrites*; 8=Ichthyodectoidei nov. sp. nov. gen.
 9=Ichthyodectoidei indet.; 10=*Cladocycclus*.
 Localidades: V=Vallecillo; Ca=Canadá (Turoniano);
 US=Estados Unidos de América (diversas localidades del
 Turoniano); B=Brasil (Cenomaniano-Turoniano);
 E=Inglaterra (Cenomaniano-Turoniano); CE=Europa
 Central (diversas localidades del Turoniano); S=Eslovenia
 (Cenomaniano); Mo=Marruecos (Cenomaniano-
 Turoniano); GE=Guinea Ecuatorial (Cenomaniano);
 Cm=Camerún (Cenomaniano).

Fig. 18. 1 Distribución temporal y geográfica de los 258
 Pachyrhizodontidae. 1 *Pachyrhizodus*; 2 *Rhacolepis*;
 3 *Elopopsis*; 4 *Greenwodella*; 5 Pachyrhizodontoidei indet.
 6 *Goulmimichthys* nov sp; 7 *Goulmimichthys* de Colombia;
 8 *Goulmimichthys arambourgi*

Fig. 18. 2 Distribución geográfica de los Pachyrhizodontidae durante 259
 el Cenomaniano-Turoniano, Cretácico Tardío (Mapa
 modificado de SIVERSON, 1996).
 Escala 1: 250, 000,000.
 Peces: 1=*Goulmimichthys arambourgi*; 2=*Goulmimichthys*
 nov.sp; 3=*Goulmimichthys* de Colombia; 4=*Pachyrhizodus*;
 5=*Rhacolepis*; 6=*Elopopsis*; 7. Pachyrhizodontidae indet.
 Localidades: V=Vallecillo; T=Texas, EE.UU. (Turoniano);
 US=EE.UU. (Diversas localidades), Cl=Colombia
 (Turoniano); V=Venezuela (Cenomaniano-Turoniano);
 E=Inglaterra (Cenomaniano-Turoniano); It=Italia
 (Cenomaniano-Turoniano); S=Eslovenia (Cenomaniano);
 Mo=Marruecos (Cenomaniano-Turoniano); Au=Australia
 (Cenomaniano-Turoniano).

- Fig. 19. 1 Distribución temporal y geográfica de Halecoidei: 262
 1 Halecoidei indet; 2 *Halec*; 3 *Phylacocephalus*;
 4 *Hemisauridae*
- Fig. 19. 2 Distribución geográfica de los Halecoidei durante el 264
 Cenomaniano al Turoniano, Cretácico Tardío (Mapa
 modificado de SMITH ET AL., 1994; SIVERSON, 1996).
 Escala 1:250,000,000.
 Peces: 1=*Halec*; 2=*Phylactocephalus*; 3=*Hemisaurida*;
 4=Halecoidei indet.
 Localidades: V=Vallecillo; E=Inglaterra (Cenomaniano-
 Turoniano); S=Eslovenia (Cenomaniano); Cr=Croacia
 (Turoniano); Le=Libano (Cenomaniano).
- Fig.20. 1 Distribución temporal y geográfica de los Dercetidae: 267
 1 *Rhynchodercetis*; 2 *Stratodus*; 3 *Dercetis*; 4 *Dercetoides*;
 5 *Pelargorhynchus*; 6 Dercetidae indet.
- Fig. 20. 2 Distribución geográfica de la familia Dercetidae durante el 268
 Cenomaniano al Turoniano, Cretácico Tardío (Mapa
 modificado de SMITH ET AL.,1994; SIVERSON, 1996).
 Escala 1: 250, 000, 000.
 Peces: 1= *Dercetis*, 2=*Rhynchodercetis*, 3=*Dercetoides*; 4=
Pelargorhynchus; 5=*Stratodus*; 6=Dercetidae indet.
 Localidades: V=Vallecillo; Ca=Canada (Turoniano);
 E=Inglaterra (Cenomaniano-Turoniano); It=Italia
 (Cenomaniano-Turoniano); S=Eslovenia (Cenomaniano);
 Mo=Marruecos (Cenomaniano); Z=Zaire (Cenomaniano);
 Le=Libano (Cenomaniano); Is=Israel (Cenomaniano).
- Fig. 21. 1 Distribución temporal y geográfica de Tselfatiidae: 1 *T.* 272
formosa; 2 *T. dalmatia*; 3 *Bucea huilensis*.
- Fig. 21. 2 Distribución geográfica de los Tselfatiidae durante el 273
 Cenomaniano-Turoniano, Cretácico Tardío (Mapa
 modificado de SMITH ET AL., 1994; SIVERSON, 1996).
 Escala 1: 250, 000, 000.
 Peces: 1=*Tselfatia formosa*; 2=*Tselfatia dalmatia*;
 3=*Bachea huilensis*
 Localidades: V=Vallecillo; T=Texas, EE.UU. (Turoniano);
 Cl=Colombia (Turoniano); It=Italia (Cenomaniano);
 G=Alemania (Turoniano); Cr=Croacia (Turoniano);
 Mo=Marruecos (Cenomaniano).

Fig. 22. 1	Distribución geográfica y temporal del género <i>Araripichthys</i> . 1 <i>Araripichthys</i> sp.; 2 <i>A. castilhoi</i> ; 3 <i>A. axelrodi</i> ; 4 <i>A. corithophorus</i> .	277
Fig. 22. 2	Distribución geográfica del género <i>Araripichthys</i> durante el Turoniano, Cratácico Tardío. (Mapa modificado de SMITH, ET AL., 1994; SIVERSON, 1996). Simbología: 1. <i>Araripichthys</i> sp, Vallecillo, México; 2. <i>Araripichthys corythophorus</i> , Goulmima, Marruecos.	278
Fig. 23.1	Distribución geográfica de los principales grupos de peces reportados en Vallecillo durante el Turoniano, Cretácico Tardío (Mapa modificado de SMITH ET AL., 1994; SIVERSON, 1996). Escala 1: 250, 000,000. Localidades: An=Angola, B=Brasil, Ca=Canadá, Cl=Colombia, Cm=Camerún, E=Inglaterra, G=Alemania, GE=Guinea Ecuatorial, Is=Israel, It=Italia, Le=Líbano, Mo=Marruecos, S=Eslovenia, US=Estados Unidos de América, V=Vallecillo, México. Peces: A= <i>Araripichthys</i> , G= <i>Goulmimichthys</i> , H=Halecoidei, I=Ichthyodectoidei, N= <i>Nursallia</i> , Pm= <i>Ptychodus mortoni</i> , R= <i>Rhynchodercetis</i>	282
Fig. 24. 1	Concha parcialmente disuelta de <i>Inoceramus</i> sp. Escala ilustrada en la fotografía.	288
Fig. 24. 2	Pez teleósteo del género <i>Goulmimichthys</i> con estructuras óseas totalmente reemplazadas por CaCO ₃ . Escala ilustrada en la fotografía.	288
Fig. 24.3	Pez de la familia Tselfatiidae completamente articulado. Barra de escala = 100 mm.	289
Fig. 24. 4	Concha de amonite parcialmente rellena. Escala ilustrada en la fotografía.	291
Fig. 24. 5	Diagrama esquemático que ilustra de forma generalizada los procesos de relleno sedimentario, disolución y aplanamiento de una concha de amonite (Modificado de BRIGGS, 1990).	292
Fig. 24. 6	Vertebras de tiburón indeterminado mostrando cementación por CaCO ₃ . Escala ilustrada en la fotografía.	293
Fig. 24. 7	Neomorfismo observado en una concha de <i>Inoceramus</i> sp. Escala ilustrada en la fotografía.	294

Fig. 24. 8	Peces que muestran escamas reemplazadas por diferentes minerales A) calcita, B) goethita. Este último mineral indica una sustitución postdiagenética de piritita sinsedimentaria. Barra de escala = 10 mm.	296
Fig. 24. 9	Concha disuelta de amonite. Escala ilustrada en la fotografía.	297
Fig. 24. 10	Espécimen desarticulado del género <i>Rhynchodercetis</i> . Escala ilustrada en la fotografía.	299
Fig. 24. 11	Pez pycnodonte no determinado que muestra diferentes grados de desarticulación. Escala ilustrada en fotografía.	300
Fig. 24. 12	Mandíbula desarticulada de un pez de la familia Pachyrhizodontidae por acción de carga litostática. Barra de escala=10 mm.	301
Fig. 24. 13	Impresión de la región ventral de amonite en sedimento blando. Escala ilustrada en la fotografía.	303
Fig. 25. 1	Modelo de depositación de alternancias de sedimentos ricos y pobres en carbonatos con relación a variaciones en la velocidad de circulación de las aguas oceánicas, temperatura y salinidad. Variaciones orbitales controlarían estas alternancias. (Modificada de DE BOER, 1991).	310
Fig. 25.2	Mapa paleogeográfico del Noreste de México durante el Cenomaniano-Turoniano. El círculo negro indica la posición aproximada de Vallecillo dentro del mapa. Ver fig. 3.1 para simbología).	313
Fig. 25.3	Atributos de entidades paleobiológicas y conservadas de acuerdo a sus respectivos marcos de referencia espacial. Modificada de FERNÁNDEZ-LÓPEZ (1990, 1991, 1995, 1996, 1997).	316

Tabla	INDICE DE TABLAS	Página
Tabla 11. 1	Comparación entre los caracteres diagnósticos de FCT-187, Dercetidae, Cimolichthyidae y Prionolepididae. Datos tomados de CHALIFA (1989) y GOODY (1969).	180
Tabla 11. 2	Comparación entre los caracteres diagnósticos de FCT-187, <i>Rhynchodercetis</i> , <i>Dercetoides</i> , <i>Dercetis</i> y <i>Pelargorhynchus</i>	181
Tabla 11. 3	Comparación entre caracteres diagnósticos de <i>Rhynchodercetis gracilis</i> , <i>R. hakelensis</i> , <i>R. gortanii</i> , <i>R. yovanovitchi</i> y los <i>Rhynchodercetis</i> de Vallecillo. Los datos han sido tomados de CHALIFA (1989).	195
Tabla 13. 1	Comparación entre los caracteres diagnósticos de <i>Araripichthys castilhoi</i> , <i>A. corythophoris</i> , <i>A. axelrodi</i> . y <i>Araripichthys</i> sp. de Vallecillo.	230
Tabla. 25.1	Taxas de peces presentes en el Miembro Vallecillo de la Formación Agua Nueva (Turoniano), Vallecillo, N.L.	314

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



RESUMEN

En el noreste de México, en las cercanías del área entre Sabinas Hidalgo y Vallecillo, estado de Nuevo León, aflora una secuencia de calizas negras y lutitas calcareas laminadas, ambas con estratificación mediana (aproximadamente 30 cm). Esta secuencia ha sido reportada como Formación Agua Nueva, aunque diferentes autores han usado los nombres de Formación Eagle Ford e incluso Formación Indidura. Comúnmente, esta unidad es rica en foraminíferos planctónicos e icnofauna, mientras que macrofósiles exceptuando *Inoceramus* son escasos.

Cerca del municipio de Vallecillo, aflora una unidad litológica de al menos 4 m de espesor. Esta unidad consiste en margas rosas finamente laminadas con un espesor promedio de 6 cm e intercalaciones de lutitas con espesores de 3 cm. Estas características contrastan claramente con las calizas previamente mencionadas de la formación Agua Nueva. La unidad de las margas subyace a la unidad de calizas. Esta unidad está ampliamente distribuida en el área de Vallecillo y está caracterizada por la presencia de vertebrados fósiles bien preservados.

La asociación de vertebrados incluye grupos de peces que no han sido previamente reportados para el Cretácico de México (*Ichthyodectoidei*, *Dercetidae*, *Pachyrhizodontidae*, *Araripichthyidae* y *Tselfatiidae*) y para el Cretácico de Norte América (*Nursallinae* y *Halecoidei*), pero han sido reportadas en otras localidades del Este de Tethys. También se reportan un nuevo género y una nueva especie del suborden *Ichthyodectoidei*, además de una nueva especie del suborden *Pachyrhizodontoidei*. Por otro lado, tiburones del orden *Lamniformes* así como dientes de *ptycodóntidos* también están presentes en estas capas.

La unidad de las margas no ha sido reconocida previamente dentro de la Formación Agua Nueva. De acuerdo a las diferencias en la litología y al contenido extraordinario de peces fósiles, esta unidad es interpretada en este trabajo como una nueva unidad litológica ("Miembro Vallecillo") de la Formación Agua Nueva.

De acuerdo a los datos litológicos y al análisis de microfacies, las capas portadoras de peces fueron acumuladas bajo condiciones de baja energía en concentraciones relativamente pobres en oxígeno, en la parte externa de una plataforma, y probablemente representa el nivel máximo de transgresión durante el Turoniano Temprano.

ABSTRACT

In northeastern Mexico, in the vicinity of the Sabinas Hidalgo-Vallecillo area, state of Nuevo León, outcrops a sequence of dark gray limestones and carbonaceous laminated shales with individual beds of approximately 30 cm thick. This sequence has been reported as Agua Nueva Formation, although several workers have used the names Eagle Ford Formation or even Indidura Formation. Commonly, this unit is rich in planktic foraminifera and trace fossils, whereas macrofossils other than *Inoceramus* are rare.

Near to the village of Vallecillo, outcrops a lithologic unit of at least 4 m thick of finely laminated pink marlstones with an average thickness of 6 cm, and 3 cm thick shale interlayers. This features contrast clearly with the limestones above mentioned for the Agua Nueva Formation. The marlstones unit underlies the limestone unit. This unit is wide spread in the Vallecillo area and is characterized by the presence of well preserved vertebrate fossils.

The assemblage includes fish groups not previously reported for the Cretaceous of Mexico (Ichthyodectoidei, Dercetidae, Pachyrhizodontidae, Araripichthyidae and Tselfatiidae) and even for the Cretaceous of North America (Nursallinae and Halecoidei) but present in other localities of the East Tethys, as well as new genera and species of fishes of the suborder Ichthyodectoidei and a new species of the suborder Pachyrhizodontoidei. Lamniform and ptychodontid shark teeth, are also present.

The marlstone unit has not been previously recognized in the Agua Nueva Formation. According to the different lithology and the extraordinary fish fauna content is interpreted here to be a new lithologic unit ("Vallecillo Member) within the Agua Nueva Formation.

According to lithological data and microfacies analysis, the fish bearing layers accumulated in a low energy condition under relatively low oxygen concentrations on the outer part of a shelf, and probably represent the maximum transgressive level during the Early Turonian.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ZUSAMMENFASSUNG

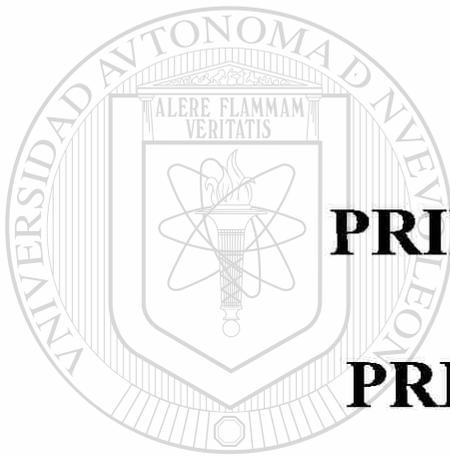
Im Nordosten Mexikos, im Gebiet zwischen den Orten Sabinas-Hidalgo und Vallecillo im Bundesstaat Nuevo León, ist eine Sequenz aufgeschlossen, die aus einer Wechselfolge von 30 cm mächtigen schwarzen Kalksteinen und ebenso mächtigen laminierten, karbonatreichen Tonsteinen besteht. Diese Sequenz wird gewöhnlich als „Agua Nueva Formation“ bezeichnet, von einige Autoren auch als „Eagle Ford-“ oder „Indidura Formation“ benannt. Diese lithologischen Einheiten sind normalerweise reich an planktonischen Foraminiferen und Spurenfossilien, während jedoch Makrofossilien – mit Ausnahme von Inoceramen – kaum zu finden sind.

In der Nähe von Vallecillo (Nuevo León) tritt eine lithologische Einheit zutage, die eine Mächtigkeit von mindestens 4 m hat. Die Einheit besteht aus fein laminierten, 6 cm mächtigen, rosafarbenen Mergelsteinen, in die ca. 3 cm mächtige Tonsteinlagen zwischengeschaltet sind. Diese Wechselfolge unterlagert die oben beschriebenen Gesteine der „Agua Nueva Formation“ und unterscheidet sich deutlich von diesen. Diese Einheit ist im Gebiet von Vallecillo weit verbreitet und zeichnet sich durch das Vorkommen einer gut erhaltenen, reichhaltigen Wirbeltier-Fauna aus.

Die Wirbeltierlagerstätten enthalten verschiedene Gruppen von Fischen (Ichthyodectoidei, Dercetidae, Pachyrhizodontidae, Araripichthyidae und Tselfatiidae), die bisher für die Kreide Mexikos und Nordamerikas noch nicht beschrieben worden sind. Andere Gruppen (Nursallinae und Halecoidei) wurden auch an anderen Fundstätten der östlichen Tethys gefunden. Weiterhin wird eine neue Art und eine neue Gattung von Fischen der Unterordnung Ichthyodectoidei und eine neue Art von Fischen der Unterordnung Pachyrhizodontoidei beschrieben. Außerdem wurden sowohl Haifische der Ordnung Laminiiformes als auch Zähne von Haien der Gattung *Ptychodus* gefunden.

Das Vorhandensein dieser Mergelsteine innerhalb der „Agua Nueva-Formation“ war bisher noch nicht bekannt. Aufgrund der lithologischen Unterschiede und der außergewöhnlichen Fischfunde, werden diese als eine neue lithologische Einheit („Vallecillo Member“) der „Agua Nueva Formation“ gedeutet.

Die lithologischen Daten und die Analyse der Mikrofazies lassen darauf schließen, daß diese Mergelsteine unter geringem Energieaufkommen und geringer Sauerstoffkonzentration im äußeren Bereich einer Karbonat-Plattform abgelagert wurden. Möglicherweise repräsentieren diese Mergelschichten das höchste Niveau der Transgression im frühen Turon.



PRIMERA PARTE
PRESENTACIÓN

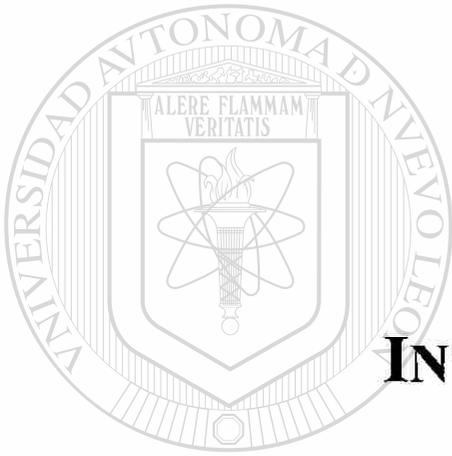
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

1



INTRODUCCIÓN

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INTRODUCCIÓN

Vallecillo, Nuevo León es un pequeño municipio localizado a 125 Km. al norte de la ciudad de Monterrey, sobre la Carretera Nacional No. 85, que une a Monterrey, N.L. con Nuevo Laredo, Tam. (Fig. 1.1).

En los últimos años, el municipio de Vallecillo ha sido considerado como la localidad fosilífera más importante del noreste de México y la segunda más importante en vertebrados del país, después de la de Tepexi de Rodríguez, en el estado de Puebla (BLANCO PIÑÓN, 1998).

El primer estudio sobre este yacimiento fue llevado a cabo por BLANCO-PIÑÓN (1998), pero no es hasta años más tarde que esta localidad se dio a conocer mundialmente a través de varios trabajos realizados entre los años de 1998 y 2003. Entre estos trabajos figuran el de BLANCO ET AL. (1998a,b); BLANCO ET AL. (2000a,b,c); BLANCO & FREY (2001a,b); BLANCO (2001); BLANCO ET AL. (2001); BLANCO PIÑÓN ET AL. (2002); BLANCO-PIÑÓN (2002); BLANCO & CAVIN (2003); BLANCO (2003).

La localidad de estudio está caracterizada por la existencia de canteras donde se explotan rocas de la Formación Agua Nueva (Turoniano), con fines comerciales. Estas canteras están ubicadas a 3 Km. al oeste de la cabecera municipal, y están comunicadas a ésta por un camino de terracería (Fig. 1.1). Durante la explotación del material, los trabajadores han rescatado diversos tipos de fósiles (principalmente peces) que se caracterizan por la excelente preservación de sus esqueletos y en algunos casos, de elementos dérmicos. La calidad y la frecuencia de estos hallazgos, han colocado a Vallecillo como una localidad fosilífera de importancia mundial junto con otras localidades importantes como Tepexi de Rodríguez, México (APPLEGATE ET AL., 1984; ESPINOZA-ARRUBARRENA & APPLEGATE, 1987, 1996, 1998), Solnhofen, Alemania (VIOHL, 1990), Haqel y Hjoula, Líbano (HÜCKEL, 1970; HEMLEBEN, 1977; HEMLEBEN & SWINBURME, 1991), Chapada do Araripe, Brasil (MARTILL, 1988, 1990a,b), “English Chalk”, Inglaterra (LONGBOTTOM & PATTERSON, 1987), y Las Hoyas y Monsech, España (FREGENAL-MARTÍNEZ & MELÉNDEZ, 1995a,b), entre otras.

Actualmente, la fauna encontrada en Vallecillo consiste en aproximadamente 400 ejemplares entre los que destacan varios grupos de peces (descritos a detalle en el apartado de Paleontología Sistemática del presente trabajo), tortugas marinas e invertebrados. Los especímenes rescatados de las canteras pertenecen a la colección paleontológica de la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Nuevo León, aunque en la actualidad se encuentran almacenados provisionalmente en la colección paleontológica del Museo de Historia Natural de Karlsruhe (Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe) y el Instituto de Geología de la Universidad de Karlsruhe (Geologisches Institut, Universität Karlsruhe) en Alemania, donde la presente investigación fue realizada.

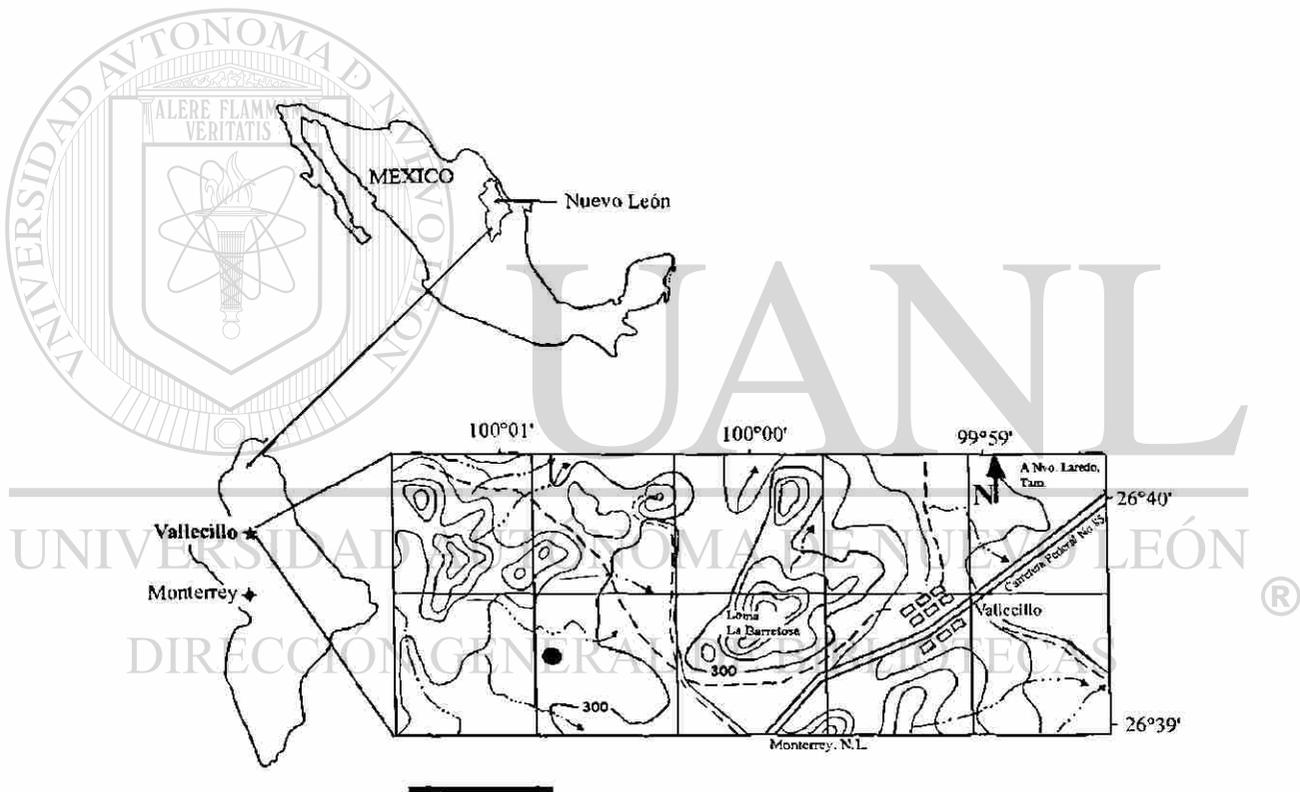
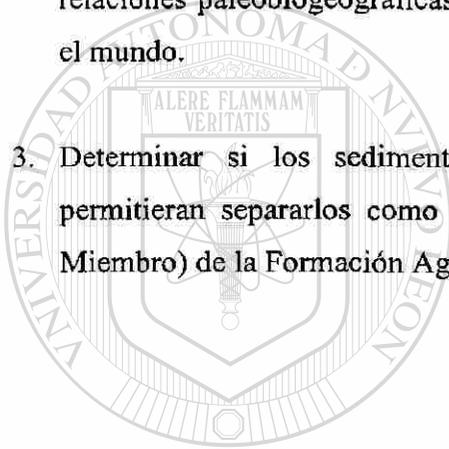


Figura 1.1. Localización geográfica del municipio de Vallecillo, Nuevo León. El círculo negro en el mapa indica la ubicación de las canteras fosilíferas (Modificada de BLANCO ET AL., 2001; BLANCO-PIÑÓN ET AL., 2002). Barra de escala = 1 km.

OBJETIVOS

Durante el desarrollo del presente trabajo, se plantearon los siguientes objetivos:

1. La determinación taxonómica de los diferentes grupos de peces rescatados de los sedimentos fosilíferos de Vallecillo.
2. Interpretar el significado de la presencia de cada grupo de peces encontrado en los sedimentos de Vallecillo. Esto permite establecer de manera preliminar posibles relaciones paleobiogeográficas de estos grupos con otras localidades del Turoniano en el mundo.
3. Determinar si los sedimentos fosilíferos presentaban características únicas que permitieran separarlos como una unidad litoestratigráfica independiente (a nivel de Miembro) de la Formación Agua Nueva.



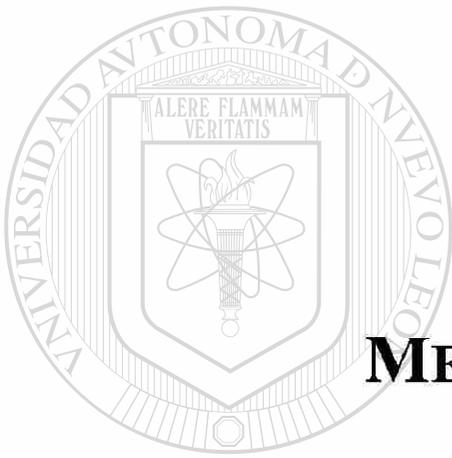
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2



METODOLOGÍA

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

MATERIAL

El material utilizado en el presente estudio consiste en 51 ejemplares pertenecientes a diferentes grupos de peces. Los especímenes que sirvieron de base para las determinaciones taxonómicas al igual que la descripción de la preservación de los mismos son citados en los apartados correspondientes a la Paleontología Sistemática y Tafonomía.

MÉTODOS

Colección del material de estudio

El material de estudio fue colectado desde 1996 hasta la fecha por los ejidatarios que laboran en las canteras de Vallecillo y por personal de la Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL. Se registraron datos sobre la posición de algunos ejemplares dentro del perfil, las medidas de cada ejemplar, así como una descripción preliminar sobre su morfología y tipo de preservación. Posteriormente, el material fue trasladado a la colección paleontológica de la Facultad de Ciencias de la Tierra (UANL-México) para la preparación de parte del material y a su vez al Museo de Historia Natural de Karlsruhe, (Alemania) para su estudio.

Preparación paleontológica

En la preparación de la macrofauna se utilizaron métodos mecánicos (uso de cincel, pistola de aire, cepillo de vidrio, brochas, agujas, etc.). Debido al tipo de preservación de los vertebrados (ver apartado de Tafonomía), no fue posible la aplicación de métodos químicos, tales como el uso de ácidos.

Para la preparación de la microfauna (foraminíferos planctónicos) también se emplearon métodos mecánicos (Técnica Nötzod). Muestras de roca humedecidas con agua son agregadas a una solución preparada con 100 ml de ácido acético y 0.5 gr de sulfato de cobre II. Esta solución forma acetato de calcio que al cristalizar, rompe la roca separando el fósil de la matriz (UNREIN, COM. PERS, 1999). El residuo fue cribado con tamices con una apertura de 0.036 mm y 0.063 mm.

Análisis de carbonatos (CaCO₃) en la roca

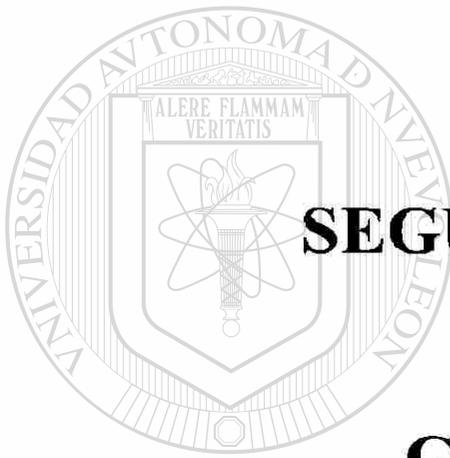
Para el análisis de muestras se requirió de una bomba de carbonatos. Esta consiste en frasco de vidrio de aproximadamente 100 ml, el cual se cierra mediante un tapón rosca. El tapón presenta en su parte superior una carátula gradada de 0 a 100%, que indica el contenido de carbonatos (como % CaCO₃) en una muestra. En su parte inferior, este tapón presenta un tubo de vidrio (colocado verticalmente) con un orificio lateral de aproximadamente 2 cm de longitud y 1 cm de ancho.

Para el uso de la bomba de carbonatos se agregan 0.74 gr de muestra pulverizada en el frasco. Posteriormente se agregan aproximadamente 5 ml de HCl al 10% al recipiente de vidrio adherido al tapón y se cierra cuidadosamente para evitar derramar el HCl sobre el sedimento. Posteriormente se agita el frasco para mezclar ambos reactivos y se deja reposar por 5 minutos. Transcurrido este tiempo se toma la primera lectura para medir el contenido de CaCO₃ ilustrado en la carátula. Dos lecturas más se toman a los 10 y 15 minutos con fines comparativos (MUNK, COM. PERS.)

Documentación y determinación de la fauna

Cada espécimen fue fotografiado (películas blanco negro y orthofilm) y medido (en milímetros) con el fin de registrar cada una de sus caracteres diagnósticos basadas en morfología y merística del espécimen estudiado. La determinación taxonómica del material se llevó a cabo mediante la comparación de dibujos y fotografías tomados del material de Vallecillo con fotografías y material original de otros ejemplares localizados en otras instituciones. Los dibujos se realizaron mediante el uso de microscopio óptico y cámara lúcida o mediante el uso de fotografías reveladas con la técnica de orthofilm. Todos los dibujos fueron editados en el programa Fotoshop versión 5.0.

El holotipo de *Goulmimichthys roberti* fue comparado con el holotipo de *G. arambourgi*, almacenado en el "Musé des Dinosauries Esperaza" (Francia). El resto de los especímenes (exceptuando cf. *Halecoidei*, indet.) se compararon con ejemplares almacenados en las siguientes instituciones: Museo de Historia Natural de Karlsruhe, Museo Senkenberg, Frankfurt, Museo de Historia Natural de Stuttgart (Alemania), Museo de los Dinosaurios (Francia), Universidad Autónoma de Madrid (España) y Universidad Nacional Autónoma de México (México).



SEGUNDA PARTE

GEOLOGÍA

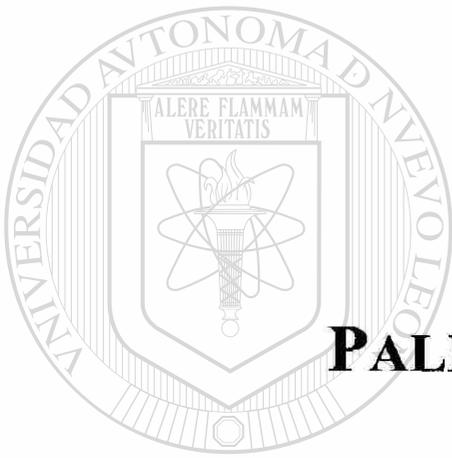
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3



PALEOGEOGRAFÍA

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PALEOGEOGRAFÍA DEL NORESTE DE MÉXICO DURANTE EL CRETÁCICO TARDÍO

El inicio del Cretácico Tardío en el antiguo Golfo de México, noreste de México, está señalado por el fin de la depositación de secuencias masivas de carbonatos de aguas someras que caracterizaron al Cretácico Temprano, y el inicio de un periodo de mayor aporte de material terrígeno en aguas de mayor profundidad (WILSON, 1990a,b). La distribución de estos sedimentos, estuvo controlada por una serie de “grabenés” y “horst”, que constituyeron el basamento prejurásico sobre el cual todos los sedimentos jurásicos y cretácicos fueron depositados (Fig. 3.1) (SEIBERTZ, 1986).

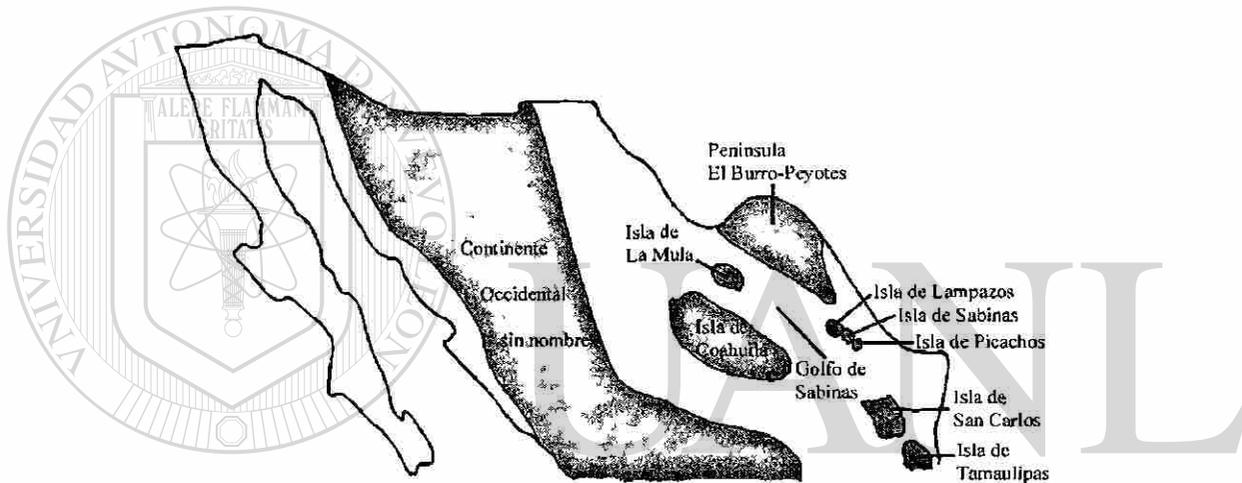
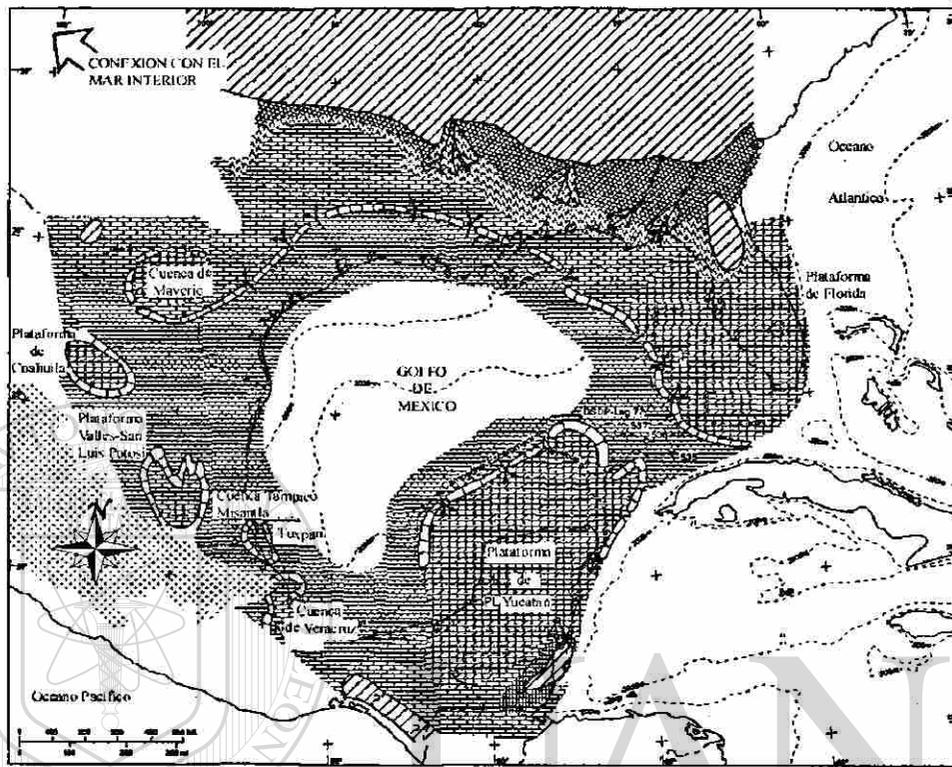


Fig. 3.1. Elementos paleogeográficos en el noreste de México durante el Jurásico (Modificada de SEIBERTZ, 1986).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS CENOMANIANO TEMPRANO

Durante el Albiano Medio hasta el Cenomaniano, bioformaciones de rudistas alcanzaron su máximo desarrollo (Figura 3.2). El Golfo de Sabinas y el levantamiento Burro Peyotes estuvieron bordeados por este tipo de bioformaciones (MUIR, 1936; ENOS, 1974; CARRASCO, 1977; WILSON, 1990a; MCFARLAND & MENES, 1991), mientras que detrás de estas estructuras, las aguas restringidas causaron el depósito de evaporitas de la Formación Acatita en la Isla de Coahuila (PADILLA Y SÁNCHEZ, 1982). El resto del noreste de México estuvo cubierto por sedimentos de aguas profundas de

las Formaciones Tamaulipas Superior (calizas con pedernal) y Cuesta del Cura (calizas con pedernal y caliza arcillosa) (PADILLA Y SÁNCHEZ, 1982; SOHL ET AL., 1991).



		AMBIENTE DE DEPOSITACION		
		No marino lodos rojos, fluvial lacustre, delta	Marino somero playa, nerítico, plataforma externa	Marino profundo Pendiente marina zona batial
T I P O	Conglomerado			
	Arenisca		 Predominantemente arenisca	
	Lutita		 Areniscas y lutitas intercaladas Predominantemente lutita	
D E	Lutita calcarea			
	Caliza arcillosa		 Caliza arenosa o arenas intercaladas con calizas	
R O C A	Calizas		 Arcofite	
	Dolomitas		 Oolitos	
	Evaporitas		 Anhidrita Halita	
Otro tipo de rocas:		volcanicas	lignito	pedernal

Fig. 3.2 Mapa paleogeográfico y litofacies del Albio al Cenomaniano Temprano y simbología (Modificado de MCFARLAND & MENES, 1991).

CENOMANIANO MEDIO-TURONIANO

Durante el comienzo del Cretácico Tardío los sitios donde predominaban las estructuras de “graben” fueron inundados. De esta forma, el relieve original condicionó la diferenciación regional de las litologías en toda el área (SEIBERTZ, 1986). Mientras que en Texas, en la Isla de Coahuila y en el área de Burro Picachos las unidades son predominantemente terrígenas, más al sur (e.g., Nuevo León), litológicamente predominan depósitos de carbonatos (SOHL ET AL., 1991) (Fig. 3.3 y 3.4).

El Grupo Eagle Ford (o Formación Eagle Ford, según PADILLA Y SÁNCHEZ, 1982) representa la parte superior del periodo de depositación del Cenomaniano Medio al Turoniano en Texas, Coahuila y noreste de Nuevo León. Esos depósitos corresponden a fases de grano fino de depositación de terrígenos en plataformas de aguas someras (SOHL ET AL., 1991).

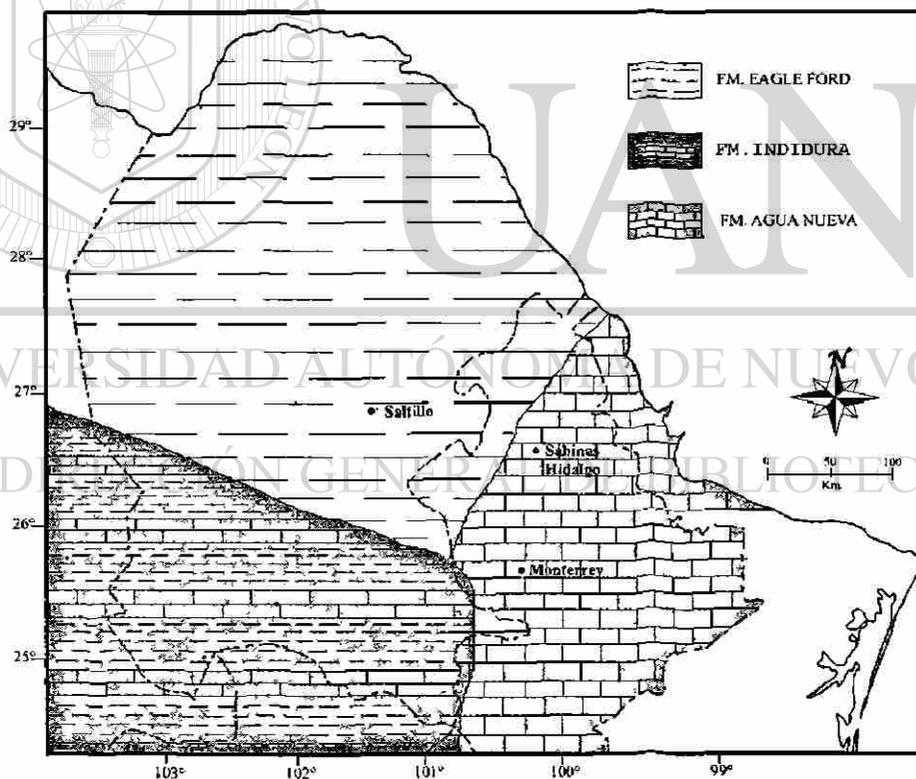


Fig. 3.3. Mapa paleogeográfico del noreste de México durante el Turoniano (Modificado de PADILLA Y SÁNCHEZ, 1982).

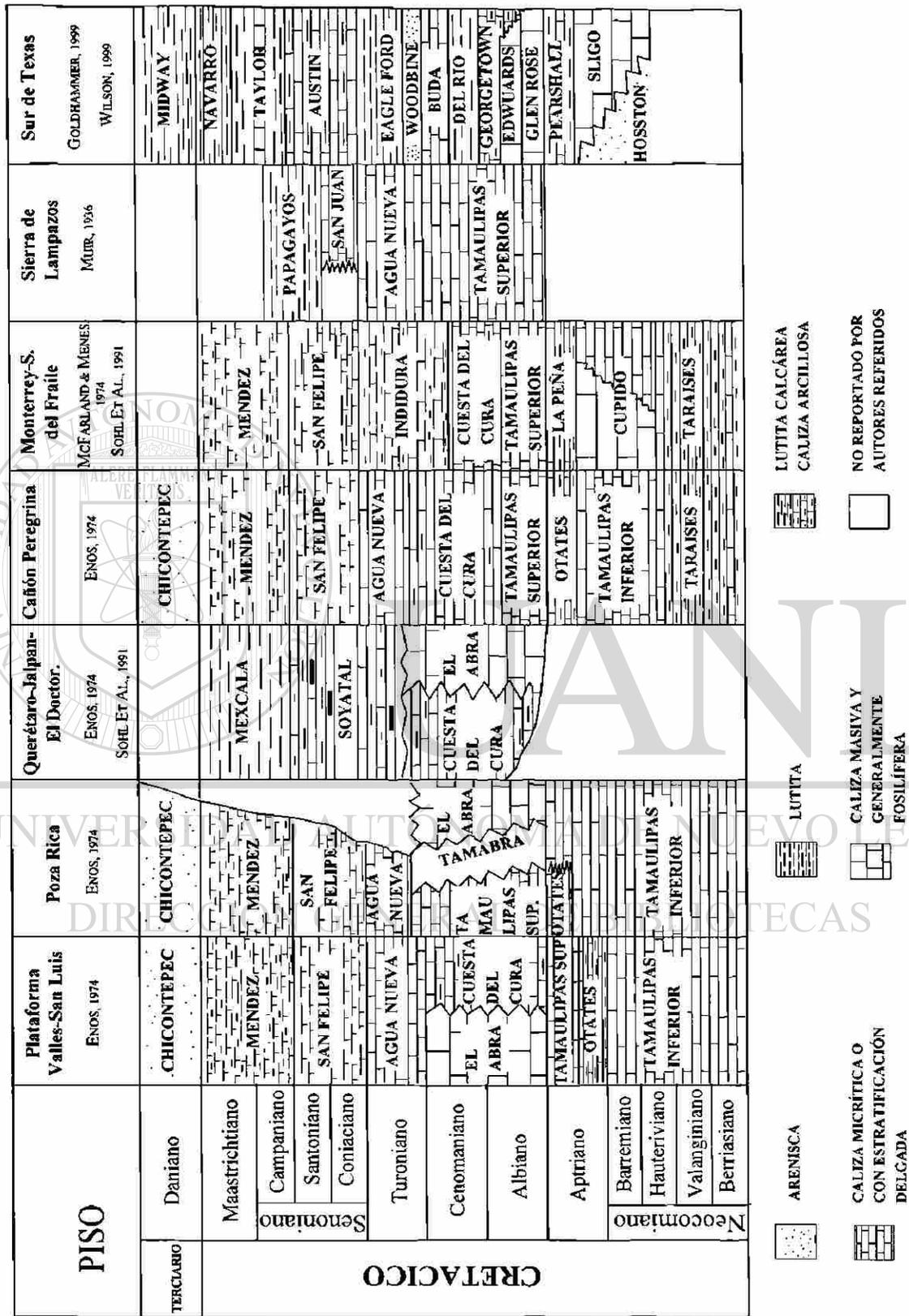


Fig. 3.4. Correlación de las formaciones cretácicas del noreste de México y Texas (Modificada de BLANCO-PINÓN, 1998)

Más hacia el sur, en la cuenca de Burgos y en el sur estado de Nuevo León, lodos carbonáticos y calcáreos con alto contenido en materia orgánica se depositaron en la parte exterior de una plataforma o en cuenca bajo condiciones de circulación restringida (SOHL ET AL., 1991). Estos depósitos han sido interpretados como la Formación Agua Nueva (MUIR, 1936; BISHOP, 1970; ENOS, 1974; LÓPEZ RAMOS, 1982; SCHOENHERR, 1988; SOHL ET AL., 1991; BLANCO ET AL., 2001; BLANCO-PIÑÓN ET AL., 2002).

Cerca del municipio de Vallecillo, en el estado de Nuevo León, alternancias de carbonatos de estratificación mediana de color gris oscuro y lutitas del mismo espesor han sido reconocidas como Formación Agua Nueva por MUIR (1936), BISHOP (1970), ENOS (1974), LÓPEZ RAMOS (1982), BLANCO ET AL. (2001), BLANCO-PIÑÓN ET AL. (2002); mientras que PADILLA Y SÁNCHEZ, (1982) refiere estas capas como Formación Eagle Ford. De acuerdo a los resultados presentados por BLANCO-PIÑÓN (1998) el nombre de Formación Agua Nueva será utilizado en la nomenclatura de esta tesis.

En esta localidad, la Formación Agua Nueva puede ser divididas en dos unidades (BLANCO-PIÑÓN; 1998, BLANCO ET AL., 2001): (1) El Miembro Vallecillo (unidad informal, ver siguiente capítulo) el cual consiste en una alternancia de margas rosas finamente laminadas y de estratificación centimétrica, y lutitas con coloración café-rojiza. Este miembro refleja condiciones de estancamiento a profundidades no menores a los 50-60m. (2) Unidad Superior, que consiste en una alternancia de "mudstone" gris, rico en foraminíferos y lutitas laminares, ambos con estratificación decimétrica.

Hacia el sur, la depositación de "mudstone" y carbonatos arcillosos de color gris oscuro a negro (Formación Agua Nueva) rellenó la mayoría de las cuencas. Estos sedimentos sugieren depositación en ambientes reductores; la abundancia de foraminíferos planctónicos es reflejo de condiciones de mar abierto (ENOS, 1974; PADILLA Y SÁNCHEZ, 1982;. SOHL ET AL. 1991).

Hacia el oeste, durante el Turoniano, sedimentos terrígenos que alternan con capas delgadas de carbonatos de la Formación Indidura se depositaron en todo el estado de Coahuila. Esta unidad ha sido considerada el equivalente turoniano de las Formaciones Eagle Ford y de Agua Nueva (LÓPEZ RAMOS, 1982).

Sobreyaciendo a la Formación Agua Nueva aparece una secuencia de alternancias de areniscas, lutitas verdes de estratificación delgada, margas, caliza arenosa y caliza silicificada, conocida como Formación San Felipe. En el noreste de

México, el rango bioestratigráfico de esta formación es tradicionalmente asignada al Coniaciano (MUIR, 1936; BISHOP, 1970; ENOS 1974; LÓPEZ RAMOS, 1982; PADILLA Y SÁNCHEZ 1982; SCHOENHERR, 1988; SOHL ET AL., 1991) o Coniaciano-Campaniano (PESSAGNO, 1967; GAMPER, 1977). En la mayor parte de las localidades donde la Formación San Felipe aflora, esta aproximación es correcta. Sin embargo, en otras localidades como la Sierra de Picachos (BISHOP, 1970) y cerca de la ciudad de Monterrey (SEIBERTZ, 1989), esta Formación parece haber sido depositada durante el Turoniano Medio hasta el Coniaciano. Durante el Turoniano, estos sedimentos fueron depositados en plataformas, pendientes o incluso cuencas de mar abierto (SEIBERTZ, 1986, 1988, 1989, 1998).

CONIACIANO-SANTONIANO

Durante el Coniaciano hasta el Santoniano (Fig. 3.5) el patrón de sedimentación no fue significativamente diferente al ocurrido en el Cenomaniano Tardío-Turoniano. La mayor parte del norte de las cuencas de Sabinas y Burgos fue cubierta por calizas de aguas someras con intercalación de lutitas calcáreas y margas del Grupo Austin (PADILLA Y SÁNCHEZ, 1982). Hacia el sur, en la Cuenca de Burgos, se incrementa el aporte de terrígenos. En esta área, la Formación San Felipe consiste en calizas arcillosas de estratificación fina y con coloración verde grisáceo intercaladas con capas delgadas de lutita verde y areniscas. La depositación de esta unidad prevaleció en plataformas de aguas someras y en cuencas del noreste de México (SOHL ET AL., 1991).

La Península del Burro Peyotes, la Isla de Coahuila y el resto del Golfo de Sabinas son cubiertas por un tipo uniforme de carbonatos de plataforma somera; las margas de la Formación Parras Inferior reflejan la antigua Cuenca de Parras, y las areniscas y margas de la Formación Caracol reflejan aguas de plataforma somera (PADILLA Y SÁNCHEZ, 1982; SEIBERTZ, 1986).

De acuerdo a SEIBERTZ (1986, 1989, 1998), durante el Coniaciano Temprano, comienza la depositación de la Formación Méndez en algunas localidades de la cuenca de Burgos. Esta unidad consiste en una secuencia de arenas, margas y lutitas depositados en ambientes deltáicos.

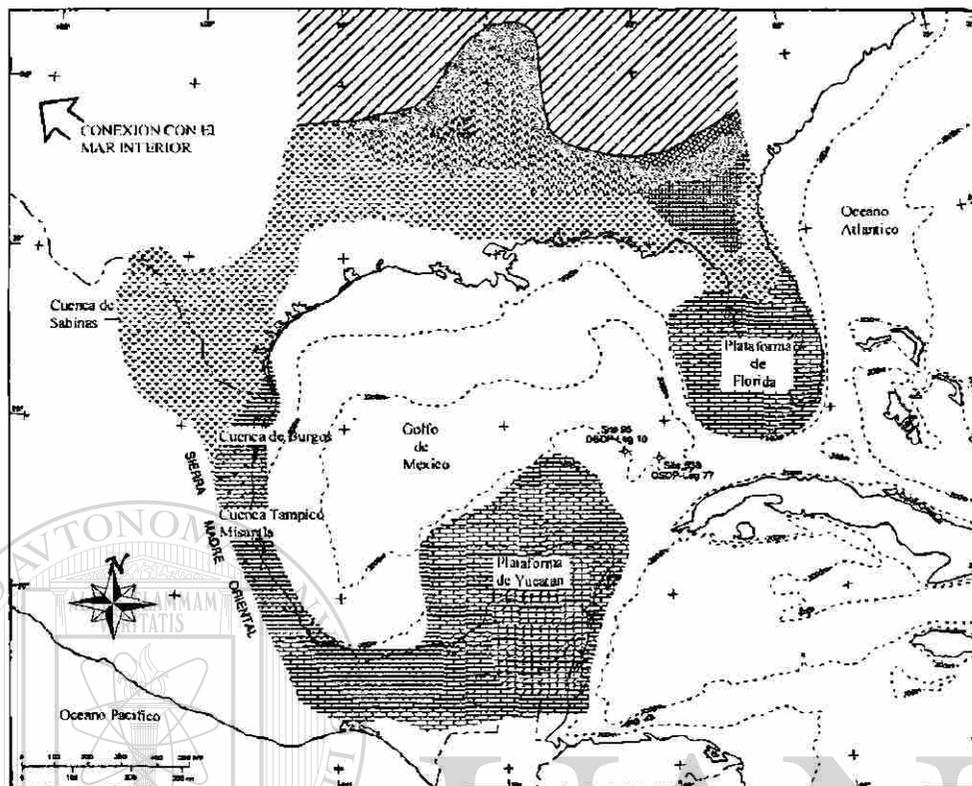


Figura 3.5. Mapa paleogeográfico y litofacies del Coniaciano al Santoniano. Ver figura 2 para simbología (Modificada de SOHL ET AL., 1991).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

CAMPANIANO-MAASTRICHTIANO

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En la parte más oriental de la Cuenca de Burgos y del estado de Nuevo León, continúa el depósito de la Formación Méndez durante el Campaniano al Maastrichtiano (WEIDIE & WARD, 1987) (Fig. 3.6). En estas localidades la unidad es conocida como una secuencia de margas grises y verdes alternadas con lutita y capas delgadas de bentonita verde. Esta litología sugiere una depositación de terrígenos en ambientes de baja energía en ambientes deltaicos, de plataforma o de cuenca (SCOTT, 1984; LÓPEZ-OLIVA, 1996).

Durante el Maastrichtiano Temprano depósitos marinos muestran una continua migración de la línea de costa hacia el este de la cuenca del Golfo de México. En

algunas áreas, la línea de costa llegó a moverse aproximadamente 200 Km. de su posición en el Campaniano (PADILLA Y SÁNCHEZ, 1982; SOHL ET AL., 1991).

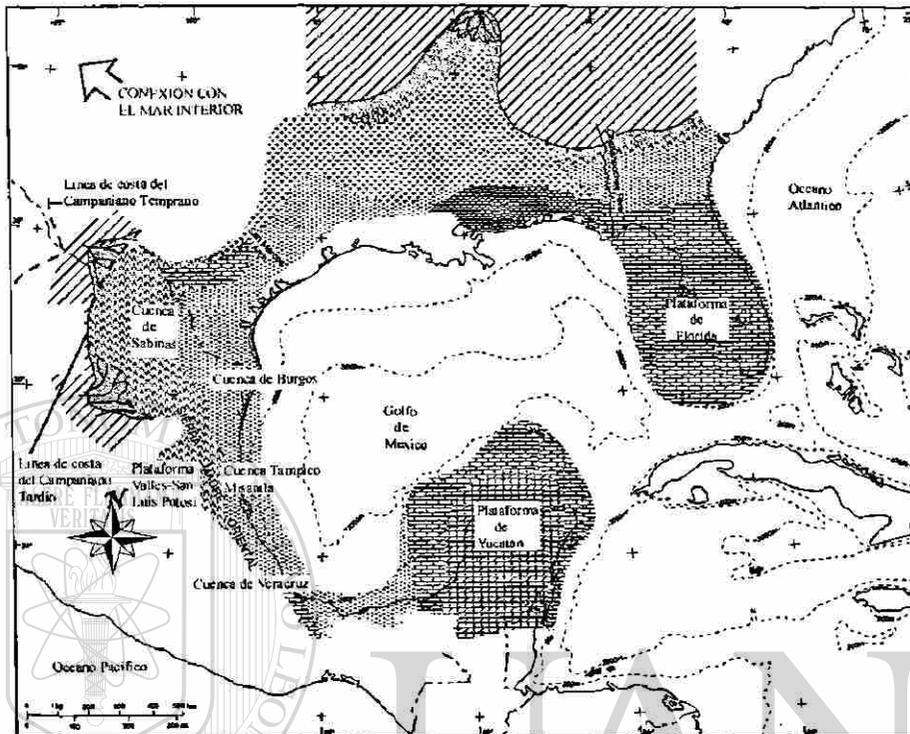


Figura 3.6. Mapa paleogeográfico y litofacies del Campaniano Temprano. Ver Figura 2 para la simbología (Modificado de SOHL ET AL., 1991).

Durante el Campaniano Tardío al Maastrichtiano, se depositaron sedimentos terrígenos que consistieron en limos, lutitas, areniscas y lechos rojos con algunos lentes de calizas del Grupo Difunta. Estos sedimentos fueron depositados en sistemas deltaicos dentro de las cuencas de la Popa y de Parras (VEGA-VERA, 1987; GARZA GUTIERREZ, 1991).

Durante el Maastrichtiano Temprano, levantamientos tectónicos incrementaron el aporte de sedimentos en el sur de Texas, la Cuenca de Sabinas y la parte noroeste de la Cuenca de Burgos. Este incremento en terrígenos aportó el material para el desarrollo de un complejo sistema de deltas progradantes que actualmente están representados por la Formación Olmos. Hacia el este, en la Cuenca de Burgos, continuó la deposición de sedimentos terrígenos de la Formación Méndez.

La conexión de la cuenca del Golfo de México con el Mar Interior del Oeste, la cual comenzó a principios del Cretácico Tardío, fue probablemente cortada durante el Maastrichtiano.

Durante el Terciario Temprano, los sedimentos depositados en el noreste de México durante el Mesozoico fueron plegados, fallados y emplazados por intrusivos post-tectónicos (DE CSERNA, 1989), formando diferentes unidades morfotectónicas. Una de estas unidades es la Sierra Madre Oriental, la cual se extiende desde la parte central-este del país con una dirección N30°W, pero cambia hacia una dirección E-W entre Monterrey, N. L. y Torreón, Coah. Las estructuras predominantes de esta unidad morfotectónica son anticlinorios alargados en sus flancos con fuertes buzamientos en su plano axial. Estos pliegues generalmente están recostados hacia el norte y a menudo limitados por fallas cabalgantes (GOLDHAMMER ET AL., 1995).

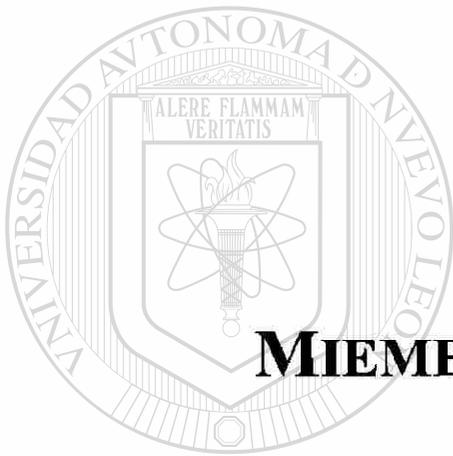
Mientras intensos plegamientos y fallamientos afectaron el área de la actual Sierra Madre Oriental, plegamientos y fallamientos no tan intensos afectaron la zona localizada al norte de la Sierra Madre, dando lugar a anticlinales amplios con buzamientos suaves. Entre las sierras formadas durante este proceso se encuentran, de norte a sur, La Serranía del Burro, El Anticlinal del Peyote, El Anticlinal de Vallecillo y La Sierra de Picachos. Todas estas presentan ejes en dirección NW-SE, de forma paralela al rumbo general de la Sierra Madre Oriental (KANE, 1936, DE CSERNA, 1989, MORÁN-ZENTENO, 1994).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



4



MIEMBRO VALLECILLO

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

“MIEMBRO VALLECILLO”, UNA NUEVA UNIDAD LITOLÓGICA DE LA FORMACIÓN AGUA NUEVA

LA FORMACIÓN AGUA NUEVA: DEFINICIÓN, HISTORIA Y NOMENCLATURA

Originalmente, la Formación Agua Nueva fue considerada como parte de la Formación San Felipe, la cual estaba subdividida en una unidad superior y una unidad inferior (BISHOP, 1970; LONGORIA, 1979). En 1921, STEPHENSON define a esta unidad como Formación Agua Nueva (1921) en un reporte no publicado de la “Mexican Gulf Oil Company” (BISHOP, 1970, LONGORIA, 1979).

Una definición propia de la Formación Agua Nueva fue finalmente publicada por MUIR (1934). Este autor caracterizó la unidad como alternancias de calizas finamente laminadas, bandas de pedernal y lutitas carbonatadas finamente laminadas. Estratigráficamente, esta formación está situada entre las Formaciones Cuesta del Cura y San Felipe (BISHOP, 1970, LONGORIA, 1979). Su localidad tipo se encuentra en el Cañón de la Borrega, cerca del pueblo de Zaragoza, en el estado de Tamaulipas (DÁVILA, 1991).

En el noreste de México, la Formación Agua Nueva consiste en una secuencia de calizas gris oscuro intercaladas con lutitas calcáreas laminadas de color negro, ambas capas presentan estratificación mediana (aproximadamente 30 cm). Ocasionalmente, margas con bentonita y lutitas calcáreas también ocurren en esta unidad (SOHL ET AL., 1991). En algunas localidades (por ejemplo, el área de Galeana), la Formación Agua Nueva también contiene calizas bituminosas con nódulos de pedernal y alto contenido de materia orgánica (PADILLA Y SÁNCHEZ, 1978). Comúnmente, esta unidad es rica en foraminíferos planctónicos, mientras que los megafósiles son raros (PADILLA Y SÁNCHEZ 1978; 1982; SOHL ET AL., 1991).

En el área de Sabinas Hidalgo y Vallecillo, aflora una secuencia de calizas negras y lutitas carbonosas laminadas, ambas de estratificación media (aproximadamente 30 cm). Esta secuencia ha sido reportada como Formación Agua Nueva, ya que comparte características litológicas con otros afloramientos reportados en el centro del estado (SOHL ET AL., 1991). Sin embargo, diferentes autores han usado los nombres de Formación Indidura e incluso Formación Eagle Ford para las mismas capas.

En Vallecillo, sin embargo, además de la litología ya descrita, la Formación Agua Nueva incluye un miembro litológico de al menos 4 m de espesor de margas finamente laminadas, con una estratificación delgada (6 cm), intercaladas con capas de lutita de aproximadamente 3 cm. Este miembro está ampliamente distribuido en el área de Vallecillo y está caracterizado por la presencia de vertebrados fósiles bien preservados, principalmente peces. Esta unidad margosa no había sido previamente reconocida dentro de la Formación Agua Nueva. Por lo tanto, se revisarán los aspectos litológicos presentes en esta unidad margosa con el objetivo de proponerla tentativamente como una nueva unidad litológica de la Formación Agua Nueva (o Indidura o Eagle Ford), bajo el término de “Miembro Vallecillo”(unidad informal).

LA FORMACIÓN AGUA NUEVA EN VALLECILLO, NUEVO LEÓN

La Formación Agua Nueva representa la única unidad litoestratigráfica expuesta en el área del anticlinal de Vallecillo (Fig. 1). Éste es un pliegue simétrico abierto con una dirección preferencial de su eje de $N42^{\circ}W$ y una inmersión de $N4^{\circ}W$, con flancos que presentan buzamientos menores a 5° (revisar BLANCO-PINÓN, 1998 para más detalles sobre la geología estructural del área).

En este lugar, es posible distinguir dos miembros litológicos dentro de esta Formación: 1) El “Miembro Vallecillo” y 2) una unidad aún no definida que presenta contenido escaso de macrofósiles que es referido en este trabajo como el Unidad Superior.

El “Miembro Vallecillo”, Unidad Informal

La unidad referida en este trabajo como “Miembro Vallecillo” de la Formación Agua Nueva ha sido previamente mencionada como Unidad de Margas laminadas por BLANCO ET AL. (2001); BLANCO-PINÓN ET AL. (2002).

En el presente trabajo, se introduce el término “Miembro Vallecillo” para la unidad de margas finamente laminadas intercaladas con lutitas de la Formación Agua Nueva (Fig. 4.2). El área tipo está en los alrededores del municipio de Vallecillo, en el estado de Nuevo León (Fig. 4.3) La sección tipo (Fig. 4.1) está representada en una cantera a aproximadamente 3 Km. al oeste de Vallecillo.

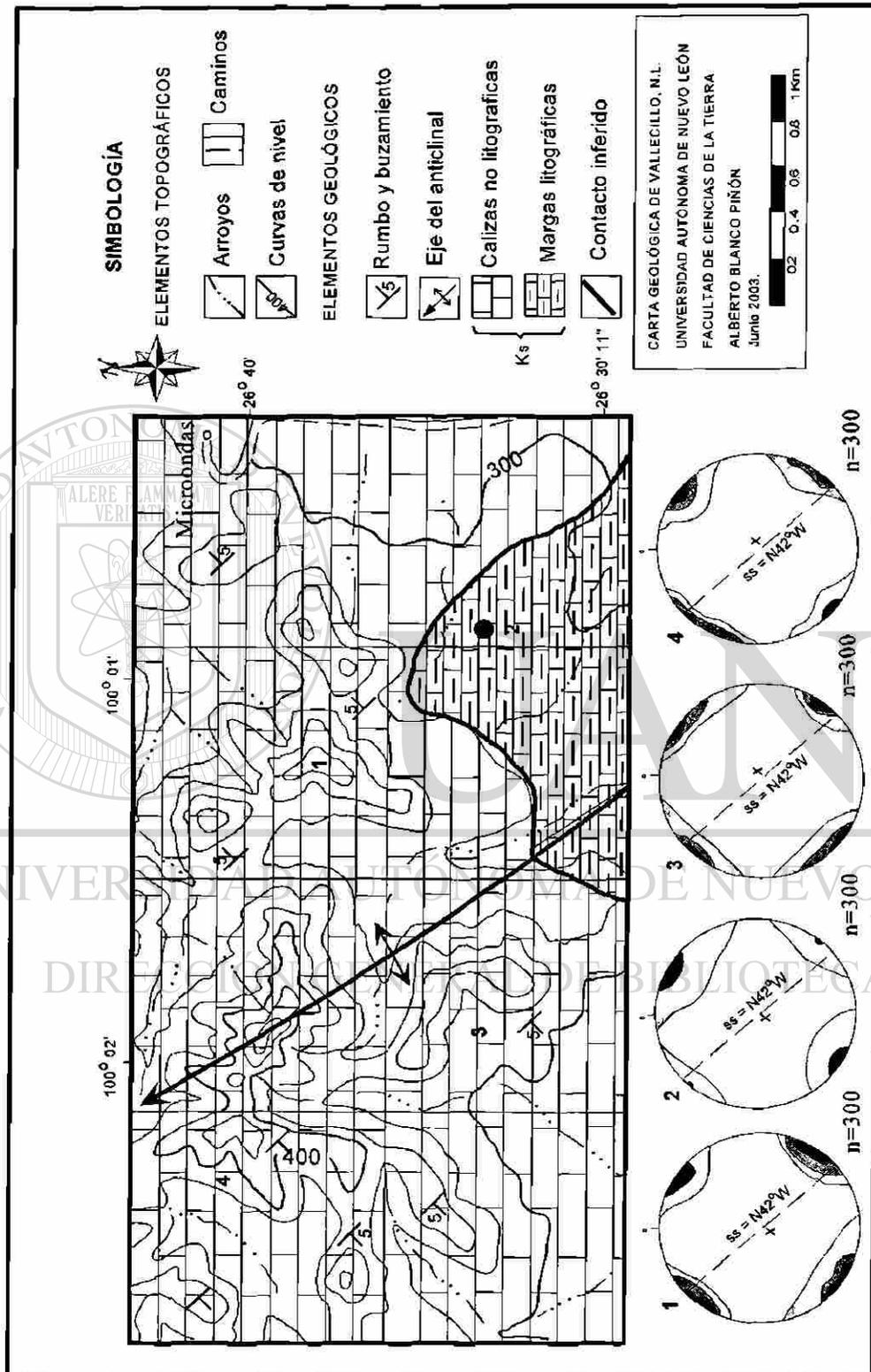


Fig. 4.1. Carta geológica de la región del anticlinal de Vallecillo, Vallecillo, N.L. El círculo negro indica la ubicación de las canteras (Modificada de BLANCO-PIÑÓN, 1998).

El “Miembro Vallecillo” tiene un espesor en afloramiento de aproximadamente 4 m, siendo el espesor completo de esta unidad así como la posición del techo y base aún desconocidos. Este miembro está compuesto de una secuencia monótona de margas de estratificación centimétrica (5-8 cm) de color rosa intercaladas con lutita color café y lutitas cafés con una estratificación que varía entre los 2-6 cm.

La matriz de las margas es micrítica, con un contenido de carbonatos que varía entre 47-67% (Fig. 4.4), que fue determinado aplicando el método de la bomba de carbonatos.



Fig. 4.2. Margas laminares del Miembro Vallecillo de la Formación Agua Nueva, Vallecillo, N.L.

La coloración de las margas cambia de la base a la cima de la sección. Cerca de la base, las margas tienen una coloración rosa claro (muestra intemperizada) a rosa oscuro (muestra fresca), mientras que cerca del contacto con la suprayacente unidad superior, la coloración varía de rosa grisáceo (muestra intemperizada) a rosa claro

(muestras frescas). Las margas exhiben laminación a escala milimétrica. También se caracterizan por la presencia de minerales de óxido de hierro como la goethita. Este mineral está presente en capas de 1 mm de espesor y presenta una coloración marrón característica.

Las lutitas varían de café claro en muestras intemperizadas a café oscuro en muestras frescas. Algunos estratos muestran estratificación convoluta y contienen lentes y nódulos de goethita con diámetros cercanos a los 3 cm. En capas donde la goethita ocurre en concentraciones mayores, la coloración se intensifica llegando a tener tonalidades marrones.

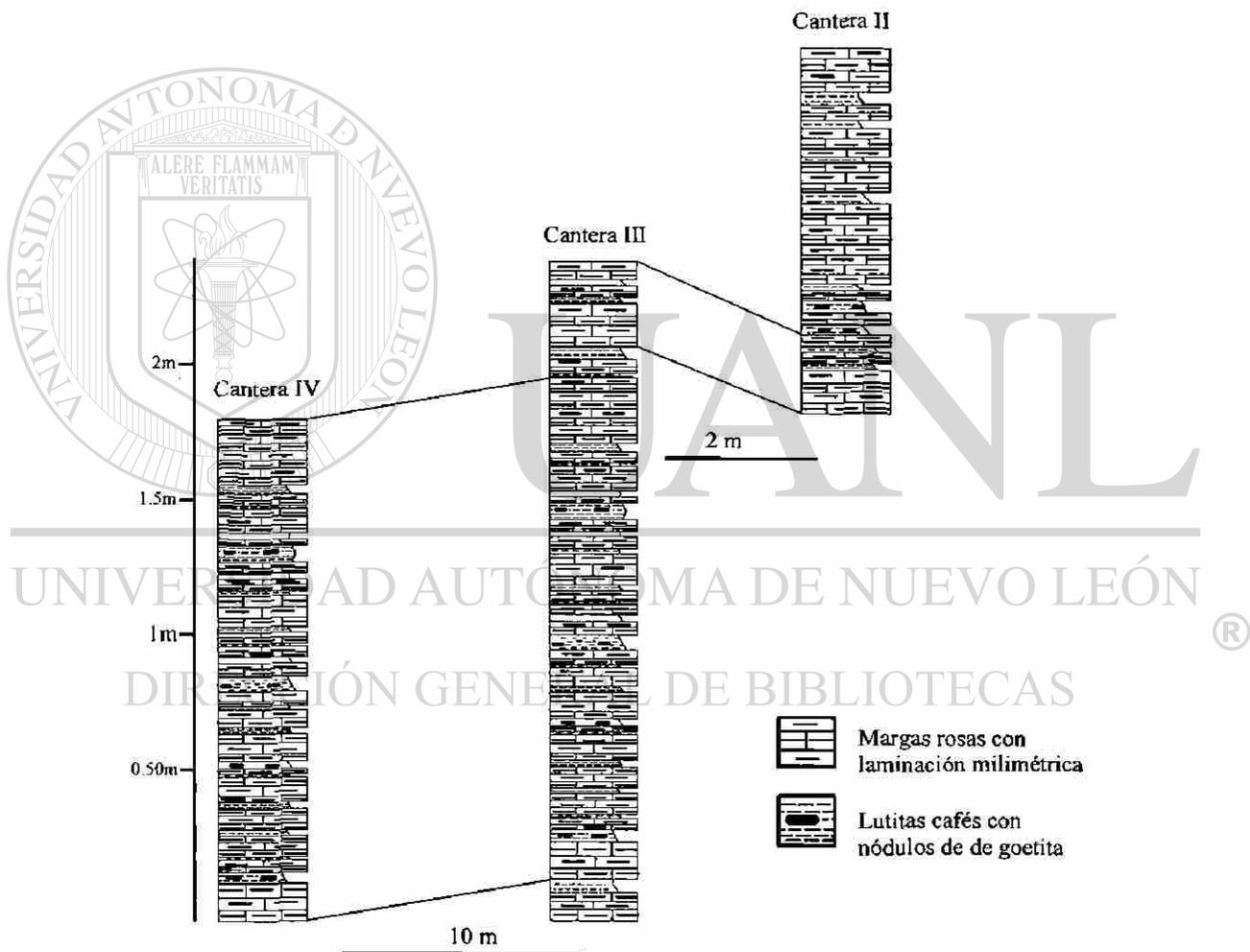


Fig. 4.3 Perfiles litológicos de las capas fosilíferas, Vallecillo, N.L. (Modificada de BLANCO-Piñón, 1998).

Macrofauna. La macrofauna del Miembro Vallecillo consiste principalmente en vertebrados, pero inocerámidos no identificados y amonites de los géneros *Mammites* y *Pseudoaspidoceras* están presentes con relativa abundancia.

Los vertebrados consisten principalmente en peces, siendo los teleósteos los más abundantes, aunque peces como pycnodontes y elementos vertebrales y dientes de tiburones también están presentes. Los peces de Vallecillo son descritos en este trabajo dentro del capítulo de Paleontología Sistemática. Los reptiles marinos están representados por fragmentos de huesos de reptiles no identificados y por dos caparazones de tortugas del género *Desmatochelys*.

Microfósiles y edad. La microfauna consiste en foraminíferos planctónicos y calciesferas. Estas últimas representan el elemento más abundante de los microfósiles. Los foraminíferos identificados fueron colectados de los últimos 1.6 m (de base a techo) de la sección tipo mientras que las calciesferas están presentes en toda la columna.

En secciones delgadas, el contenido microfaunístico varía a través de la sección. En la parte inferior (primeros 2 metros) los bioclastos son raros y sus contenidos menores al 10% ("mudstone"), mientras que en las capas que yacen entre los 2.10 y 3 m los bioclastos aumentan alcanzando hasta el 40% ("wackestone") (Fig. 4.4). Foraminíferos planctónicos están representados por los géneros *Whiteiniella* y *Hedbergella* (Fig. 4.5). Se identificaron las especies *Whiteiniella paradubia*, *W. archaeocretacea*, *W. britonensis*, *Hedbergella delrioensis* y *Heterohelix globulosa*.

En general, la Formación Agua Nueva es considerada como una Formación del Turoniano al Coniaciano Inferior. Sin embargo, algunos autores (LONGORIA, 1979; SOTO-JARAMILLO 1981; SCHOENHERR, 1988; MORÁN-ZENTENO, 1994; SEIBERTZ, 1998) han reportado edades del Cenomaniano en varias localidades del noreste de México.

Una edad tentativa de Turoniano Inferior a Medio fue asignada al Miembro Vallecillo, basado en la presencia principalmente de amonites del género *Pseudoaspidoceras* (STINNESBECK, COM. PERS., 2002). Sin embargo, se requiere de estudio estratigráfico detallado para determinar la edad precisa de este miembro de la Formación Agua Nueva.

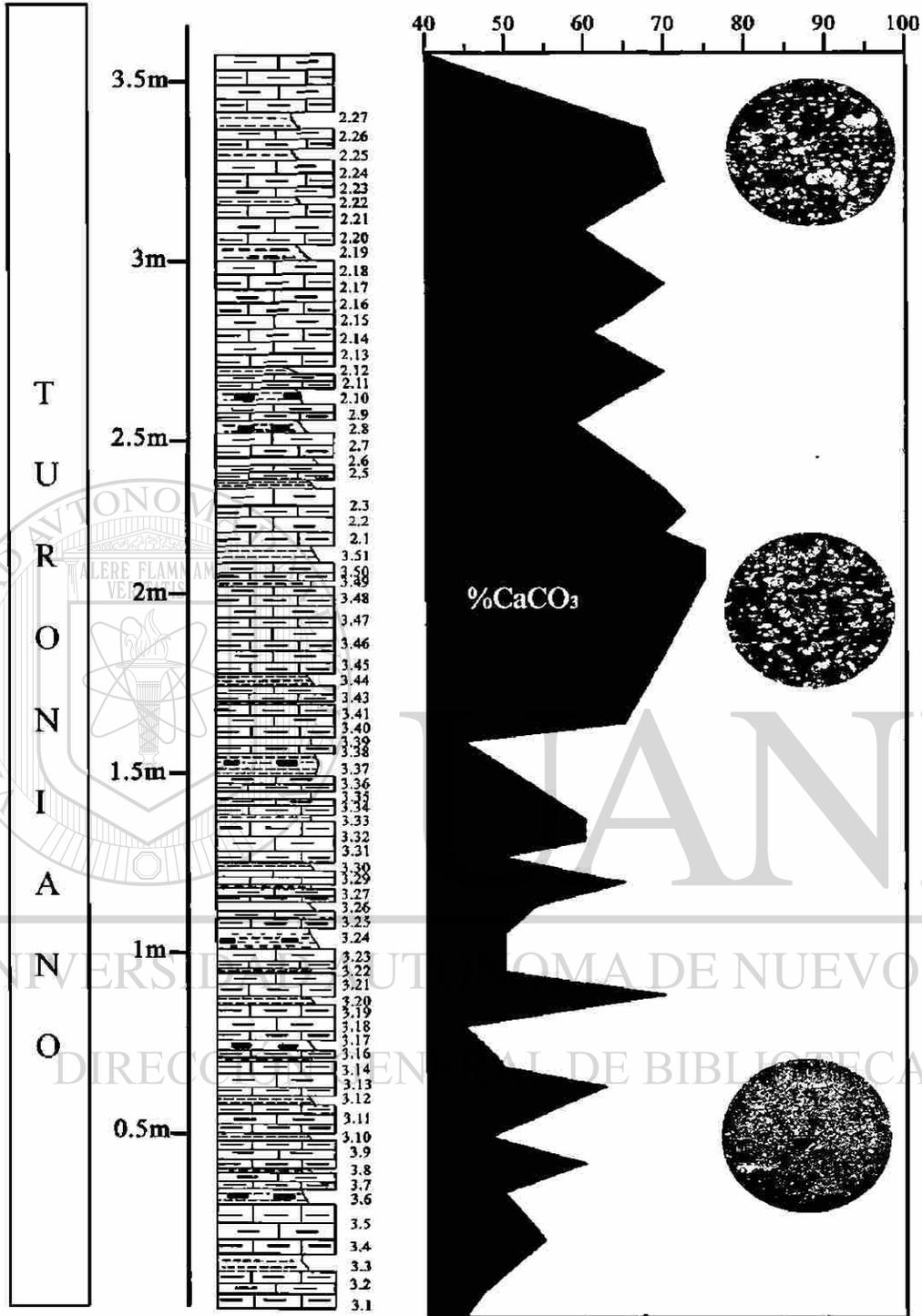


Fig. 4.4. Porcentaje en peso de carbonatos/clásticos en el Miembro Vallecillo. (Todas las muestras analizadas mediante Bomba de Carbonatos, a excepción de 3.15, 2.28, 3.42 y 2.4 que fueron omitidas). Las fotografías ilustran el porcentaje de bioclastos (principalmente foraminíferos planctónicos y calciesferas) de la Sección Tipo del Miembro Vallecillo. De base a techo : "Mudstone" (5%), "Wackestone", (40%), "Wackestone" (30%).

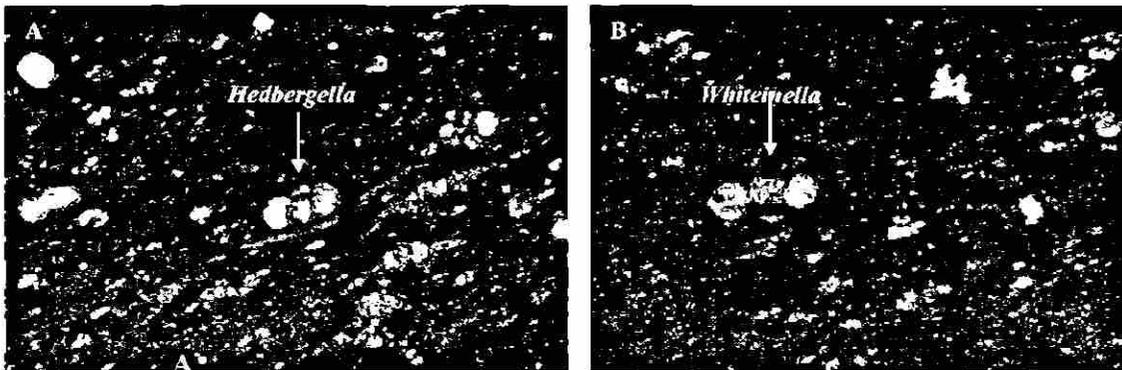


Fig. 4.5. Globotruncánidos del Miembro Vallecillo, Formación Agua Nueva. a) cf. *Hedbergella*, b) cf. *Whiteinella*

Extensión regional. El Miembro Vallecillo es una unidad litológica que se extiende a través de toda la región de Vallecillo, sin embargo, la distribución geográfica de este miembro fuera de la región es aún desconocida. Existen afloramientos en canteras localizadas hacia el sur, el suroeste y norte de Vallecillo, pero estos aún no han sido estudiados en detalle.

Condiciones de depósito. Los caracteres de la litología y microfacies encontrados en las margas laminares de la Formación Agua Nueva fueron comparados con el modelo de clasificación de zonas de facies propuesto por WILSON (1975) y de zonas de microfacies propuesto por FLÜGEL (1972, 1978), con el fin de interpretar las posibles facies bajo las cuales estas capas fueron depositadas.

Las margas fosilíferas se caracterizan por la presencia de laminación primaria milimétrica, presencia de nódulos y bandas de goethita como producto de la oxidación de pirita sinsedimentaria, ausencia de bioturbación e icnofósiles y la presencia de una matriz micrítica con contenidos pobres a abundantes de foraminíferos planctónicos (principalmente globotruncánidos). La presencia de calciesferas también es notable en estas capas. Esto coincide con el Tipo Estándar de Microfacies (SMF-Type) 3 y 9 propuesto por FLÜGEL (1972, 1978, p.334 y 335), el cual se caracteriza por la presencia de bioclastos (principalmente microfósiles pelágicos, por ejemplo, globotruncánidos) inmersos en una matriz micrítica (mudstone o wackestone, de acuerdo a la clasificación de DUNHAM, 1962 para rocas carbonatadas) en capas con laminación fina. Esto sugiere, comparándolo con el modelo de facies propuesto por WILSON (1975, p.26 y 27), que el Miembro Vallecillo de la Formación Agua Nueva pudo haber sido depositado bajo la

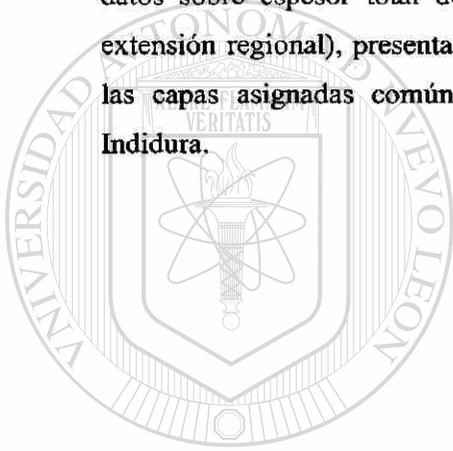
zona de facies (ZF) 1,2 ó 3, que corresponden a condiciones de baja energía en la parte más externa de una plataforma o incluso cuenca, bajo el nivel de acción de olas y bajo el nivel de acción de tormentas (profundidad mayor a los 60 m).

Por otra parte, la presencia de pirita (sugerido por la goethita encontrada en los sedimentos) sugiere niveles bajos en la concentración de oxígeno, sin embargo, la preservación de los peces a manera de esqueletos sin partes blandas (ver capítulo de Tafonomía), sugiere que dicha concentración anómala no permaneció constante durante el depósito de las margas o bien no alcanzó niveles de anoxia total. Por consiguiente, la posición del ambiente de depósito debajo de la línea del nivel mínimo de oxígeno permanece aún abierta a discusión. También permanece en discusión si la anomalía en las concentraciones de oxígeno interpretadas en Vallecillo corresponde al evento de anoxia global registrado durante el límite Cenomaniano-Turoniano.

Características distintivas de la nueva unidad litológica. Las siguientes características distinguen al Miembro Vallecillo de otras unidades de la Formación Agua Nueva:

1. Homogeneidad litológica a través de toda la sección.
2. Presencia de margas (CaCO_3 que varía de 46- 64 %) que contrasta con valores mayores al 90% de las calizas del Miembro Superior.
3. Color rosa de los sedimentos que contrasta con el color gris del Miembro Superior.
4. Presencia de capas centimétricas (2-10 cm de espesor) que contrasta con las capas de aproximadamente 30 cm de espesor del Miembro Superior de la Formación Agua Nueva.
5. Apariencia litográfica de las capas, es decir, pueden fragmentarse a manera de lajas hasta de 1 cm de espesor.
6. Abundancia relativa de vertebrados (peces principalmente), desconocidos en el Miembro Superior de la Formación Agua Nueva.

De acuerdo a la Guía Estratigráfica Internacional (1980), una unidad estratigráfica formal es aquella que está definida de acuerdo con las normas establecidas en los códigos y guías estratigráficas (VERA-TORRES, 1991). Por otra parte, las unidades informales son aquellas establecidas con carácter local y provisional, sin cumplir totalmente las normas establecidas en los códigos y guías estratigráficas (VERA-TORRES, 1991). Debido a que la definición del Miembro Vallecillo es de carácter local, y que algunos datos sobre la extensión regional de esta unidad no son conocidos con exactitud por la falta de una cartografía detallada, la propuesta de un nuevo miembro como una unidad informal de la Formación Agua Nueva es lo más adecuado, ya que aunque no cumple todas las normas de la GEI (1980) (e. g. falta de datos sobre espesor total de la unidad, edad precisa, definición de los límites, extensión regional), presenta características litológicas fácilmente diferenciables de las capas asignadas comúnmente a la Formación Agua Nueva, Eagle Ford e Indidura.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Unidad Superior

Los sedimentos que sobreyacen al “Miembro Vallecillo” consisten en calizas grises laminadas y calizas cafés, ambas con espesores de aproximadamente 30 cm. (Fig. 4.6). Dichas capas presentan el mismo rumbo y buzamiento que aquellas del “Miembro Vallecillo”.

Las calizas micríticas de la Unidad Superior varían de gris claro (muestra intemperizada) a gris oscuro (muestra fresca) y consisten en aproximadamente 90 % de carbonatos (mediciones basadas en análisis de bomba de carbonatos). Las capas de caliza exhiben laminación milimétrica y paralela y lentes de goethita que alcanzan longitudes de hasta 4 cm. La goethita es el resultado de oxidación postdiagenética de la pirita, la cual fue formada en el momento de la depositación de los sedimentos. Huellas de organismos no identificados (probablemente malacostracos) están presentes y se encuentran dispuestos paralelamente a la superficie de algunos estratos.



Fig. 4.6. Calizas y lutitas de la Unidad Superior de la Formación Agua Nueva en Vallecillo, N.L. México

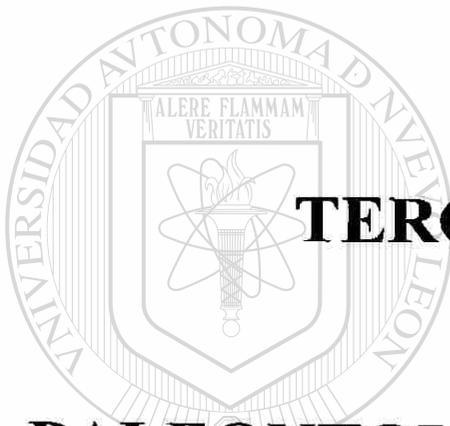
Las lutitas varían de café claro (muestra intemperizada) a gris oscuro (muestra fresca). Algunos estratos exhiben lentes y nódulos de goethita que alcanzan diámetros que varían entre los 2-3 cm. La goethita también forma subcapas de hasta 5 cm de espesor dentro de los estratos arcillosos (Fig. 4.7). Hasta ahora, no se ha reportado macrofauna en estas capas.

En la región de Vallecillo, la Unidad Superior contiene ocasionalmente microfósiles que consisten en inocerámidos no identificados, amonites (e.g., *Mammites*) y fragmentos de un reptil no identificado. Los microfósiles son relativamente abundantes y consisten en géneros aún no determinados de foraminíferos planctónicos.



Fig. 4.7. Horizontes de goethita en las capas arcillosas de la Unidad Superior de la Formación Agua Nueva.

Hasta ahora y debido al alto grado de recristalización, los microfósiles no han sido determinados al nivel de especie. En consecuencia, la determinación precisa de la edad del Miembro Superior permanece desconocida. Sin embargo, basados en la presencia de *Mammites*, una edad tentativa de Turoniano es asignada a esta unidad de la Formación Agua Nueva.



TERCERA PARTE

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En este apartado se presentan las descripciones de los diferentes grupos de peces fósiles rescatados de las capas del "Miembro Vallecillo" de la Formación Agua Nueva (Turoniano). Este estudio representa el primer trabajo taxonómico sobre peces fósiles del noreste de México.

El material de estudio consta de 31 especímenes agrupados en 12 taxones, los cuales están representados principalmente por peces teleósteos, aunque peces no teleósteos también están presentes. Entre la fauna no teleóstea se encuentran los grupos Pycnodontiformes y Elasmobranchii, mientras que los grupos Ichthyodectoidei, Dercetidae, Pachyrhizodontidae, Halecoidei, Tselfatiidae y Araripichthyidae, representan a la fauna teleóstea de esta localidad.

Los especímenes usados en este estudio fueron determinados a diferentes niveles taxonómicos. Las taxas fueron asignadas de acuerdo al criterio de trabajos existentes en la literatura. Por ejemplo, para el orden Lamniformes se sigue el criterio de CAPETTA (1987), mientras que para Pycnodontes, el criterio usado es el de POYATO-ARIZA & WENZ (2002).

El término Ichthyodectoidei fue empleado de acuerdo a MAISEY (1991); Halecoidei de acuerdo a GODOY (1969); Araripichthyidae de acuerdo a MAISEY (2001). Para Tselfatiiformes se reconocen a *Tselfatia formosa* y a *Tselfatia dalmatia* como miembros de este orden, siguiendo el criterio de BARDACK & TELLER-MARSHALL (1980). Aunque en documentos posteriores *T. dalmatia* no ha sido documentada (e.g. TAVERNE, 2000), hasta la fecha no existe ningún trabajo científico que discuta ampliamente la invalidez de esta especie.

FOREY (1977) reconoce tres géneros para la familia Pachyrhizodontidae: *Rhacolepis*, *Pachyrhizodus* y *Elopopsis*. Posteriormente, el género *Greenwoodella* fue propuesto por TAVERNE & ROSS (1973) y recientemente CAVIN (1995) define el género *Goulimimichthys* de acuerdo a material completo. En este trabajo, estos géneros fueron los reconocidos como miembros de la familia Pachyrhizodontidae.

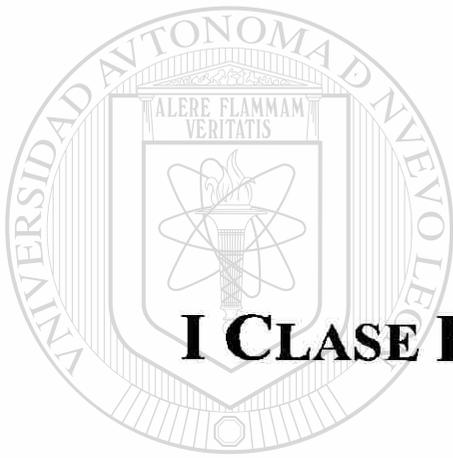
Para la familia Dercetidae se sigue el criterio de CHALIFA (1989). De acuerdo a esta autora, esta familia contiene cuatro géneros: *Rhynchodercetis*, *Dercetis*, *Pelargorhynchus* y *Dercetoides*. Otros géneros como *Kwangodercetis*, *Paradercetis* (CASIER, 1965; TAVERNE, 1976, 1987, 1991), *Bethesinkime*, *Cyranichthys* (TAVERNE, 1976, 1987, 1991), *Stratodus* (APPLEGATE, 1970, CHALIFA & LEWI, 1991) y *Hastichthys* (TAVERNE, 1991) han sido

considerados como Dercetidae, pero la posición sistemática de éstos últimos permanece aún abierta a discusión, ya que la descripción de estos géneros está basada en ejemplares incompletos, o como en el caso del género *Hastichthys*, basada únicamente en una fotografía publicada en CHALIFA (1989), sin la debida revisión del material original.

Por último, como nota aclaratoria, cabe mencionar que entre la fauna descrita de Vallecillo destacan dos grupos taxonómicos nuevos. El primero está representado por un nuevo género y especie del suborden Ichthyodectoidei, mientras que el segundo consiste en una nueva especie del género *Goulmimichthys*. Estos especímenes han sido descritos de manera extensa por primera vez en esta tesis, y por tratarse de especies inéditas, el nuevo género y especie de Ichthyodectoidei fue citado como Ichthyodectoidei nov. gen. nov. sp., mientras que la nueva especie del género *Goulmimichthys* fue citada como *Goulmimichthys* nov. sp.

Recientemente, las descripciones abreviadas del género nuevo y de las nuevas especies de estos dos grupos fueron publicados por primera vez por BLANCO & CAVIN (2003). En este trabajo, el Ichthyodectoidei nov. gen. nov. sp. fue publicado bajo el nombre de *Vallecillichthys multivertebratum*, mientras que la nueva especie de *Goulmimichthys* se publicó bajo el nombre de *Goulmimichthys roberti*.

Debido a que la primera descripción de estas especies fue publicada durante la fase final de la revisión de esta tesis, fue preciso dejar la nomenclatura utilizada en la versión inédita (Ichthyodectoidei nov. gen. nov. sp., y *Goulmimichthys* nov. sp.). Esto con el fin de recalcar que la descripción contenida en esta tesis es la primera y más extensa, y que de acuerdo a ésta, se llevó a cabo la comparación de los caracteres descritos en los grupos de Vallecillo con las diagnósticas de otros grupos existentes, y por consiguiente, la creación del nuevo género y las dos nuevas especies.



I CLASE ELASMOBRANCHII

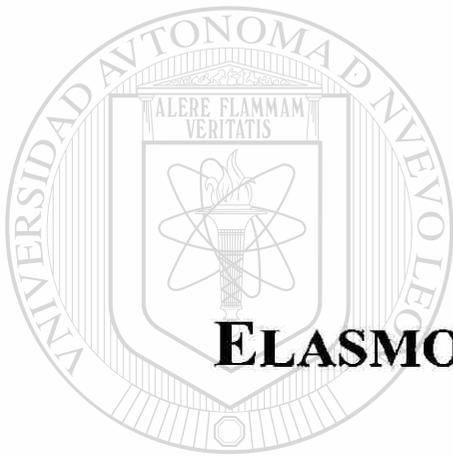
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

5



ELASMOBRANCHII INDET

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CLASE CHONDRICHTHYES
SUBCLASE ELASMOBRANCHII
ELASMOBRANCHII INDET.

ESPÉCIMEN REFERIDO: FCT-059 (Fig. 5.1). Molde externo de un fragmento del tronco que consiste en la zona situada entre las aletas pectoral y ventral.

DESCRIPCIÓN

El molde externo tiene una longitud de 300 mm y consiste en la parte media del tronco; las aletas dorsal, pectoral y ventral son visibles en el espécimen. La parte posterior del coracoides también está expuesta en este ejemplar. Escamas placoideas son visibles en FCT-059. Dichas estructuras se encuentran pobremente preservadas y están colocadas “in situ” a lo largo del cuerpo. Debido a que el ejemplar estudiado muestra pocos caracteres diagnósticos, su determinación a un nivel taxonómico menor es aún incierta.

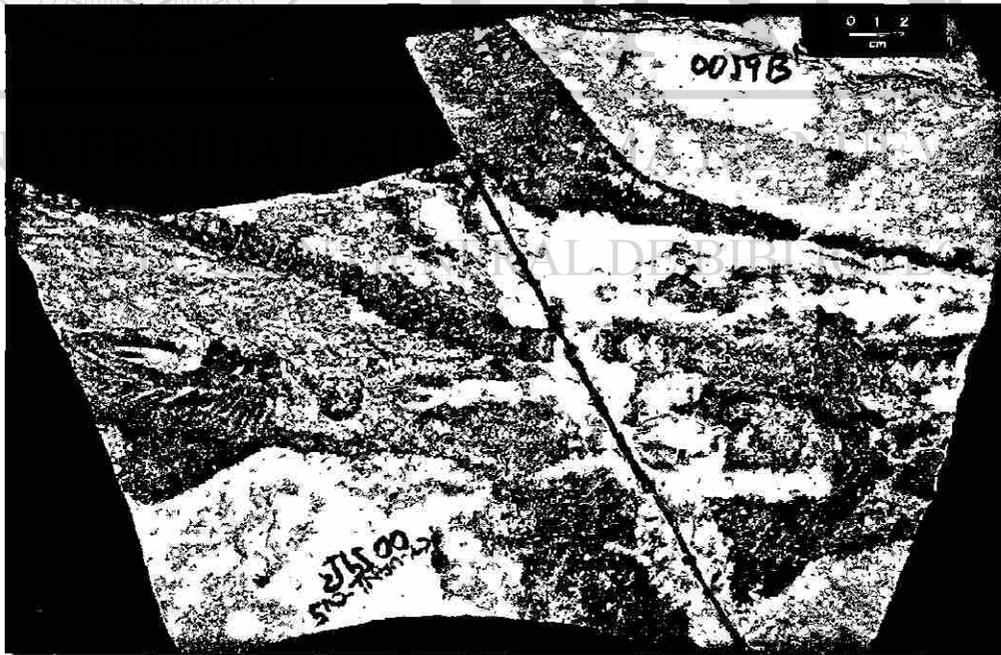
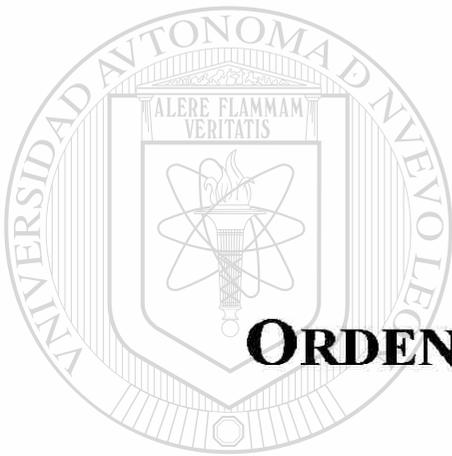


Fig. 5.1. Elasmobranchii indet. (FCT-059), Formación Agua Nueva. Escala ilustrada en la fotografía.

6



ORDEN LAMNIFORMES

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CLASE CHONDRYCHTHYES
SUPERORDEN EUSELACHII HAY, 1902
ORDEN LAMNIFORMES BERG, 1958
LAMNIFORMES INDET.

ESPÉCIMEN REFERIDO: FCT-133 (Fig. 6.1), doce vértebras parcialmente articuladas.

DESCRIPCIÓN

El espécimen consiste en doce vértebras anficélicas parcialmente articuladas y bien calcificadas. Cada una tiene un diámetro de aproximadamente 20 mm y una longitud anteroposterior de 10 mm. Los centros son circulares, pero están ligeramente comprimidos lateralmente. Las superficies articulares de cada centro muestran una serie de láminas concéntricas bien desarrolladas dispuestas alrededor del doble cono primario de osificación (Fig. 6.2A; para terminología, ver RIDWOOD, 1921).

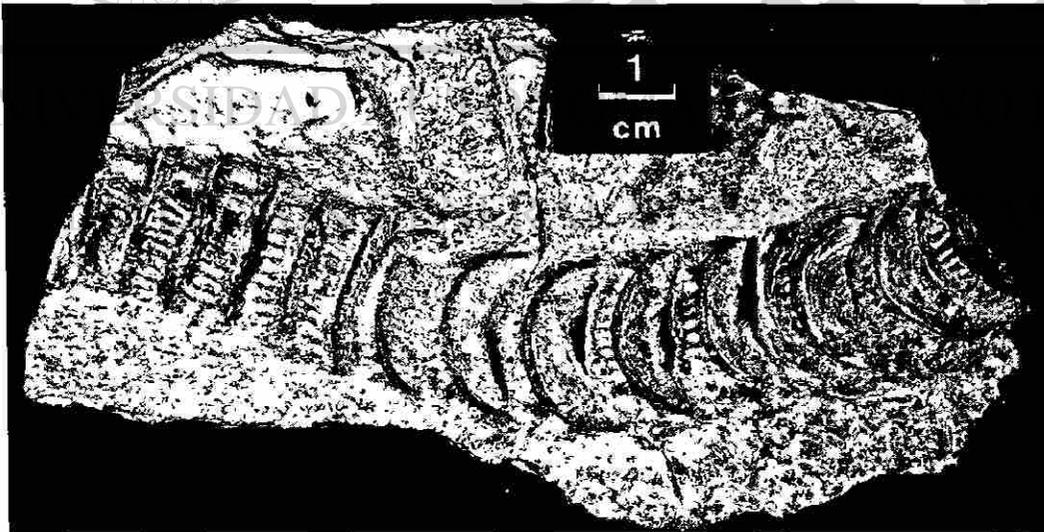


Fig. 6.1. Elementos vertebrales de un tiburón lamniforme no determinado (FCT-133). Escala ilustrada en la fotografía.

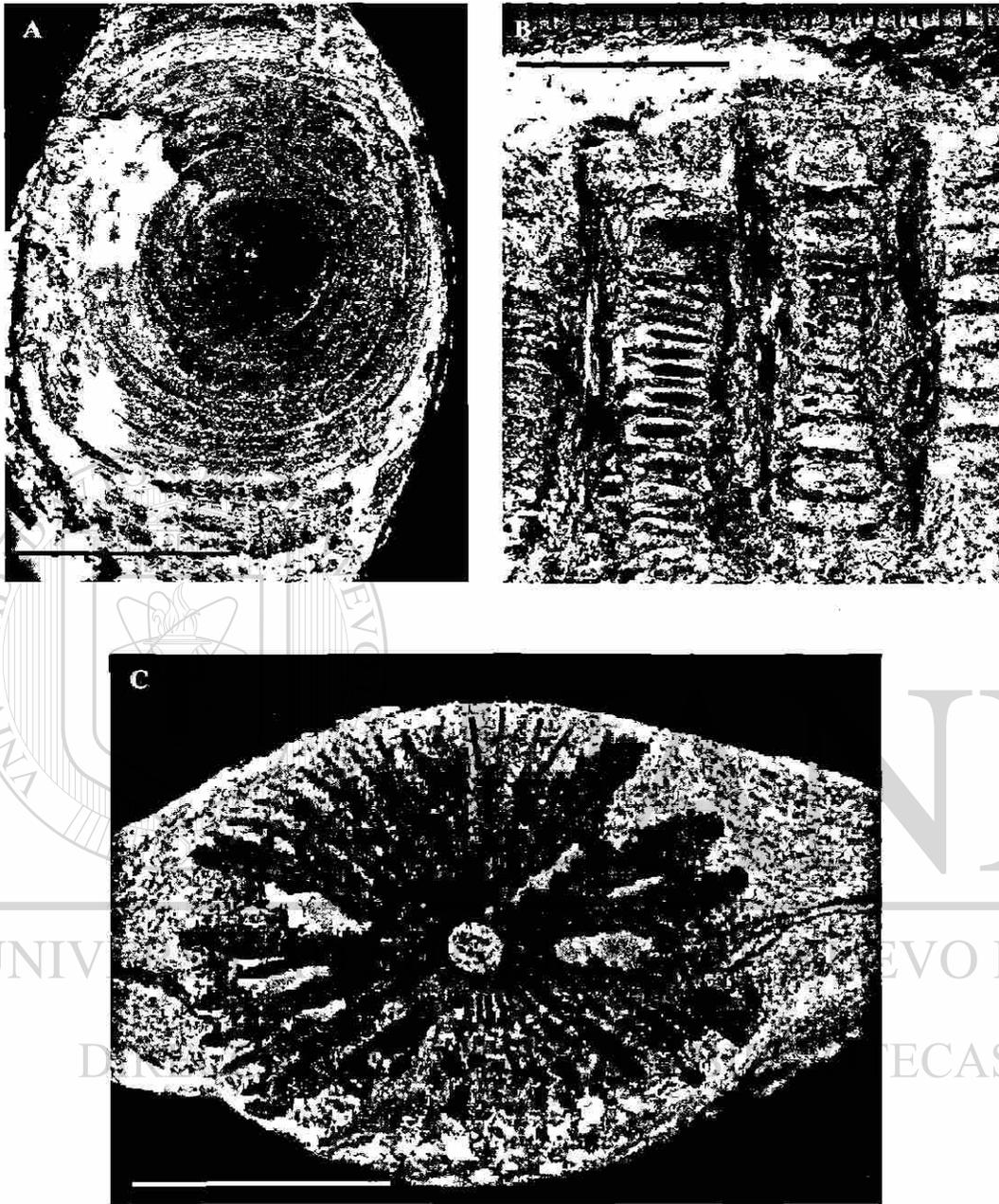


Fig. 6.2. Centros vertebrales de un tiburón lamniforme no determinado. A) Vista frontal mostrando láminas concéntricas. B) Vista dorsal que muestra la disposición en sentido anteroposterior de las láminas radiales y los orificios correspondientes a los arcos. C) Sección transversal de la vértebra exponiendo las láminas radiales alrededor del cono de osificación. Barra de escala = 10 mm.

El patrón de calcificación no es claramente observable desde su vista externa. Sin embargo, en centros cortados transversalmente las láminas radiales son evidentes. Estas láminas se extienden desde el cono-doble de osificación hasta la superficie externa de la vértebra (Fig. 6.2B). En vista dorsal, lateral y ventral, estas láminas cruzan el centro longitudinalmente extendiéndose desde la superficie articular anterior a la posterior (Fig. 6.2C). Los márgenes dorsal y ventral de cada centro presentan dos orificios que representan los puntos de inserción de los arcos dorsal y hemal de cada centro (Fig. 6.2C).

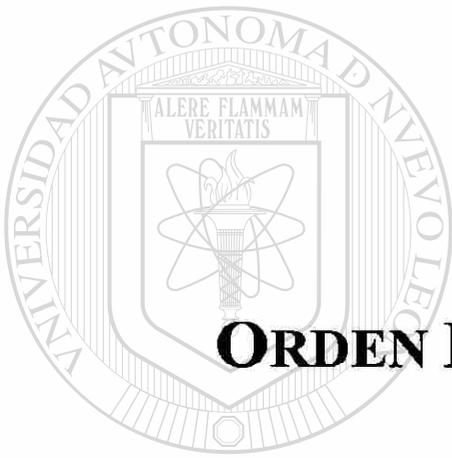
DISCUSIÓN

El contorno de cada centro está ligeramente comprimido lateralmente, esto sugiere que la vértebra pertenece a la región caudal. Sin embargo, con base al tamaño, es posible deducir que no pertenece a las vértebras de la región más caudal de la columna. La posición exacta de las vértebras, así como la longitud total del tiburón, no puede ser determinada debido a la ausencia de la mayor parte de la columna.

La presencia de varias láminas radiales bien calcificadas indican que las vértebras pertenecen al Orden Lamniformes (e. g. CAMPAGNO, 1990; SHIRAI, 1996). Otro carácter descrito para Lamniformes expuesto en el espécimen de Vallecillo es la presencia de láminas concéntricas alrededor del cono primario de calcificación y dos orificios para la base de los arcos neurales y hemales.

La extensión de la variación morfológica de vértebras de tiburón es poco conocida. Por lo tanto, como en el caso de las vértebras gigantes de lamniformes encontrados en el Albiano de Kansas (SHIMADA, 1997a), la determinación taxonómica a un nivel más bajo es difícil para FCT-133. Sin embargo, es notorio que estos centros semejan a aquellos referidos como Cretoxyrhinidae incluyendo *Cretolamna appendiculata* (APPLEGATE, 1967) y *Cretoxyrhina mantelli* (EASTMAN, 1895; WILLIAMSON ET AL., 1993; SHIMADA, 1997b) de depósitos del Cretácico Superior de Estados Unidos de América.

7



ORDEN HYBODONTOIDEI

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

SUPERFAMILIA HYBODONTOIDEA ZANGERL, 1981**FAMILIA PTYCHODONTIDAE JAEKEL, 1898****GÉNERO *PTYCHODUS* AGASSIZ, 1834*****P. mortoni* AGASSIZ, 1843**

ESPÉCIMEN REFERIDO: FCT-341 (Fig. 7.1), seis piezas dentales aisladas y completas.

DESCRIPCIÓN

En Vallecillo, esta especie está representada por seis dientes aislados preservados en un fragmento de roca (Fig. 7.1). Estos dientes exhiben los caracteres diagnósticos de *Ptychodus mortoni* establecidos por AGASSIZ (1843) y citados por CAPPETTA (1987).

Estos dientes están caracterizados por poseer coronas gruesas y altas. En vista oclusal, los dientes de *P. mortoni* son estructuras rectangulares con márgenes ligeramente redondeados (Fig. 7.2A). En vista labial, los dientes exponen un margen convexo mientras que en su parte lingual el margen es cóncavo. Los dientes tienen una longitud de 25 mm, una anchura de 15 y sus coronas alcanzan una altura de hasta 10 mm.

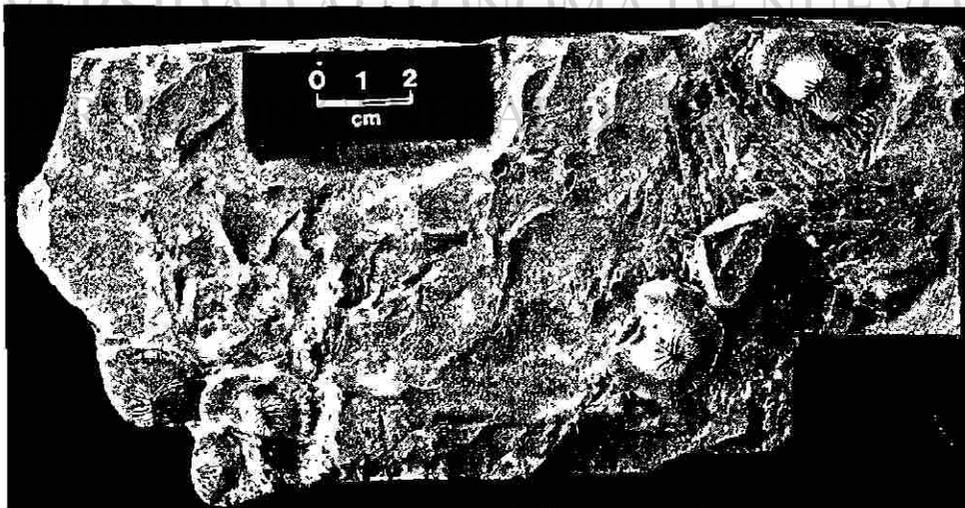


Fig. 7.1. Dientes de *Ptychodus mortoni* (FCT-341), Formación Agua Nueva, Vallecillo, N. L. Escala ilustrada en la fotografía.

La superficie trituradora de la corona presenta una cúspide cónica y alta con una cresta afilada (Fig. 7.2B). Esta área muestra una serie de pequeñas crestas las cuales se disponen en posición radial desde la cúspide hasta la base de la corona. Estas crestas radiales distinguen a *Ptychodus mortoni* de otras especies de este género (EVERHART, 1999).

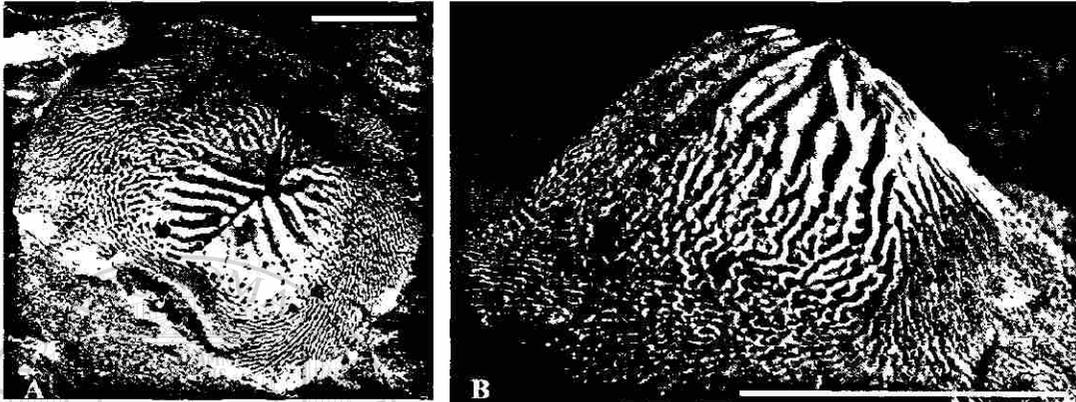


Fig. 7.2. Dientes de *Ptychodus mortoni* (FCT-341). A) Vista oclusal. B) Vista lateral. Barra de escala =5 mm.

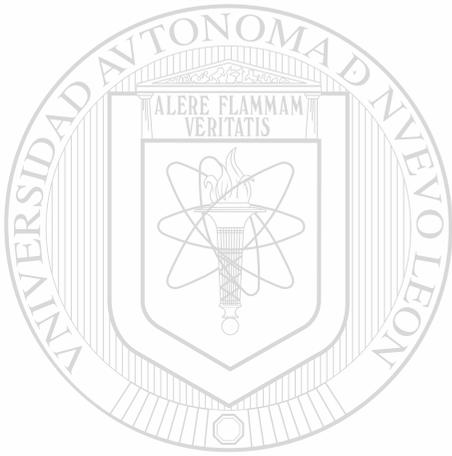
DISCUSIÓN

Las especies de *Ptychodus* están definidas en base a la forma de sus coronas y el desarrollo de sus cúspides (EVERHARD, 1999). *P. mortoni* es fácilmente separable de otras especies de *Ptychodus* por la morfología de las crestas de su corona (EVERHARD, 1999) la cual está adaptada a los hábitos alimenticios. CAPPETTA (1987) reconoce tres tipos de especialización alimenticia de acuerdo a la morfología de las coronas.

El primer tipo corresponde a *P. decurrens*. Este tipo consiste en dientes de gran tamaño con coronas bajas y anchas. Este arreglo indica adaptación a trituración de exoesqueletos (e. g. conchas, etc) (WILLIAMSON ET AL., 1993). Este arreglo también ocurre en *P. latisimus* y *P. polygyrus* (CAPPETTA, 1987).

Un segundo patrón incluye dientes con una zona de trituración estrecha y elevada formando una superficie axial comprimida mesiodistalmente. Se interpreta que esta es una adaptación para atacar presas pobremente acorazadas, como amonites (CAPPETTA, 1987). Este patrón está presente en *P. rugosus*, *P. elevatus* (CAPPETTA, 1989) y *P. whipplei* (WILLIAMSON ET AL., 1993; PÁRAMO-FONSECA, 1997b).

Finalmente, una tercera tendencia está presente en *P. mortoni*. A diferencia de otras especies de *Ptychodus*, en *P. mortoni* la superficie de trituración, la cual tiene forma cónica y claramente con cúspide, tiene crestas radiales y bifurcadas. Esta condición sugiere la trituración de pequeños elementos acorazados, como amonites, ostras y otros bivalvos.

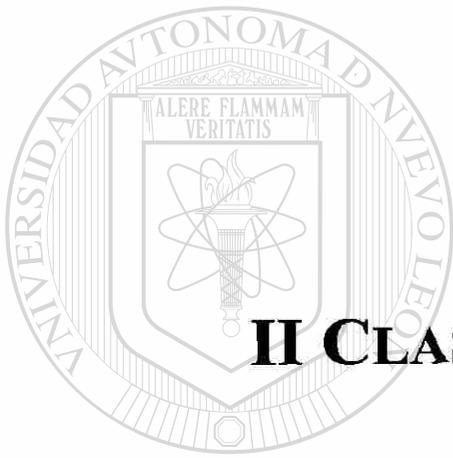


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



II CLASE “HOLOSTEI”*

UANL

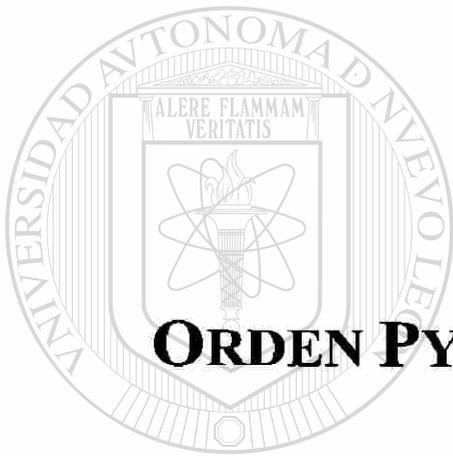
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

***No representa a un grupo natural**

8



ORDEN PYCNODONTIFORMES

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ORDEN PYCNODONTIFORMES LEHMAN, 1966
SUBORDEN PYCNODONTOIDEI NURSALL, 1996
SUPERFAMILIA PYCNODONTOIDEA *sensu* NURSALL, 1996B
FAMILIA PYCNODONTIDAE *sensu* NURSALL, 1996B
SUBFAMILIA NURSALLINAE *sensu* POYATO-ARIZA & WENZ, 2002
GÉNERO *Nursallia* ? BLOT, 1987
***Nursallia* ? cf. *gutturosum* ARAMBOURG, 1954**

ESPECÍMENES REFERIDOS: FCT-074 , cráneo careciendo de frontal, parietal y maxilar; cráneo completo, espécimen articulado. FCT-080, cráneo y columna vertebral completos y articulados, aleta caudal no preservada. FCT-103, cráneo articulado con la columna vertebral; cráneo sin región frontal y parietal; aleta caudal desarticulada del resto del cuerpo. FCT-192, espécimen completo y articulado. FCT-195, espécimen completo y articulado.

DIAGNOSIS DEL GÉNERO (POYATO-ARIZA & WENZ, 2002).

“Nursalline fish with the following autapomorphies: frontals strongly curved, very broad, giving the skull a hemispherical shape dorsally and placing the orbit at about midway between the dorsal and the ventral borders of the head; neural and haemal adjacent arcocentra in hyper-complex contact; caudal fin vertical, very short, 5 to 6 times higher than long, with upper and lower lobes practically perpendicular to the axis of the body and defining a vertical axis in the fin, whose distal border is slightly convex. Unique combination of reverted primitive and derived characters: caudal pedicle differentiated; vomerine teeth (sub)circular in contour; neural and haemal corresponding arcocentra surrounding notochord completely; last neural spine not supporting precurent caudal fin rays vestigial; 6 to 8 hypochordal elements in caudal endoskeleton”.

DIAGNOSIS DE LA ESPECIE (ARAMBOURG, 1954).

“Pycnodonte de forme élevée, subrhombique. Étête petite, abdomen fortement saillant, séparé de la région jugulaire par une profonde sinuosité. Armures dorsale et abdominale peu saillantes. Dorsale à lobe antérieur très élevé et rapidement décroissante en arrière; anale de même forme générale, mais à lobe antérieur plus bas. Caudale largement étalée, à lobes étroits dressés verticalement, à bord libre, rectiligne ou à peine convexe. Pelviennes très réduites. Denture vomérienne à 5 rangées, la médiane formée d’éléments hémisphériques, l’intermédiaire irrégulière. Denture spléniale de même type, comprenant 3 rangées, sans éléments transversalement élargis. Supratemporal simple, sans digitations; voûte dorsale du crâne continue, sans fosses. Extrascapulaires présents, opercules très réduits. Tous les os dermiques finement ridés et granuleux. Corps vraisemblablement un, sauf dans la région abdominale hypaxiale, couverte de larges écailles ornées et digitées”.

DESCRIPCIÓN**Morfología general**

En Vallecillo, los nursálidos referidos consisten en peces de cuerpo discoidal con una longitud que varía de 60 mm (FCT-074, Fig. 8.1) hasta 340 mm (FCT-080, Fig. 8.2). La proporción que existe entre la altura máxima y la longitud total del cuerpo es de 73% a 81%. El cuerpo carece de ápice dorsal y ventral, presencia de apertura bucal horizontal, ausencia de prognatismo y presencia de un pedúnculo caudal bien diferenciado (Figs. 8.1 a 8.5).

Cráneo

La mayoría de los elementos del techo craneano y del neurocráneo (este último referido como endocráneo por (NURSALL, 1996b; POYATO-ARIZA & WENZ, 2002) están ausentes o mal preservados. Además, algunos elementos tienen contornos irregulares o simplemente no son discernibles de la masa cefálica. Debido a la mala preservación de la mayoría de los elementos, su morfología así como la orientación de sus ejes no se incluyen en esta descripción.

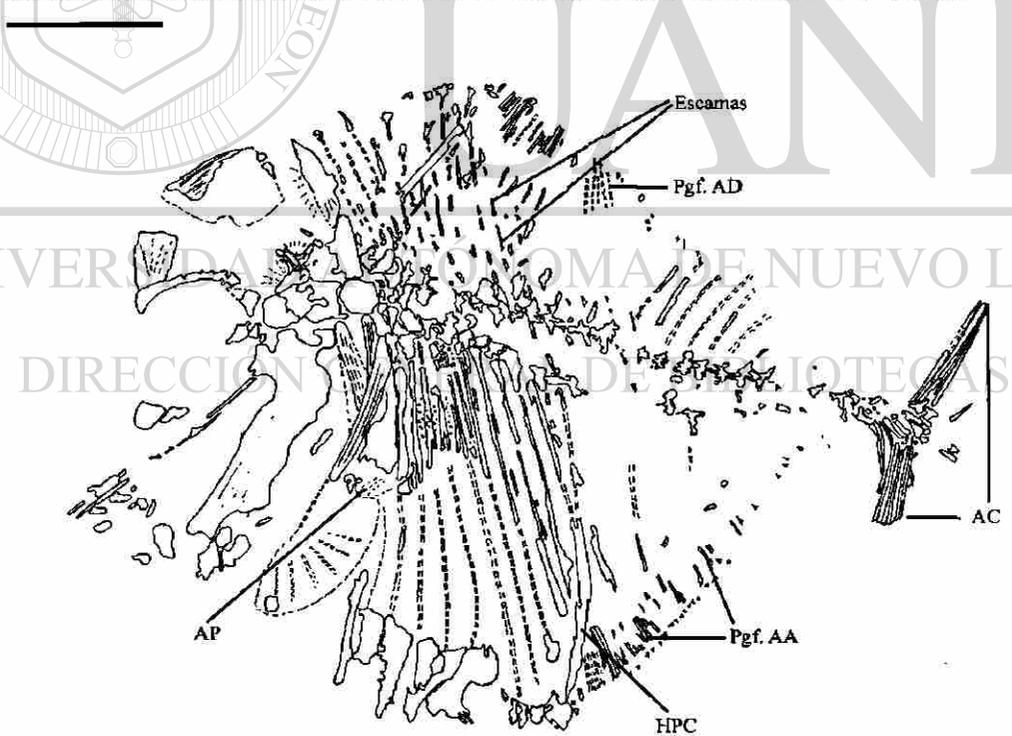
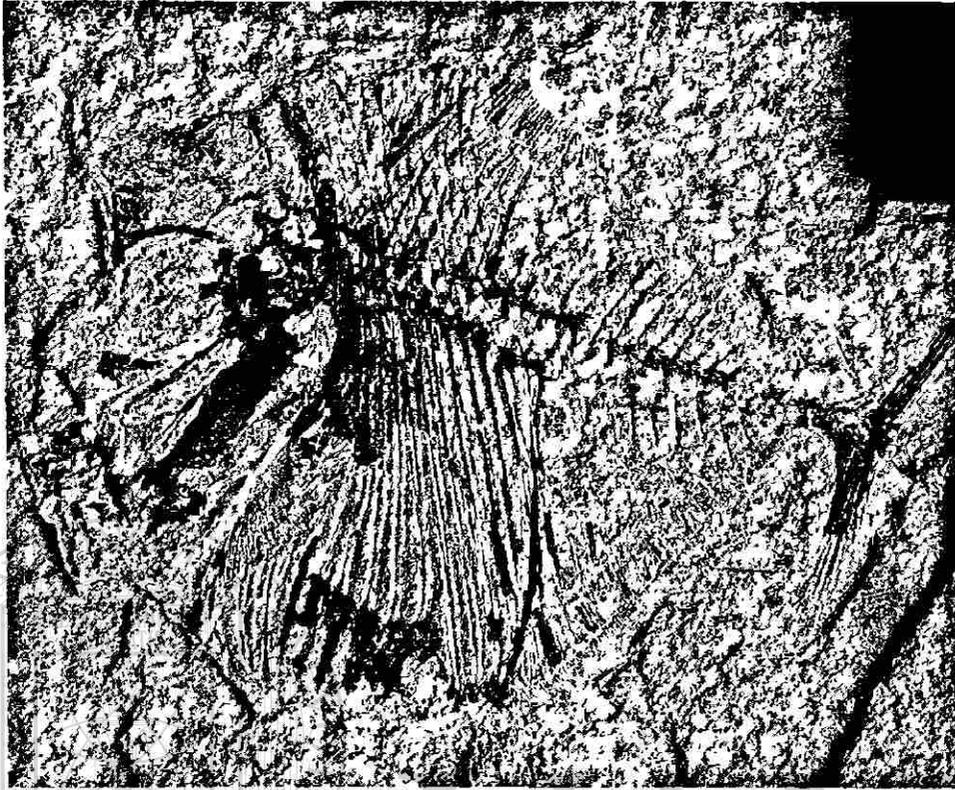


Fig. 8.1. Esqueleto semicompleto con cráneo parcialmente desarticulado de un ejemplar de *N. guttuosum*. (Basado en FCT-074). Barra de escala=10 mm.

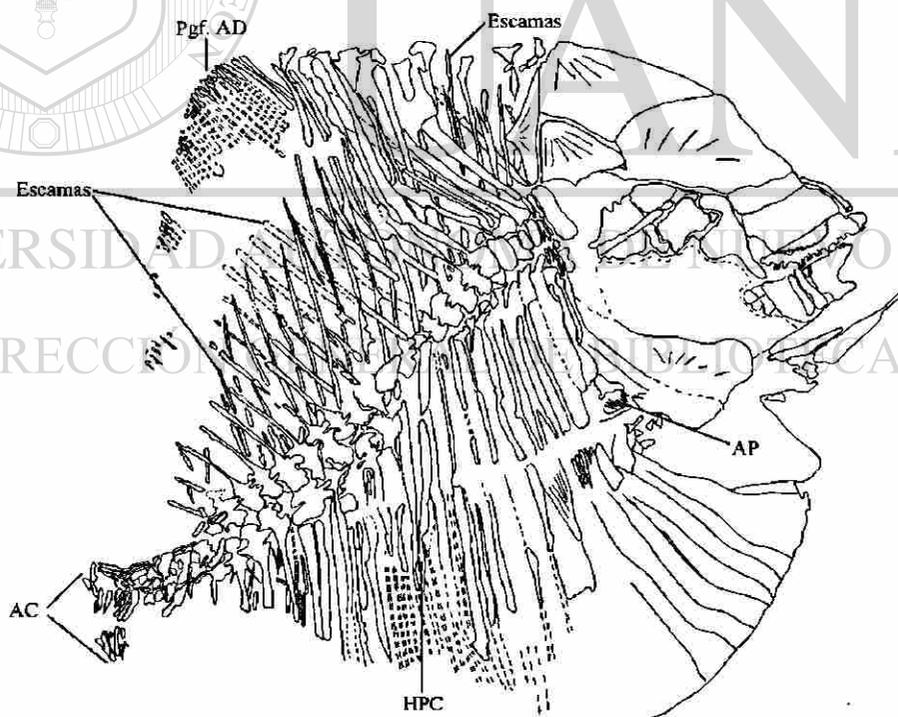
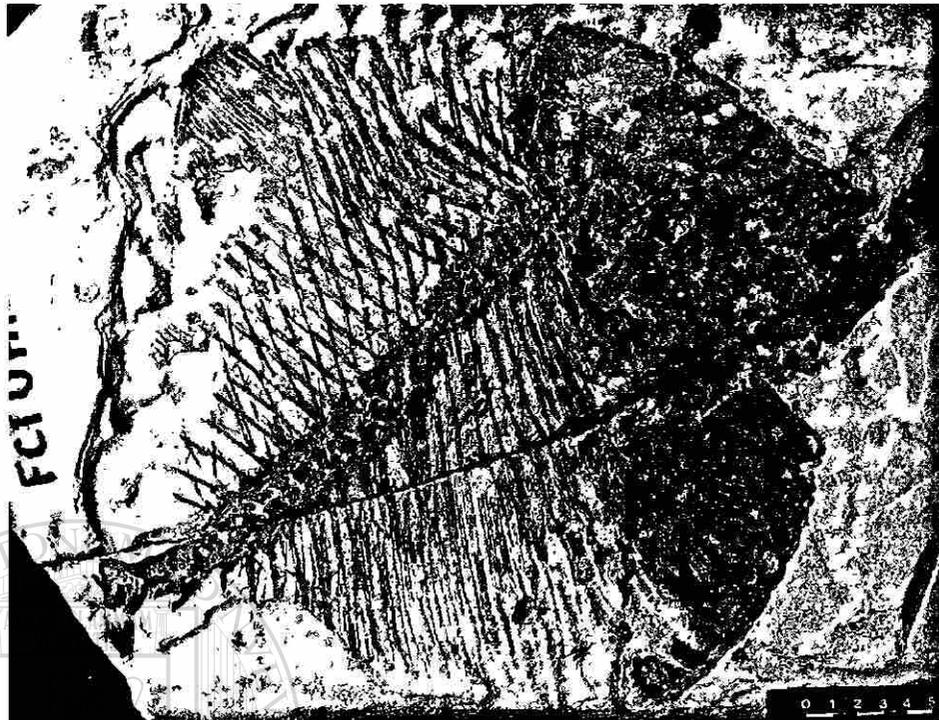


Fig. 8.2. Esqueleto semicompleto de un ejemplar de *N. guttuosum*. (Basado en FCT-080). Escala ilustrada en fotografía.

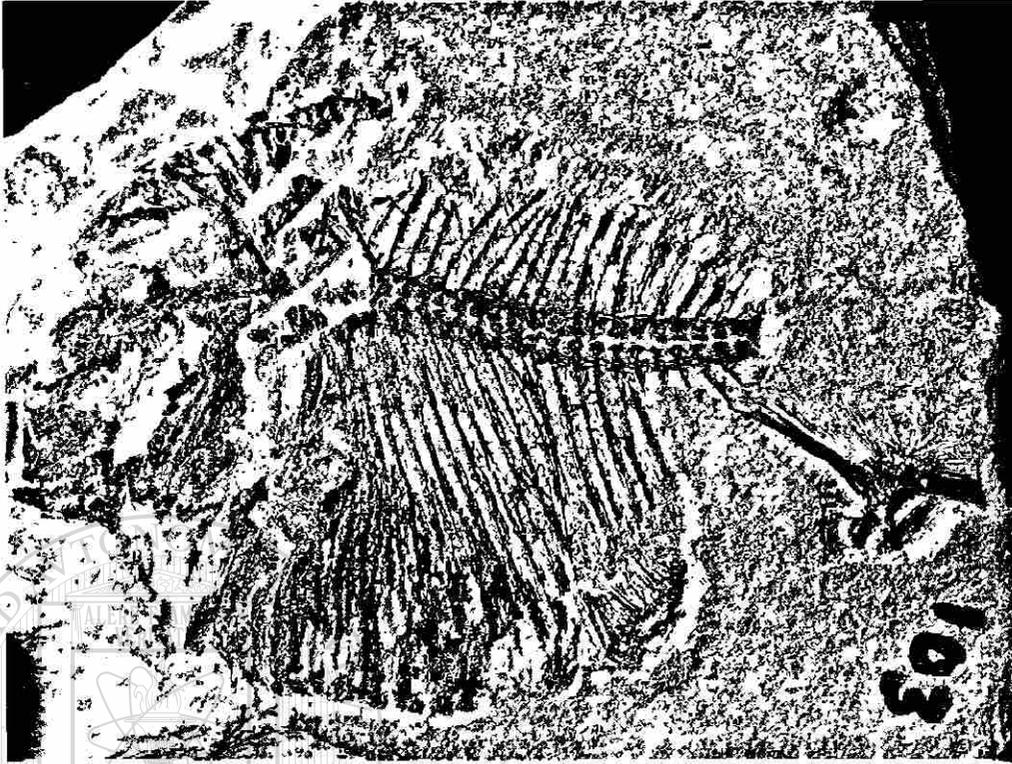


Fig. 8.3. Esqueleto semicompleto con cráneo y aleta caudal parcialmente desarticulados de un ejemplar de *N. gutturosum*. (Basado en FCT-103). Barra de escala=10 mm.

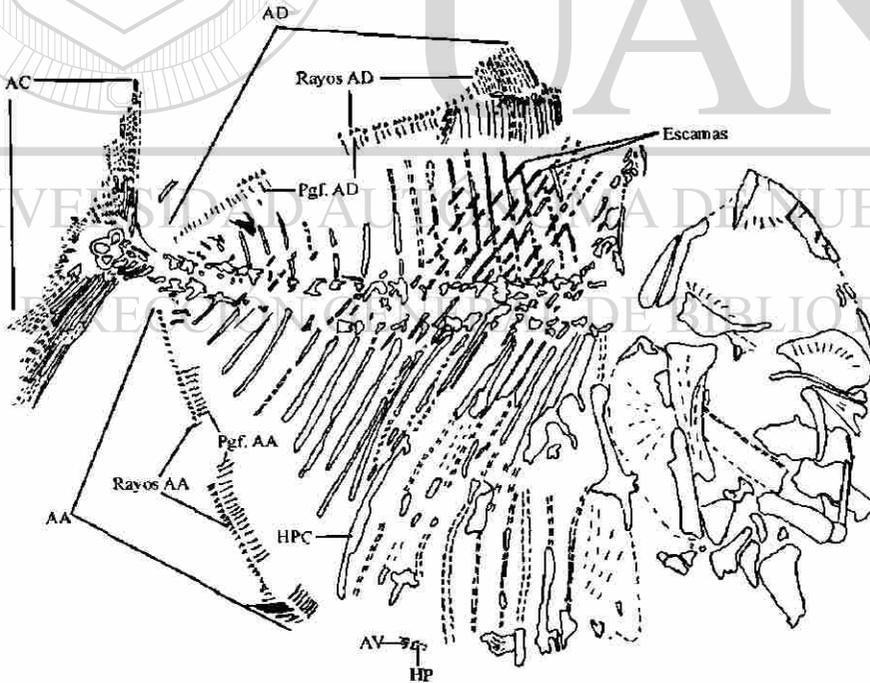
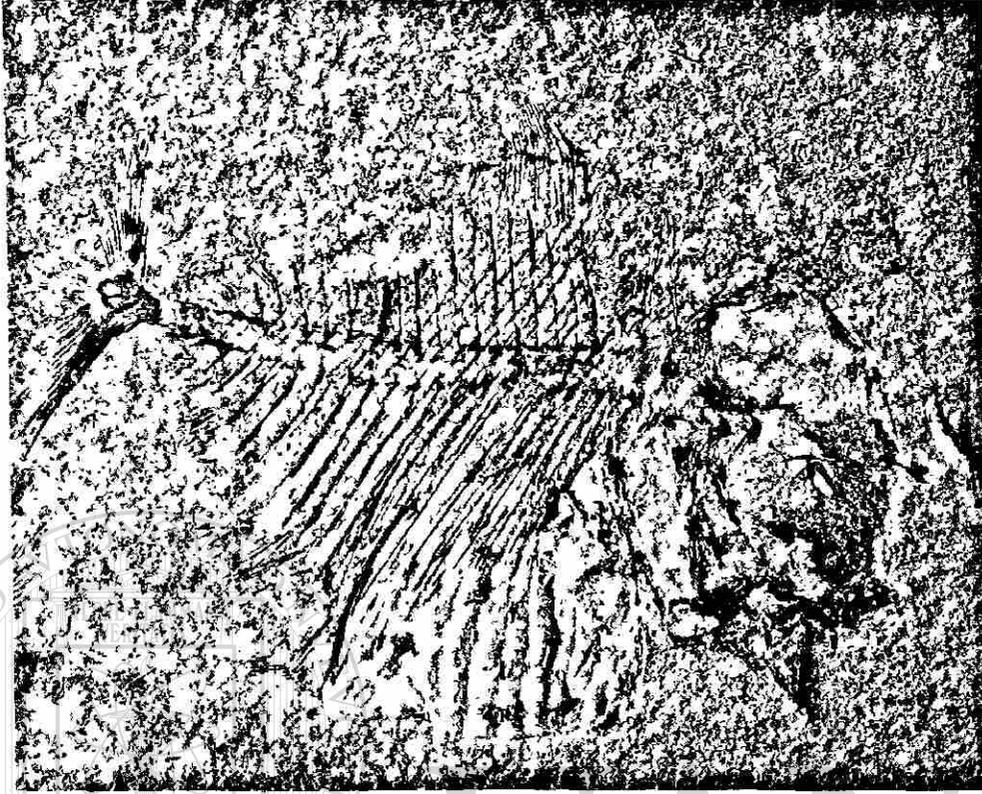


Fig. 8.4. Esqueleto semicompleto con cráneo parcialmente desarticulado de un ejemplar de *N. gutturosum*. (Basado en FCT-192). Barra de escala=10 mm

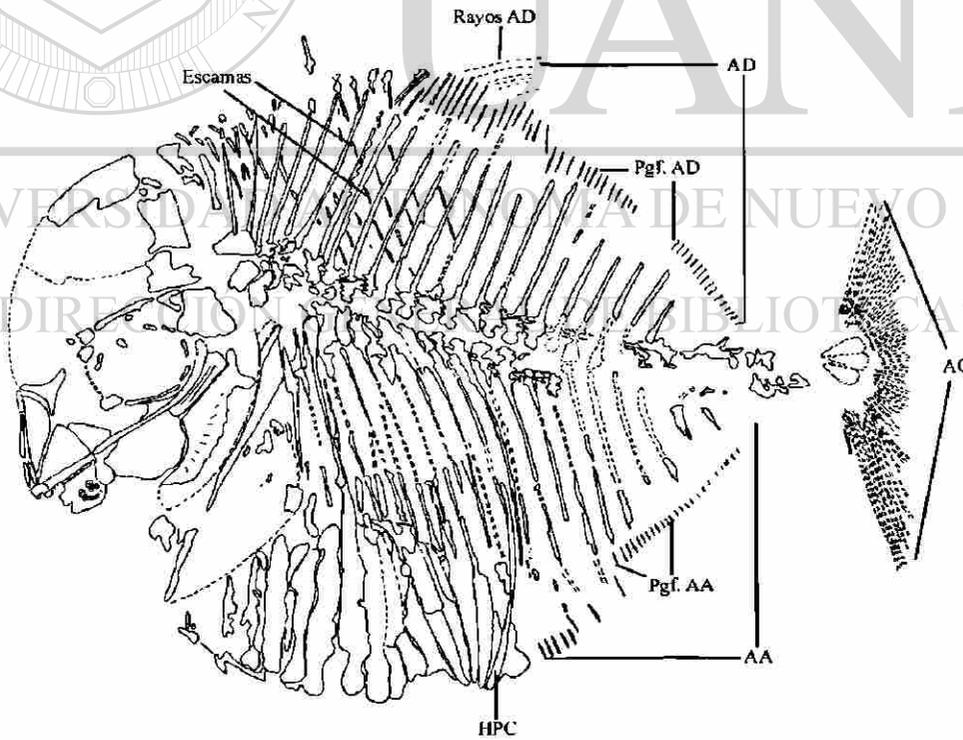
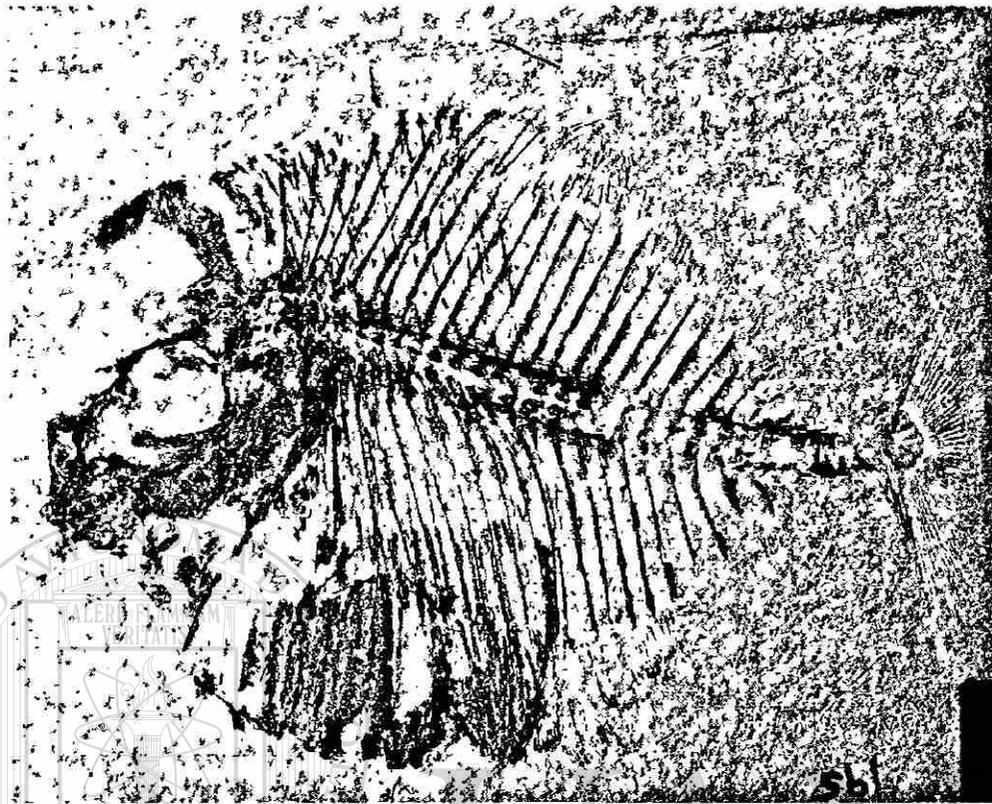


Fig. 8.5. Esqueleto completo de *N. guttuosum*. (Basado en FCT-195). Barra de escala=10mm.

El prefrontal está preservado en FCT-074 (Fig. 8.6) FCT-080 (Fig. 8.7), FCT-103 (Fig. 8.8), FCT-192 (Fig. 8.9) y FCT-195 (Fig. 8.10) como fragmentos con márgenes irregulares. Dorsalmente, este elemento contacta al frontal. Ventralmente, el prefrontal es delimitado por el mesetmoides. En FCT-192, el prefrontal presenta una ornamentación que consiste en estrías que se extienden desde el centro de osificación hasta el margen anterior del hueso.

El frontal está preservado como fragmentos en FCT-103 (Fig. 8.8), FCT-192 (Fig. 8.9), mientras que en FCT-195 (Fig. 8.10) este elemento está completo y preservado como un molde externo. En FCT-080 (Fig. 8.7) el frontal está casi completo careciendo de su margen posterior. El frontal asemeja a un triángulo equilátero en su contorno con su margen anterior fuertemente convexo. En FCT-195 cada margen del frontal alcanza una longitud aproximada de 10 mm. La ornamentación consiste en estrías que se extienden desde el centro de osificación hasta los márgenes del hueso. Dorsalmente, el frontal articula con el dermosupraoccipital posteriormente con el supratemporal (¿?) el dermopterótico y anteroventralmente con el prefrontal.

Dorsalmente al frontal yace el dermosupraoccipital. Este elemento está completo en FCT-080 (Fig. 8.7), completo y preservado como molde externo en FCT-195 (Fig. 8.10) y FCT-074 (Fig. 8.6) mientras que en FCT-103 (Fig. 8.8) y FCT-192 (Fig. 8.9) sólo su margen dorsal está presente. El supraoccipital es un elemento impar y forma las paredes dorsolaterales del techo del cráneo. Al igual que el frontal, el dermosupraoccipital tiene contorno triangular con su margen anterior fuertemente convexo. En FCT-195 cada margen de este elemento alcanza una longitud de aproximadamente 14 mm. En FCT-074 los márgenes alcanzan los 8 mm mientras que en FCT-080 alcanzan hasta 50 mm. La ornamentación está expuesta como estrías radiales. Ventralmente, el dermosupraoccipital conecta el supratemporal y posteriormente, articula con el parietal.

El parietal está preservado como fragmentos de su región posterior en casi todos los especímenes, con excepción a FCT-195 (Fig. 8.10), en el que está casi completo careciendo sólo de parte de sus márgenes anterior y posterior. En FCT-080 (Fig. 8.7) y FCT-103 (Fig. 8.8) la región anterior del "pinulus parietalis" está bien expuesta. Esta está colocada en el margen posterior del parietal y se extiende en dirección posterior. En FCT-080 esta estructura alcanza una longitud de 5 mm y una altura de 2 mm, mientras que en FCT-074 y FCT-103 alcanza una longitud de 1 mm y 2 mm respectivamente.

El supratemporal está expuesto sólo en FCT-080 (Fig. 8.7). Éste es un hueso triangular en contacto anterior con el frontal, anterodorsalmente con el supraoccipital, y posterodorsalmente con el parietal. En este elemento, la ornamentación consiste en estrías que se extienden desde el ápice del hueso en dirección ventral.

El exoescapular está preservado en FCT-074 (Fig. 8.6), FCT-103 (Fig. 8.8) y FCT-192 (Fig. 8.9) como un fragmento con bordes irregulares. Más detalles no fueron observados en esta estructura.

El dermopterótico está completo únicamente en FCT-195 (Fig. 8.10) y está preservado como un molde externo. Este elemento tiene forma irregular y está colocado anteriormente al frontal, anterodorsalmente al dermosupraoccipital, posterodorsalmente al parietal y ventralmente a fragmentos de proótico. Más detalles de este elemento no fueron observados.

En FCT-195 (Fig. 8.10) una serie de fragmentos situados posteriormente al margen posterior del dermosfenótico podrían ser interpretados como el proótico. Más detalles no han sido preservados.

En todos los especímenes referidos el contacto entre los huesos dermales del cráneo (frontal, dermosupraoccipital, parietal, supratemporal) es continuo y bien preservado. Esto sugiere la ausencia de una fosa temporal presente en otros géneros de pycnodontes.

El dermosfenótico está preservado en FCT-192 (Fig. 8.9). En este espécimen las partes originales del hueso (reemplazadas) están incompletas, sin embargo, el molde externo se encuentra bien preservado. Este hueso es triangular, su eje mayor alcanza 3 mm de longitud y está orientado anteroventral-posterodorsalmente. La ornamentación está representada por estrías que corren desde el centro de osificación hasta los bordes del hueso.

El mesetmoides, el vómer y el parasfenoides son los elementos que componen la región etmoidea.

El mesetmoides es el elemento más grande de la región etmoidea. Está preservado en FCT-103 (Fig. 8.8), FCT-192 (Fig. 8.9) y FCT-195 (Fig. 8.10) como una estructura incompleta que carece de la región dorsal. El mesetmoides tiene forma triangular con su eje mayor orientado anteroventral-posterodorsalmente. Anteroventralmente, este elemento contacta el margen posterior del premaxilar, anteriormente el proceso ascendente del premaxilar y ventralmente el vómer.

El parasfenoides está preservado en FCT-074 (Fig. 8.6), FCT-192 (Fig. 8.9) y FCT-195 (Fig. 8.10). En FCT-074 este elemento está incompleto careciendo de la región anterior. En este espécimen el parasfenoides es largo y delgado, siendo su región posterior aproximadamente 15 veces más larga que alta y está orientada anteroventral-posterodorsalmente. En FCT-195, el parasfenoides está completo. Este se extiende desde el margen posterior de la órbita hasta la región etmoidea alcanzando el margen posterior del vómer y el mesetmoides. En este espécimen, el eje mayor del parasfenoides tiene una longitud de 20 mm siendo aproximadamente 13 veces más largo que su eje menor. La región anterior del parasfenoides está dirigida anteroventral-posterodorsalmente, pero posteriormente este se curva en dirección dorsal.

El vómer está preservado como un fragmento de forma rectangular. Es aproximadamente tres veces más largo que alto y su eje mayor está orientado anteroposteriormente. Once dientes mal preservados fueron contados en FCT-080 (Fig. 8.7), mientras que en FCT-103 (Fig. 8.8) y FCT-195 (Fig. 8.10) el número de éstos permanece desconocido. Debido a la alteración sufrida por los dientes durante su preservación, su morfología no es distinguible. El vómer también está preservado en FCT-192 (Fig. 8.9), pero a diferencia de los ejemplares anteriores, este espécimen no presenta dentición.

Huesos circunorbitales

El esclerótico es el único hueso preservado de la serie circunorbital. El esclerótico está preservado como fragmentos en FCT-074 (Fig. 8.6), FCT-192 (Fig. 8.9); como molde externo del elemento completo en FCT-195 (Fig. 8.10), mientras que en FCT-080 (Fig. 8.7) y FCT-103 (Fig. 8.8) este elemento está ausente. El esclerótico tiene una anchura de 2 mm y forma un anillo circular de aproximadamente 10 mm de diámetro que encierra totalmente la región orbital.

Suspensorio

En todos los especímenes referidos el suspensorio consiste en un dermohiomandibular, un metapterigoides y un cuadrado. Los demás elementos que conforman la serie completa del suspensorio no están preservados.

En FCT-103 (Fig. 8.8), FCT-195 (Fig. 8.10) y FCT-074 (Fig. 8.6) respectivamente las regiones ventral y la cabeza articular del dermohiomandibular están preservadas. En FCT-192 (Fig. 8.9) el molde externo del elemento completo está

preservado. En FCT-103 (Fig. 8.8) la región ventral es delgada, larga y tiene márgenes irregulares. Su eje mayor está orientado en sentido ventroanterior-dorsoposterior y tiene una longitud de aproximadamente 10 mm. En FCT-192 (Fig. 8.9) la región dorsal del dermohiomandibular representa la cabeza articular de este elemento. Ésta tiene un contorno trapezoidal y su margen dorsal es fuertemente convexo. Su superficie está ornamentada por estrías radiales. Laterodorsalmente, este elemento conecta la pared lateral del pterótico. Posteriormente, el dermohiomandibular articula con el metapterigoides. La región ventral del dermohiomandibular tiene un eje mayor dirigido dorsoventralmente y que alcanza una longitud de aproximadamente 10 mm. Ornamentación está presente a manera de estrías longitudinales que se extienden desde el margen ventral de la cabeza articular hasta el margen ventral de la región ventral de este elemento.

El metapterigoides está preservado solamente en FCT-103 (Fig. 8.8). Este es un hueso rectangular con márgenes ligeramente redondeados. Su eje mayor está dirigido anteroventral-posterodorsalmente y alcanza una longitud de 5 mm siendo aproximadamente dos veces más largo que su eje menor. Dorsalmente, el metapterigoides conecta con el hiomandibular y ventralmente articula con el ectopterigoides y el cuadrado.

En FCT-074 (Fig. 8.6) existe una masa alargada de hueso en contacto con el dermohiomandibular y orientada en sentido ventroanterior-dorsoposterior. De acuerdo a su posición, esta masa podría ser interpretada como el ento- y ectopterigoides. Más detalles de este elemento no fueron observados.

En FCT-195 (Fig. 8.10) el cuadrado es un fragmento con forma no definida. Está situado debajo del margen ventral del ectopterigoides y representa el punto de articulación entre el suspensorio y la mandíbula inferior.

Huesos operculares

La serie opercular está compuesta por un preopérculo y un opérculo. El preopérculo es el elemento de mayor tamaño de la serie. Este hueso está incompleto en FCT-080 (Fig. 8.7), FCT-103 (Fig. 8.8), FCT-192 (Fig. 8.9) (región ventral ausente) y FCT-195 (Fig. 8.10) (región posterior ausente) mientras que en FCT-074 (Fig. 8.6) no está preservado. En FCT-080 (Fig. 8.7), FCT-103 y FCT-192 el eje mayor del opérculo está dirigido dorsoventralmente. En FCT-080 este eje alcanza una longitud de 60 mm mientras que en FCT-103 y FCT-192 el eje mayor tiene una longitud de 13 mm. El

preopérculo exhibe ornamentación a manera de estrías radiales que se extiende desde el centro de osificación del hueso hasta el margen posterior del mismo. El margen posterior del preopérculo es fuertemente convexo.

El opérculo está incompleto en casi todos los nursálidos de Vallecillo, menos en FCT-080 (Fig. 8.7) y FCT-103 (Fig. 8.8). En FCT-192 (Fig. 8.9) y FCT-195 (Fig. 8.10) este elemento está preservado como un fragmento de la región dorsal mientras que en FCT-103 está ausente. En FCT-074 (Fig. 8.6) el opérculo es un hueso delgado que se encuentra cubierto en su región posterior por la región dorsal del cleitro. La parte expuesta del opérculo semeja un triángulo isósceles con su eje mayor dirigido ventroanterior-dorsoposteriormente. La parte expuesta del opérculo alcanza una longitud de 8 mm siendo 2.5 veces más larga que su máxima altura, la cual se encuentra al nivel del contacto con el cleitro. En el opérculo, la ornamentación consiste en estrías longitudinales.

Mandíbula superior

La mandíbula superior está mal preservada en casi todos los especímenes de Vallecillo pero en FCT-074 (Fig. 8.6) está ausente.

El premaxilar está incompleto en todos los especímenes. Este consta de un proceso ascendente (referido así por ARAMBOURG, 1954; BLOT, 1987; NURSALL, 1996b; POYATO-ARIZA & WENZ, 2002) el cual es largo y delgado con su eje mayor dirigido dorsoventralmente. En FCT-103 (Fig. 8.8), FCT-080 (Fig. 8.7), FCT-192 (Fig. 8.9) y FCT-195 (Fig. 8.10) el eje mayor del proceso ascendente es en promedio 12.5 veces más largo que el eje menor. Este proceso se extiende desde el margen anterior de la región ventral del premaxilar hasta alcanzar el margen ventro anterior del prefrontal.

La región ventral del premaxilar tiene forma cuadrangular. En FCT-080 (Fig. 8.7) y FCT-195 (Fig. 8.10) dos piezas dentales fueron observadas. En FCT-080 los dientes están mal preservados, pero en el segundo espécimen su morfología es reconocible. Ellos tienen contorno rectangular en vista labiolingual y son de naturaleza insiciforme. La distancia anteroposterior de estas piezas dentales alcanza 0.6 mm y sus coronas tienen una altura máxima de aproximadamente 1 mm. Ornamentación u otros detalles no fueron observados en la superficie de los dientes.

Mandíbula inferior

La mandíbula inferior está pobremente preservada en todos los especímenes y ausente en FCT-074 (Fig. 8.6) y FCT-080 (Fig. 8.7).

El dentario está preservado en FCT-103 (Fig. 8.8) como molde externo y completo en FCT-192 (Fig. 8.9); mientras que en FCT-195 (Fig. 8.10) este hueso está notoriamente fragmentado. Este hueso representa el elemento más pequeño de la mandíbula inferior estando reducido a una lámina larga y delgada. Su eje mayor es aproximadamente 15 veces más largo que su eje menor. Este eje está dirigido anteroposteriormente, pero en la región anterior, se curva en dirección dorsal. Sólo un diente fue observado en este elemento y está colocado en el extremo anterior del mismo. Como los dientes del premaxilar, este diente es insiciforme.

El prearticular está preservado en FCT-192 (Fig. 8.9) y FCT-195 (Fig. 8.10) como un hueso de contorno irregular. En FCT-103 (Fig. 8.8) este hueso tiene un contorno triangular, pero dorsalmente porta un proceso coronoide bien desarrollado. Su eje alcanza una longitud de 8 mm y es 2.5 veces más largo que la base del triángulo, la cual representa el margen posterior y la altura máxima del elemento. En FCT-103 y FCT-195 la región caudal del prearticular porta dientes caóticamente dispuestos y mal preservados. Sólo en FCT-103 una hilera única de dientes exhibe su arreglo original. Los dientes son subcirculares en vista oclusal con una longitud y anchura máxima de 1.4 mm y 1.2 respectivamente. En FCT-103 el margen dorsal de la región anterior del prearticular porta cuatro dientes rectangulares con coronas que alcanzan 1 mm de altura y una longitud anteroposterior que varía de 0.5 mm (primer y segundo diente) a 0.8 mm (tercer y cuarto diente).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Cintura y aleta pectoral

La cintura pectoral está incompleta en casi todos los especímenes referidos, a excepción de FCT-103 (Fig. 8.8) donde esta estructura está ausente.

En FCT-074 (Fig. 8.6) la cintura pectoral está compuesta por un cleitro y un supracleitro. El supracleitro es un elemento largo y delgado. Su morfología y dimensiones exactas son desconocidas debido a que ventralmente este hueso es cubierto por la región dorsal del cleitro. La parte expuesta del supracleitro está dirigida dorsoventralmente y alcanza una longitud de aproximadamente 4 mm. Su superficie está ornamentada por crestas longitudinales que cruzan al hueso desde su margen dorsal hasta su margen ventral.

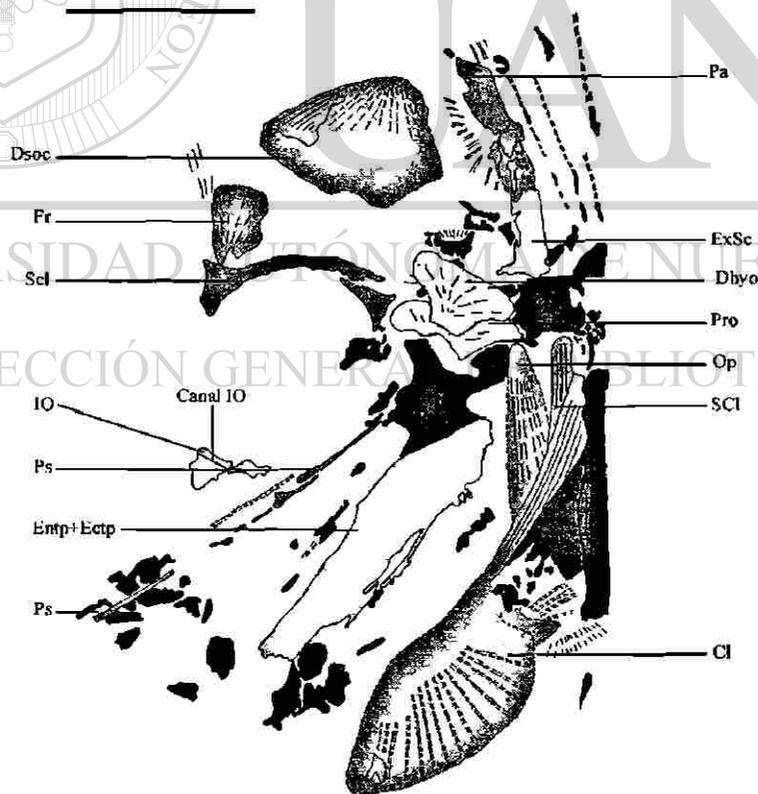


Fig. 8.6. Elementos craneales de *N. guttuosum* basados en FCT-074. Barra de escala=10mm.

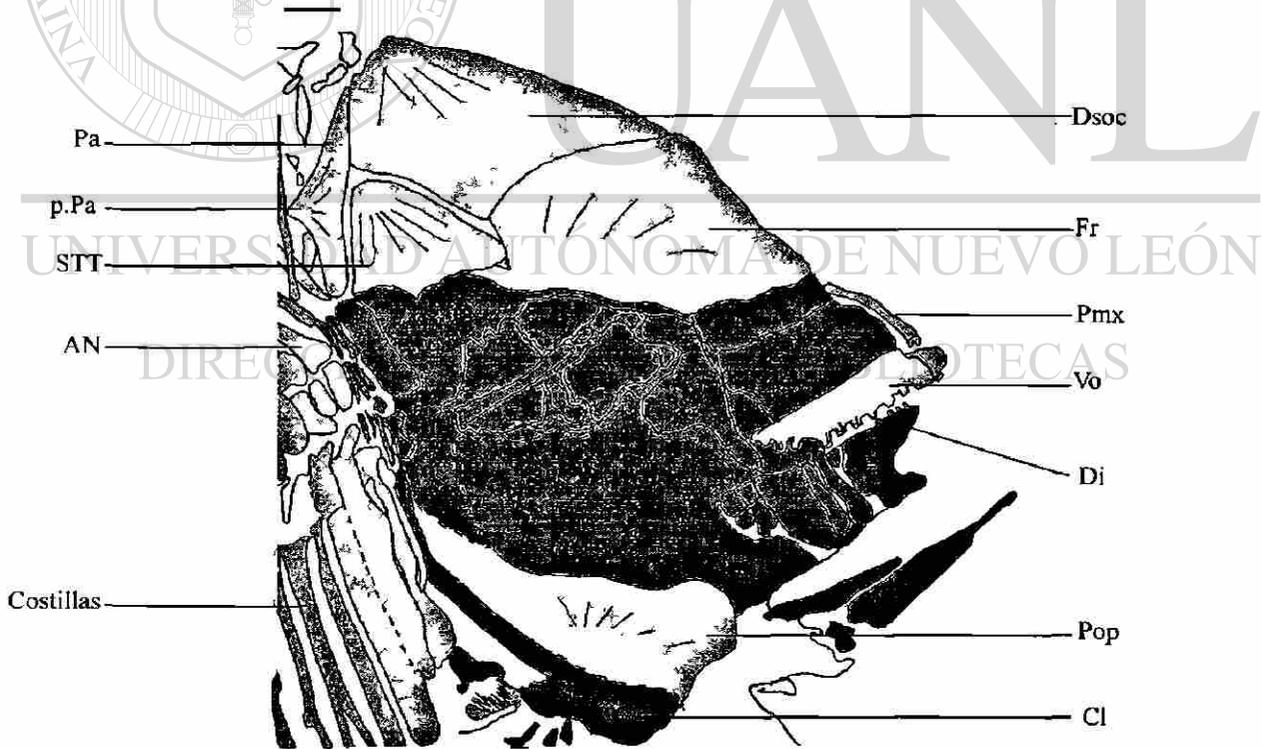


Fig. 8.7. Elementos craneales de *N. guttuosum* basados en FCT-080. Barra de escala=10 mm.

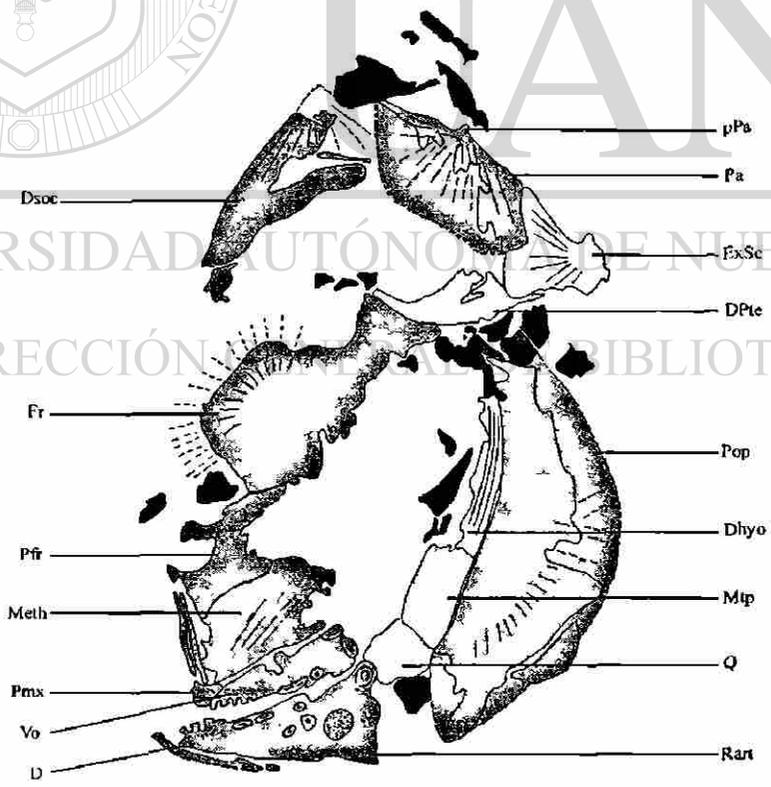


Fig. 8.8. Elementos craneales de *N. guttuosum* basados en FCT-103. Barra de escala=10mm.



Fig. 8.9. Elementos craneales de *N. guttuosum* basados en FCT-192. Barra de escala=10 mm.

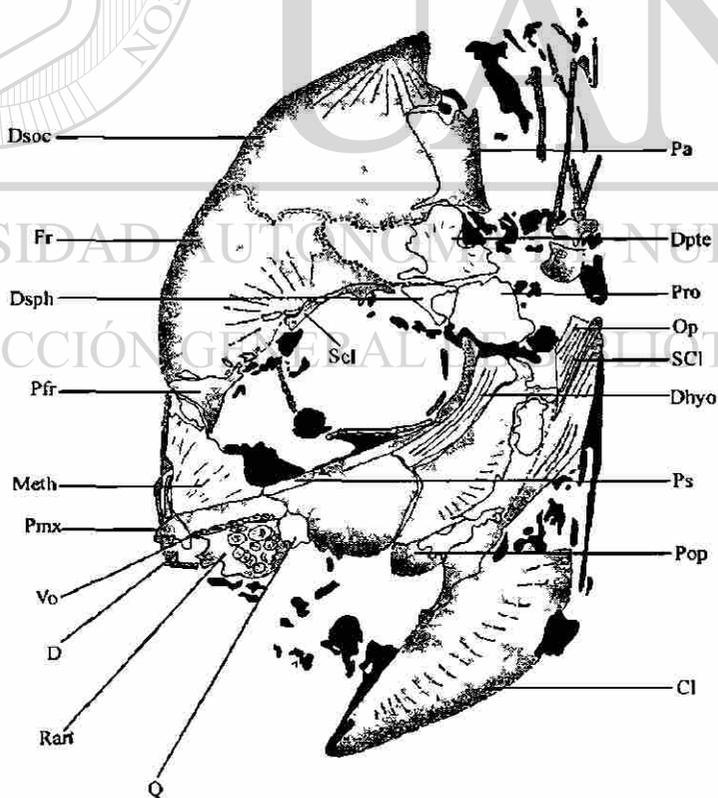


Fig. 8.10. Elementos craneales de *N. gutturossum* basados en FCT-195. Barra de escala=10 mm.

El cleitro es el elemento más grande de la cintura pectoral. Su región dorsal es larga y delgada y tiene un eje mayor orientado anteroventral-posterodorsalmente y alcanza una longitud de 10 mm siendo seis veces más largo que su eje menor. La región dorsal está preservada como molde externo en FCT-074 (Fig. 8.6), donde es un hueso de forma irregular con un margen anterior agudo. Sus márgenes dorsal y anterior son rectos mientras que el margen ventral es fuertemente convexo. Su margen posterior exhibe una concavidad conspicua para la inserción de la aleta pectoral. La región ventral está dirigida anteroventral-posterodorsalmente, su longitud máxima alcanza los 13 mm siendo esta estructura dos veces más larga que alta.

Posteriormente, la región ventral del cleitro porta cinco rayos que representan los únicos elementos preservados de la aleta pectoral. En su superficie, el cleitro tiene ornamentación longitudinal que consiste en crestas que se extienden desde el margen dorsal hasta el margen ventral del hueso.

Dientes branquiales

En FCT-080 (Fig. 8.11) nueve dientes branquiales fueron observados en la cavidad branquial. Éstos son pedicelados y su extremo distal semeja el contorno de un garfio. Los dientes están orientados anteroventral-posterodorsalmente y alcanzan una longitud de aproximadamente 5 mm y una anchura de 1 mm. La presencia de una prominencia ventral no es detectada en estos dientes. De acuerdo a KRIWET (1999), la ausencia de una prominencia de gran tamaño sugiere el primer patrón de dientes branquiales el cual consiste en dientes en forma de sable lateralmente comprimidos.

Columna vertebral

La columna vertebral está completamente preservada en FCT-074 (Fig. 8.1), FCT-080 (Fig. 8.2) y FCT-195 (Fig. 8.5), mientras que en FCT-103 (Fig. 8.3 y 8.12) ésta carece de su parte posterior y en FCT-192 (Fig. 8.4), de su parte anterior.

La columna vertebral es recta a ligeramente convexa y está compuesta por 29-30 vértebras. Este conteo está basado en el número de arcocentros neurales y/o su correspondiente espina, excluyendo a aquellas que están soportando los rayos de la aleta caudal.

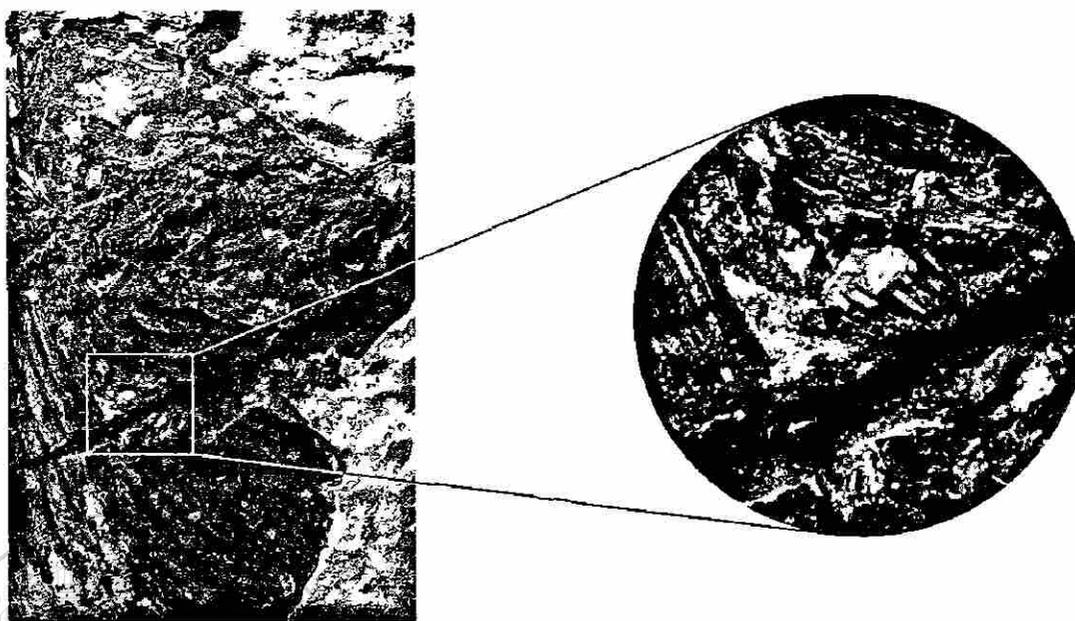


Fig. 8.11. Dientes branquiales en *N. guttuosum* (FCT-080). Barra de escala=10mm.

Los arco-centros neurales y hemales (citados respectivamente como basiodorsales y basioventrales por ARAMBOURG, 1954; BLOT, 1987) presentan una morfología similar. Están compuestos por una base redondeada que presenta un diámetro aproximado de 1.5 mm en FCT-103 (Fig. 8.12) y FCT-195, y de 10 mm en FCT-080 (Fig. 8.2). Cada arco-centro neural y hemal portan de tres a cuatro espinas agudas que son proyectadas en dirección anterior y posterior imbricándose con las del arco-centro anterior y posterior. En FCT-103 (Fig. 8.3) y FCT-195 (Fig. 8.5) estas espinas alcanzan longitudes de 1 mm, mientras que en FCT-080 alcanzan los 5 mm aproximadamente.

Los arco-centros neural y hemal que corresponden a la misma vértebra están muy expandidos en FCT-080 (Fig. 8.2) y FCT-103 (Fig. 8.12), estando en contacto por medio de una serie de interdigitaciones de los procesos laterales. En otros especímenes este carácter no es observado debido a la pobre preservación del material. Los arco-centros neurales y hemales de vértebras adyacentes también están lateralmente expandidos y sus espinas laterales están imbricadas o interdigitadas en un patrón complejo en todos los especímenes de referencia.

Los arco-centros neurales proyectan en dirección dorsoposterior unas delgadas espinas neurales. Las espinas situadas en la región precaudal son las de mayor tamaño,

en FCT-195 (Fig. 8.5) tienen una longitud de 23 mm y una anchura de 0.5 mm, mientras que en FCT-080 (Fig. 8.2) alcanzan los 80 mm y una anchura de 3 mm. Las espinas neurales llegan a ser más cortas en la región caudal de la columna vertebral y presentan una longitud que varía de 10 mm a 0.3 mm en FCT-195; y 30 mm a 20 mm en FCT-080. Los arcocentros hemales proyectan en dirección ventroposterior espinas hemales que son aproximadamente 1.5 veces más largas que sus respectivas espinas neurales.

En todos los especímenes referidos, los flancos sagitales (referidos como expansiones laminares por ARAMBOURG, 1954) no fueron observados en ninguna espina neural y hemal.

El hueso postcelómico es una estructura lateralmente comprimida. Este hueso se extiende desde el margen ventral de la columna vertebral, al nivel de la vértebra 15 hasta el margen ventral del cuerpo, inmediatamente detrás de la cloaca. Este hueso es largo, delgado y curvo en dirección posterior al nivel de su longitud media. En FCT-195 (Fig. 8.5) el eje mayor de este hueso alcanza aproximadamente 40 mm, siendo 40 veces más largo que su eje menor. De acuerdo a NURSALL (1999b) el hueso postcelómico es encontrado en el margen posterior del celoma, soportando la pared posterior de la cavidad abdominal.

Aleta dorsal

La aleta dorsal está preservada en FCT-192 (Fig. 8.4) y FCT-195 (Fig. 8.5) como molde externo, mientras que en FCT-080 (Fig. 8.2) únicamente partes de los axonostos están preservados. En FCT-192 y FCT-195 el margen anterior está situado al nivel de las vértebras 10 y 11 y se extiende posteriormente hasta el margen posterior del pedúnculo caudal.

Los primeros cuatro rayos de la aleta dorsal están completos. Del rayo 5 al 16 todos los rayos están incompletos careciendo de su región dorsal. Los rayos primero, segundo y tercero son cortos y alcanzan una longitud de aproximadamente 5 mm. A partir del rayo 5 hasta el rayo 16, los rayos llegan a incrementar su longitud rebasando los 6 mm (es probable que el rayo 7 tiene al menos una longitud de 10 mm). A partir del rayo 16, los rayos disminuyen en longitud siendo menores a los 3 mm.

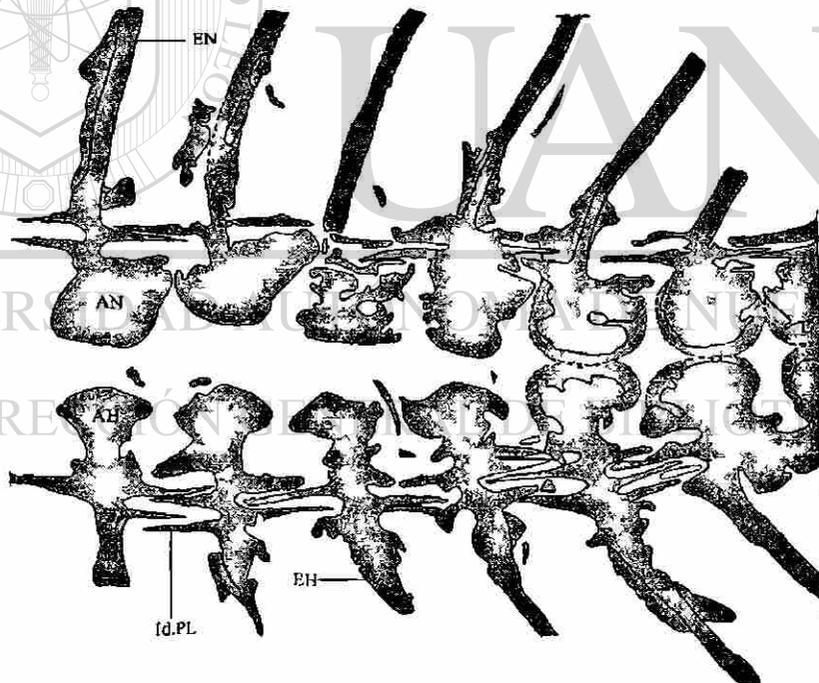


Fig. 8.12. Vértèbras precaudales de *N. gutturosum* basadas en FCT-103. Barra de escala=10 mm.

Los axonostos están preservados como moldes externos en FCT-192 (Fig. 8.4) y FCT-195 (Fig. 8.5) y como material reemplazado en FCT-080 (Fig. 8.2). Estos elementos son largos y delgados y su función es sostener los rayos de la aleta dorsal. En FCT-192 y FCT-195 los primeros 13 axonostos alcanzan una longitud de 8 mm mientras que en FCT-080 estos llegan a tener 50 mm de longitud. Posteriormente, la longitud de los axonostos de FCT-192 y FCT-195 llega a ser dos a tres veces más corta que los primeros trece. En FCT-080 los axonostos de la región caudal no están preservados.

El número exacto de rayos y axonostos en la aleta dorsal no pudo ser cuantificado con precisión debido a que no todos están preservados, sin embargo una estimación aproximada fue realizada de la siguiente forma: al menos 48 axonostos fueron contados en FCT-195 (Fig. 8.5), el cual carece de seis a ocho en la parte media de la aleta. En FCT-192 (Fig. 8.4), un total de 48 rayos fueron contados en esta aleta, pero este ejemplar carece de aproximadamente los últimos 10 mm de la región posterior de la aleta. Por otro lado, en este mismo espécimen 49 axonostos fueron contados, faltando aproximadamente 10 (número sugerido por el número de rayos contados en la zona de axonostos faltantes) situados al nivel de la mitad de la aleta. La combinación del conteo de rayos y axonostos en diferentes partes de la aleta dorsal sugieren aproximadamente 59 rayos/axonostos en la aleta dorsal.

Aleta ventral

La aleta ventral está parcialmente preservada en FCT-192 (Fig. 8.4). El hueso pélvico está muy mal preservado. Esta aleta está situada al nivel de la vértebra 16. Los rayos están pobremente preservados y a diferencia de los rayos de las aletas dorsal y anal, están antero-posteriormente orientados. En FCT-192, cinco rayos están preservados, pero carecen de su región posterior. Más detalles sobre esta estructura no fueron preservados.

Aleta anal

La aleta anal está presente únicamente en FCT-192 (Fig. 8.4) y FCT-195 (Fig. 8.5) como moldes externos. En FCT-195 la parte posterior de la caudal no está preservada. Su margen anterior está colocada al nivel de las vértebras 19-20 y se extiende posteriormente hasta alcanzar el margen posterior del pedúnculo caudal.

Los rayos están mal preservados en ambos especímenes. En FCT-192 el primer y segundo rayo están reducidos alcanzando respectivamente una longitud de 2 mm y 4 mm. A partir del tercer rayo y antes del noveno, los rayos llegan a ser más largos alcanzando longitudes que varían entre los 5 mm y 7 mm. A partir del rayo nueve, los rayos no alcanzan longitudes mayores a 1 mm.

Al igual que los rayos, los axonostos de FCT-192 (Fig. 8.4) y FCT-195 (Fig. 8.5) están parcialmente preservados como moldes externos. El rayo preservado colocado más anteriormente, alcanza una longitud de 8 mm. Posteriormente, los axonostos llegan a ser más cortos alcanzando aquellos colocados en la posición más posterior, longitudes que varían entre los 2 mm y 3 mm.

En FCT-195 (Fig. 8.5) el número de rayos y axonostos no pueden ser estimados debido a que la región más posterior de la aleta anal no está preservada. En la anal de FCT-192 (Fig. 8.4), 48 rayos fueron contados, un total de ocho rayos son faltantes al nivel de la parte media de la aleta. En el mismo espécimen, 34 axonostos están preservados mientras aproximadamente 16 están ausentes en diferentes partes de la aleta.

Aleta caudal

La aleta caudal está preservada en FCT-074 (Fig. 8.1), FCT-103 (Fig. 8.3), FCT-192 (Fig. 8.4 y 6.13) y FCT-195 (Fig. 8.5), pero sólo en FCT-192 la mayoría de los elementos están preservados. La aleta caudal es 4.5 veces más alta que larga. Sus lóbulos superior e inferior se encuentran dispuestos de forma perpendicular al eje del cuerpo y definen el eje vertical de la aleta. El margen posterior de la aleta caudal es ligeramente convexo.

Los elementos epicordales de la caudal están preservados como fragmentos en todos los especímenes. Los elementos hipocordales están preservados sólo en FCT-192 (Fig. 8.4). Los primeros cuatro elementos se encuentran soportando los rayos de la aleta. Éstos son elongados y delgados, y su eje mayor es aproximadamente siete veces más largo que el eje menor. Dorsalmente, el eje mayor está dirigido dorsoventralmente, pero posteriormente este se curva en dirección caudoventral.

Tres hipurales (referidos como elementos hipocordales por POYATO-ARIZA & WENZ, 2002) fueron contados en FCT-074 (Fig. 8.1), FCT-192 (Fig. 8.4) y FCT-195 (Fig. 8.5). Éstos tienen forma triangular y presentan márgenes ligeramente redondeados,

tienen una longitud de 4 mm. y su altura máxima (alcanzada en su margen posterior) alcanza 3 mm. En FCT-192 un total de 43 rayos fueron contados.

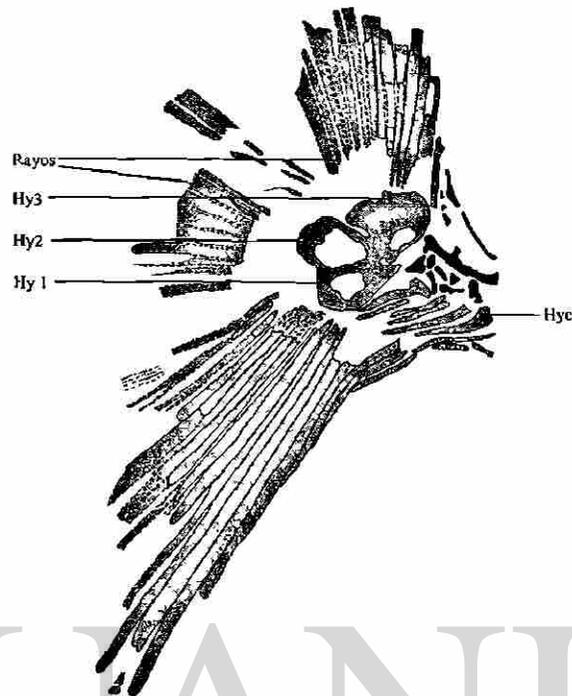
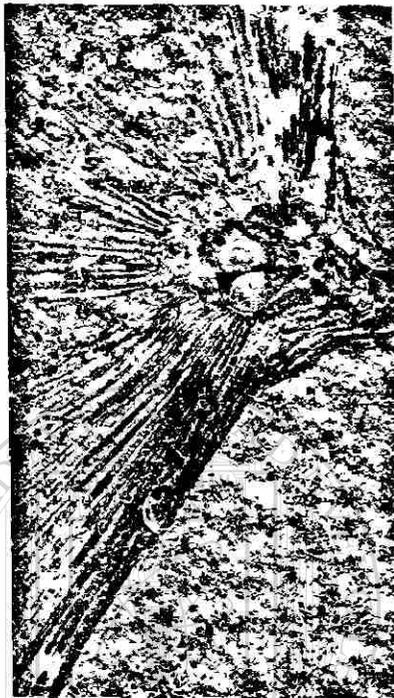


Fig. 8.13. Elementos de la aleta caudal de *N. gutturosium* basados en FCT-192. Barra de escala=10 mm.

Escamas

Las escamas están mal preservadas en todos los especímenes referidos, siendo reducidas a crestas osificadas con su eje mayor orientado anterodorsal-posteroventralmente. En la mayoría de los especímenes, las escamas alcanzan una longitud de 2 mm mientras que en FCT-080 (Fig. 8.2) la longitud es de 10 mm. Las escamas están dispuestas en hileras, las cuales tienen la misma orientación que los ejes mayores de cada escama.

Las hileras con escamas están distribuidas sólo en la parte dorsal del cuerpo. Ellas se extienden desde el margen anterior de la columna vertebral hasta el margen anterior del pedúnculo caudal. En la región ventral anterior del cráneo, placas dérmicas están preservadas como fragmentos con contornos irregulares. Una ornamentación radial está presente a manera de crestas que se extienden desde el margen anterior de la escama hacia los márgenes dorsal, ventral y posterior. En la parte ventral posterior del cuerpo, ningún resto de escamación fue observada.

DISCUSIÓN

Desde su primera descripción en 1954, *Nursallia gutturosum* ha sido definida de forma ambigua. Esta especie fue creada por ARAMBOURG (1954) bajo el nombre de *Paleobalistum gutturosum* y fue colocada por este autor dentro de la familia Pycnodontidae. Más tarde, el género *Paleobalistum* fue revisado por BLOT (1987) transfiriendo a *P. gutturosum* a un nuevo género de esta familia: *Nursallia*.

De acuerdo con BLOT (1987), la morfología de la aleta caudal; la presencia de un pedúnculo caudal bien desarrollado; la morfología general del cuerpo, la cabeza y la apertura de los dientes; la posición y distribución de las escamas entre otros caracteres, justificaron la creación del género *Nursallia* y la reubicación de algunas especies de *Paleobalistum* (e. g. *P. goedelli* y *P. ventralis*, *P. gutturosum*) a este género. Sin embargo, la mayoría de los caracteres diagnósticos creados por BLOT (1987) para la definición de *Nursallia* (y la nueva familia Nursallidae) fueron: 1, tomados de la diagnosis de ARAMBOURG (1954) para *P. gutturosum* y 2, basados en caracteres o combinación de caracteres que también están presentes en otros pycnodontes. Ejemplos de estos caracteres son los siguientes:

Cuerpo discoidal. La mayoría de los géneros de pycnodontes exponen cuerpos discoidales, por lo tanto este carácter no es considerado como válido para la definición del género o la especie.

Apertura bucal horizontal. Varios géneros de pycnodontes exhiben una apertura bucal más o menos horizontal (POYATO-ARIZA & WENZ, 2002). Ejemplos de esta condición están representados por *Coelodus saturnus*, *Paleobalistum orbiculatum* (POYATO-ARIZA & WENZ, 2002), *Mesturus verrucosus*, *Mesturus leedsi*, *Arduafrons prominoris* (NURSALL, 1999a), *Iemanja palma* (WENZ, 1989b), entre otros.

Ausencia de fenestra temporal. La fenestra temporal está ausente en todas las especies nominales del género *Nursallia* (ARAMBOURG, 1954; BLOT, 1987; POYATO-ARIZA & WENZ, 2002). Sin embargo, de acuerdo a POYATO-ARIZA & WENZ (2002), el cráneo de *Abdolistus thyrusus* y *Coelodus saturnus* muestra una sutura continua entre los

huesos craneales que sugieren la ausencia de esta estructura. En *Mesturus verrucosus* también la fenestra temporal está ausente (NURSALL, 1999a).

Aleta ventral reducida. Por un lado, este carácter fue descrito ambiguamente por BLOT (1987) como “un hueso pélvico más o menos reducido” (“Pelvines présentes, plus ou moins réduits...”). Por otro lado, una aleta ventral reducida no es exclusiva del género *Nursallia*, ya que también está presente en *Arduafrons* (POYATO-ARIZA & WENZ, 2002), *Tepexiichthys aranguthyrorum* (APPLEGATE, 1992).

Escamas que cubren la totalidad del cuerpo. De acuerdo a BLOT (1987), las escamas cubren el cuerpo desde el cráneo hasta el margen anterior del pedúnculo caudal. Este carácter es observado también en *Abdopalistrum* (POYATO-ARIZA & WENZ, 2002).

Presencia de pedúnculo caudal. En muchos pycnodontes hay un pedúnculo caudal bien diferenciado. En este caso, el margen posterior de la aleta dorsal y la aleta anal nunca alcanzan el margen anterior de la aleta caudal (POYATO-ARIZA & WENZ, 2002). Este es el caso de *Coelodus saturnus* (HECKEL, 1854 pl. 3, fig. 2; POYATO-ARIZA & WENZ, 2002), y *Pycnodus* (AGASSIZ, 1834). Este carácter no es, por lo tanto, exclusivo de *Nursallia*.

La presencia de esta combinación de caracteres en uno o más géneros de pycnodontes (e.g. *Coelodus saturnus*); la utilización de terminología ambigua tal como “cabeza corta”, “región abdominal fuertemente desarrollada”, “axonostos de las aletas pares bien desarrollados”, “uróforos reducidos anteroposteriormente” (según diagnóstico de BLOT, 1987) y la asignación de estructuras mal preservadas como caracteres diagnósticos (e.g. “escamas visibles en la parte anterior del cuerpo más o menos osificada” ... “*Ecailles plus ou moins ossifiés observables dans la région antérieure du corps.*”, BLOT, 1987) justifican la invalidación de la diagnosis de BLOT (1987) para la definición del género *Nursallia* así como la invalidación de la familia Nursallidae.

Recientemente, POYATO-ARIZA & WENZ (2002) realizaron una revisión completa del orden Pycnodontiformes (basado sólo en material completo y articulado) dando una nueva definición del género *Nursallia* (en el presente capítulo, ver diagnóstico). Ellos proponen la creación de la nueva subfamilia Nursalliinae, la cual incluye a las especies nominales del género *Nursallia*, así como los géneros

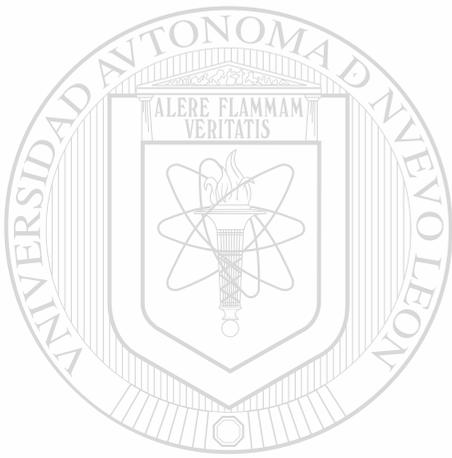
monospecíficos *Abdolistum* y *Paleolistum*. También incluyen a estos géneros, *sensu* NURSALL (1996b) dentro de la familia Pycnodontidae, como lo sugirió ARAMBOURG (1954).

La combinación de caracteres preservados en los especímenes citados como diagnósticos por POYATO-ARIZA & WENZ (2002) son: 1. Frontales con el margen anterior fuertemente convexo, dando al cráneo una forma hemisférica anterodorsalmente y colocando la órbita aproximadamente a la mitad de la distancia entre el margen dorsal y ventral de la cabeza. 2. Elementos neurales y hemales de arco-centros adyacentes con contacto hipercomplejo. 3. La aleta caudal es sostenida en posición vertical, con los lóbulos dorsal y ventral casi perpendicular al eje mayor del cuerpo. 4. Pedúnculo caudal bien diferenciado. 5. Elementos neurales y hemales que corresponden al mismo arco-centro, están respectivamente expandidos en dirección ventral y dorsal y rodean al notocordo completamente. 6. Siete elementos hipocordales (al menos tres representados por los hipurales) presentes en la aleta caudal.

La única diferencia entre los caracteres citados en la diagnosis de POYATO-ARIZA & WENZ (2002) y los nursálicos de Vallecillo, es la proporción de la aleta caudal. En los especímenes de Vallecillo es aproximadamente 4.5 veces más alta que larga y no 5-6 veces como lo ha reportado POYATO-ARIZA & WENZ (2002). Sin embargo, esta diferencia podría representar una variación individual más que un carácter distintivo de los especímenes de Vallecillo.

Actualmente, no se ha realizado una revisión en la diagnosis *N. guttuosum*, por lo que la única diagnosis disponible es aquella definida por ARAMBOURG (1954) (la cual probablemente tampoco es válida). Al igual que BLOT (1987), ARAMBOURG (1954) designa como diagnósticos a una serie de caracteres que también están presentes en otros nursálicos (e. G. presencia de excapular y opérculo reducido, etc). Sin embargo, la presencia de la combinación de algunos caracteres presentes en *N. guttuosum*, tales como la presencia de una aleta caudal sostenida verticalmente con el primer, segundo y tercer hipural modificados a manera de placas triangulares con bordes redondeados y la complejidad en el contacto entre los arcos neurales y hemales de arco-centros adyacentes, justifican la asignación de los especímenes de Vallecillo como *N. guttuosum*, hasta que una revisión completa de este grupo sea realizada. Se propone en este trabajo una revisión detallada de esta especie nominal del género *Nursallia*, así como una revisión de este género.

De hecho, los caracteres descritos por ARAMBOURG (1954) están presentes en los nursálidos de Vallecillo, pero la inconsistencia de esta diagnosis así como la presencia de esta combinación de caracteres en otros géneros de pycnodontos pero no nursalidos no permiten confirmar la validez de esta diagnosis y por lo tanto de la determinación de los nursalidos de Vallecillo al nivel de específico.

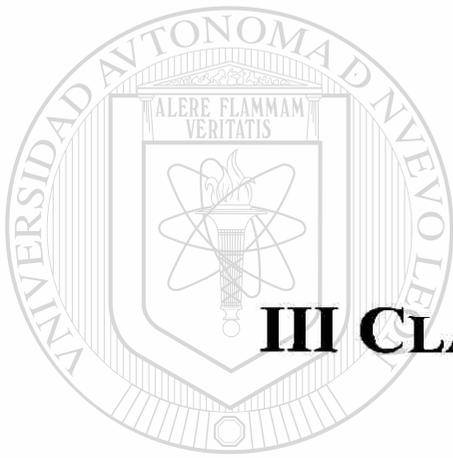


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



III CLASE TELEOSTEI

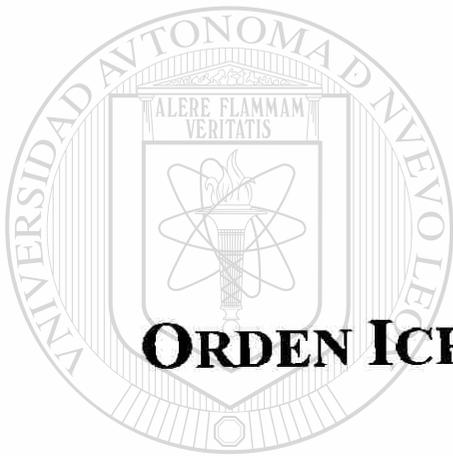
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

9



ORDEN ICTHYODECTIFORMES

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ORDEN ICHTHYODECTIFORMES BARDACK & SPRINKLE, 1969**SUBORDEN ICHTHYODECTOIDEI MAISEY 1991A****FAMILIA INCERTAE SEDIS****Ichthyodectoidei nov.gen. nov. sp.****(NUEVO GÉNERO, NUEVA ESPECIE)**

ESPECÍMENES REFERIDOS: Holotipo: FCT-079, espécimen con cráneo y columna vertebral articulados, aleta caudal y parte caudal de columna vertebral no preservadas. Paratipos: FCT-127, mandíbula inferior y región occipital del cráneo. FCT-196, cráneo articulado. FCT-331, cráneo articulado y columna vertebral, todas las aletas ausentes. FCT-332, cráneo completo y articulado.

DIAGNOSIS DEL GÉNERO

“Fusiform fishes attaining a maximum length of 1.223 meters. The skull length is contained about 7 times in the total length of the body. Supraoccipital crest contained twice in the maximum height of the neurocranium, it projects posteriorly over the posterior margin of the occiput. Parietals are fused and do not participate in the formation of the supraoccipital crest. Mean angle between the orbital region and otic region of the parasphenoid about 150°. Ventral surface of the parasphenoid straight. Retroarticular does not participate in the formation of the facet for quadrate (maxilla). Teeth on upper and lower jaws anisodont with crowns that never exceed 6 mm in height. Occipital epineurals extremely long, extending over 10 vertebrae in the anterior part of the vertebral column. At least 100 vertebrae in the vertebral column. Centra are as long as they are high. Pectoral fin with 8-9 rays. Dorsal fin with 15 rays. Ventral fin with 6-8 rays. Ventral fin situated at the beginning of the last fourth of the distance between the pectoral fin and the anterior margin of the anal fin. Anal fin with 11-13 rays”.

DIAGNOSIS DE LA ESPECIE (BLANCO & CAVIN en revisión):

“La misma diagnosis del género”.

DESCRIPCIÓN**Forma y longitud del cuerpo**

El perfil del cuerpo de los Ichthyodectoidei de Vallecillo es esbelto y aproximadamente ocho veces más largo que alto (FCT-79, Fig. 9.1; FCT-331, Fig. 9.2). Posee una línea dorsal recta desde la región etmoidea del cráneo hasta la aleta dorsal (parte más posterior preservada) (Fig. 9.1 y 9.2).

En FCT-079 (Fig. 9.1) la distancia entre el margen anterior de la premaxila y el margen anterior de la aleta dorsal es de 980 mm. Esto sugiere que, y basándose en mediciones hechas por otros autores a diferentes géneros de Ichthyodectoidei (BARDACK, 1965a; BARDACK & SPRINKLE, 1969; PATTERSON & ROSEN, 1977; MAISEY, 1991a; STEWART, 1999), este ejemplar pudo alcanzar una longitud total del cuerpo de aproximadamente 120 mm (ver discusión).

Cráneo

El cráneo es triangular en vista lateral y está contenido siete veces en la longitud del cuerpo. El neurocráneo es 1.4 veces más largo que alto. Debido al alto grado de reemplazamiento sufrido por el material, los límites entre los elementos del techo del cráneo y el neurocráneo no son claramente diferenciables o bien, no están preservados.

El frontal está preservado en todos los especímenes como un fragmento alargado aproximadamente cuatro veces más largo que alto. En FCT-079 (Fig. 9.3) y FCT-127 (Fig. 9.4) este hueso es estrecho en su parte anterior, pero en su región posterior ésta llega a ser dos veces mayor. Sólo en FCT-196 (Fig. 9.5) la sutura de este elemento con el rostrodermethmoideo es visible. Esta sutura está preservada como una línea recta orientada en sentido anteroposterior. Posteriormente, el frontal se une con el parietal, con el pterótico y ventroposteriormente, con el esfenótico.

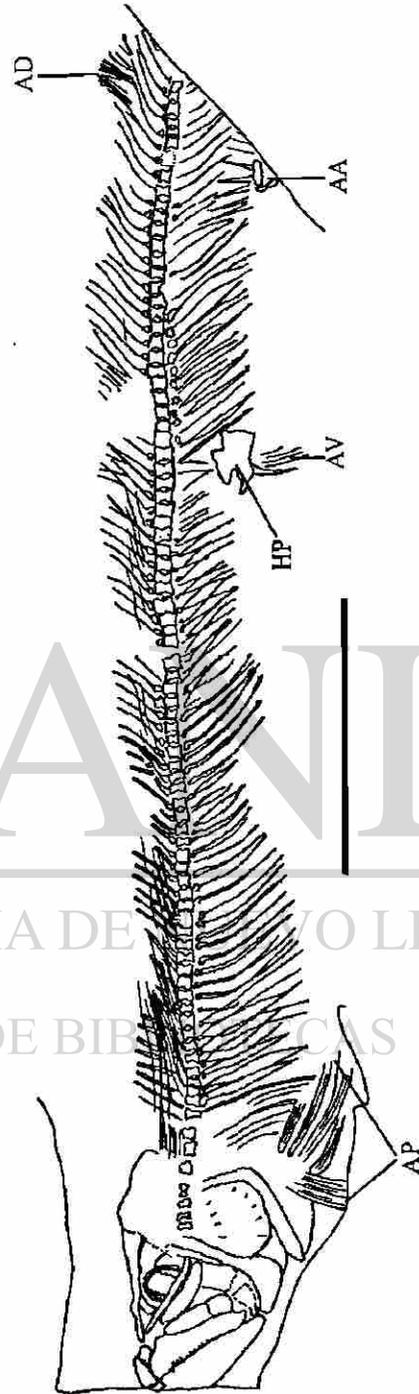
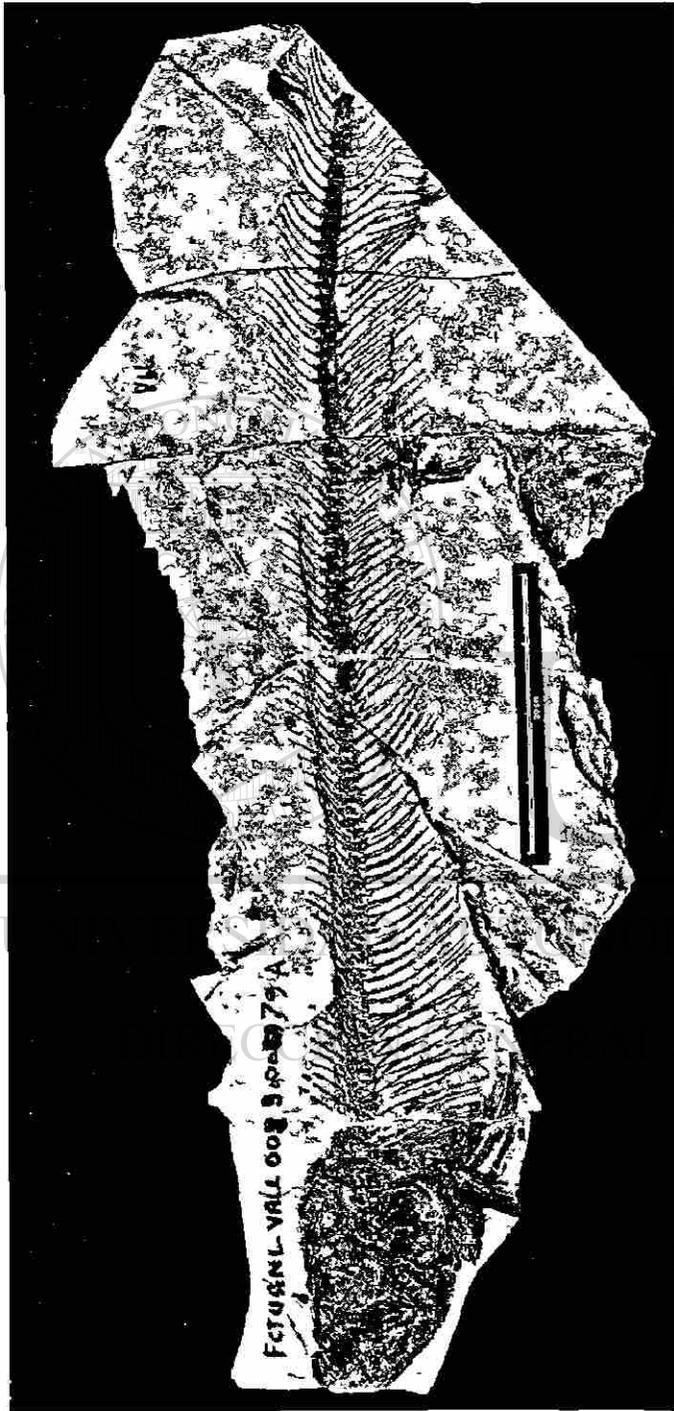


Fig. 9. 1. Especimen "cuasi" completo de Ichthyodectoidei nov. gen. nov. sp. de Vallecillo, N.L. (FCT-079). Barra de escala = 200 mm.

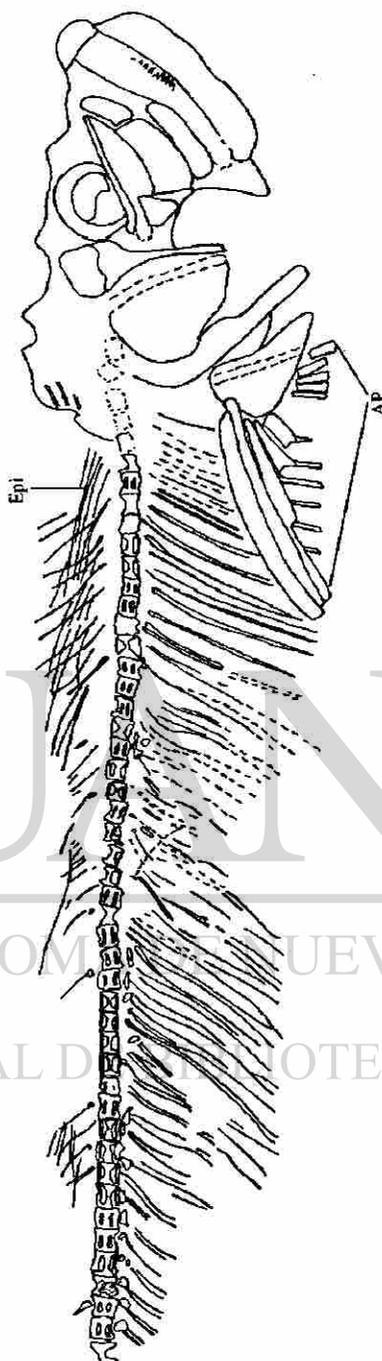
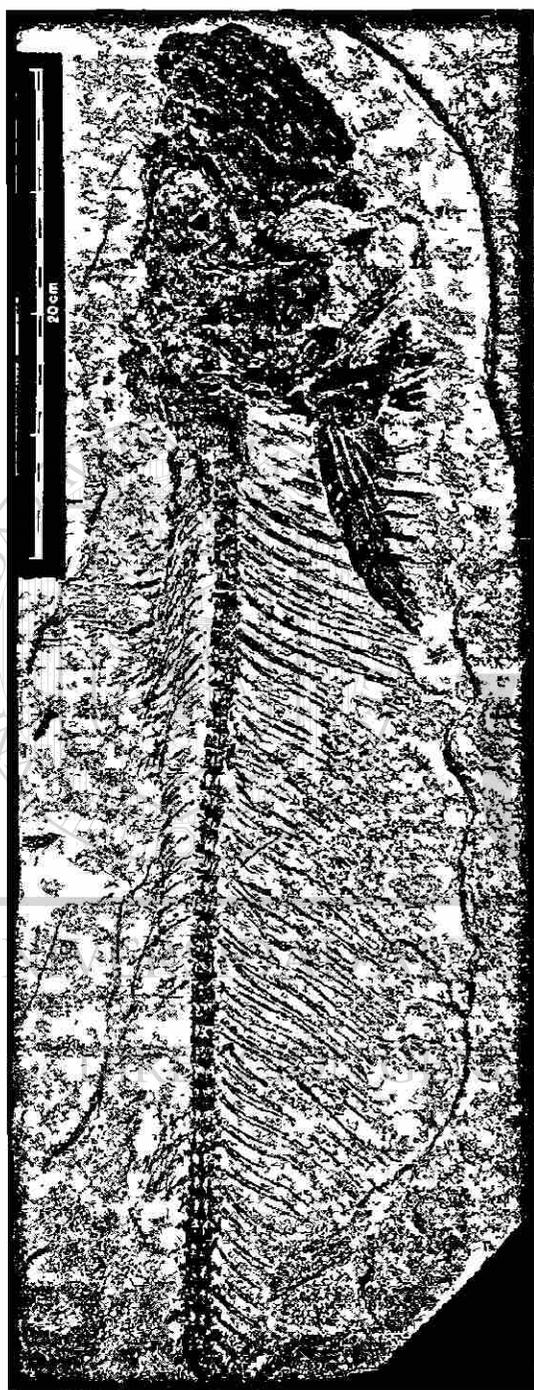


Fig. 9.2. Especímen "cuasi" completo de Ichthyodectoidei nov.gen. nov.sp. de Vallecillo, N.L. (FCT-331). Escala ilustrada en la fotografía.

El supraoccipital está preservado en FCT-127 (Fig. 9.4), FCT-196 (Fig. 9.5) y FCT-332 (Fig. 9.6). Este hueso porta dorsalmente una cresta triangular, la cual está contenida dos veces en la altura total del neurocráneo. En FCT-127 esta estructura es completa y su región posterior se proyecta posteriormente más allá del margen posterior del occiputo. Ventralmente, el supraoccipital articula con el parietal y con el epioccipital.

El parietal está preservado en FCT-127 (Fig. 9.4), FCT-196 (Fig. 9.5) y FCT-332 (Fig. 9.6), y está colocado debajo de la región anterior del supraoccipital. En los primeros dos especímenes el parietal es una estructura rectangular dos veces más larga que alta, con su eje mayor orientado en dirección antero-posterior. En el último, este hueso está preservado como un hueso con forma irregular. De acuerdo con la posición de los parietales, dos aspectos pueden ser inferidos: 1) los parietales no están separados por el supraoccipital y 2) no participan en la formación de la cresta supraoccipital. En su región posterior, los parietales articulan con el epioccipital, anteriormente con el frontal, dorsalmente con el supraoccipital y ventralmente con el pterótico.

En FCT-127 (Fig. 9.4), FCT-196 (Fig. 9.5) y FCT-332 (Fig. 9.6) el epioccipital está preservado como un elemento rectangular con sus márgenes caudales ligeramente redondeados. Este hueso es aproximadamente tres veces más largo que alto y su eje mayor está orientado en sentido anteroposterior. El epioccipital sutura con el parietal anteriormente, con el supraoccipital dorsalmente y con el pterótico ventralmente. En FCT-127 y FCT-332, el epioccipital articula con el exoccipital posteroventralmente. En todos los especímenes referidos, el margen anterior del epioccipital se proyecta anteriormente un poco más allá de la mitad de la longitud ventral del supraoccipital, donde articula con el parietal.

El pterótico cubre aproximadamente el 55% de la pared lateral del neurocráneo de todos los especímenes excepto de FCT-079 (Fig. 9.3), donde está ausente. En FCT-331 (Fig. 9.7) está preservado como un hueso rectangular con márgenes ligeramente redondeados. Su eje mayor está dirigido anteroposteriormente y es aproximadamente dos veces más largo que su eje menor. En FCT-332 (Fig. 9.6) y FCT-127 (Fig. 9.4) el pterótico está preservado como un fragmento de forma irregular. El pterótico se une anteriormente con el frontal, dorsalmente con el parietal y el epioccipital, ventralmente con el proótico y ventroanteriormente con el esfenótico. En FCT-127, este hueso articula posteriormente con dos pequeñas osificaciones que, de acuerdo a la posición,

pueden ser interpretadas como el exoccipital y el basioccipital. Lateralmente, el pterótico porta la región posterior de la fosa hiomandibular.

En los especímenes, con excepción a FCT-127 (Fig. 9.4), el esclerótico basal está bien preservado. Este hueso es circular, tiene un diámetro de 10 mm y está situado en la parte media de la órbita. En FCT-079 (Fig. 9.3) y FCT-332 (Fig. 9.6) el margen anterior de este elemento porta una serie de estructuras a manera de dientes que alcanzan una longitud de 1 mm y que dan a este borde un aspecto aserrado.

El proótico es conocido sólo en FCT-332 (Fig. 9.6) y ocupa el 40% de la superficie lateral de la pared del neurocráneo. Este hueso es rectangular con márgenes rectos y es aproximadamente tres veces más largo que alto. Dorsalmente este elemento está en contacto con el pterótico y con el esfenótico, anteriormente con el esclerótico y ventralmente con el paraesfenoides.

El parasfenoides es un hueso delgado y es aproximadamente 15 veces más largo que alto. En FCT-079 (Fig. 9.3) la longitud máxima de este hueso es de 60 mm mientras que la altura máxima alcanza 4 mm. En todos los especímenes, la región orbital del parasfenoides tiene una superficie ventral totalmente recta. En FCT-079, FCT-127 y FCT-332 el ángulo entre la región orbital y la región ótica es de aproximadamente 150°. A diferencia de estos especímenes, en FCT-331 este ángulo es de 140°. Posteriormente, el margen ventral de la región orbital del parasfenoides de FCT-079 (Fig. 9.3) y FCT-127 (Fig. 9.4) porta un proceso basipterigoideo dirigido en sentido anterior y es aproximadamente 1.5 veces más largo que alto.

La región etmoidea es conocida sólo en FCT-196 (Fig. 9.5) donde está parcialmente preservada. Esta está cubierta anterodorsalmente por el rostrodermetmoideo. Este hueso es de contorno irregular y es 1.2 veces más largo que alto. Posteroventralmente, este hueso porta un proceso con márgenes redondeados que se dirige en dirección ventral, alcanzando la pared lateral de la cápsula nasal. La sutura entre el dermetmoideo y otros elementos como el etmopalatino no está preservada. Dorsalmente, el rostrodermetmoideo articula con el frontal.

El palatino está preservado únicamente en FCT-196 (Fig. 9.5). Este hueso tiene una modificación en su región anterior a manera de un fuerte proceso redondeado (referido como "malleolus" por PATTERSON & ROSEN, 1977) que representa el punto de articulación entre el palatino y el etmopalatino.

Otros elementos de la región etmoidea tales como el lateraletmoideo, el vómer, etmoide, supraetmoide, nasal, etc. no están preservados en los especímenes de Vallecillo.

Huesos Circumorbitales

No hay una serie circumorbital completa en los especímenes de Vallecillo. El supraorbital está preservado en FCT-332 (Fig. 9.6) y FCT-079 (Fig. 9.3). En FCT-332 el supraorbital es un hueso largo y delgado situado anteriormente al margen anterodorsal de la órbita. Su eje mayor es aproximadamente cinco veces más largo que el eje menor y está orientado en sentido ventroanterior-dorsoposterior. A diferencia de FCT-332, en FCT-079 el supraorbital es incompleto, careciendo de su región dorsal. Dorsalmente, el supraorbital conecta con el frontal.

El esclerótico está preservado en todos los especímenes. Este elemento es un hueso delgado que se encuentra rodeando a la zona orbital.

El esfenótico es un hueso triangular en FCT-079 (Fig. 9.3) y FCT-331 (Fig. 9.7), y de contorno irregular en FCT-127 (Fig. 9.4), FCT-332 (Fig. 9.6). En FCT-079 su eje más largo alcanza una longitud de 20 mm y está orientado en sentido dorsoanterior-ventroposterior. El esfenótico está colocado posterodorsalmente al margen posterior de la órbita. Dorsalmente, este hueso alcanza al frontal, posteriormente articula con el pterótico, ventroposteriormente con el proótico y ventralmente alcanza al esclerótico.

En FCT-331 un fragmento pequeño situado bajo la región posterior de la órbita y que cubre parcialmente al ento- y ectopterigoides podría representar un fragmento posterior del infraorbital III.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Suspensorio

En FCT-196 (Fig. 9.5), FCT-331 (Fig. 9.7) y FCT-079 (Fig. 9.3) el hiomandibular puede ser dividido en una región dorsal y una región ventral. La región dorsal representa la cabeza articular de este elemento. Este hueso tiene forma irregular con márgenes ligeramente redondeados. Su eje mayor está orientado anteroposteriormente y en FCT-196 y FCT-331 este elemento es aproximadamente dos veces más largo que alto. En FCT-079 y FCT-331 la cabeza articular está fragmentada mientras que en FCT-127 (Fig. 9.4) está ausente. En FCT-079, FCT-196, y FCT-331, la región ventral es un elemento largo y delgado. Su eje mayor está orientado dorsoventralmente y tiene una longitud de 50 mm, siendo aproximadamente diez veces

más largo que su eje menor. Posteriormente, la cabeza articular conecta al preopercular y lateralmente al pterótico. Articulación con otros elementos como el esfenótico o el proótico no fue observada. La región anterior de este hueso conecta con el margen posterior del metapterigoides y posteriormente con la región dorsal del preopérculo.

En FCT-079 (Fig. 9.3), FCT-196 (Fig. 9.5), FCT-331 (Fig. 9.7) y FCT-332 (Fig. 9.6), el entopterigoides es un hueso largo con márgenes ligeramente redondeados (en FCT-079, donde está completo) que yace ventralmente al parasfenoides. Su eje mayor es aproximadamente diez veces más largo que su eje más corto y está orientado anterodorsal-posteroventralmente. El entopterigoides se extiende anteriormente desde el proceso hiomandibular hasta alcanzar el margen posterior de la región etmoidea. Ventralmente, el entopterigoides sutura con el ectopterigoides, el cual mantiene una forma y orientación similar a la mostrada por el entopterigoides.

En FCT-079 (Fig. 9.3) el metapterigoides es un hueso rectangular con su eje mayor orientado en sentido dorsoventral y aproximadamente dos veces más largo que su eje más corto. En FCT-079 este hueso se une dorsalmente con el entopterigoides y en FCT-196 (Fig. 9.5) con el ectopterigoides anteriormente, y con el cuadrado ventralmente. En FCT-127 (Fig. 9.4), FCT-332 (Fig. 9.6) y FCT-331 (Fig. 9.7), este hueso está ausente y en FCT-196 este hueso tiene forma irregular.

En FCT-079 (Fig. 9.3) y FCT-196 (Fig. 9.5) el cuadrado es observado como una estructura con forma de triángulo equilátero. Su margen ventral porta el cóndilo redondeado que articula con la faceta articular de la mandíbula inferior.

Mandíbula superior

El premaxilar está preservado en FCT-079 (Fig. 9.3) y FCT-331 (Fig. 9.7) como un elemento en forma de triángulo isósceles con sus márgenes dorsal y anterior redondeados. Su eje mayor está orientado en sentido ventroanterior-dorsoposterior y su longitud es aproximadamente dos veces la de su eje menor. En FCT-332 (Fig. 9.6) este hueso tiene forma irregular. El premaxilar porta al menos seis dientes anisodontos con coronas que alcanzan hasta los 3 mm de altura.

El maxilar es un elemento alargado y de poca altura y está presente en todos los especímenes a excepción de FCT-127 (Fig. 9.4). Su eje mayor está dirigido en sentido dorsoanterior-ventroposterior y su longitud es aproximadamente cinco veces la de su eje menor. Anteriormente, el maxilar articula con el premaxilar y dorsalmente con dos

supramaxilares. Ventralmente, el maxilar porta una hilera única de alveólos con una profundidad de hasta 5 mm. Ningún diente fue observado en este hueso.

Dos supramaxilares fueron observados en FCT-079 (Fig. 9.3), FCT-196 (Fig. 9.5) y FCT-332, mientras que en FCT-331 (Fig. 9.7) la división entre ambos elementos no es distinguible. El premaxilar situado en la posición más anterior es el de mayor tamaño y está completo sólo en FCT-079. En los otros dos especímenes este elemento está fragmentado en sus márgenes anterior y posterior. En FCT-079 el eje mayor del supramaxilar anterior es 1.8 veces más largo que el eje menor y está orientado anterodorsal-posteroventralmente. El supramaxilar situado en posición posterior está completo sólo en FCT-079 mientras que en los otros dos especímenes sus márgenes anterior y posterior están incompletos. En FCT-079, el supramaxilar posterior es aproximadamente 60% más corto que el anterior; su eje mayor es 1.5 veces más largo que el eje menor y está orientado anterodorsal-posteroventralmente.

Mandíbula inferior

El dentario es el elemento más grande de la mandíbula inferior de casi todos los especímenes de Vallecillo (a excepción de FCT-127, donde no fue preservado) representando el 80% de la longitud total de esta última. Este elemento es rectangular, su eje mayor es tres veces más largo que su eje menor y está orientado en sentido dorsoanterior-ventroposterior. La sínfisis mandibular tiene una altura de 20 mm y representa un tercio de la longitud total del eje mayor del dentario. Como en el maxilar, el dentario porta una hilera única de alveólos y sólo en FCT-079 (Fig. 9.3) y FCT-332 (Fig. 9.6) existen dientes cónicos bien preservados. Los dientes de estos ejemplares son anisodontos y la altura de sus coronas varían entre 2mm a 4.3 mm. Los dientes de mayor tamaño están situados entre la posición 5-8, mientras que aquellos situados en la parte más posterior del dentario representan los de menor tamaño. Como en la mandíbula superior, los alveólos encontrados tienen una profundidad de 5 mm.

Posteriormente, la mandíbula inferior está formada por un angular, un articular y un retroarticular. El angular es un hueso triangular con márgenes rectos. Su eje mayor está orientado en sentido dorsoanterior-ventroposterior y representa el 15% de la longitud total de la mandíbula inferior. Posteriormente, el angular está en contacto con el articular. Este último tiene forma cuadrangular y representa el 5% de la longitud total de la mandíbula. Ventralmente, en la región posterior de la mandíbula, el angular y el articular forman la fosa para la articulación del cuadrado. Ventralmente, el angular y el

articular están conectados con el retroarticular. A diferencia de estos elementos, el retroarticular no participa en la formación de la fosa para el cuadrado.

Huesos operculares

En FCT-79 (Fig. 9.3) y FCT-196 (Fig. 9.5) el preopérculo puede ser dividido en una región dorsal y una ventral, mientras que en FCT-332 (Fig. 9.6) este hueso está preservado como un fragmento de forma irregular. La región dorsal del preopérculo es larga y delgada; su eje mayor es 5.3 veces más largo que su eje menor y está orientado casi en sentido dorsoventral. La región ventral forma un ángulo de 90° con el eje mayor de la región dorsal. En la región posterior, la región ventral tiene una altura de 10 mm, pero en su extremo ventral, esta altura alcanza sólo 5mm. En la región anterior, el preopérculo conecta a la cabeza articular y el proceso descendente del hiomandibular, anteroventralmente al margen posterior del cuadrado y posteriormente al opérculo.

El opérculo está completo en FCT-079 (Fig. 9.3) y representa el elemento de mayor tamaño de los huesos operculares. Este elemento asemeja una "D" por su forma siendo su margen convexo orientado posteriormente. Su eje mayor está dirigido dorsoventralmente y es 1.2 veces más largo que su eje menor. Sobre su superficie, el opérculo presenta estrías radiales que se extienden desde el margen anterior del hueso alcanzando los márgenes dorsal, ventral y caudal.

El subopérculo está presente sólo en FCT-079 (Fig. 9.3). Este hueso está caracterizado por presentar un margen ventral fuertemente convexo. Debido a que la mitad dorsal de este elemento está totalmente cubierto por el opérculo, los detalles sobre su morfología no son observados. Anteriormente, el subopérculo está en contacto con el preopérculo y posteriormente alcanza al cleitro.

Cintura y aleta pectoral

En FCT-079 (Fig. 9.3) y FCT-331 (Fig. 9.7) la cintura pectoral está bien preservada, pero en FCT-127 (Fig. 9.4), FCT-196 (Fig. 9.5) y FCT-332 (Fig. 9.6) esta estructura está incompleta o totalmente ausente.

El cleitro es un hueso que asemeja un "boomerang". Su región ventral está dirigida anteroventral-posterodorsalmente y su máxima longitud es aproximadamente seis veces su altura máxima. La región dorsal está orientada en sentido anterodorsal-posteroventral y al igual que la región ventral, su eje mayor es seis veces más largo que el eje menor.

El supracleitro está preservado en FCT-331 (Fig. 9.7). Este es un fragmento pequeño situado dorsalmente al cleitro y adyacente a la columna vertebral.

Entre el margen ventral del supracleitro y el margen dorsal del cleitro yacen dos osificaciones con contornos irregulares. De acuerdo a la posición en la que se encuentran, dichos fragmentos podrían ser interpretados como parte del postcleitro.

El coracoides es un hueso triangular. Su eje mayor tiene una longitud de aproximadamente 30 mm y está dirigido anteroventral-posterodorsalmente. El coracoides presenta diferentes alturas de acuerdo a su posición. Mientras el margen posterior de este elemento alcanza una altura de 10 mm, anteriormente su margen sólo alcanza 1 mm de altura. Dorsalmente, el coracoides contacta la parte ventral del cleitro y posteriormente al escapular.

El escapular está preservado en FCT-079 (Fig. 9.3) y FCT-331 (Fig. 9.7) como un hueso rectangular con márgenes redondeados. Su eje mayor es 2.4 veces más largo que su eje menor y está dirigido anteroventral-posterodorsalmente. Este elemento representa el punto de articulación entre la cintura y la aleta pectoral.

Se observaron 8-9 rayos en la aleta pectoral de los especímenes referidos. Estos rayos están incompletos careciendo de su parte distal. En los especímenes estudiados, todos los rayos están divididos longitudinalmente por estrías. En FCT-079 (Fig. 9.3) y FCT-127 (Fig. 9.4), el primer rayo tiene una anchura de 12 mm, siendo respectivamente 1.5 y dos veces más ancho que el segundo y tercer rayo.

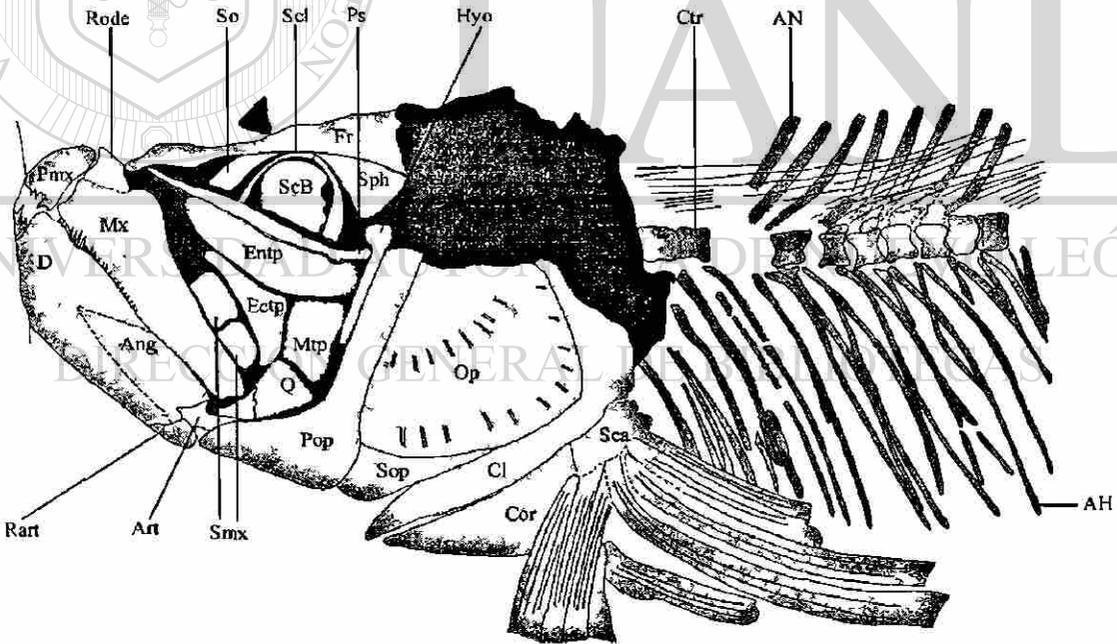
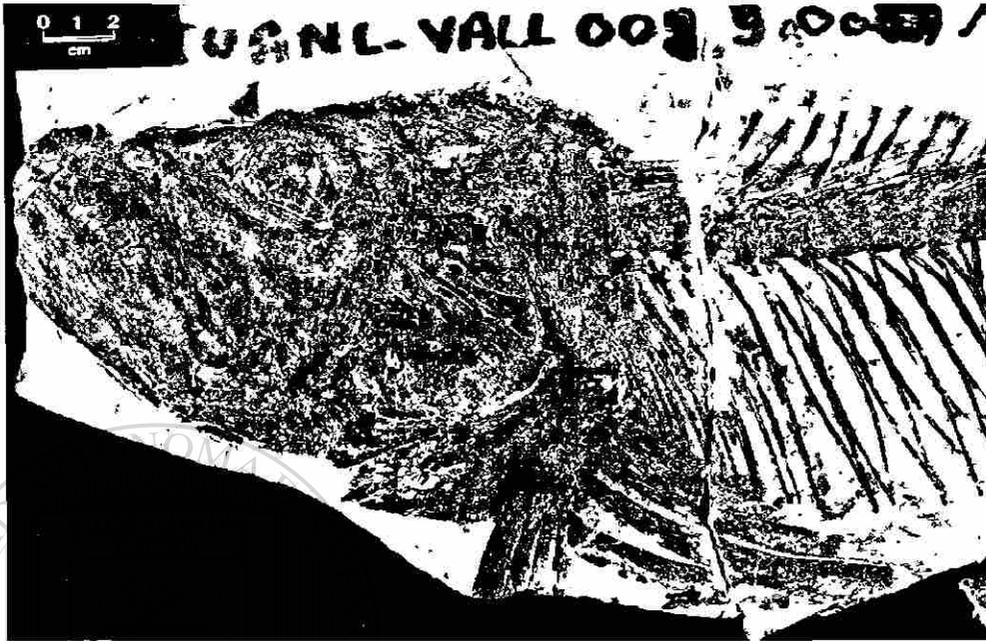


Fig. 9.3. Elementos craneales de Ichthyodectoidei nov.gen. nov.sp. basados en FCT-079. Escala ilustrada en la fotografía.

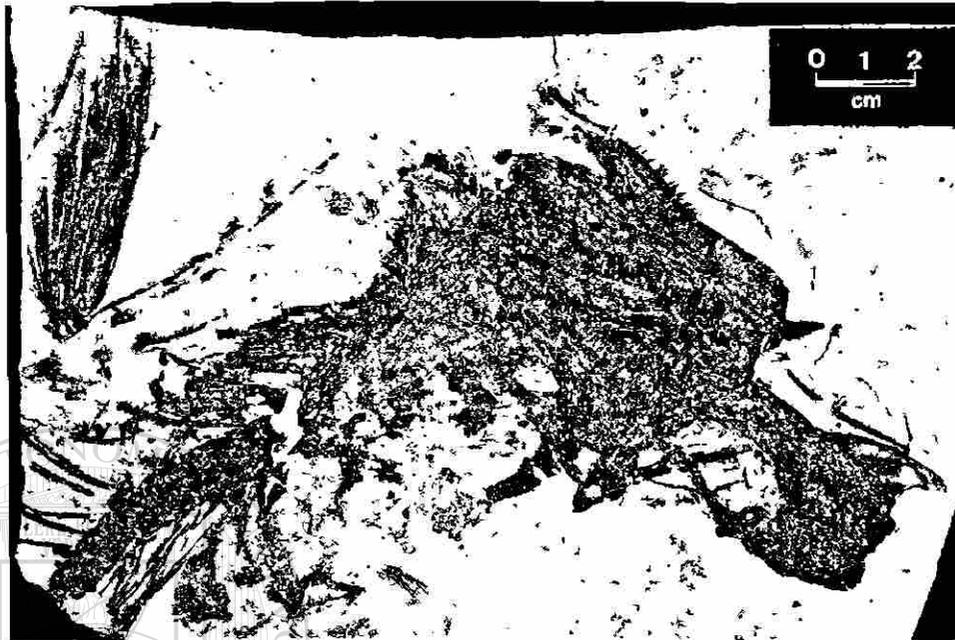


Fig.9.4. Elementos de la bóveda craneal y del neurocráneo de *Ichthyodectoidei nov.gen. nov.sp.*, basados en FCT-127. Escala ilustrada en la fotografía.

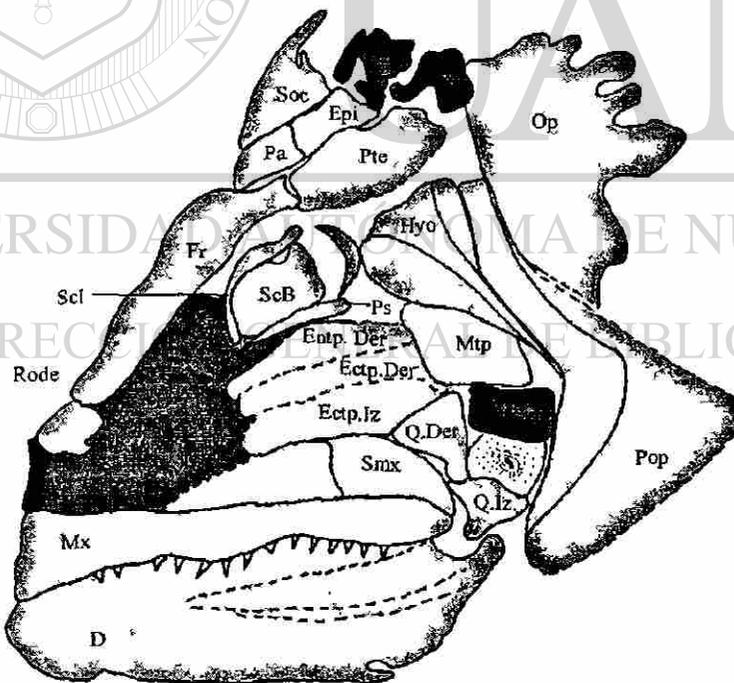


Fig. 9.5. Cráneo de *Ichthyodectoides* nov. gen. nov. sp., que muestra sus diferentes elementos óseos. Basado en FCT-196. Barra de escala=10mm.

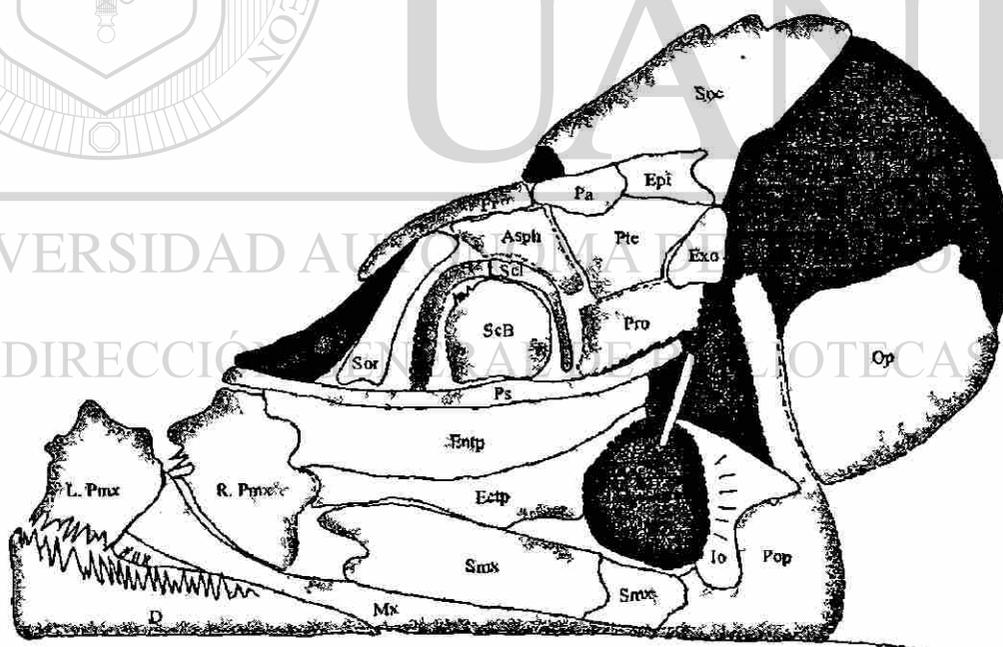
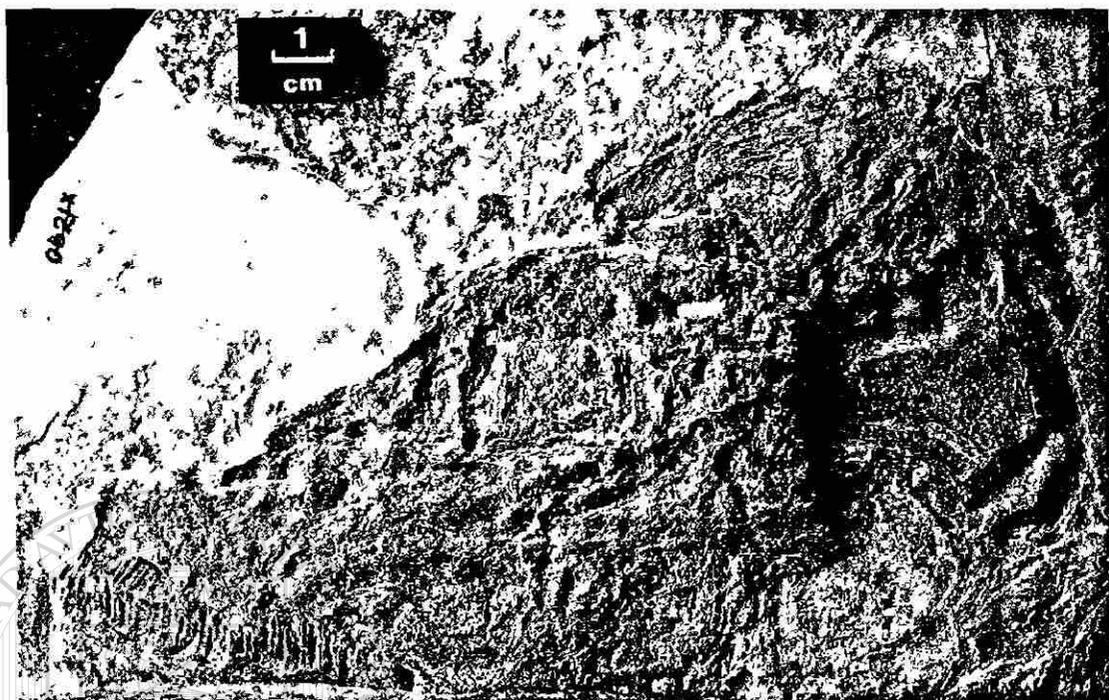


Fig. 9.6. Elementos craneales de Ichthyodectoidei nov.gen. nov.sp. (FCT-332). Escala ilustrada en la fotografía.

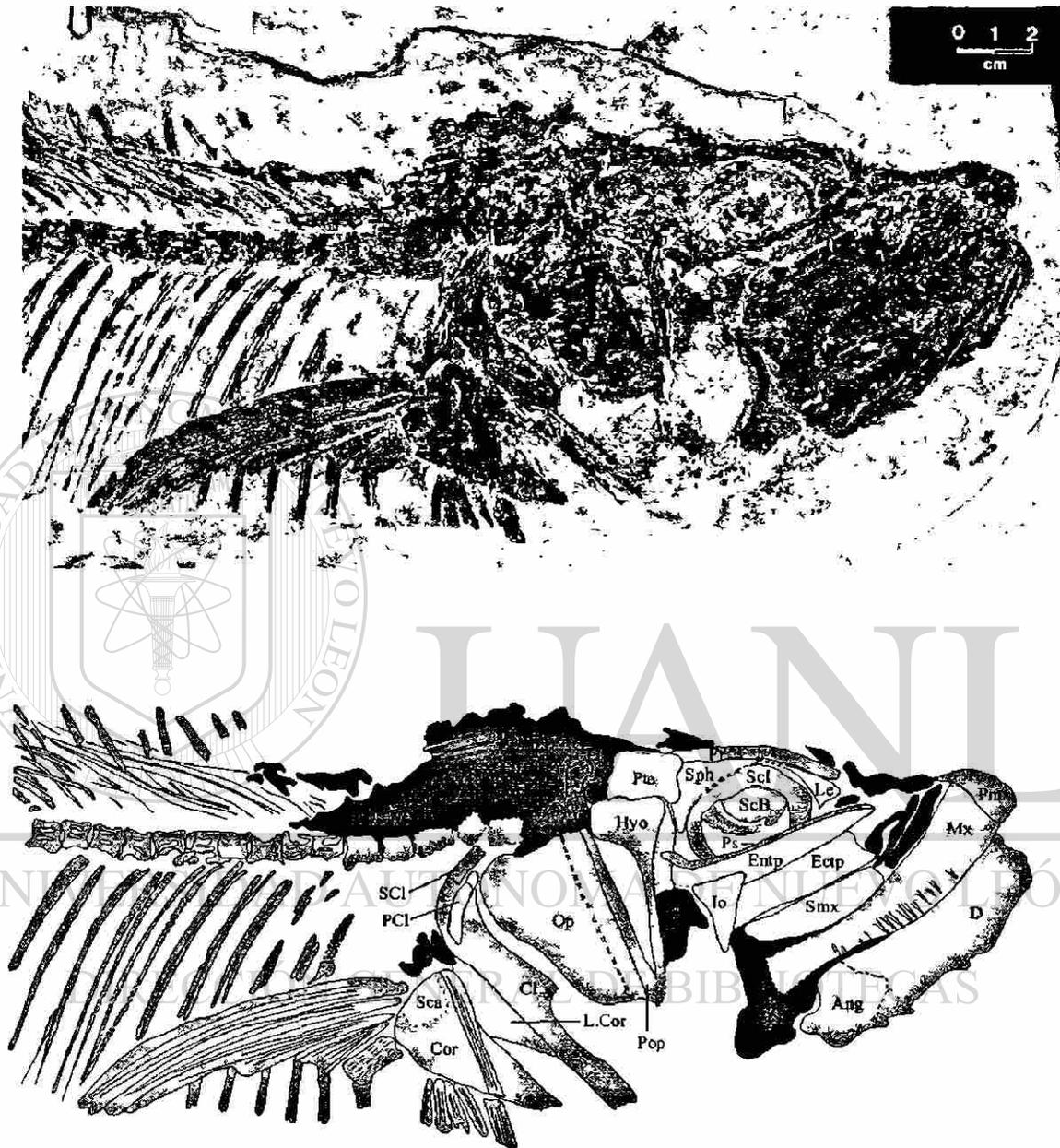


Fig. 9.7. Cráneo de FCT-331 mostrando sus diferentes elementos óseos. Escala ilustrada en la fotografía.

Columna vertebral

La columna vertebral forma una línea recta desde la parte posterior del cráneo hasta la parte preservada más posterior (margen anterior de aleta dorsal). En FCT-079 (Fig. 7.1), noventa vértebras fueron contadas entre el margen posterior del occiputo y el margen anterior de la aleta anal, de las cuales 44 son precaudales. De acuerdo a BARDACK (1965a), BARDACK & SPRINKLE (1969), PATTERSON & ROSEN (1977), SILVA-SANTOS (1986), MAISEY (1991a) y STEWART (1999) al menos 10 vértebras han podido ser contadas entre el margen anterior de la aleta anal y la aleta caudal. Esto, mas el número de vertebras presentes en FCT-079 (Fig. 9.1) sugiere que este espécimen podría portar al menos 100 vértebras en su columna.

En FCT-331 (Fig. 9.2, 9.8, 9.9) las vértebras pudieron ser analizadas. En este espécimen los centros son tan largos como altos y en los especímenes donde la columna vertebral está bien preservada, tanto los arcos neurales como hemales son autógenos como en la mayoría de los Ichthyodectoidei.

En FCT-079 (Fig. 9.1) y FCT-332 (Fig. 9.6) existen al menos 10 epineurales que se originan en la base del occiputo. Estos epineurales se proyectan en dirección posterior alcanzando la longitud de al menos las primeras 10 vértebras de la columna.

Aleta dorsal

La aleta dorsal está preservada únicamente en FCT-079 (Fig. 9.1), pero está incompleta en su región posterior. Su margen anterior yace al nivel de la vértebra 81-83.

Los rayos no están preservados, sin embargo, un total de 15 pterigóforos fueron contados. Más detalles no fueron observados.

Aleta pélvica

La aleta ventral está preservada sólo en FCT-079 (Fig. 9.1). Su margen anterior está colocado a la altura del comienzo del último cuarto de la distancia entre la aleta pectoral y la aleta anal, al nivel de las vértebras 60-64.

El hueso pélvico está deformado y tiene forma irregular. Al menos seis a ocho rayos fueron contados en este espécimen.

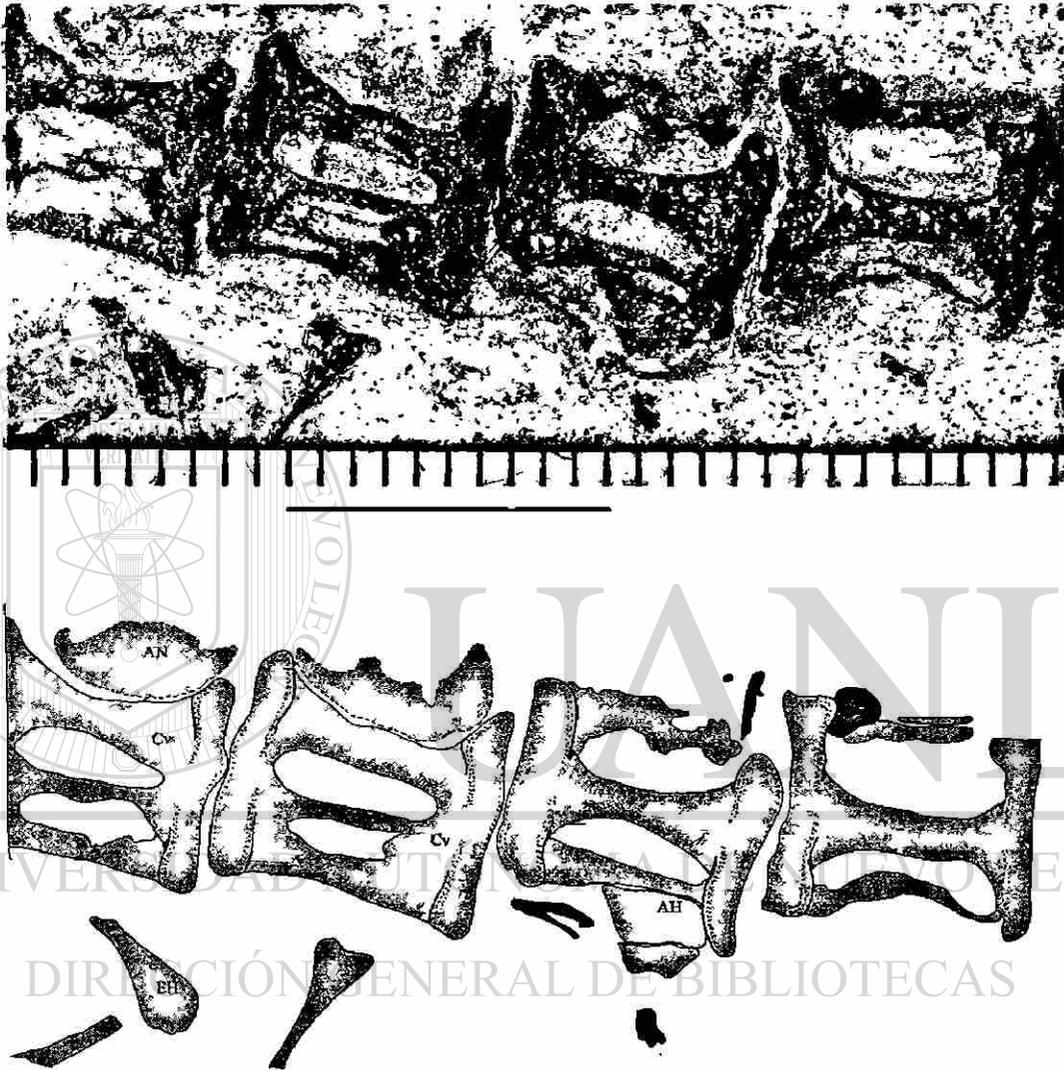


Fig. 9.8. Vértabras precaudales de Ichthyodectoidei nov.gen. nov.sp., basado en FCT-331. Barra de escala=10 mm.



Fig. 9. 9. Vértebrae caudales de *Ichthyodectoides* nov. gen. nov. sp., basado en FCT-331. Barra de escala= 10 mm.

Aleta anal

Fragments of the anal fin are preserved in FCT-079 (Fig. 9.1). Its anterior margin begins at the level of the vertebrae 75-77. The rays are not preserved, but approximately twelve pterygofores incomplete were counted. More details were not observed in the specimens referred.

Aleta caudal

Desconocida

DISCUSIÓN

De acuerdo a MAISEY (1991a), el suborden Ichthyodectoidei ha sido definido por los siguientes caracteres: 1) presencia de una cresta supraoccipital triangular y alta, con los parietales desplazados en dirección anterior; 2) intercalar (=exoccipital) grande, formando parte de la faceta para el hiomandibular; 3) etmopalatino con crecimientos membranosos que suturan con el rostrodermetmoideo y con el lateraletmoideo; 4) hueso angular contribuye en la formación de la fosa para el cuadrado; 5) coracoides bien desarrollados que se unen entre sí en una sínfisis medioventral; 6) aleta pectoral se inserta a la altura del tercer tercio del cuerpo (de dorsal a ventral); 7) arcos neurales y hemales autógenos; 8) primer hipural articulado (set) en el centro ural, por una unión de "bola y socket"; 9) premaxilar articula posteriormente con el maxilar y, 10) presencia de una sínfisis dentaria alta.

Con excepción de los caracteres 2, 3 y 8, todos los caracteres enlistados por MAISEY (1991a) están presentes en los especímenes de Vallecillo.

Los caracteres diagnósticos de los Ichthyodectoidei de Vallecillo representan una mezcla entre los caracteres presentes en las familias Cladocyclidae (*Cladocyclus*, *Chirocentrites* y *Chiromistus*), Ichthyodectidae (*Xiphactinus*, *Ichthyodectes*, *Gillicus* y *Cooyoo*) y Saurodontidae (*Saurodon*, *Prosaurodon* y *Saurocephalus*).

Los caracteres usados para la comparación entre los Ichthyodectoidei de Vallecillo y las otras familias del mismo suborden son las siguientes:

1. Tamaño corporal. En FCT-079 (Fig. 9.1) la distancia entre el margen anterior del premaxilar y el margen anterior de la aleta dorsal es de 980 mm. De acuerdo a descripciones y dibujos publicados por BARDACK (1965a), BARDACK & SPRINKLE (1969), PATTERSON & ROSEN (1977), SILVA SANTOS (1986), MAISEY (1991a), y STEWART (1999) para Ichthyodectoidei, la distancia entre el margen posterior de la aleta dorsal y la región más posterior de la columna vertebral comprenden aproximadamente 1/5 de la longitud total del cuerpo. Utilizando estos datos, una longitud de 1223 mm pudo ser calculada para FCT-079.

2. Dimensión del cráneo. En FCT-079 (Fig. 9.3), el cráneo está contenido 7 veces en la longitud total (calculada) del cuerpo. Esta proporción es observada en *Ichthyodectes*

mientras que en *Xiphactinus* y *Gillicus* la longitud del cráneo está contenida respectivamente 5.5 y 6.5 veces (BARDACK, 1965a). En los géneros de la familia Cladocyclidae (SILVA SANTOS, 1968; MAISEY, 1991a) y Saurodontidae el cráneo está contenido como máximo seis veces en la longitud total del cuerpo (STEWART, 1999).

3. Cresta supraoccipital. En los especímenes referidos la cresta supraoccipital representa la mitad de la altura del neurocráneo y se extiende en dirección posterior más allá del borde posterior del cráneo. Este carácter se observa también en *Cladocyclus* (SILVA-SANTOS, 1986; MAISEY, 1991a) y *Chirocentrites* (BARDACK, 1965a; TAVERNE, 1986; ALVARADO ORTEGA, 1998). En Saurodontidae y *Gillicus*, la cresta supraoccipital representa el 1/2 de la altura del neurocráneo mientras que en *Ichthyodectes*, *Xiphactinus* y *Cooyoo*, esta cresta representa 1/3 (BARDACK, 1965a; BARDACK & SPRINKLE, 1969; LEES & BARTHOLOMAI, 1987). En contraste con Cladocyclidae y los ichthyodectidos de Vallecillo, la cresta supraoccipital en Ichthyodectidae y Saurodontidae nunca se extiende más allá del margen caudal del cráneo (Fig. 9.10) (BARDACK, 1965a; SILVA SANTOS, 1968; BARDACK & SPRINKLE, 1969; LEES & BARTHOLOMAI, 1987; MAISEY, 1991a; TAVERNE, 1997; STEWART, 1999).

4. Parietales. *Xiphactinus*, *Ichthyodectes*, *Gillicus*, *Prosaurodon*, *Saurodon* y *Saurocephalus* muestran parietales fusionados y que además participan en la formación de la cresta supraoccipital (BARDACK, 1965a; BARDACK & SPRINKLE, 1969; PATTERSON & ROSEN, 1977; MAISEY, 1991a; STEWART, 1999). En los especímenes de Vallecillo los parietales están fusionados como en Ichthyodectidae y Saurodontidae, pero a diferencia de estos grupos, no participan en la formación de la cresta supraoccipital, como sucede en los géneros de la familia Cladocyclidae (Fig. 9.10) (MAISEY, 1991a; ALVARADO-ORTEGA, 1998).

5. Epioccipital. En los especímenes referidos, el epioccipital tiene algunos caracteres presentes en dos familias (Cladocyclidae y Saurodontidae) de Ichthyodectoidei. En *Xiphactinus* y *Gillicus* el epioccipital se extiende anteriormente más allá de la mitad de la longitud de la superficie ventral del supraoccipital (BARDACK, 1965a, MAISEY, 1991a). En *Cladocyclus*, *Chirocentres* y *Saurodon* el epioccipital se extiende anteriormente hasta la mitad de la longitud de la superficie ventral del supraoccipital (BARDACK & SPRINKLE, 1969; PATTERSON & ROSEN, 1977; TAVERNE, 1986; MAISEY,

1991a). De acuerdo a MAISEY (1991a), la condición más extrema ocurre en *Ichthyodectes*, donde el epioccipital y el margen ventral del supraoccipital tienen prácticamente la misma longitud.

6. Parasfenoides. El ángulo entre la región orbital y la región ótica del parasfenoides es variable en el suborden Ichthyodectoidei (Fig. 9.10). En *Cladocyclus* y *Gillicus* este ángulo es de 130° (MAISEY, 1991a) mientras en *Saurodon* y *Prosaurodon* el ángulo entre estas dos regiones es de 145° (BARDACK & SPRINKLE, 1969; STEWART, 1999). En *Chirocentrites vexillifer* (Cladocyclidae) el ángulo registrado es de 157° (TAVERNE, 1986) mientras que en *Xiphactinus audax*, el ángulo alcanza 160° (BARDACK, 1965a; PATTERSON & ROSEN, 1977; MAISEY, 1991a). En los especímenes de Vallecillo las características del parasfenoides tienen similitudes con las de *Ichthyodectes*. El ángulo entre la región orbital y la región ótica es de aproximadamente 150° y al igual que en *Ichthyodectes*, el parasfenoides tiene una superficie ventral totalmente recta a diferencia de *Xiphactinus* y *Cooyoo*, donde este hueso está caracterizado por tener una superficie ventral convexa. (BARDACK, 1965a; PATTERSON & ROSEN, 1977; LEES & BARTHOLOMAI, 1987; MAISEY, 1991a).

7. Presencia de predentario. La presencia de un predentario triangular edentado en contacto con el margen anterior del dentario es un carácter conocido sólo en los géneros de la familia Saurodontidae (BARDACK & SPRINKLE, 1969; PATTERSON & ROSEN, 1977; STEWART, 1999). Otro carácter de este grupo consiste en que la región anterior de la mandíbula inferior se proyecta anteriormente más allá del margen anterior de la mandíbula superior. Ambos caracteres no están presentes en los Ichthyodectoidei de Vallecillo ni en otros géneros de Cladocyclidae e Ichthyodectidae (BARDACK, 1965a; SILVA-SANTOS, 1968, 1986; BARDACK & SPRINKLE, 1969; PATTERSON & ROSEN, 1977; LEES & BARTHOLOMAI, 1987; MAISEY, 1991a; TAVERNE, 1997, STEWART, 1999; Fig. 9.11).

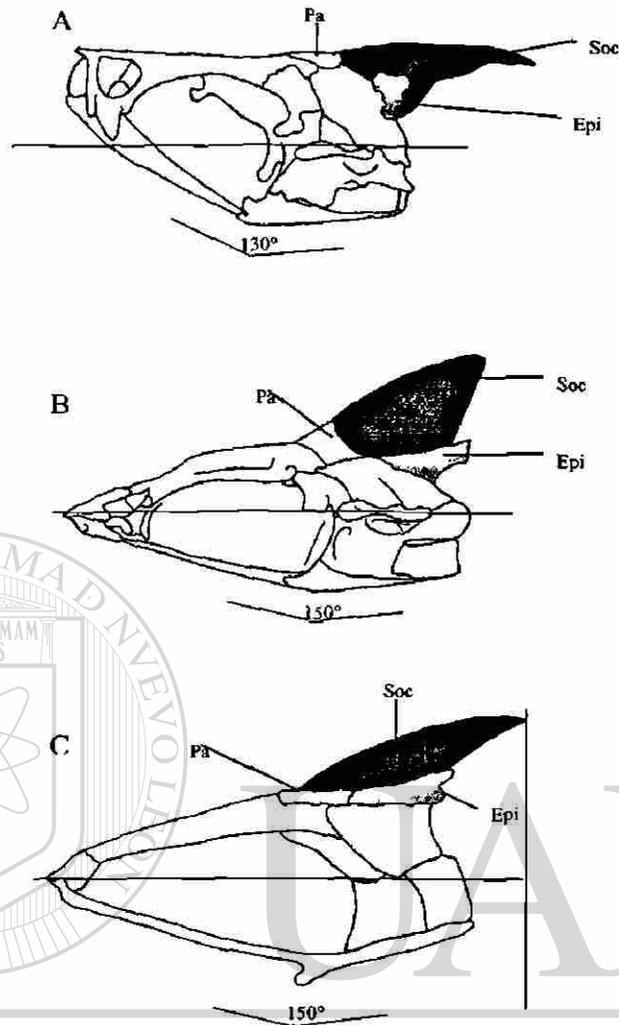


Fig. 9.10. Comparación de caracteres del neurocraneo de: A) *Cladocyclus* (Familia Cladocyclidae), B) *ichthyodectes* (Familia Ichthyodectidae) y C) nuevo género y especie de Vallecillo. (Sin escala).

8. Dientes de la mandíbula superior. En todos los ichthyodectiformes la mandíbula superior porta una hilera única de dientes (PATTERSON & ROSEN, 1977). En *Ichthyodectes*, *Cladocyclus*, *Saurodon*, *Saurocephalus* y *Prosaurodon* los dientes tienen un tamaño uniforme y sus coronas nunca exceden los 10 mm (BARDACK, 1965a; BARDACK & SPRINKLE, 1969; PATTERSON & ROSEN, 1977; MAISEY, 1991a). En *Gillicus*, los dientes de las mandíbulas superior e inferior son homogéneos en tamaño, pero sus coronas nunca exceden los 3 mm (BARDACK, 1965a).

Los dientes de la mandíbula superior de *Xiphactinus* y en *Cooyoo* no son homogéneos en tamaño y sus coronas pueden alcanzar más de 10 mm de altura (incluso, la corona de un diente premaxilar alcanza 60 mm; SCHWIMMER ET AL., 1992). En los Ichthyodectoidei de Vallecillo, los dientes reconocibles de la mandíbula superior están situados en el premaxilar. Estos dientes tienen la misma longitud y sus coronas nunca alcanzan una altura de 6 mm. En el maxilar, una hilera única de alveolos está presente, pero lamentablemente, ningún diente ha sido preservado.

9. Dientes de la mandíbula inferior. Al igual que la mandíbula superior, la mandíbula inferior porta una hilera única de dientes. Dientes de diferentes tamaños están presentes en la mandíbula inferior de *Xiphactinus* (BARDACK, 1965a; SCHWIMMER ET AL., 1992; MAISEY, 1991a), *Cooyoo* (LEES & BARTHOLOMAI, 1987), *Gillicus* (MAISEY, 1991a), *Cladocycclus*, *Chirumistus* (COPE, 1885; JORDAN, 1910; SILVA-SANTOS, 1950; MAISEY, 1991a), *Ichthyodectes* (BARDACK, 1965a; MAISEY, 1991a) y los Ichthyodectoidei de Vallecillo. En *Xiphactinus* y *Cooyoo* las coronas de los dientes del dentario exceden los 10 mm de altura mientras que en los especímenes de Vallecillo las coronas no exceden los 5 mm (Fig. 9. 11). En otros géneros (excepto *Gillicus*) las coronas tienen alturas que varían entre los 6-10 mm.

En contraste con los géneros citados en el párrafo anterior, *Saurodon*, *Prosaurodon* y *Saurocephalus* exponen dientes grandes y uniformes a lo largo de la totalidad del margen dorsal del dentario (BARDACK & SPRINKLE, 1969; MAISEY, 1991a).

En la familia Saurodontidae, los dientes de las mandíbulas superior e inferior son acuminados, lateralmente comprimidos con márgenes anteriores y superiores afilados. Este carácter diferencia a saurodontidae de la mayoría de los géneros de Ichthyodectoidei, los cuales portan dientes cónicos y no lateralmente aplanados.

10. Retroarticular. En la región articular de la mandíbula inferior de los especímenes de Vallecillo, el retroarticular no participa en la formación de la faceta articular para el cuadrado (Fig. 9.3). Este carácter es también conocido en *Xiphactinus*, *Ichthyodectes*, *Cooyoo* (BARDACK, 1965a; LEES & BARTHOLOMAI, 1987; MAISEY, 1991a; ALVARADO ORTEGA, 1998), *Saurodon* (BARDACK, 1969; PATTERSON & ROSEN, 1977; ALVARADO ORTEGA, 1998; STEWART, 1999) y *Prosaurodon* (STEWART, 1999). En contraste, en Cladocyclidae (*Chirumistus*, *Chirocentrites* y *Cladocycclus*) el retroarticular no participa en la formación de la faceta para el cuadrado (Fig. 9. 11).

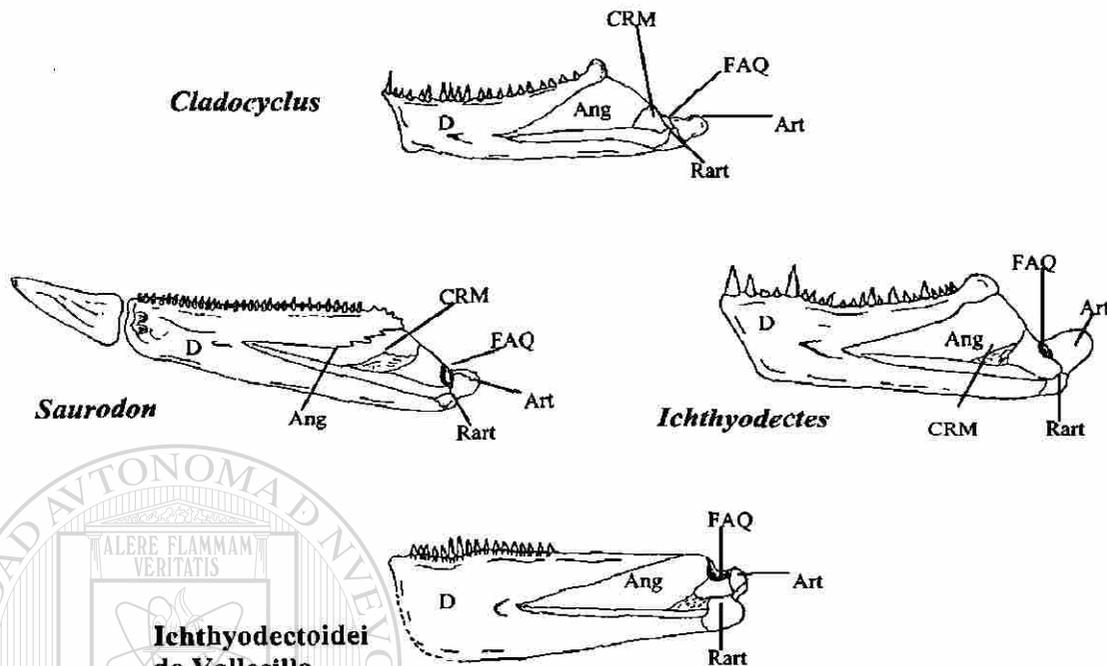


Fig. 9. 11. Elementos óseos de la mandíbula inferior de tres géneros de Ichthyodectoidei. (Sin escala).

11. Número de vértebras. *Xiphactinus* es el pez depredador más grande conocido en el Cretácico. Este género alcanzaba 4 m de longitud; su columna vertebral portaba entre 85 y 89 vértebras (BARDACK, 1965a; PATTERSON & ROSEN, 1977). En este género, las vértebras son tan largas como altas. Este carácter también está presente en otros miembros de Ichthyodectoidei como *Ichthyodectes* y en *Gillicus* (BARDACK, 1965a; PATTERSON & ROSEN, 1977) pero a diferencia de *Xiphactinus*, las columnas vertebrales de estos géneros portan respectivamente 72 y 70 centros (BARDACK, 1965; PATTERSON & ROSEN, 1977).

En uno de los especímenes de Vallecillo (FCT-079, Fig. 9.1) una longitud de aproximadamente 1.3 m fue calculada (ver punto 1 de la discusión). Esta longitud aproximada ha sido registrada en *Ichthyodectes* y *Gillicus*, pero a diferencia de estos dos géneros (y también de *Xiphactinus*), los especímenes de Vallecillo portan más de 100 vértebras como en Saurodontidae. En FCT-331 (Fig. 9.2) las vértebras son tan largas

como altas al igual que en miembros de la familia Cladocyclidae, pero a diferencia de los especímenes de Vallecillo, los géneros de esta familia nunca portan más de 60 vértebras en su columna vertebral (BARDACK, 1965a; PATTERSON & ROSEN, 1977; SILVA-SANTOS, 1986; MAISEY, 1991a).

12. Epineurales. La presencia de epineurales extremadamente largos articulando con el margen posterior del neurocráneo ha sido observada en solo en miembros de la familia Cladocyclidae (*Cladocyclus*, *Chiromistus* y *Chirocentrites*) y en ejemplares de Vallecillo. (Fig. 9.12) (TAVERNE, 1986; MAISEY, 1991a). Estos epineurales se proyectan en dirección posterior extendiéndose sobre al menos las diez primeras vértebras de la columna. En otros géneros del suborden, como *Xiphactinus*, *Ichthyodectes*, *Cooyoo*, *Gillicus*, *Prosaurodon*, *Saurodon* y *Saurocephalus* este caracter no está presente.

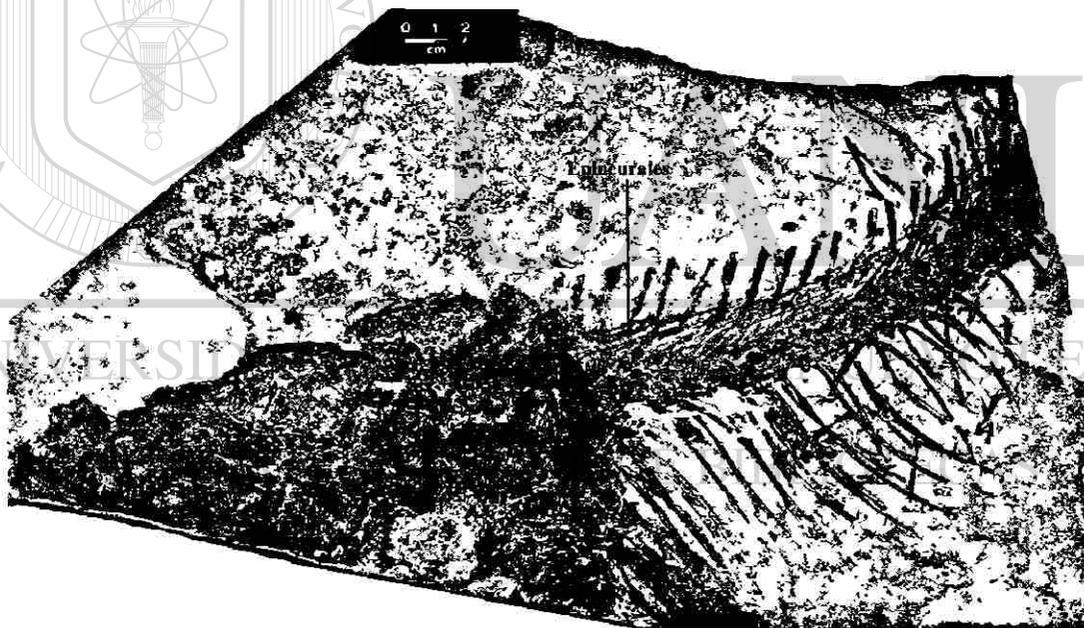


Fig. 9.12. Epineurales en un espécimen de *Ichthyodectoidei* nov. gen. nov. sp. de Vallecillo. Escala ilustrada en la fotografía.

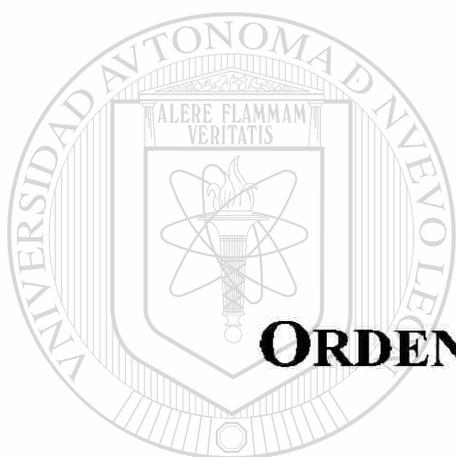
En resumen, de los ejemplares de Vallecillo, la ausencia de predentario y la presencia de 90 vértebras entre el borde anterior de la columna vertebral y el margen anterior de la aleta anal son considerados los caracteres más significativos en este grupo. La presencia de 90 vértebras en FCT-079 sugiere la presencia de más de 100 vértebras en este espécimen. Este carácter separa a los especímenes de Vallecillo de las familias Cladocyclidae e Ichthyodectidae, que nunca tienen más de 90 vértebras (BARDACK, 1965a; BARDACK & SPRINKLE, 1969; PATTERSON & ROSEN, 1977; SILVA-SANTOS, 1986; MAISEY, 1991a). Por otro lado, la ausencia de un predentario excluye a los especímenes de Vallecillo de la familia Saurodontidae, en los cuales esta estructura está expuesta como una estructura triangular desdentada y bien desarrollada (BARDACK & SPRINKLE, 1969; STEWART, 1999).

De acuerdo a lo antes mencionado, es posible concluir que los especímenes de Vallecillo tienen suficientes diferencias morfológicas respecto a otros géneros del suborden Ichthyodectoidei (*Cladocyclus*, *Chirocentrites*, *Chiromistus*, *Xiphactinus*, *Ichthyodectes*, *Gillicus*, *Cooyoo*, *Saurodon*, *Prosaurodon* y *Saurocephalus*) que permiten su colocación en un nuevo género y una nueva especie. Debido a que un estudio osteológico a detalle así como un análisis cladístico no han sido realizados hasta el momento, las consideraciones respecto a las relaciones filogenéticas de este grupo con otros ichthyodectiformes no será presentada en este trabajo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

10



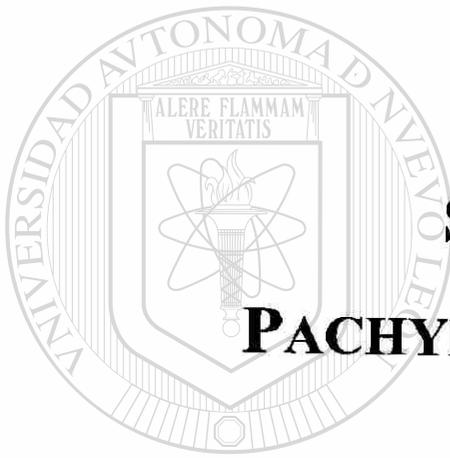
ORDEN ELOPOMORPHA

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



SUBORDEN
PACHYRHIZODONTOIDEI

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ORDEN ELOPOMORPHA
SUBORDEN PACHYRHIZODONTOIDEI FOREY, 1977
PACHYRHIZODONTOIDEI INDET

ESPÉCIMEN DE REFERENCIA: FCT-162. Cráneo articulado y parcialmente deformado (Fig. 10.1)

DEFINICIÓN (de acuerdo a FOREY, 1977)

“Primitive teleostean fishes, fusiform with terminal mouths and large jaws; frontal large, dermethmoid large, parietals small, parietal branch of supraorbital sensory canal absent, nasal short and tabular, supraoccipital small with weakly developed crest; supratemporal large; post-temporal fossa roofed; orbitosphenoid and basisphenoid present, occipital condyle formed entirely by basioccipital, saccular region of neurocranium not inflated, parasphenoid without teeth or basipterygoid process, foramen for buccohypophyseal canal present; hyomandibular with single articulatory head, hyomandibular held vertically; endopterygoid with many small teeth; palatine without maxilar process; anterior and posterior cerathoyals separated by a narrow band of cartilage; numerous brachiostragals rays present; premaxilar with small dorsal process, one or two inner teeth and a single row of marginal teeth; mandibular remus shallow with a well-developed postarticular process, dentary and angular showing a “reverse overlap”; large supraorbital meeting a large desmosphenotic, no separated antorbital, second and third infraorbitals fused together, posterior branch of infraorbital sensory canal within the dermosphenoticum, two sclerotic ossicles; opercular apparatus complete; mesocoracoid present; pectoral fin held low in flank, pectoral splint absent; pelvic fins abdominal; vertebral centra pierced by notochordal canal, neural arches fused with centra except in anterior half of abdominal region, posterior parapophyses and haemal arches fused with centra, epineurals fused to neural arches, pleural ribs curved, supraneurals behind occiput; dorsal and anal fins acuminate, always distinct from caudal fin; caudal fin forked with 19 principal fin-rays; parahypural and lower hypurals fused to supporting centra, half-length

neural spine on second preural centrum, first uroneural large, second uroneural reaching to first ural centrum, second ural centrum small, two epurals; scales cycloid with bone-cell spaces; lateral line complete".

DESCRIPCIÓN

Cráneo

El cráneo tiene forma triangular. Su altura máxima está expuesta en la región más posterior del neurocráneo. Éste tiene una longitud máxima de 150 mm mientras su altura máxima es de aproximadamente 90 mm. La forma general del neurocráneo así como los elementos que lo componen están ilustrados en la figura 10.1.

El techo del cráneo se encuentra dislocado exponiendo su superficie dorsal. Los frontales son elementos grandes y forman el 54% de la longitud total de la bóveda craneana. Estas estructuras tienen forma rectangular y su eje mayor es aproximadamente 3 veces más largo que su eje menor. El margen lateral del frontal derecho tiene una depresión sobre el esfenótico; ventralmente, el frontal proyecta una espina la cual alcanza la superficie del esfenótico. El canal sensorial supraorbital se observa a lo largo de la superficie dorsal de los frontales derecho e izquierdo. Este se extiende a lo largo de la región anterior de los frontales como un canal delgado con una anchura de 1 mm. Las ramificaciones de este canal no pudieron ser observadas. El frontal presenta ornamentación caracterizada por crestas radiales que se extienden desde el canal sensorial hasta el margen de los frontales. En su parte posterior, el frontal articula con los parietales, ventralmente con el pterótico, austoesfenótico y el supraorbital, y anteriormente con los nasales y el dermetmoideo.

Los parietales son elementos pequeños. Ambos están deformados siendo su forma irregular. Anteriormente, los parietales articulan con el frontal, ventralmente con el pterótico y posteriormente con un fragmento triangular de un elemento no identificado. Debido a la mala preservación de los dos parietales, no es posible definir si ambos se encuentran separados o unidos en su línea media.

El dermetmoideo asemeja la forma de un pentágono. Su eje mayor está dirigido anteroposteriormente y es 1.4 veces más largo que su eje menor. Este hueso presenta ornamentación representada por pequeñas crestas radiales. Posteriormente, el

dermetmoideo articula con el frontal y lateroposteriormente, articula con un par de nasales.

Los nasales son pequeños elementos elongados. Su eje mayor está orientado en sentido anteroposterior y alcanza una longitud de 20 mm, siendo aproximadamente dos veces más largo que su eje menor.

El pterótico está incompleto. Ventralmente está cubierto por la cabeza articular del hiomandibular. Su región dorsal está preservada como un fragmento triangular que articula dorsalmente con el parietal y el frontal. Anteriormente, este elemento es alcanzado por el autosfenótico.

El autosfenótico está cubierto parcialmente por el frontal, por lo que su morfología es difícil de observar. Este hueso forma la región anterior de la faceta de articulación para el hiomandibular. Debido a causas de preservación, las estructuras típicas de este hueso, tales como la espina posterior bien desarrollada y los forámenes, no fueron observados. Dorsalmente, el autosfenótico es alcanzado por la espina ventral del frontal.

Huesos circunorbitales

La serie circunorbital está representada solamente por el esclerótico y el supraorbital. El esclerótico está preservado únicamente en su región dorsal como un hueso largo y delgado (40 mm de longitud y 6 mm de alto) que rodea el margen dorsal de la órbita.

El supraorbital es un hueso alargado que se estrecha posteriormente (0.5 mm de altura), donde sutura con el autosfenótico. Anteriormente, este hueso se vuelve dos veces más alto y se une a una serie de fragmentos no identificados. El eje mayor del supraorbital está orientado en sentido anteroventral-posterodorsal y tiene una longitud aproximada de 55 mm. Ventralmente, el supraoccipital conecta al esclerótico y dorsalmente alcanza al frontal.

Suspensorio

Casi todo el suspensorio se encuentra bien expuesto en el espécimen de referencia. El hiomandibular está representado por una cabeza articular y un proceso descendente. La cabeza articular tiene forma de rectángulo con los márgenes anterior y posterior ligeramente redondeados y con el margen dorsal ligeramente convexo. El eje mayor de la cabeza articular está orientado anteroventral-posterodorsalmente, pero esta

orientación podría ser el resultado de deformación durante procesos tafonómicos. Este eje tiene una longitud de aproximadamente 60 mm y es casi dos veces más largo que su eje menor. La cabeza articular sutura lateroposteriormente con el pterótico y lateroanteriormente con el autosfenótico. Anteriormente, conecta el metapterigoides y posteriormente articula con la región dorsal del preopérculo.

La región ventral del hiomandibular es un hueso largo y esbelto con márgenes rectos. Su eje mayor está orientado en sentido dorsoventral y tiene una longitud de aproximadamente 70 mm, mientras que el eje menor alcanza una longitud de 5 mm. Anteriormente, la región ventral del hiomandibular articula el metapterigoides y posteriormente, el margen rostral del preopérculo.

El metapterigoides es un elemento de gran tamaño fragmentado ventralmente, por lo que el contacto con el cuadrado no es visible. Este hueso alcanza una longitud dorsoventral y anteroposterior de 50 mm y 40 mm respectivamente.

El entopterigoides es un hueso largo y esbelto colocado por debajo del margen ventral de la órbita. Su eje mayor está dirigido anteroposteriormente y tiene una longitud de 80 mm aproximadamente, siendo ocho veces más largo que el eje menor. Dorsoposteriormente, el entopterigoides articula con el metapterigoides y ventralmente articula con toda la superficie dorsal del ectopterigoides

El ectopterigoides es similar en forma al entopterigoides. Su eje mayor tiene una longitud de 75 mm mientras que su eje menor alcanza los 10 mm. Posteriormente, el ectopterigoides es alcanzado por el cuadrado y ventralmente está en contacto (visual) con el maxilar. Anteriormente, tanto el entopterigoides como el ectopterigoides están en contacto con fragmentos amorfos de aproximadamente 20 mm de longitud y 5 mm de alto. De acuerdo a su posición, estos fragmentos podrían representar restos del palatino.

El cuadrado es un hueso triangular. Su eje mayor está orientado dorsoventralmente y tiene una longitud aproximada de 35 mm. Ventralmente, este hueso es estrecho (5 mm) volviéndose más ancho dorsalmente (33 mm). Ventralmente, el cuadrado porta un proceso redondeado para la articulación de la mandíbula inferior. Anteriormente, el cuadrado articula con el ectopterigoides, ventralmente con la mandíbula inferior y posteriormente está en contacto con un par de huesos tabulares no identificados.

Mandíbula superior

La mandíbula superior consiste en un supramaxilar, un maxilar y un premaxilar. El supramaxilar es un elemento largo y esbelto. Su eje mayor se dirige anteroposteriormente y tiene una longitud de 50 mm, siendo diez veces más largo que su eje menor. Ventralmente, el premaxilar articula con el maxilar y posteriormente alcanza (visualmente) al cuadrado.

El maxilar es el elemento de mayor tamaño representando el 75 % del total de la longitud de la mandíbula superior. Su eje mayor tiene una longitud de 115 mm y es 10.5 veces más largo que el eje menor. El eje mayor está dirigido anteroposteriormente, pero en el último tercio del hueso, éste se curva en dirección ventral. El maxilar tiene una hilera simple de dientes ligeramente curvos en dirección posterior y cuyas coronas alcanzan 3 mm de altura. Esta hilera no está completa y sólo 14 dientes fueron contados. Más detalles no fueron observados.

El premaxilar yace anteriormente al maxilar. Su eje mayor tiene una longitud de 35 mm aproximadamente y es tres veces más largo que su eje menor. Ventralmente, el premaxilar presenta siete dientes curvos en dirección posterior, con coronas que alcanzan de 3 a 5 mm de altura. La presencia de una o más hileras de dientes internos es difícil de estimar en el espécimen referido.

Mandíbula inferior

La mandíbula representa la estructura de mayor tamaño de la cabeza. Tiene un contorno triangular y alcanza una longitud total (antero-posterior) de 143 mm.

El dentario es el elemento más grande de la mandíbula, representa el 63% de la longitud de ésta. En la sínfisis dentaria, este hueso tiene una altura máxima de 10 mm aproximadamente, pero posteriormente, al nivel de su articulación con el angular, la altura del dentario llega a ser cinco veces mayor. Sólo cinco dientes han sido preservados en el borde dorsoanterior del dentario. Estos dientes tienen coronas con una altura que varía de 3 a 5 mm y están ligeramente curvos en dirección posterior.

El angular y el articular se fusionan y forman el complejo angulo-articular. Este complejo es grande y está situado en la parte posterior de la mandíbula. El angulo-articular tiene una altura máxima de 35 mm mientras que su longitud máxima alcanza casi los 40 mm. En su parte posterior, este elemento tiene un proceso articular bien desarrollado el cual está dirigido en sentido posterior y tiene una longitud de 28 mm, siendo casi dos veces más largo que alto. En este espécimen, el proceso articular del

dentario derecho está rotado ligeramente en dirección ventral. Ventroposteriormente, este complejo articula con el retroarticular y rostralmente con el dentario.

Existe un elemento pequeño situado debajo del margen ventral del anguloarticular. Este tiene una longitud de 10 mm y una altura de casi 3 mm, y su eje mayor se extiende anteriormente desde el proceso articular del angular hasta el margen posterior del complejo angulo-articular (Fig. 10.1). Las suturas entre este elemento y el angular no se encuentran expuestas claramente, pero de acuerdo a su posición, este elemento podría ser interpretado como el retroarticular.

Huesos operculares

La serie opercular está compuesta por un opérculo, un preopérculo y fragmentos del supraopérculo. El preopérculo puede ser dividido en una región dorsal y una región ventral. La región dorsal es larga y delgada. Su eje mayor está orientado dorsoventralmente y tiene una longitud de 70 mm, siendo siete veces más largo que el eje menor. La región ventral es tres veces más alta que la región dorsal. Su eje mayor está orientado perpendicularmente al eje mayor de la región dorsal y alcanza una longitud de 5 mm, siendo 1.5 veces más largo que su eje menor. La ornamentación consiste en crestas radiales situadas en la región rostral de este elemento.

El opérculo está incompleto, carece de su región posteroventral. El margen anterior de este elemento es recto mientras que sus márgenes posterior y dorsal son ligeramente redondeados. Su eje mayor está dirigido dorso-ventralmente y alcanza una longitud de 120 mm mientras que su eje menor tiene una longitud de 60 mm en su región dorsal. La ornamentación está representada por crestas de hasta 30 mm de longitud y 5 mm de ancho, las cuales se extienden desde el margen anterior hasta el margen posterior del opérculo.

El subopérculo está preservado como un fragmento de forma triangular que alcanza una longitud anteroposterior de 8 mm aproximadamente. Dicho fragmento está localizado ventralmente al opérculo y puede ser observado debido a la pérdida de la región ventral del opérculo.

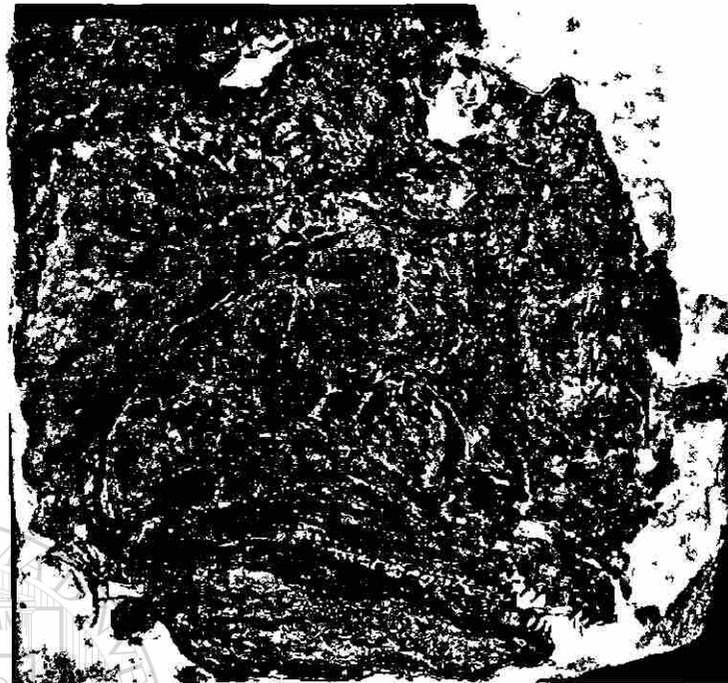


Fig. 10.1. Elementos craneales de un espécimen indeterminado del suborden Pachyrhizodontoidei, basado en FCT-162. Barra de escala = 20 mm.

DISCUSIÓN

Los caracteres preservados en FCT-162 que coinciden con aquellos descritos por FOREY (1977) en la definición del suborden Pachyrhizodontoidei son los siguientes: presencia de hocico terminal y mandíbulas grandes; frontal grande (56% de la longitud del techo del cráneo en FCT-162); dermetmoideo grande (FCT-162 ocupa el 20% del total de la longitud de la bóveda craneal); parietales pequeños (15% de la longitud del techo craneano); ausencia de rama parietal del canal sensorial supraorbitario; nasales pequeños (la longitud de sus ejes en FCT-162 es de 20 mm); supraoccipital pequeño (longitud aproximada de 20 mm) con cresta poco desarrollada; articular con cabeza articular simple; premaxilar con proceso dorsal pequeño, una hilera única de dientes marginales; mandíbula inferior de poca altura y con un proceso postarticular bien desarrollado; y un supraorbital grande que conecta a un dermosfenótico.

Debido al tipo de preservación, los especímenes de Vallecillo no exponen suficientes caracteres para su colocación en una de las dos familias (Notolepidae o Pachyrhizodontidae) del orden Pachyrhizodontoidei. Sin embargo, algunos caracteres expuestos en este espécimen pueden ser discutidos.

Los frontales

Tanto el frontal derecho como el izquierdo están bien preservados en FCT-162.

Al comienzo del tercer tercio del frontal derecho, el margen externo de este hueso es convexo ("excavated" sensu FOREY, 1977) arriba de la espina del esfenótico. Este carácter también es descrito por FOREY (1977) como diagnóstico para la familia Pachyrhizodontidae, mientras que en *Elopopsis* (FOREY, 1977; MAISEY, 1991b) y peces de la familia Notolepidae este carácter está ausente (FOREY, 1977; Fig. 10.2).

Ventralmente, el frontal proyecta una espina que alcanza el margen dorsal del esfenótico (Fig. 10.2). Este carácter también está presente en *Goulmimichthys arambourgi* (CAVIN, 1995, 1997a,b) y *Goulmimichthys* sp. nov. de Vallecillo, mientras que en otros pachyrhizodontidos como *Rhacolepis buccalis* (FOREY, 1977; MAISEY, 1991b) *Pachyrhizodus megalops* (FOREY, 1977), *Pachyrhizodus salmoneus* (WENZ & FRICOT, 1985), *Pachyrhizodus marathonsensis* (FOREY, 1977) y *Greenwoodella tockensis* (TAVERNE, 1991a), este carácter está ausente.

Parietales

En FCT-116 los dos parietales están preservados como fragmentos pequeños con contornos irregulares. Desafortunadamente, debido a la preservación del material, no es posible definir si ambos parietales están separados entre ellos por el supraoccipital o están unidos en su línea media (Fig. 10.2). Parietales separados son reportados por FOREY (1977) para miembros de la familia Pachyrhizodontidae (*Rhacolepis*, *Pachyrhizodus* y *Elopopsis*) mientras que en la familia Notolepidae ambos parietales están medialmente unidos (FOREY, 1977; MAISEY, 1991b).

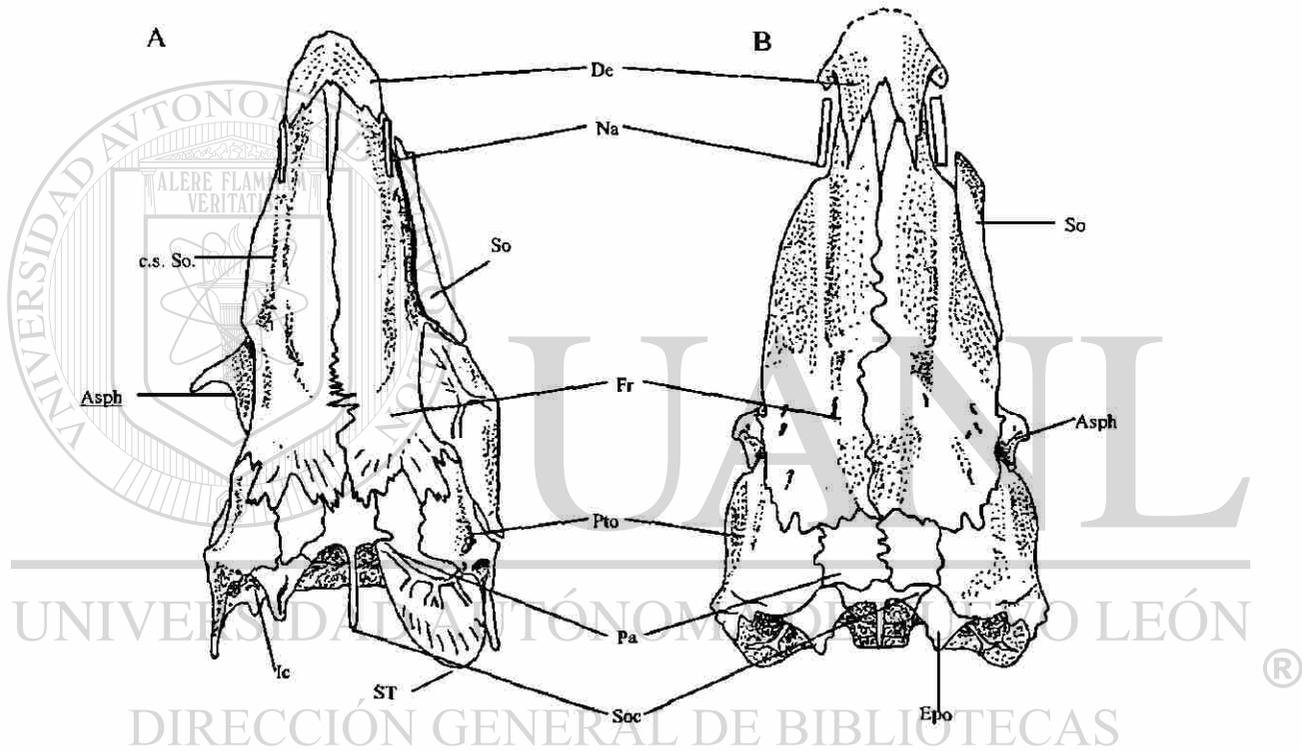


Fig. 10.2. Restauración del techo del cráneo de dos familias de Pachyrhizontoidei. A) *Rhacolepis buccalis* (Familia Pachyrhizodontidae). B) *Notelops brama* (Familia Notolepidae) (Modificado de FOREY, 1977; sin escala).

Mandíbula inferior

La mandíbula inferior está formada por un dentario, un complejo anguloarticular y un retroarticular. Estos caracteres han sido descritos por FOREY (1977) para peces de la familia Pachyrhizodontidae mientras que en la familia Notolepidae la mandíbula

inferior está formada por un dentario, un angular, un articular y un retroarticular bien definidos (FOREY, 1977; Fig. 10.3).

La presencia de una hilera única en el margen dorsal del dentario no es posible de observar en los especímenes de Vallecillo.

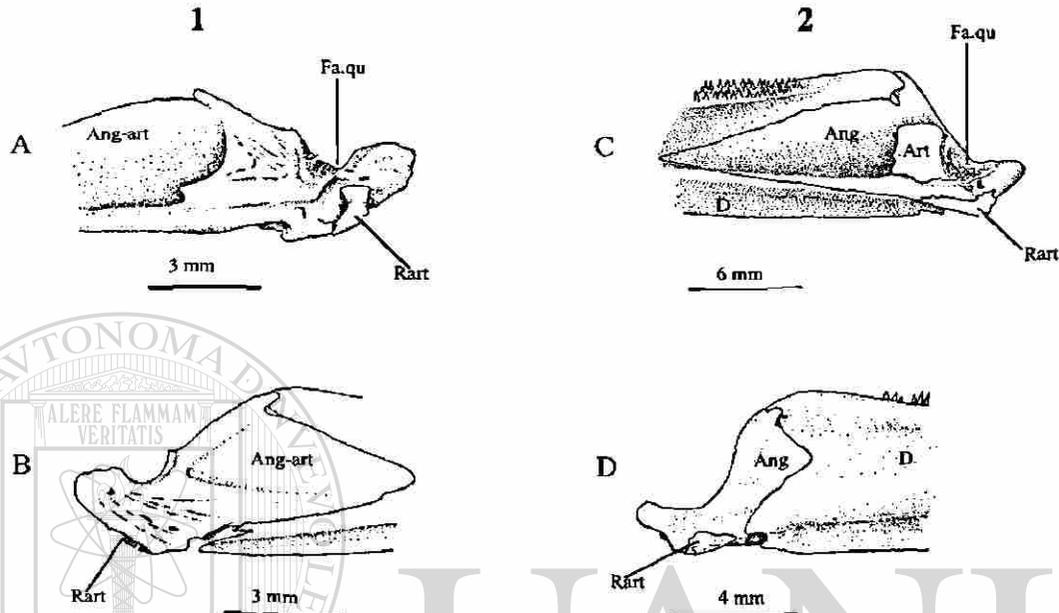


Fig. 10.3. Comparación de mandíbulas inferiores de dos familias de Pachyrhizodontoidei. 1. Parte posterior de la mandíbula de *Rhacolepis buccalis* (Pachyrhizodontidae) en vista medial (A) y vista externa (B). 2 Parte posterior de la mandíbula de *Notelops brama* (Notolepidae) en vista medial (C) y vista lateral (D). (Modificado de FOREY, 1977).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Aunque FCT-162 no expone caracteres suficientes para ser colocado en Notolepidae o Pachyrhizodontidae, expone dos caracteres que hasta ahora son conocidos sólo en Pachyrhizodontidae. Estos caracteres son: presencia de un frontal con una concavidad en su margen externo justo arriba del esfenótico y la presencia de un complejo anguloarticular. Sin embargo, la presencia de más caracteres diagnósticos son requeridos para asignar un nivel taxonómico menor dentro del orden Pachyrhizodontoidei.

ORDEN ELOPOMORPHA
SUBORDEN PACHYRHIZODONTOIDEI FOREY, 1977
FAMILIA PACHYRHIZODONTIDAE COPE, 1872
GÉNERO: *Goulmimichthys* CAVIN, 1995
***Goulmimichthys roberti* nov. sp.**
(NUEVA ESPECIE)

ESPECIE TIPO: *Goulmimichthys arambourgi* CAVIN, 1995

ESPECÍMENES REFERIDOS: Holotipo: FCT-280, cráneo y columna vertebral articulados, aletas dorsal y caudal no preservadas. Paratipos: FCT-251, cráneo parcialmente articulado. FCT-278, columna vertebral y aleta caudal completas y articuladas; pérdida de cráneo. FCT-281, cráneo desarticulado. Otros especímenes: FCT-003, cráneo totalmente desarticulado.

DIAGNOSIS DEL GÉNERO (CAVIN, 1995)

“Pachyrhizodontid fish in which a well developed supraoccipital crest extends posteriorly to the braincase; pterotics produced as posteriorly directed spines; epioccipital produced as posterior blunt process; exoccipitals do not reach ventrally the parasphenoid; exoccipitals meeting above and below the foramen magnum; parasphenoid with two shallow lateral wings at its anterior extremity; vomer bears anteriorly a patch of minute teeth; five free infraorbitals; entopterygoids with a patch of minute pointed teeth; palatine with a broad maxillary process; preopercular with a wide and truncated dorsal limb; pelvic bone with a thin and elongated anterior process and with a well developed lateral iliac process; fin rays counts: pectoralis, 15; ventralis, 13”.

DIAGNOSIS DE LA ESPECIE

Goulmimichthys con una longitud que varía entre 300-400 mm. Vómer edentado. Premaxilar con proceso dorsal. Maxilar con un proceso redondeado colocado en su margen dorsal al nivel del comienzo del segundo tercio o bien segunda mitad de su longitud. Maxilar y dentario con dientes cónicos y curvos en dirección posterior y cuyas coronas alcanzan una altura de 2 mm. Aleta pectoral es sostenida oblicuamente al margen ventral del cuerpo. Aleta pectoral con 15-17 rayos. Aleta dorsal porta 21 rayos. Aleta pélvica porta 16 rayos.

DESCRIPCIÓN

Los especímenes de referencia de Vallecillo consisten en peces fusiformes cuya longitud varía entre 300-400 mm. Su cráneo es relativamente grande, y está contenido 3.5 veces en la longitud del cuerpo (Fig. 10.4, 10.5 y 10.6).

Cráneo

El cráneo no está completo en ningún espécimen de referencia. El supraoccipital, el exoccipital, el intercalar, el temporal y el posttemporal se preservaron. Por otro lado, la sutura entre otros elementos craneales no está claramente definida.

El cráneo es una estructura triangular en vista lateral y su longitud es 2.3 veces más larga que su altura. El frontal está completo en FCT-280 (Fig. 10.7), fragmentado en FCT-251 (Fig. 10.8) y no preservado en FCT-003 (Fig. 10.9) y FCT-281 (Fig. 10.10). Este hueso es largo y delgado. Su eje mayor está dirigido en sentido anteroventral-posterodorsal y tiene una longitud de 70 mm siendo aproximadamente 20 veces más largo que su eje menor. En FCT-280 el frontal tiene un proceso distalmente fragmentado, el cual se proyecta ventralmente alcanzando la espina del autosfenótico. Esta estructura posiblemente representa la lámina lateral ("lateral lamina") del frontal citada por CAVIN (1995) para *Goulmimichthys arambourgi*. De acuerdo a este autor, esta lámina participa en la formación de la expansión lateral del autosfenótico.

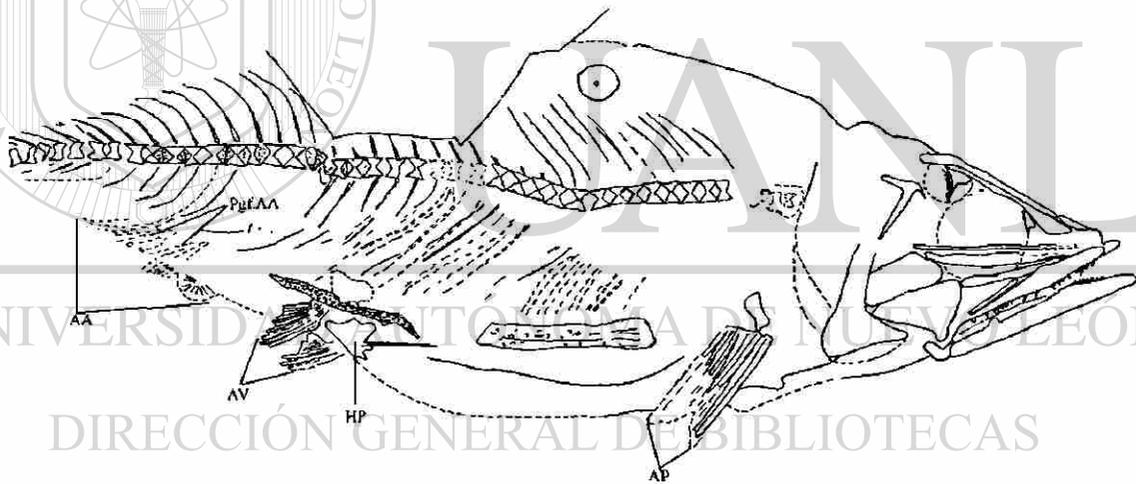
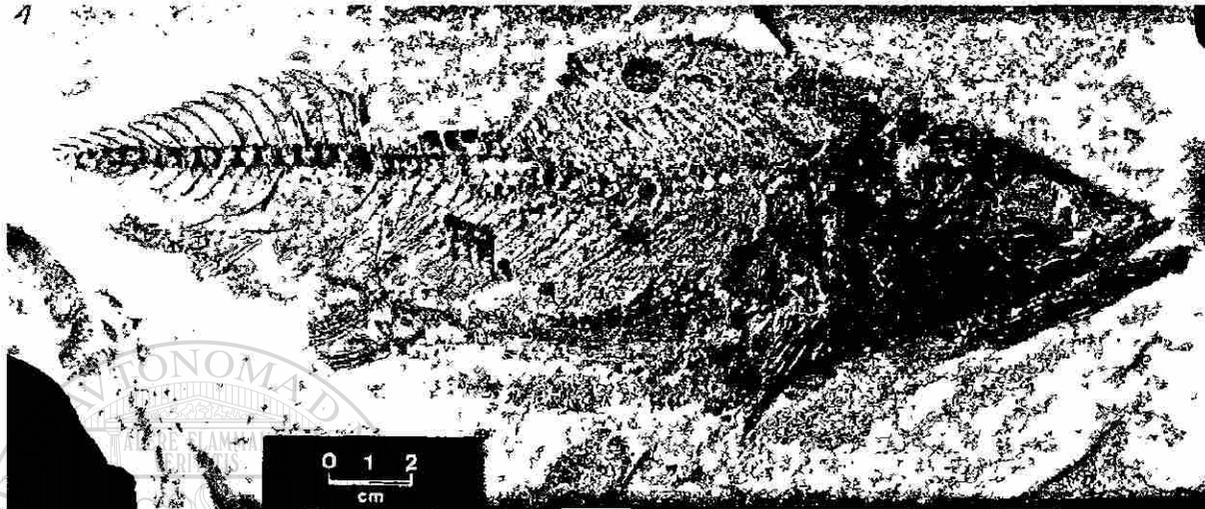


Fig. 10.4. Esqueleto parcial de *Goulmimichthys* nov. sp., basado en FCT-280. Escala ilustrada en la fotografía.

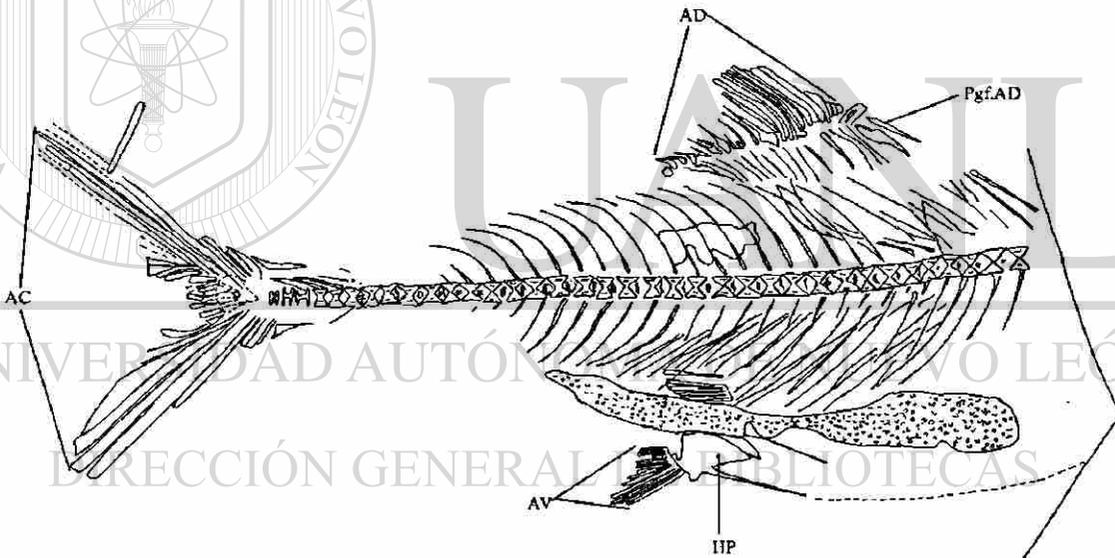
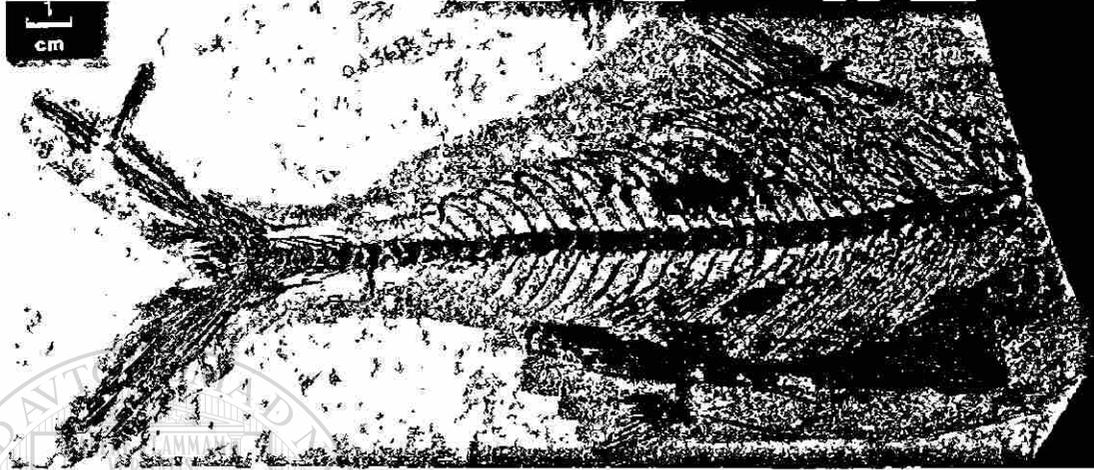


Fig. 10.5. Esqueleto parcial de *Goulmimichthys* nov. sp. que expone pérdida de cráneo. Basado en FCT-278. Escala ilustrada en la fotografía.

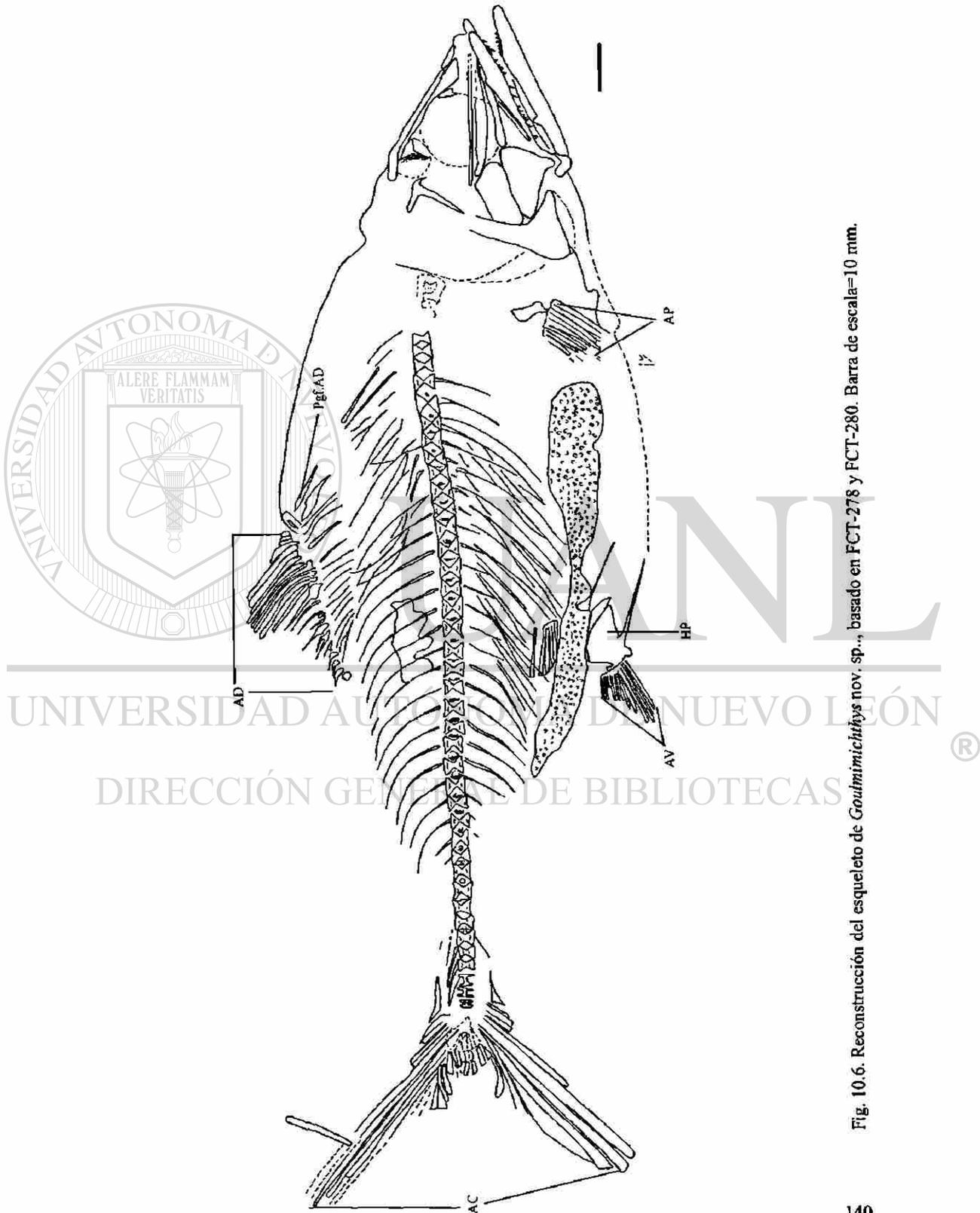


Fig. 10.6. Reconstrucción del esqueleto de *Goulmimichtys* nov. sp., basado en FCT-278 y FCT-280. Barra de escala=10 mm.

En FCT-280 (Fig. 10.7) el pterótico presenta forma irregular y porta un par de fosas, una en posición anterior y la segunda posterior. Su distancia máxima está dirigida en dirección posteroventral-anterodorsalmente y es 1.2 veces más larga que su distancia más corta. El pterótico forma la pared anterolateral del cráneo y anteriormente, porta la mitad posterior de la faceta para el hiomandibular y de la fosa dilatatoria, la cual lo separa del esfenótico. Posteriormente, el pterótico forma la pared anterior de la fosa del epiótico-pterótico. Ventroposteriormente, este hueso porta una espina prominente, la cual está dirigida posteriormente y alcanza una longitud de 25 mm.

El epiótico está preservado sólo en FCT-280 (Fig. 10.7). Este tiene un contorno irregular, está dirigido anteroposteriormente y alcanza una longitud de 5 mm. Anteriormente, el epiótico forma la mitad anterior de la fosa del epiótico-pterótico. Posteriormente, este elemento porta un proceso redondeado el cual se extiende hacia la región posterior del cuerpo.

El parietal es observado solo en FCT-280 (Fig. 10.7) como un fragmento largo y orientado en sentido antero-posterior. Este fragmento es aproximadamente dos veces más largo que alto y ventralmente, alcanza el margen dorsal del autosfenótico.

El basioccipital está presente sólo en FCT-280 (Fig. 10.7). Este elemento tiene forma irregular y está situado en el margen posterior del neurocráneo. Este forma el cóndilo occipital y representa el punto de articulación entre el neurocráneo y la primera vértebra de la columna. Debido a fragmentación del material, los límites entre el basioccipital y otros elementos craneales no son reconocibles.

En FCT-280 (Fig. 10.7) el proótico está preservado como un fragmento redondeado situado anteriormente al brazo descendente del hiomandibular. La articulación entre este hueso y otros elementos craneales tales como el pterótico y el basioccipital no están preservados.

El autosfenótico está preservado sólo en FCT-280 (Fig. 10.7). Este elemento es triangular y tiene márgenes redondeados, está situado en el margen dorsoposterior de la órbita. Su eje mayor tiene una longitud de 1 mm y está orientado anteroposteriormente. Posteriormente, el autosfenótico forma la pared anterior de la fosa dilatatoria y participa en la formación de la región anterior de la faceta del hiomandibular. Ventrolateralmente, este hueso porta una espina prominente (50 mm de longitud) que, en un estado inicial pudo estar dirigida lateralmente. La orientación ventral actual es secundaria como consecuencia de la fragmentación sufrida por el cráneo en FCT-280. Dorsalmente, esta espina es alcanzada por el proceso ventral del frontal.

El parasfenoides es una estructura larga y delgada y que carece de dentición. Su eje mayor se extiende desde el margen posteroventral de la órbita hasta el margen anterior del neurocráneo y es aproximadamente 40 veces más largo que su eje menor. Posteriormente, el parasfenoides conecta al proótico y ventralmente es alcanzado por el entopterigoides.

El vómer está expuesto sólo en FCT-280 (Fig. 10.7) y consiste en un fragmento redondeado situado anteriormente al margen anterior del parasfenoides. Este elemento carece de dentición.

El lateraletmoideo está preservado en FCT-280 (Fig. 10.7) y FCT-003 (Fig. 10.9). Esta estructura tiene forma de triángulo isósceles con su eje mayor orientado anteroventral-posterodorsalmente y con una longitud de aproximadamente 7 mm. Este hueso está situado anteriormente al margen anterior de la órbita.

El dermetmoideo está presente solo en FCT-280 (Fig. 10.7). Este hueso tiene forma irregular. Su eje mayor está orientado anteroventral-posterodorsalmente y alcanza una longitud de 5 mm.

Serie Circumorbital

La serie circumorbital no está completa en ninguno de los especímenes referidos. El supraorbital está completo únicamente en FCT-280 (Fig. 10.7) mientras que en FCT-251 (Fig. 10.8) tiene forma irregular y en FCT-003 (Fig. 10.9) y FCT-281 (Fig. 10.10) no está preservado. En FCT-280 este hueso tiene forma de triángulo isósceles y rodea el margen anterodorsal de la órbita. Su eje mayor tiene una longitud de 40 mm y está dirigido anteroventral-posterodorsalmente y es cuatro veces más largo que la base del triángulo, la cual forma el margen antero-ventral del hueso.

El infraorbital V está presente únicamente en FCT-003 (Fig. 10.9) como un molde externo. Este elemento tiene forma de un rectángulo con márgenes rectos. Su eje mayor está dirigido anteroposteriormente y es aproximadamente tres veces más largo que su eje menor. Este hueso está ornamentado por estrías orientadas en sentido anteroposterior y por pequeños huecos dispuestos en varias hileras orientadas de igual manera que la estriación.

Suspensorio

El hiomandibular está preservado en FCT-280 (Fig. 10.7) y FCT-251 (Fig. 10.8) como un elemento incompleto. Su cabeza articular está preservada como un fragmento

de forma irregular. El eje mayor mide 6 mm y está dispuesto anteroposteriormente en FCT-251 y anteroventralmente-posterodorsalmente en FCT-281 (Fig. 10.10). En éste último, esta orientación puede ser producto de deformaciones sufridas durante la preservación. La región ventral del hiomandibular es un elemento largo y delgado. En ambos especímenes, su eje mayor está orientado a 90 grados del eje mayor de la cabeza articular.

El metapterigoides está fragmentado en FCT-280 (Fig. 10.7) y 281 (Fig. 10.10) mientras en FCT-251 (Fig. 10.8) está expuesto como una estructura rectangular con márgenes redondeados. Este elemento es 2.5 veces más largo que alto y su eje mayor se encuentra dirigido en sentido anteroposterior. Ventralmente, el metapterigoides articula con el cuadrado y anteriormente con el ento- y ectopterigoides.

El entopterigoides está incompleto en todos los especímenes referidos. En FCT-280 (Fig. 10.7), es donde este elemento está mejor preservado y consiste en un hueso elongado con sus márgenes anterior y posterior ligeramente redondeados. Su eje mayor está orientado en sentido anteroposterior y es 4.5 veces más largo que su eje menor. La presencia de alvéolos u otras evidencias de dentición no han sido observadas. El entopterigoides articula dorsalmente con el parasfenoides, ventralmente con el ectopterigoides y posteriormente con el metapterigoides.

El ectopterigoides es un hueso edentado de forma alargada que presenta una forma irregular. Este hueso es seis veces más largo que alto y su eje mayor está orientado paralelamente al ángulo mayor del entopterigoides.

El palatino es observado en FCT-251 (Fig. 10.8) y FCT-281 (Fig. 10.10) como un fragmento situado en la región rostral del neurocráneo. En FCT-281 este hueso está representado por un pequeño fragmento de forma irregular aproximadamente seis veces más largo que alto. Este fragmento es de forma irregular y sus márgenes están ligeramente redondeados.

El cuadrado está bien expuesto en FCT-280 (Fig. 10.7) y FCT-281 (Fig. 10.10) mientras que en FCT-251 su margen ventral está fragmentado. Este elemento asemeja un triángulo equilátero con márgenes rectos. Su eje mayor tiene una longitud de 10 mm y está dirigido dorso-ventralmente. Posteriormente, su margen dorsal tiene una concavidad para el simpléctico.

Mandíbula superior

La mandíbula superior de los pachirhizodóntidos de Vallecillo está compuesta por un premaxilar, un maxilar y un supramaxilar único.

Restos del premaxilar están expuestos en FCT-281 (Fig. 10.10) mientras que en FCT-280 (Fig. 10.7) este hueso está completo. Es un hueso rectangular con su eje mayor orientado anterodorsal-posteroventralmente. Este eje es aproximadamente dos veces más largo que el eje menor. El premaxilar porta ventralmente una hilera única de pequeños dientes. Estos dientes son curvos en sentido posterior y sus coronas alcanzan una altura de 1 mm. En FCT-280 cinco dientes fueron contados pero la serie está incompleta, estando los dientes anteriores ausentes. Posteriormente, el premaxilar articula con el maxilar.

El maxilar está completo sólo en FCT-280 (Fig. 10.7) mientras que en FCT-251 (Fig. 10.8) y FCT-281 (Fig. 10.10) este elemento está incompleto. En FCT-280 el maxilar es un hueso alargado con su eje mayor dirigido anterodorsal-posteroventralmente y es aproximadamente cuatro veces más largo que su eje menor. Al igual que el premaxilar, este hueso porta una hilera única de pequeños dientes curvos en dirección posterior y que poseen coronas con una altura de 2 mm. El número de dientes no pudo ser estimado. En FCT-281 y FCT-280 el margen dorsal del maxilar porta un proceso redondeado situado a nivel del primer tercio de la longitud del hueso. Este proceso es citado por FOREY (1977) como un caracter de *Rhacolepis* mientras que de acuerdo con CAVIN (1995) esta estructura no está presente en *Goulmimichthys arambourgi* (ver discusión).

Todos los especímenes de referencia, excepto FCT-003, presentan una maxila única desdentada. Este hueso es largo, delgado y con márgenes redondeados y su longitud es aproximadamente seis veces su altura. Su eje mayor está orientado paralelamente al eje mayor del premaxilar y el maxilar. Ventralmente, el supramaxilar articula con el margen dorsal del maxilar.

Mandíbula inferior

El dentario es el elemento de mayor tamaño de la mandíbula. Este hueso se encuentra bien preservado en FCT-251 (Fig. 10.8), mientras que en FCT-003 (Fig. 10.9), FCT-281 (Fig. 10.10) y FCT-280 (Fig. 10.7) es un hueso con forma irregular. En FCT-251 el dentario presenta una forma de triángulo isósceles. Su eje mayor está dirigido en sentido anterodorsal-posteroventral y es 3,5 veces más largo que la base del

triángulo (margen posterior). El borde dorsal de la región caudal del dentario porta una hilera única de dientes curvos en dirección posterior y que presentan coronas que alcanzan hasta los 2mm. El número total de dientes mandibulares es desconocido.

El angular y el articular están fusionados formando el complejo anguloarticular. Posteriormente, este complejo porta un proceso articular bien desarrollado colocado posteriormente a la faceta para la articulación del cuadrado. En todos los especímenes de referencia de Vallecillo, la articulación entre el cuadrado y el complejo anguloarticular está situada al nivel del margen posterior de la órbita.

El retroarticular no fue observado.

Huesos operculares

Los huesos operculares están fragmentados en todos los especímenes, pero están casi completos en FCT-251 (Fig. 10.8).

El preopérculo está dividido en una región dorsal y una ventral. La región dorsal tiene forma de un rectángulo con márgenes rectos. Su eje mayor está dirigido dorsoventralmente y es aproximadamente cuatro veces más largo que su eje menor. La región ventral tiene forma trapezoidal con márgenes rectos. La longitud máxima de este hueso (alcanzada en su margen ventral) es aproximadamente 1.8 veces más largo que el eje del trapecoide. Restos del canal sensorial están expuestos en la región ventral del opérculo. Este canal se extiende desde el margen anterior de la región ventral del opérculo hasta el borde ventral de la región dorsal. La región ventral del preopérculo exhibe ornamentación radial que se extiende desde el centro del hueso del margen ventral del mismo.

El opérculo es completo en FCT-281 (Fig. 10.10) y FCT-251 (Fig. 10.8), pero no preservado en FCT-003 (Fig. 10.9) y FCT-280 (Fig. 10.7). Este hueso es una estructura rectangular con sus bordes anterior, posterior y ventral muy redondeados. Su eje mayor es 1.2 veces más largo que su eje menor y está orientado en sentido anteroposterior. En FCT-251 y FCT-281 la ornamentación consiste en estrías radiales que se extienden desde el centro del hueso hasta los márgenes.

El subopérculo está dorsalmente traslapado por el opérculo. Ventralmente, este hueso presenta márgenes redondeados. Más detalles sobre esta estructura no fueron observados.

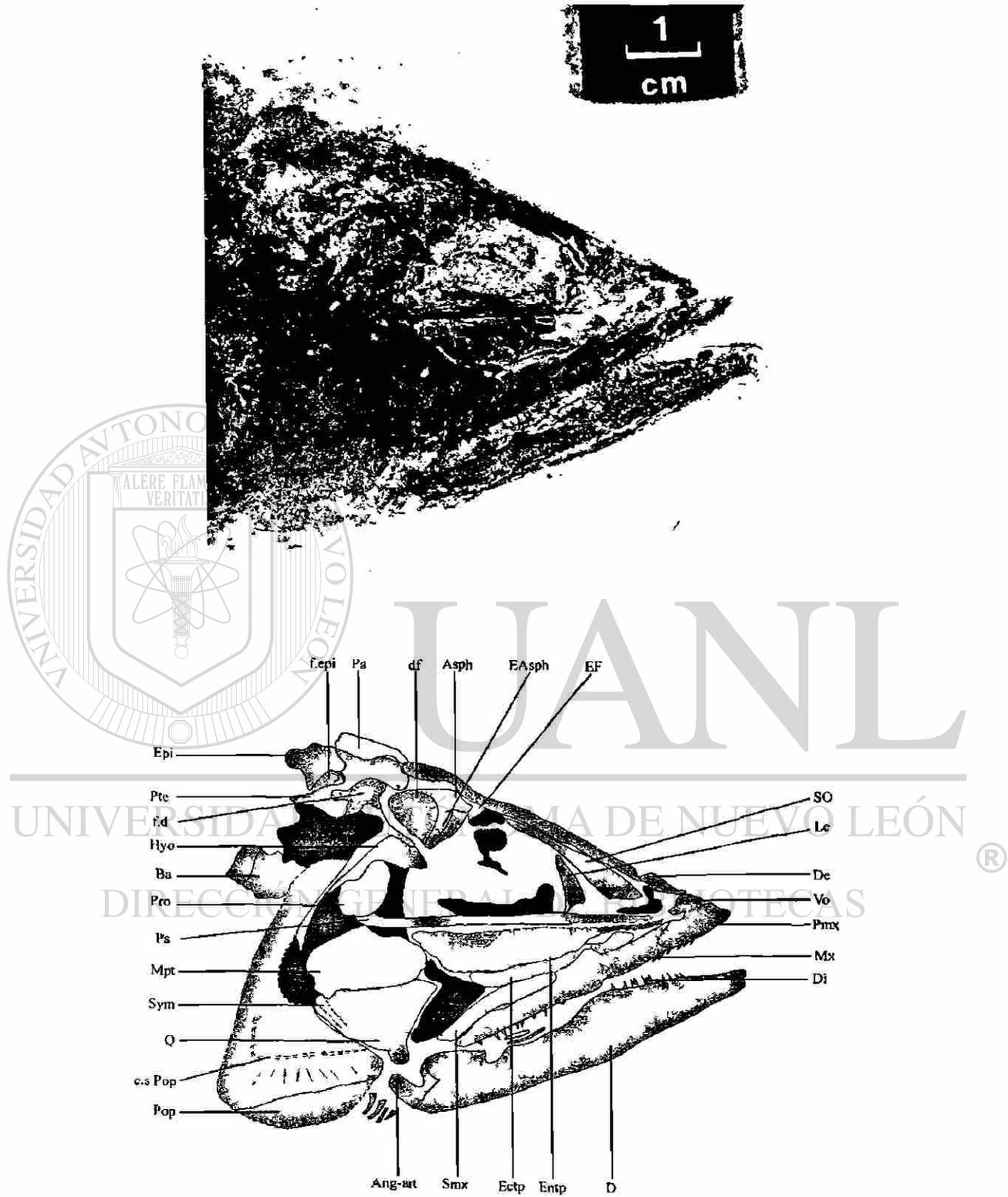


Fig. 10.7. Elementos craneales de *Goulmimichthys* nov. sp., basados en FCT-280. Escala ilustrada en la fotografía.

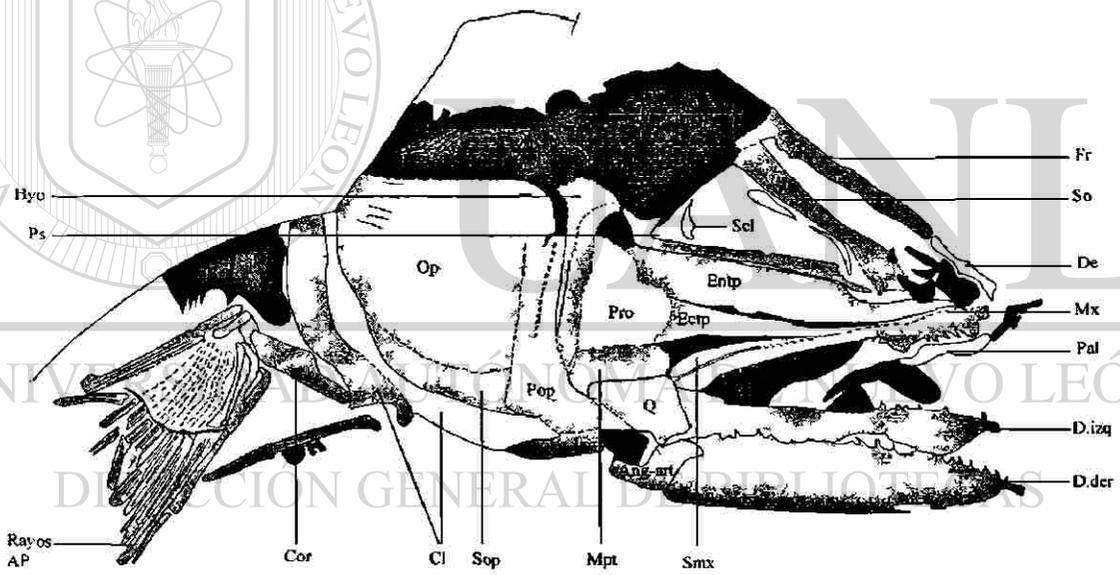
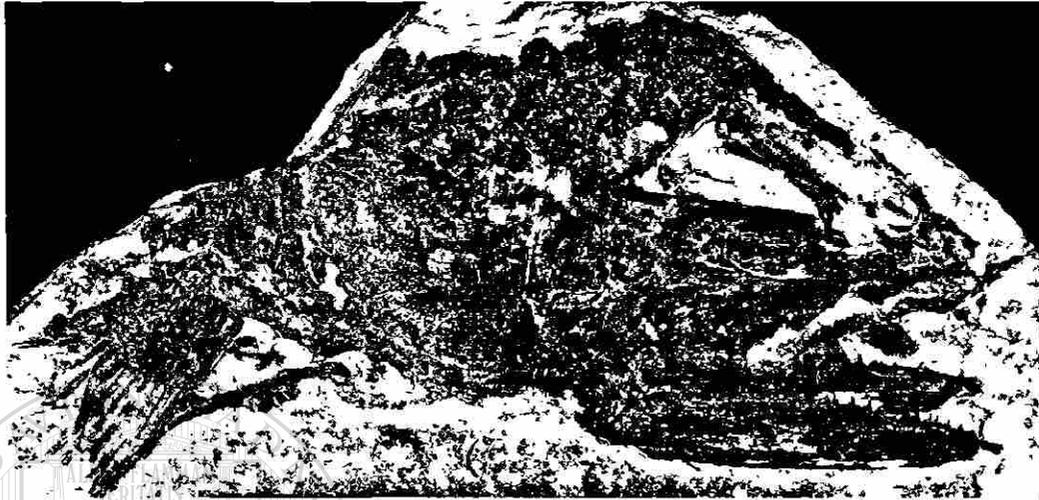


Fig. 10.8. Elementos craneales de *Goulmimichthys* nov. sp., basados en FCT-251. Barra de escala=10 mm.



Fig. 10.9. Elementos craneales de *Goulmimichthys* nov. sp., basados en FCT-003. Barra de escala = 10 mm.



Fig. 10. 10. Elementos craneales de *Goulmimichthys* nov. sp., basados en FCT-281. Barra de escala =10mm.

Rayos Branquiostegales

Del sistema hioideo, sólo los rayos branquiostegales están preservados. En todos los especímenes de referencia los rayos branquiostegales se encuentran preservados como fragmentos o como moldes externos de estructuras completas. En FCT-003 (Fig. 10.9), trece rayos fueron contados. Éstos tienen una longitud de 4 mm y están ligeramente dirigidos en dirección posterior.

Cintura y Aleta Pectoral

Cintura y aleta pectoral completa no han sido preservadas en ninguno de los especímenes de referencia. Elementos tales como el supratemporal, el posttemporal, el escapular y el mesacoracoides no están preservados.

El cleitro está fragmentado en FCT-251 (Fig. 10.8), mientras que en FCT-003 (Fig. 10.9) está completo. En FCT-003, la región dorsal es una estructura alargada y esbelta. Su eje mayor es tres veces más largo que el eje menor y se encuentra dirigido dorsoanterior-ventroposterior. La región ventral está fragmentada en su margen anterior en FCT-251 mientras que en FCT-003 está completa. En este último, el eje mayor está orientado a 90 grados del eje mayor de la región dorsal y es aproximadamente cuatro veces más largo que su eje menor. En FCT-003 el cleitro se une al coracoides ventralmente.

El coracoides está preservado en FCT-251 (Fig. 10.8) como un fragmento alargado mientras que en FCT-003 (Fig. 10.9) está completo. Este hueso es cinco veces más largo que alto y su eje mayor está dirigido anteroventral-posterodorsalmente.

La aleta pectoral está sostenida de forma oblicua formando un ángulo variable entre el margen ventral del cuerpo. Un total de quince rayos fueron observados en FCT-251 (Fig. 10.8) y FCT-280 (Fig. 10.7). Más detalles de esta estructura no fueron observados.

Columna Vertebral

La columna vertebral no ha sido completamente rescatada en ninguno de los especímenes referidos. Sin embargo, de acuerdo a comparaciones entre especímenes con fragmentos de columnas bien preservados (FCT-278, Fig. 10.5 y FCT-280, Fig. 10.4) aproximadamente 44 vértebras fueron estimadas. Posiblemente entre cinco y seis vértebras han sido perdidas en la región anterior de la columna, lo que sugiere un total

aproximado de 49-50 vértebras. El número de vértebras precaudales y caudales es hasta ahora desconocido.

Los centros vertebrales son 1.4 veces más largos que altos. Los arcos neurales son autógenos en las vértebras precaudales, pero están fusionados con su respectivo centro en las vértebras caudales. Los epineurales están presentes pero su número es aún desconocido. Estas estructuras están aparentemente fusionadas a los arcos neurales. Los arcos neurales más anteriores portan un par de espinas bien desarrolladas.

Aleta Ventral

La aleta ventral corresponde al modelo descrito por CAVIN (1995; 1997a,b; 2001) para *G. arambourgi*. El margen anterior de la aleta está situado al nivel de la vértebra 29-30. El hueso pélvico tiene una longitud de 12 mm y porta anteriormente un proceso muy alargado y delgado que alcanza una longitud de 15 mm y una altura de casi 1 mm (Fig. 10.11). La región iliaca tiene un proceso lateral ancho y redondeado, y no espinoso como en *Rhacolepis*. Anterolateralmente, el hueso pélvico porta una faceta para la articulación con los rayos de la aleta pélvica. En los especímenes de referencia la aleta pélvica está compuesta por 16 rayos.

Aleta Dorsal

La aleta dorsal está preservada en FCT-278 (Fig. 10.5). En estos especímenes el margen anterior de la aleta dorsal está situado al nivel de la vértebra 20-21, mientras que el margen posterior está colocado al nivel de la vértebra 29. Los primeros tres pterigóforos de la aleta dorsal son los de mayor longitud alcanzando una longitud de 15 mm mientras que los pterigóforos colocados en la parte posterior de la aleta dorsal alcanzan una longitud de 10 mm. Los primeros tres rayos de la aleta dorsal son los de menor longitud. Ellos tienen respectivamente una longitud de 3 mm, 5 mm y 5 mm. Los rayos de mayor longitud están representados por el rayo seis, el siete y el ocho, que respectivamente alcanzan una longitud de 20 mm, 22 mm y 25 mm. Posterior al rayo ocho, los rayos tienen longitudes menores. Aquellos localizados en la región más posterior alcanzan longitudes de 5 mm.

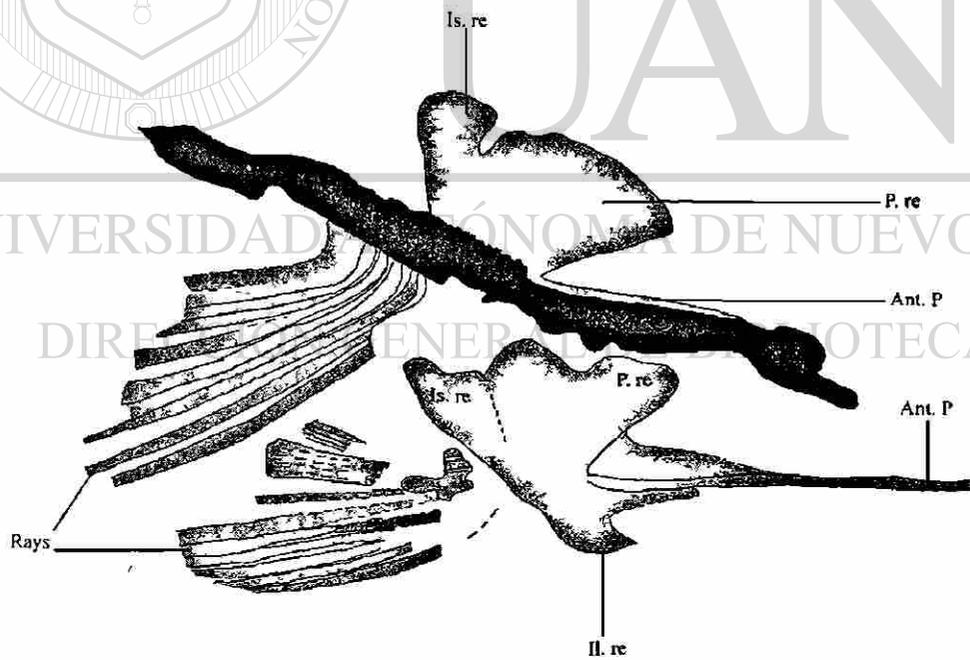


Fig. 10.11 Estructuras del hueso pélvico en *Goulmimichthys* nov. sp., basado en FCT-280. Barra de escala = 10 mm.

Aleta Anal

La aleta anal está preservada únicamente en FCT-280 (Fig. 10.4) donde es una estructura casi completa careciendo solamente de su margen posterior. Su margen anterior está situado a nivel de la vértebra 30 y se extiende en dirección posterior hasta alcanzar el nivel de la vértebra 38-39. Los rayos están incompletos y carecen de su extremo distal.

La parte preservada de cada rayo alcanza una longitud de 3 mm y están dirigidos en dirección posterior. Los pterigóforos también son largos y delgados y alcanzan una longitud de 10 mm y una altura de 5 mm. A diferencia de los rayos, los pterigóforos están dirigidos anterodorsal-posteroventralmente. Once rayos y pterigóforos fueron contados en FCT-280 (Fig. 10.4), pero este número no representa el total de los radios presentes en esta especie, ya que aquellos localizados en su región más caudal están ausentes.

Aleta Caudal

La aleta caudal está preservada sólo en FCT-278 (Fig. 10.5). El parahipural I y II son desconocidos. Fragmentos del parahipural y probablemente de los uroneurales están expuestos pero están parcialmente cubiertos por rayos de la aleta caudal (Fig. 10.12).

Los hipurales I y II están totalmente fusionados como en *G. arambourgi*. En FCT-278 (Fig. 10.5) ellos forman una placa triangular ancha. Los hipurales III y IV están fusionados en su región anterior como en los hipurales I y II, pero a diferencia de éstos, las regiones posteriores de estas estructuras están libres y no fusionadas como en otras especies de *Goulmimichthys*. Los hipurales V y VI no fueron observados.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

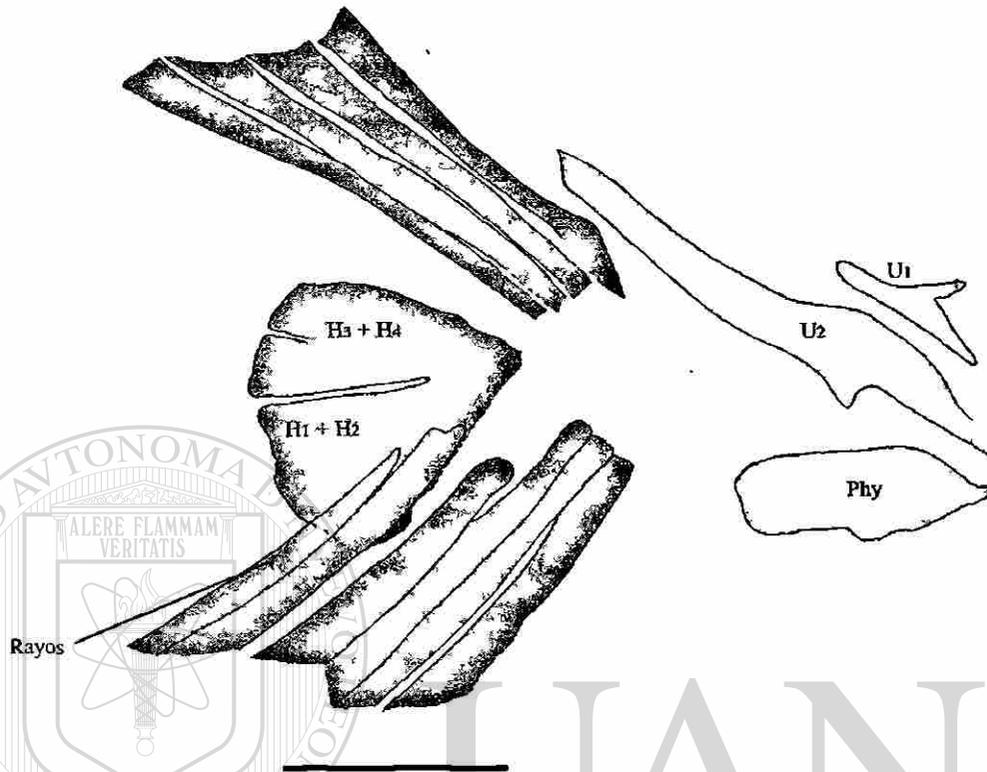


Fig. 10.12. Esquema del esqueleto caudal (incompleto) de *Goulmimichthys* nov. sp., basado en FCT-278.
Barra de escala = 10 mm.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DISCUSIÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Los especímenes referidos consisten en peces fusiformes con longitudes que varían entre los 300 y 400 mm. El techo del cráneo en estos especímenes presenta un margen lateral excavado al nivel de la región ótica. El margen lateral del frontal también es excavado al nivel de la espina del autosfenótico. No existe fosa supratemporal. El parasfenoides es alto más allá de la región ótica. La mandíbula inferior con complejo angulo-articular. Dentario y maxilar portan una hilera única de dientes cónicos. Los caracteres antes mencionados concuerdan con aquellos citados por FOREY (1977) para definir la familia Pachyrhizodontidae.

Desafortunadamente, debido al alto grado de reemplazamiento sufrido por los especímenes, sólo pocos caracteres diagnósticos han sido preservados. Sin embargo, se observa que los especímenes de Vallecillo comparten más caracteres con aquellos descritos por CAVIN (1995; 2001) para *Goulmimichthys arambourgi* y por PÁRAMO-FONSECA (1997b) para la especie colombiana de *Goulmimichthys* (especie inédita) que con aquellos caracteres descritos por TAVERNE (1991a) para *Greenwoodella tockensis*, por FOREY (1977) para *Pachyrhizodus buccalis*; WENZ & FRICOT (1985); TAVERNE (1987a) para varias especies de *Pachyrhizodus*; y por FOREY (1977) para *Elopopsis*.

Comparación de los especímenes de referencia de Vallecillo con otros géneros de la familia Pachyrhizodontidae

El margen lateral de los frontales muestra una depresión arriba del autosfenótico en *Greenwoodella tockensis* (TAVERNE, 1991a), *Rhacolepis*, *Pachyrhizodus* (FOREY, 1977; MAISEY, 1991b), *G. arambourgi* (CAVIN, 1995), la especie colombiana de *Goulmimichthys* (PÁRAMO-FONSECA, 1997b) y los especímenes de Vallecillo. A diferencia de *G. tockensis*, *Rhacolepis* y *Pachyrhizodus*, el género *Goulmimichthys* al igual que los especímenes de Vallecillo, el frontal porta una lámina que se proyecta lateralmente para alcanzar la espina del autosfenótico. De acuerdo a FOREY (1977) esta depresión no está presente en *Elopopsis* y ni en notolépidos.

Hay una espina muy prominente en el pterótico de *Rhacolepis* (FOREY, 1977; MAISEY, 1991b), *G. arambourgi* (CAVIN, 1995), *Goulmimichthys roberti* (PÁRAMO-FONSECA, 1997b) y los especímenes de Vallecillo. Esto representa una diferencia aparente con género como *Pachyrhizodus* (FOREY, 1977; MAISEY, 1991b), *G. tockensis* (TAVERNE, 1991a) donde esta estructura está ausente.

En *G. arambourgi* el entopterigoides porta ventralmente una placa dental cubierta por abundantes dientes puntiagudos y diminutos (menores a 0.5 mm de altura). *Rhacolepis* y notolépidos también presentan dientes diminutos en el entopterigoides, pero a diferencia de *G. arambourgi*, estos son granulares y no puntiagudos (CAVIN, 2001). En los especímenes de Vallecillo, la dentición en el entopterigoides permanece desconocida.

Rhacolepis buccalis presenta un ectopterigoides estrecho que porta una hilera única de aproximadamente 20 dientes pequeños y curvos (FOREY, 1977; CAVIN, 2001). Esta hilera de dientes no se conoce hasta el momento en ninguna especie conocida de *Goulmimichthys* (CAVIN, 1995; 2001) así como en los pachyrhizodontidos de Vallecillo.

En *G. arambourgi* la región anterior del vómer porta abundantes dientes diminutos (CAVIN, 2001). A diferencia de las últimas especies, en *Rhacolepis* el vómer porta dos dientes puntiagudos colocados en dos "sockets" situados en la parte anterior de este hueso (FOREY, 1977). En los especímenes de referencia de Vallecillo, el vómer está fragmentado exponiendo sólo su región anterior, la cual no presenta "sockets" para tal dentición.

En *Rhacolepis*, *Elopopsis* y en varias especies de *Pachyrhizodus* el premaxilar porta una hilera única de dientes marginales ligeramente curvos (excepto en *P. magnus*, donde los dientes son rectos). Adicionalmente, existe una hilera interna de dientes cuya dimensión varía de acuerdo a la especie (FOREY, 1977; MAISEY, 1991b). A diferencia de estos géneros, la especie colombiana de *Goulmimichthys* descrita por PÁRAMO-FONSECA (1997b) así como los especímenes de Vallecillo, esta hilera interna de dientes no está expuesta.

El premaxilar de *Goulmimichthys nov sp* de PÁRAMO-FONSECA (1997b), *Rhacolepis* y *Pachyrhizodus* (FOREY, 1977) presenta un ala localizada en la región dorsal del premaxilar. A diferencia de estas especies, los pachyrhizodontidos de Vallecillo no exponen dicha ala. En *G. arambourgi*, el premaxilar es desconocido (CAVIN, 1995).

En *Pachyrhizodus megalops*, *Rhacolepis buccalis* y *Elopopsis* existen cinco infraorbitales bien desarrollados de los cuales el II y el III están fusionados entre sí. En los especímenes de Vallecillo, la especie de PÁRAMO-FONSECA (1997b) y *G. arambourgi* (CAVIN, 1995) y aparentemente *G. tockensis* (TAVERNE, 1991a) también cinco supraorbitales están presentes, pero a diferencia de los primeros tres géneros y especies citados, esos infraorbitales están libres.

Rhacolepis tiene aproximadamente 57-58 vértebras (FOREY 1977) mientras que *G. arambourgi* presenta 49 vértebras (obs. pers.). En los especímenes de Vallecillo, el conteo de vértebras precaudales y caudales es desconocido, sin embargo un total de 50 vértebras fue estimado.

En *G. arambourgi* el hueso pélvico porta un proceso anterior muy elongado el cual es aproximadamente dos veces más largo que el hueso pélvico. Este proceso no es conocido en otros géneros de Pachyrhizodontidae. Hay un proceso lateral amplio en la región iliaca. Este proceso es redondeado y no espinoso como en *Rhacolepis* (CAVIN, 2001). Caracteres similares fueron observados en los especímenes de Vallecillo.

En los especímenes de Vallecillo el hipural I y II están fusionados entre sí para formar una amplia placa triangular en la aleta caudal. Los hipurales III y IV también están fusionados para formar una placa similar a la de los hipurales I y II, pero a diferencia de la última, la sección posterior está parcialmente dividida. A diferencia de los especímenes de Vallecillo. En *G. arambourgi* los hipurales III y IV están totalmente fusionados (CAVIN, 1995; 2001). En *Rhacolepis*, los hipurales I y II están fusionados o parcialmente fusionados entre sí, pero a diferencia de las especies de *Goulmimichthys*, los hipurales III y IV están totalmente libres (FOREY, 1977, MAISEY, 1991b).

De acuerdo a la discusión anteriormente presentada, la mayoría de los caracteres presentes en los ejemplares de Vallecillo corresponden con aquellos caracteres descritos por CAVIN (1995) para el género *Goulmimichthys*. Estos caracteres son: frontal con margen lateral que expone una depresión arriba del autosfenótico y que además porta una lámina la cual se proyecta lateralmente hasta alcanzar la espina del autosfenótico. El epiótico y el pterótico forman posteriormente espinas puntiagudas. Presencia de ectopterigoides desdentado. Hueso pélvico se extiende anteriormente a manera de espina larga, una región isquial expandida y una expansión lateral en la región iliaca. Aproximadamente 50 vértebras en la columna vertebral y la presencia de hipurales I-II y III-IV respectivamente fusionados formando dos placas triangulares.

Comparación de los especímenes de referencia de Vallecillo con otras especies del género *Goulmimichthys*.

De acuerdo con la descripción previamente mostrada, es posible asignar los especímenes de referencia de Vallecillo al género *Goulmimichthys*. Sin embargo, estos especímenes también exponen algunos caracteres que muestran diferencias importantes con respecto a aquellos descritos por CAVIN (1995, 2001) para definir *G. arambourgi* y por PÁRAMO-FONSECA (1997b) para definir la nueva especie de Colombia.

El vómer de *G. arambourgi* y *Goulmimichthys* nov. sp. de Colombia portan numerosos dientes diminutos mientras que en los especímenes de Vallecillo estos dientes están ausentes. Dorsoanteriormente, el premaxilar de la especie de PÁRAMO-FONSECA (1997b) porta un proceso el cual une ambos premaxilares. Este proceso es desconocido en los premaxilares de los especímenes de Vallecillo.

En FCT-280 y FCT-281 el maxilar muestra dorsalmente un pequeño proceso redondeado como en *Rhacolepis* y *Pachyrhizodus*. En las dos especies de *Goulmimichthys*, este caracter está ausente.

Tanto la maxila inferior como superior de los especímenes de Vallecillo portan una hilera única de dientes cuyas coronas nunca alcanzan una altura de 2 mm. Los dientes de la mandíbula superior son de igual tamaño que aquellos de la mandíbula inferior. A diferencia de los especímenes de Vallecillo, en *G. arambourgi* los dientes tienen coronas que pueden alcanzar hasta 3 mm y los dientes de la mandíbula inferior son de mayor tamaño que aquellos de la mandíbula superior.

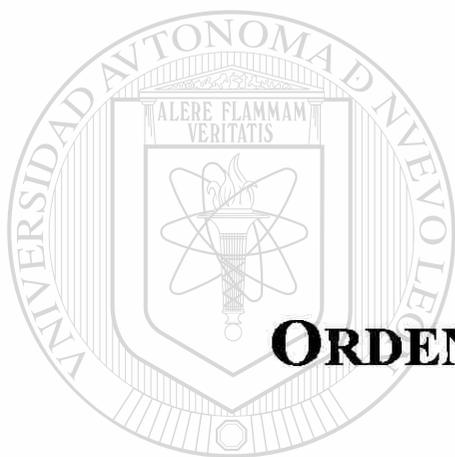
En los especímenes de Vallecillo, la aleta pectoral está soportada oblicuamente formando un ángulo variable con el margen ventral del cuerpo. En *G. arambourgi* y *Goulmimichthys* nov. sp. de Colombia, esta aleta es soportada horizontalmente al margen ventral del cuerpo. En los pachyrhizodontidos de Vallecillo, la aleta pectoral consiste en 15-17 rayos, mientras que *G. arambourgi* y la especie colombiana portan respectivamente 15 y 17-19 radios.

La aleta ventral de los tres géneros difiere en el número de rayos. Los especímenes de Vallecillo portan entre 16 y 17, *G. arambourgi* 14 y la especie de Colombia 17.

Otra diferencia marcada entre las tres especies es la forma y fusión de los hipurales, aunque en los tres especímenes los hipurales I-II y III-IV tienen diferente nivel de fusión entre sí; esto puede ser resultado de variación individual, más que variación interespecífica.

Con excepción del proceso maxilar, el cual es un carácter compartido entre los especímenes de Vallecillo con *Rhacolepis* y *Pachyrhizodus*, los especímenes de referencia presentan suficientes caracteres propios que permiten la creación de una nueva especie para el género *Goulmimichthys*.

11



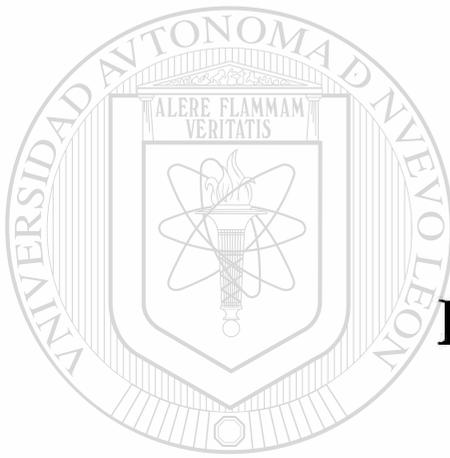
ORDEN AULOPIFORMES

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**SUBORDEN
HALECOIDEI**

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

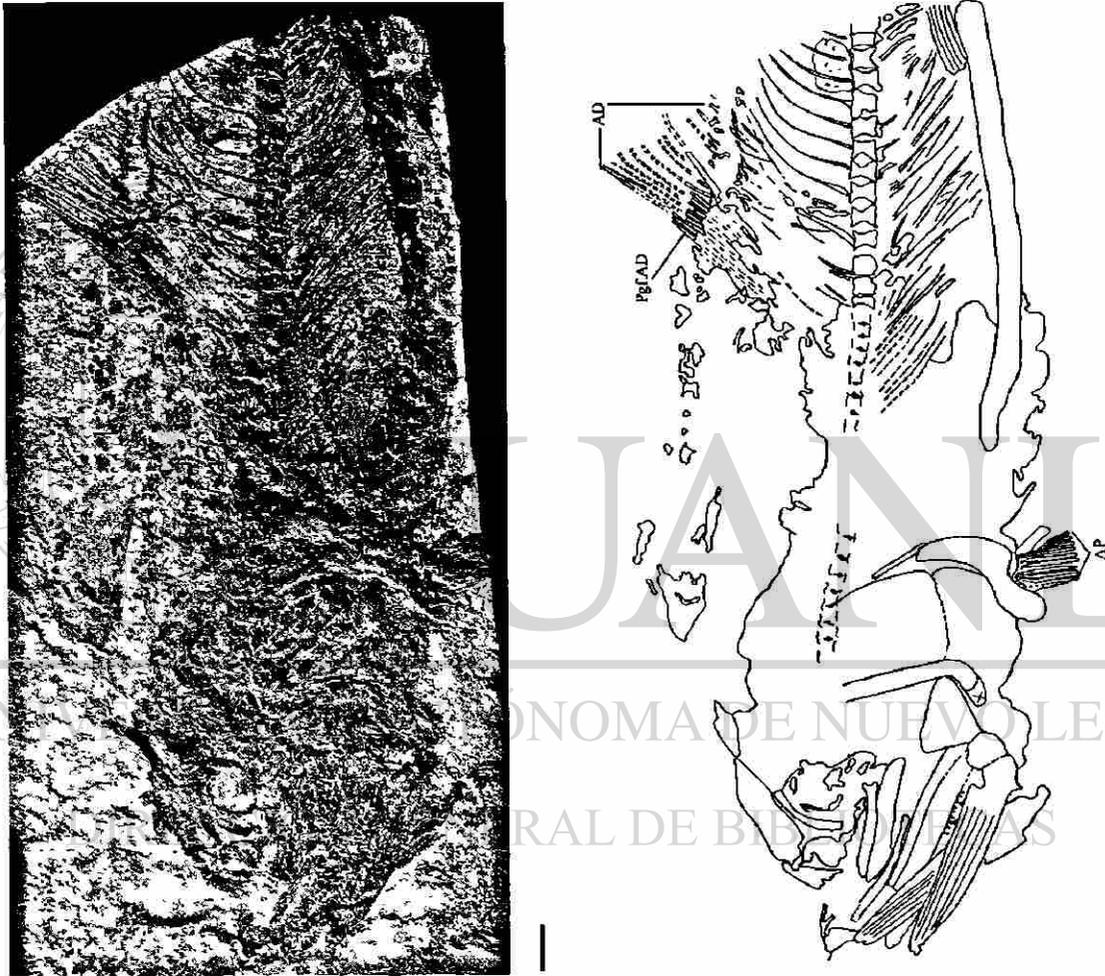


Fig. 11.1. Parte anterior de un espécimen indeterminado del orden Halecoidei (FCT-116b). Barra de escala = 10mm.

Cráneo

El neurocráneo de FCT-116 (Fig. 11.2 y 11.3). es ligeramente alargado siendo aproximadamente 1.7 veces más largo que alto. La longitud total de esta estructura es de 70 mm, mientras que la distancia entre la cresta supraoccipital y el margen ventral del parasfenoides es de aproximadamente 40 mm. El resto de los elementos craneales no son observables.

El frontal es un hueso grande y alargado. Tiene una longitud de 350 mm y ocupa el 70% de la longitud del techo del cráneo. Este elemento es incompleto en los especímenes referidos, careciendo de los márgenes anterior y posterior. El frontal presenta ornamentación a manera de protuberancias redondeadas que se extienden en hileras a lo largo de su superficie. En su región posterior, este hueso sutura con el supraoccipital.

El supraoccipital es un pequeño hueso con forma de triángulo isósceles y forma el margen posterodorsal del cráneo. Su eje mayor está orientado en sentido anteroventral-posterodorsal y tiene una longitud de 15 mm. En su región posterior, el supraoccipital porta una pequeña cresta triangular orientada en sentido posterior. La longitud de esta estructura representa aproximadamente un cuarto (1/4) de la longitud del supraoccipital. Ventralmente, el supraoccipital articula con una masa ósea no identificada y anteriormente con el frontal. Este último aspecto sugiere que ambos parietales (derecho e izquierdo) están separados entre sí por el supraoccipital.

En FCT-116B (Fig. 11.3) el lateraletmoideo es un hueso largo y triangular situado anteriormente al margen anterior de la órbita. Su eje mayor está dirigido dorsoventralmente y es aproximadamente dos veces más largo que la longitud de la base del triángulo, la cual representa el margen ventral del hueso. El lateraletmoideo no está preservado en FCT-116A (Fig. 11.2).

Otros elementos del techo del cráneo y del neurocráneo tales como el parietal, pterótico, proótico, basioccipital, parasfenoides, vómer, mesethmoides, entre otros, no han sido preservados o presentan límites difíciles de definir.

Suspensorio

El hiomandibular está preservado en FCT-116 A (Fig. 11.2). Este hueso puede ser dividido en una región dorsal y una región ventral. La cabeza articular (región dorsal) es una estructura en forma de paralelogramo invertido con márgenes ligeramente redondeados. La distancia mayor de este elemento está orientada en sentido antero-

posteriormente y tiene una longitud de 10 mm, mientras que su longitud mínima (eje del paralelogramo) alcanza 6 mm. La región ventral es una estructura larga y delgada. Su eje mayor está dirigido en posición vertical y alcanza una longitud de 20 mm mientras que su eje menor tiene una longitud de 2 mm. En su porción posterior, el hiomandibular articula con el margen dorsal del preopercular.

Sólo el ectopterigoides izquierdo está preservado en FCT-116B (Fig. 11.3). Este hueso es largo y fragmentado, tiene forma irregular y tiene una longitud de aproximadamente 20 mm. Su eje mayor está dirigido en sentido anterodorsal-posteroventral. En FCT-116A (Fig. 11.2), el entopterigoides está preservado en pequeños fragmentos. Estos fragmentos portan una serie de alvéolos con un diámetro de 0.5 mm lo cual sugiere la presencia de dientes. Ventralmente, el entopterigoides articula con el margen dorsal del ectopterigoides.

Tanto el ectopterigoides derecho como el izquierdo están preservados como fragmentos con forma irregular. El ectopterigoides derecho tiene una longitud de 26 mm mientras que el izquierdo alcanza 35 mm. En ambos, el eje mayor está dirigido anterodorsal-posteroventralmente. Dorsalmente, este hueso articula con el entopterigoides y posteriormente sutura con el cuadrado y el metapterigoides.

El cuadrado es un hueso con límites irregulares. Ventralmente, este hueso porta un proceso redondeado para la articulación de la mandíbula inferior. Dorsalmente, este elemento presenta una invaginación para la recepción del simplético.

Mandíbula superior

Los maxilares derecho e izquierdo están preservados en los especímenes de Vallecillo. El maxilar izquierdo consiste en un hueso parcialmente fragmentado con forma rectangular. Tiene una longitud de 24 mm y su eje mayor está dirigido en sentido anterodorsal-posteroventral. El maxilar derecho está completo y es un hueso elongado y delgado. Su eje mayor está dirigido en dirección antero-posterior y tiene una longitud de aproximadamente 50 mm mientras que su eje menor alcanza solo 5 mm. Ambos maxilares portan una hilera única de dientes ligeramente dirigidos anteriormente y cuyas coronas alcanzan una altura de 2 mm. Algunos dientes aislados y en posición "ex situ" están presentes; éstos están localizados cerca del borde oral de la maxila y se encuentran dirigidos posteriormente. Un total de ocho dientes fueron contados en el maxilar, pero debido a la incompletitud de la hilera de dientes, el conteo de estos elementos es hasta ahora desconocido.

Mandíbula inferior

Tanto el dentario derecho como el izquierdo están preservados. El dentario derecho está incompleto y carece de su región posterior y margen anterior. El dentario izquierdo está casi completo y sólo carece de su margen anterior. El dentario izquierdo tiene una longitud de aproximadamente 50 mm y al igual que el dentario derecho, ha sido ligeramente desplazado en sentido anterodorsal de su posición original. En su margen ventral, el dentario derecho porta una hilera con nueve dientes con coronas que alcanzan una altura de 2 mm. Lateralmente a estos dientes, seis dientes con una altura de 1 mm están preservados. Más detalles sobre la dentición de este elemento no pudieron ser observados en los especímenes referidos.

El angular y el articular están aparentemente fusionados para formar el complejo anguloarticular, el cual está expuesto sólo en su región posterior. Anteriormente, el contacto de este complejo con el dentario no es diferenciable. Posteriormente, el complejo anguloarticular tiene una faceta prominente y transversalmente orientada para la articulación del cuadrado. Detrás de esta faceta, está situado un proceso retroarticular muy desarrollado. Este es un elemento con márgenes redondeados y que tiene un diámetro aproximado de 3 mm.

Huesos operculares

Los huesos operculares consisten en un opercular, un subopercular y un preopercular. El opérculo es un hueso rectangular con márgenes redondeados. Su eje mayor se encuentra dirigido en sentido anteroposterior y es 1.2 veces más largo que su eje menor. Dorsalmente, su superficie presenta una serie de estrías radialmente orientadas. Ventralmente, el opérculo sutura con el subopérculo y anteriormente con el preopérculo.

El subopérculo se encuentra traslapado dorsalmente por el opérculo y sólo su región ventral es expuesta. Este hueso tiene la misma longitud que el eje mayor del opercular y su margen ventral es fuertemente convexo. A diferencia del opérculo, este hueso no presenta ornamentación.

El preopérculo puede ser dividido en una región dorsal y una región ventral. La región dorsal es un elemento largo y estrecho. Su eje mayor es aproximadamente seis veces más largo que el eje menor y está orientado dorsoventralmente. La región dorsal del preopercular está situada anteriormente al opérculo y al subopérculo, y posterior al

hiomandibular. La región ventral del preopérculo es un elemento corto. Su eje mayor es solo 1.3 veces más largo que el eje menor y se encuentra dirigido anteroposteriormente.

Cintura y aleta pectoral

Los elementos de la aleta pectoral se encuentran pobremente preservados. El cleitro es el elemento de mayor tamaño en la cintura pectoral. Su región dorsal asemeja un rectángulo con sus márgenes anterior y posterior ligeramente curvos en dirección posterior (Fig. 11.1). Su eje mayor es tres veces más largo que el eje menor y está dirigido dorsoventralmente. La región ventral es también un elemento rectangular con márgenes redondeados. Su eje mayor es dos veces más largo que su eje menor y está dirigido en sentido ventroanterior-dorsoposterior. El contacto entre el cleitro y el coracoides no es distinguible.

El supracleitro está representado por un fragmento largo y estrecho que carece de su región ventral. Más detalles no fueron observados.

La aleta pectoral está preservada como una estructura incompleta que carece de su región ventral. Está situada en el margen posterior de la región ventral del cleitro y está dirigida ventralmente. Aproximadamente 14 rayos fueron contados.

Columna Vertebral

La columna vertebral está parcialmente preservada. Debido a la falta de la mitad posterior del individuo, no se tiene conocimiento de las vértebras caudales. El primer cuarto de la columna vertebral se encuentra deformado. Al nivel de la aleta dorsal, seis centros completos están relativamente bien preservados en el espécimen de referencia (Fig. 11.1). Esos centros están ligeramente constreñidos mesialmente y son 1.2 veces más altos que largos. La sutura entre los centros y los arcos hemales y neurales no es observable. Sin embargo, aparentemente tanto los arcos neurales y hemales ocupan respectivamente el margen dorsal y ventral completo del centro vertebral. Las espinas neurales emergen de la región medial-dorsal de cada centro. Ellas están fuertemente curvadas y tienen una longitud de 30 mm. Las costillas son tan largas como las espinas neurales pero a diferencia de éstas, las costillas son rectas.

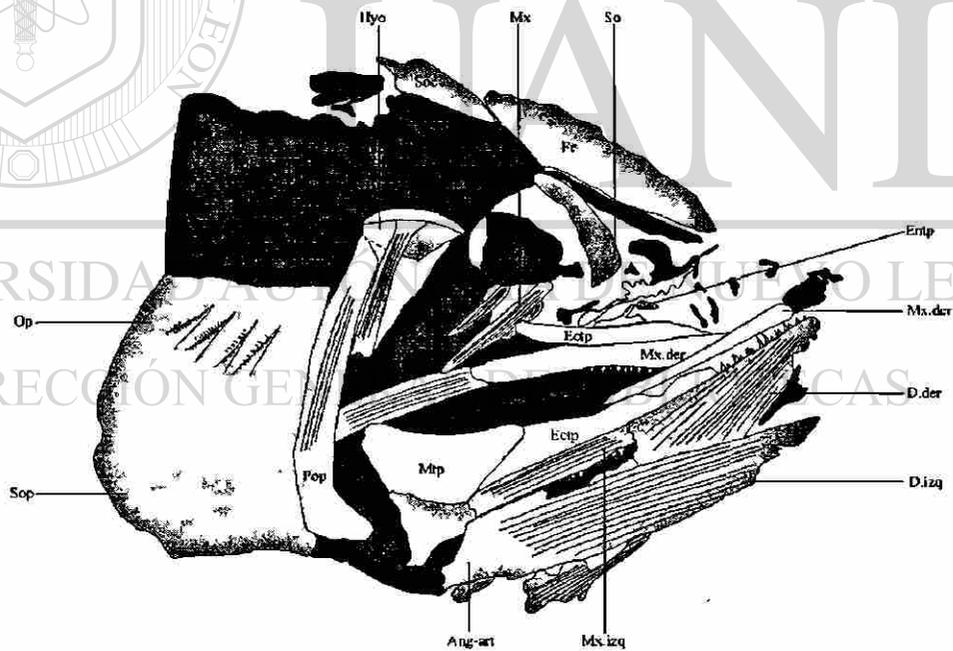
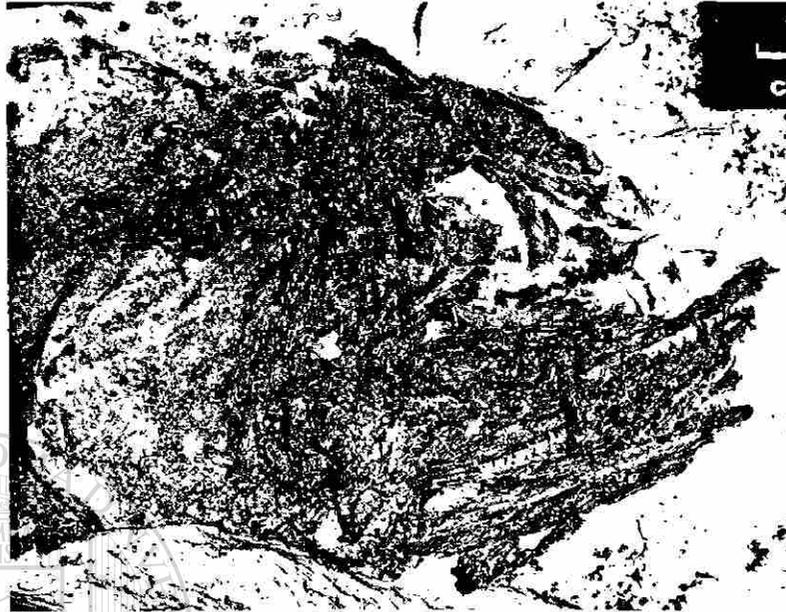


Fig. 11.2. Elementos craneales de un espécimen indeterminado del orden Halecoidei, basado en FCT-116A. Barra de escala = 10 mm.



Fig. 11.3. Especimen indeterminado del orden Halecoidei (FCT-116B). Barra de escala = 10 mm.

Aleta dorsal

Al igual que la aleta pectoral, la aleta dorsal está pobremente preservada. Es una estructura incompleta que carece de su margen anterior y de su mitad posterior. Debido a la ausencia de vértebras precaudales, y a la mala preservación de la mayor parte de la columna vertebral, la posición precisa de la aleta dorsal respecto al cuerpo del espécimen es aún desconocida. Un total de 20 pterigóforos mal preservados fueron contados en esta aleta.

Aleta ventral

El hueso pélvico no está preservado al igual que la región ventral de la aleta ventral. Debido a la mala preservación del esqueleto axial del espécimen de referencia, la posición de la esta aleta así como más detalles sobre sus estructuras son hasta el momento desconocidas.

Aleta anal

Desconocida.

Aleta caudal

Desconocida.

Escamas

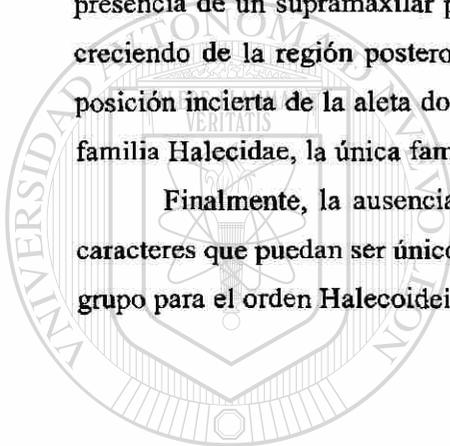
El esqueleto axial de FCT-116 (Fig. 11.1) está cubierto con una película uniforme de pequeñas escamas que se traslapan ligeramente entre sí. Estas escamas están ligeramente redondeadas y tienen un diámetro de 1 mm. La mayoría de las escamas están preservadas como moldes externos y sólo pocas de ellas exponen material original. Estas últimas, portan una cresta diminuta y longitudinal que cruza la estructura de la escama (Fig. H1). Más detalles sobre estas escamas no pudieron ser observados.

DISCUSIÓN

El espécimen FCT-116 presenta algunos caracteres referidos por GOODY (1969) como diagnósticos para el suborden Halecoidei. Esos caracteres son: cuerpos fusiformes y elongados, parietales separados en su línea central por el supraoccipital, presencia de supraoccipital, maxilar con dientes dirigidos anteriormente, presencia de alvéolos lo que sugiere dientes en fragmentos del entopterigoides, aleta pectoral insertada cerca de la región abdominal del cuerpo, elementos vertebrales incompletamente fusionados y la presencia de escamas pequeñas y estrechamente compactadas.

Por otro lado, la ausencia de otros caracteres diagnósticos tales como la presencia de un supramaxilar pequeño, la presencia o ausencia de espina preopercular creciendo de la región posteroventral del preopérculo, la presencia de aleta anal y la posición incierta de la aleta dorsal, no permiten la colocación de FCT-116 dentro de la familia Halecidae, la única familia del suborden.

Finalmente, la ausencia del esqueleto completo así como la ausencia de otros caracteres que puedan ser únicos de este espécimen, no justifica la creación de un nuevo grupo para el orden Halecoidei.

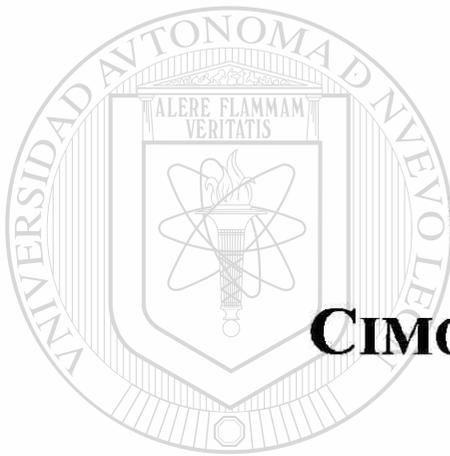


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**SUBORDEN
CIMOLICHTHYOIDEI**

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

SUBORDEN CIMOLICHTHYIOIDEI GOODY, 1969**FAMILIA DERCETIDAE PICTET, 1850****Dercetidae indet.**

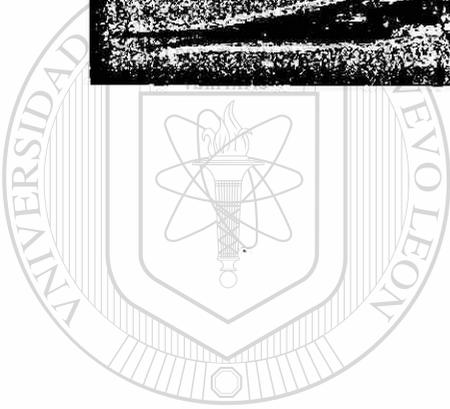
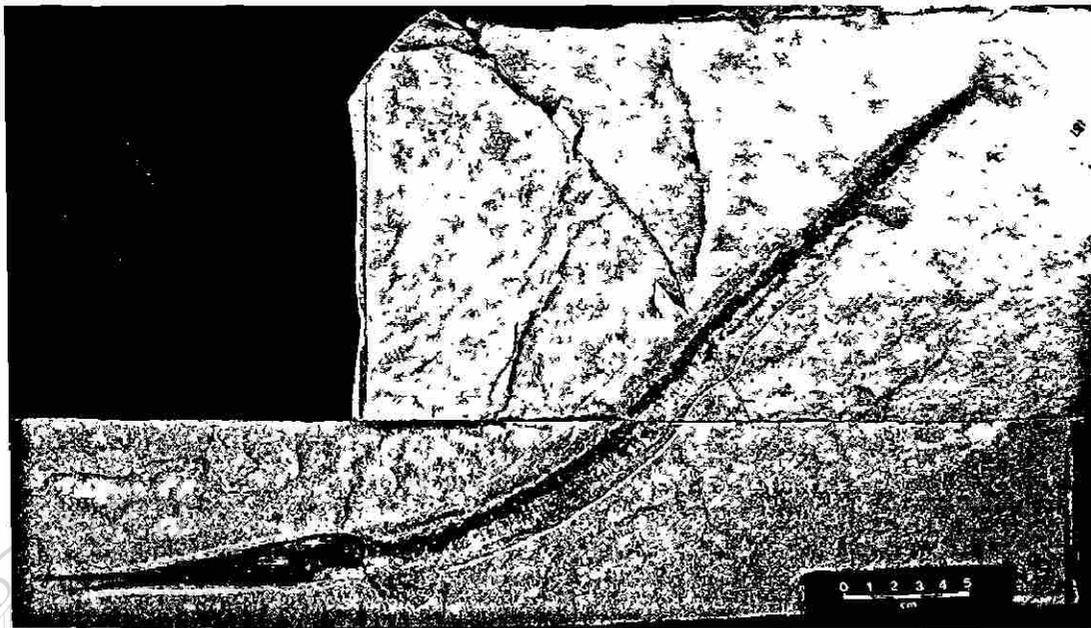
ESPECÍMENES REFERIDOS: FCT-187. Especimen casi completo faltando la aleta dorsal y la ventral.

DIAGNOSIS DE LA FAMILIA (CHALIFA, 1989 emendada de GOODY 1969): *"Body elongated and very shallow, head elongated to a greater and lesser extent. Vomer untoothed and without ventrolateral expansion. Maxilla supports a single tooth row. Palatinum and ectopterygoid teeth, if present, not barbed. Supraorbital and supramaxilla absent. Interoperculum may be present. Vertebrae 60-80 in number, of which 25- 30 are caudal. Anterior precaudal vertebrae often elongated. One or two pairs of prominent transverse processes on each praecaudal centrum, ribs articulating with the anterior pair. Precaudal neural spines short, and predorsal neural spines reduced. Scales normally confined to one or two continuous rows of enlarged triradiate scutes along flank, or along flank and dorsal border of body, occasionally remainder of body covered by much smaller scales"*.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

DESCRIPCIÓN**Forma del cuerpo**

FCT-187 consiste en un pez esbelto y de cuerpo alargado. Tiene una longitud total de 480 mm y una altura máxima de 20 mm, siendo 24 veces más largo que alto. Las aletas pectoral y anal están parcialmente preservadas mientras que las aletas dorsal y ventral están ausentes. El cráneo representa el 27% de la longitud total del cuerpo (Fig. 11.4). El rostro de este espécimen se proyecta anteriormente formando una estructura larga y aguda a manera de espada.



U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

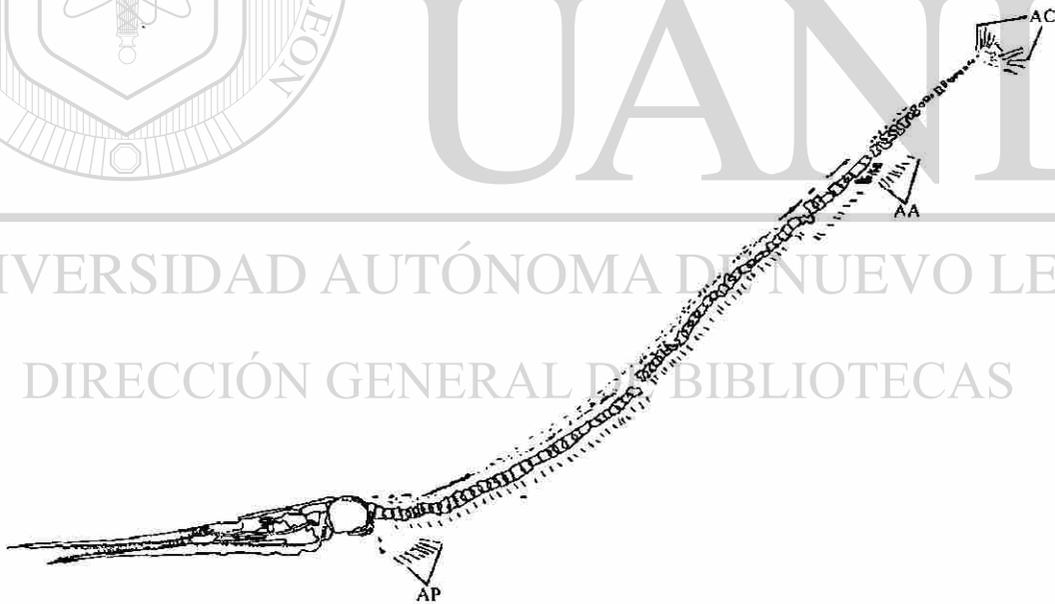


Fig. 11.4. Vista lateral de un ejemplar indeterminado de la Familia Dercetidae (FCT-187). Escala es ilustrada en la fotografía.

Cráneo

El neurocráneo de FCT-187 (Fig. 11.5) es largo y de poca altura. Su máxima altura es de 15 mm mientras que su longitud máxima alcanza aproximadamente 130 mm. El cráneo de FCT-187 está mal preservado, sólo el frontal y el palatino presentan márgenes distinguibles. Debido a esta preservación, la presencia o ausencia de ornamentación u otras estructuras no son reconocibles en este espécimen.

El frontal es un hueso largo. Su eje mayor es aproximadamente 18 veces más largo que su eje menor y está dirigido en sentido anteroposterior. Su altura máxima alcanza 2.5 mm inmediatamente detrás del margen caudal de la órbita. Los límites entre este elemento con otros huesos del neurocráneo no fueron observados.

El parasfenoides es un hueso largo y delgado. Su eje mayor es cinco veces más largo que su eje menor. Posteriormente, el paraesfenoides es ligeramente curvo en sentido dorsal rodeando el margen posterior de la órbita. El contacto entre este hueso con otros elementos del cráneo no es visible.

El lateraletmoideo es un hueso de contorno irregular, su eje mayor está orientado en sentido dorsoventral y es aproximadamente dos veces más largo que su eje menor. Más detalles de este elemento no fueron observados.

Suspensorio

Del suspensorio, sólo el hiomandibular, el ectopterigoides y el palatino están bien definidos.

El palatino es un hueso largo, delgado y desdentado. Su eje mayor está orientado en sentido antero-posterior y es aproximadamente seis veces más largo que su eje menor. Ventralmente, este elemento alcanza al ectopterigoides.

El ectopterigoides también es un hueso largo y delgado dirigido anteroposteriormente. Su eje mayor es aproximadamente siete veces más largo que el eje menor. A diferencia del palatino, el ectopterigoides porta en su margen ventral una hilera única de dientes. Estos son curvos en dirección anterior y tienen coronas que alcanzan una altura de 0.5 mm. Un total de 16 dientes fueron contados.

Del hiomandibular, sólo la cabeza articular está preservada. Ésta tiene forma irregular con su margen dorsal fuertemente cóncavo. Más detalles de esta estructura no fueron observados.

Mandíbula superior

El premaxilar es un hueso largo y delgado que representa el 70% del total de la longitud de la cabeza. La región caudal del premaxilar tiene una altura de 31 mm y representa la altura máxima de este hueso. Anteriormente, el premaxilar se vuelve más delgado alcanzando una altura máxima de 0.5 mm. Ventralmente, el premaxilar porta una hilera única de dientes diminutos con coronas triangulares. Estas coronas tienen márgenes rectos que alcanzan una altura de 0.5 mm; posteriormente, la altura de las coronas llega a ser aproximadamente dos veces mayor. Un total de 50 dientes fueron contados.

El maxilar está preservado sólo como un fragmento de 15 mm de largo situado bajo el ectopterigoides. No hay evidencia de dientes en esta estructura.

Mandíbula inferior

La mandíbula inferior es una estructura que presenta una longitud de aproximadamente 110 mm. Ésta se extiende anteriormente hasta el nivel del margen anterior del premaxilar.

El dentario es el elemento más grande de la mandíbula inferior. Está dirigido en sentido anteroposterior y tiene una longitud de aproximadamente 100 mm. La región anterior de este hueso es aguda exhibiendo una altura máxima de 0.6 mm, pero en su región caudal esta altura llega a ser dos veces mayor. Dorsalmente, el dentario porta dos hileras de dientes dirigidos anteriormente. Los dientes de la hilera interna están preservados sólo en la región anterior del dentario y tienen coronas de 1 mm de altura. Los dientes de la hilera externa exponen diferentes alturas, siendo la tendencia a un incremento de tamaño hacia la región posterior. Los dientes situados en la región anterior tienen coronas con 1 mm de altura. Los dientes colocados en la región media del hueso alcanzan alturas de 2 mm, y aquellos situados en la región posterior tienen coronas que alcanzan una altura de hasta 4 mm. Un total de 36 dientes fueron contados en la hilera externa. Caudalmente, la articulación entre el dentario y los elementos de la región posterior de la mandíbula inferior (articular, angular y retroarticular) no es visible.

Huesos operculares

El opérculo es un hueso rectangular con márgenes ligeramente redondeados. Su eje mayor está orientado en sentido antero-posterior y tiene una longitud de aproximadamente 2 mm mientras que su eje menor alcanza los 1.20 mm en longitud. Ventralmente, el opérculo sobreyace parcialmente la región dorsal del subopérculo.

Cintura y aleta pectoral

Tanto la cintura como la aleta pectoral están pobremente preservadas en este espécimen. El cleitro es un hueso largo y delgado aproximadamente 10 veces más largo que alto. La región dorsal está dirigida dorso-ventralmente mientras que su región ventral tiene una orientación en un sentido antero-posterior.

Los rayos están preservados como moldes externos. La inserción de los rayos con la cintura pélvica es baja en el flanco. Un total de ocho rayos fueron estimados en este ejemplar.

Columna vertebral

La columna vertebral tiene una longitud de 320 mm y porta aproximadamente 100 vértebras. Esto difiere del rango de 60-80 dado por GOODY (1969) y CHALIFA (1989) para la familia Dercetidae.

A lo largo del tronco, la mayoría de las vértebras son 1.3 veces más altas que largas. Los arcos y espinas neurales están pobremente preservados, sin embargo, algunos caracteres pudieron ser observados. Los arcos neurales no están fusionados con su respectivo centro y su región ventral se extiende a lo largo del total de la superficie dorsal de la vértebra.

Posteriormente, los arcos neurales portan una espina que se proyecta en dirección posterior casi paralelamente al eje mayor del cuerpo.

Los arcos hemales tienen forma irregular. Las espinas hemales están preservadas como estructuras pequeñas fragmentadas debajo de su respectiva vértebra.

Más detalles no fueron observados en este espécimen.

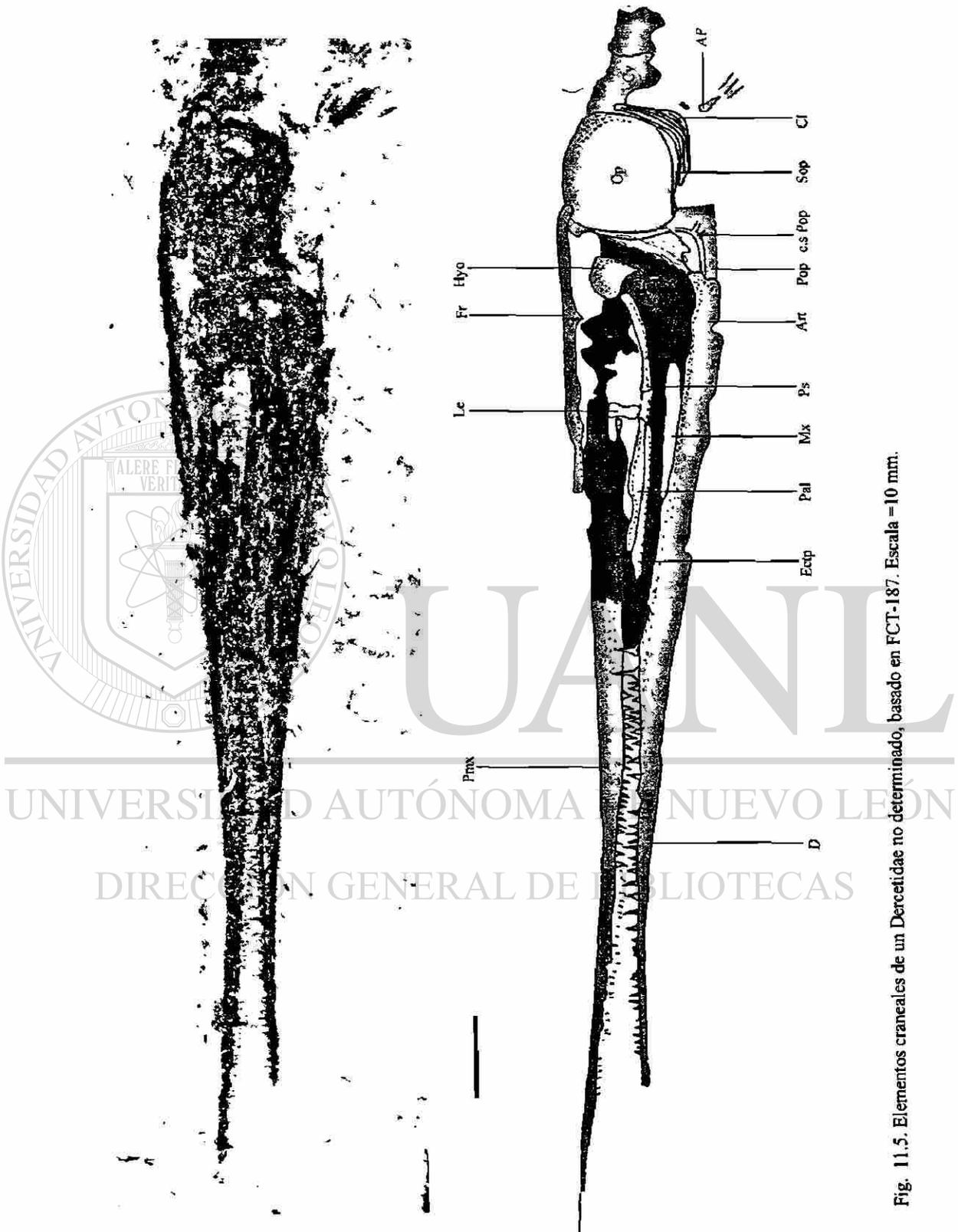


Fig. 11.5. Elementos craneales de un Dercetidae no determinado, basado en FCT-187. Escala = 10 mm.

Aleta ventral

Desconocida

Aleta Anal

Esta aleta está pobremente preservada. Porta ocho rayos los cuales han sido preservados como moldes externos. Estos rayos están situados debajo de las vértebras 63 y 77. Más detalles no fueron observados.

Aleta Caudal

La aleta caudal está preservada sólo como molde externo. Los diferentes elementos de esta estructura no son observables.

Escamas

Las escamas están pobremente preservadas. Sólo pocas piezas aisladas encontradas "in situ" y "ex situ" fueron observadas en FCT-187 (Fig. 11.6).

Las escamas son trirradiadas, y asemejan a una flecha. Están situadas en los flancos y en el margen ventral del cuerpo. Son más largas que amplias y su longitud y altura máximas es de 3.2 y 1.6 mm respectivamente (Fig. 11.6). A lo largo del tronco, las escamas mantienen la misma forma y no se traslapan. En el margen ventral del cuerpo, existen restos de escamas diminutas (1 mm de longitud). Los detalles de estas escamas no fueron discernibles.

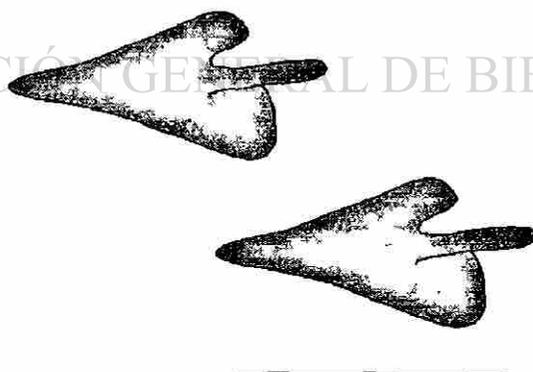


Fig. 11.6. Dibujo de cámara lúcida de escamas laterales del espécimen FCT-187. Barra de escala= 3 mm.

DISCUSIÓN

FCT-187 presenta los caracteres descritos por GOODY (1969) y por CHALIFA (1989) para la diagnosis de la familia Dercetidae. Estos caracteres incluyen: cuerpo largo y esbelto, maxilar que porta una hilera única de dientes; dientes en el ectoptergoides; supramaxilar y supraorbital ausentes; escamas confinadas a una o dos hileras de escudos largos y trirradiados a lo largo de los flancos del cuerpo o a lo largo del borde ventral y dorsal del cuerpo, y presencia de escamas diminutas en el borde ventral del cuerpo. La tabla 11.1 muestra una comparación entre los caracteres diagnósticos del espécimen de Vallecillo, Dercetidae, Cimolichthyidae y Prionolepididae, todos del suborden Cimolichthoidei.

Dos diferencias están presentes entre los caracteres diagnósticos de FCT-187 y los representantes de Dercetidae: 1. El número de vértebras, 2. El tamaño de los dientes. Mientras que en las especies conocidas de Dercetidae ha sido reportado un rango de 60 a 80 vértebras (GOODY, 1969; CHALIFA, 1989), FCT-187 expone aproximadamente 100 vértebras las cuales son igual en longitud y altura a lo largo del cuerpo.

Al igual que los otros géneros de Dercetidae, FCT-187 porta dos hileras de dientes en el dentario, pero a diferencia de estos géneros, en los dientes de FCT-187 el tamaño de las coronas se incrementa desde la región anterior hasta la región posterior del dentario. Mientras los dientes más anteriores alcanzan una longitud de 1 mm, los más posteriores miden 4 mm.

Aunque por el momento estos caracteres son conocidos sólo en los especímenes de Vallecillo, la creación de un nuevo género y una nueva especie dentro de los Dercetidae no es justificada debido a la ausencia de más caracteres diagnósticos a nivel genérico y específico. Sin embargo, la presencia de estos nuevos caracteres, justifican la enmienda de la diagnosis de la familia Dercetidae así como una nueva revisión del grupo. Las diferencias más importantes existentes entre FCT-187 y otros dercétidos se muestra en la tabla 11.2.

	Dercetidae PICTET, 1850	Cimolichthyidae GOODY, 1969	Prionolepididae GOODY, 1969	Vallecillo (Dercetidae)
Cuerpo	Cuerpo muy alargado y esbelto (longitud, 250-500 mm; altura of 15 mm)	Ligeramente alargado y esbelto (longitud, 250-1400 mm; altura, 20-200mm)	Ligeramente alargado y esbelto (longitud, 200 mm; altura 25mm)	Muy alargado y esbelto (longitud, 480 mm; altura 20 mm)
Cabeza	Muy alargada y esbelta (longitud, 4.5-130 mm; altura 15 mm; cerca del 9-50% de la longitud del cuerpo)	Ligeramente alargada y esbelta (longitud, 90-210 mm; altura, 20-50mm; cerca de 14% la longitud del cuerpo)	Ligeramente alargada y esbelta (longitud, 40 mm; altura, 13mm; cerca 20% de la longitud del cuerpo)	Muy elongada y esbelta (longitud, 130 mm; altura, 12 mm; cerca del 27% de la longitud del cuerpo)
Vomer	Desdentado, sin expansión lateral	Dentado, sin expansión lateral	Desdentado, con una expansión lateral	Desconocido
Dientes palatinos	Si presentes, no barbados	Presentes, barbados	Presentes, no barbados	No presentes
Dientes del ectopterygoides	Si presentes, no barbados	Presentes, barbados	Presentes, no barbados	Presentes, no barbados
Supraorbital	Ausente	Presente	Ausente	Ausente
Supramaxilar	Ausente	Presente	Ausente	Ausente
Vertebras	60-80	50-60	45	Cerca de 100
Vértebras anteriores	A menudo alargadas	No alargadas	No alargadas	No alargadas
Escamas	Una o más hileras de escamas trirradiadas lo largo del flanco o a lo largo del flanco y los márgenes dorsal y ventral, el resto del cuerpo puede estar cubierto por escamas diminutas.	Dos hileras de escamas trirradiadas a lo largo de cada flanco del cuerpo	Una hilera de escudos anchos cubriendo cada flanco.	Una o dos hileras de escamas trirradiadas a lo largo de los flancos del cuerpo. Resto escamas diminutas presentes en la parte ventral del cuerpo.

Tabla 11.1. Comparación entre los caracteres diagnósticos de FCT-187, Dercetidae, Cimolichthyidae y Prionolepididae. Datos tomados de CHALIFA (1989) y GOODY (1969).

	<i>Rhynchodercetis</i> ARAMBOURG, 1943	<i>Dercetoides</i> CHALIFA, 1989	<i>Dercetis</i> AGASSIZ, 1834	<i>Pelargorhynchus</i> V.D. MARCK, 1858	FCT-187
Rostro	25-50% de la longitud del cuerpo	27-30% de la longitud del cuerpo	9-12% de la longitud del cuerpo	12% de la longitud del cuerpo	40% de la longitud del cuerpo
Parasfenoides	Con flancos ventrolaterales	Con expansion ventral	Sin flancos y expansiones	Desconocido	Desconocido
Ectopterygoides	Dentado	Desdentado	Dentado	Dentado	Dentado
Palatino	Dentado	Dentado	Dentado	Dentado	Desdentado
Praemaxilar	Desdentado	Dentado	Dentado	Dentado	Dentado
Mandíbula inferior	No se extiende hasta el margen anterior del rostro	Se extiende hasta el margen anterior del rostro	Se extiende hasta el margen anterior del rostro	Se extiende hasta el margen anterior del rostro	Se extiende hasta el margen anterior del rostro
Interopérculo	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Tal vez ausente
Aletas pares	Reducido	Reducido	Prominente	Reducido	Reducido
Aleta pectoral	Inserción alta	Inserción alta	Inserción baja	Inserción baja	Inserción baja
No. Vertebrae	60-71	61	60-80	74	100
Sutura entre hipurales 2 & 3	Convoluta completa	Convoluta incompleta	Desconocida	Desconocida	Desconocida
Hipurales 1 y 4	No se unen en su línea media	Se unen en su línea media	Desconocido	Desconocido	Desconocido
Hipurales 5 & 6	Fusionados entre sí	Libres	Desconocido	Desconocido	Desconocido
Huesos dérmicos del neurocráneo	Casi lisos	Ornamentados	Ornamentados	Ornamentados	Ornamentados
Escamas	Una hilera a la mitad de cada flanco	Una hilera a la mitad de cada flanco	Dos hileras en los márgenes dorsal y ventral, una hilera en cada flanco.	Completamente cubiertos de escamas	Una o dos hileras en el margen ventral y una en los flancos.

Tabla 11.2. Comparación entre los caracteres diagnósticos de FCT-187, *Rhynchodercetis*, *Dercetoides*; *Dercetis* y *Pelargorhynchus*.

ORDEN AULOPIFORMES ROSEN, 1973
SUBORDEN CIMOLICHTHYOIDEI GOODY 1969
FAMILIA DERCETIDAE PICTET 1850
GÉNERO *Rhynchodercetis* ARAMBOURG 1943

Especie Tipo: *Rhynchodercetis yovanovitchi* ARAMBOURG 1943

ESPECIMENES REFERIDOS: FCT-003, cráneo fragmentado. FCT-005, espécimen con cráneo articulado, aletas dorsal y anal no preservadas. FCT-113, cráneo fragmentado y esqueleto axial. FCT-310, cráneo desarticulado.

DIAGNÓSTIC DEL GÉNERO (según CHALIFA 1989)

“Rostral region of the cranium extremely elongate. Post-temporal fossa completely roofed. Parasphenoid with ventrolaterally flange. Rostrum formed distally by praemaxillare united in midline. Mandibula does not extend to anterior tip of snout. Maxila long, narrow and toothed forming half of gape. Teeth on dentale, maxillare, palatinum, and ectopterygoid, but not in praemaxillare. Interoperculum present. Paired fin reduced in size, pectoralis on mid-flank region, pelvis arises behind origin of the dorsal fin. Dorsalis always short and mithway along body. Two pairs of transverse processes on each precaudal centrum, rib articulating with anterior pair. Convolute suture between second and third hypurals. Dermal bones of neurocranium almost smooth. Dermal scutes reduced to one row on each flank along the lateral line”.

DESCRIPCIÓN

Los rhynchodercetidos de Vallecillo consisten en peces anguiliformes de cuerpo comprimido lateralmente con una longitud de 300 mm. La altura máxima del cuerpo está contenida 24 veces en la longitud del cuerpo. El cráneo es alargado, aproximadamente nueve veces más largo que alto y está contenido 2.6 veces en la longitud total del mismo (Fig. 11.7).

Cráneo

En vista dorsal, el techo del cráneo de FCT-003 (Fig. 11.8) es largo y estrecho, alcanzando su máxima amplitud detrás de la órbita (1 mm), y llegando a ser tres veces más estrecho en la región anterorbital. La amplitud máxima está contenida nueve veces en la longitud de la cabeza. En vista lateral, el cráneo es largo y esbelto. Su altura máxima está contenida aproximadamente ocho (FCT-005, Fig. 11.9) a nueve veces (FCT-310, Fig. 11.10) en la longitud del cráneo. La cabeza presenta un rostro extremadamente alargado que representa el 75-80% de la longitud total del cráneo.

El frontal es el elemento más grande del techo del cráneo y forma el margen dorsal de la órbita en FCT-003 (Fig. 11.8), FCT-005 (Fig. 11.9) y FCT-310 (Fig. 11.10). En su parte anterior, el frontal es delgado, su altura varía entre 1-2 mm. En su región posterior, la altura de este elemento se aumenta dos veces alcanzando su altura máxima detrás del margen posterior de la órbita. Posteriormente, el frontal articula con dos pequeñas osificaciones que corresponden al parietal y al supraoccipital.

El pterótico está preservado en FCT-005 (Fig. 11.9) y FCT-113 (Fig. 11.11). Este hueso de forma irregular representa la pared lateroposterior del cráneo. Dorsalmente, el pterótico se une al frontal, parietal y el supraoccipital. En vista dorsal, este elemento se extiende posteriormente más allá de la región posterior del occiputo.

El parasfenoides está completo en FCT-005 (Fig. 11.9) mientras que en FCT-113 (Fig. 11.11) y FCT-310 (Fig. 11.10) sólo su región posterior está preservada. En FCT-005 (Fig. 11.9) este elemento es estrecho y alargado. Su eje mayor está orientado anteroposteriormente y es aproximadamente cinco veces más largo que alto. El parasfenoides tiene una altura máxima de 2 mm en su región anterior, pero posteriormente esta altura decrece 1.5 veces.

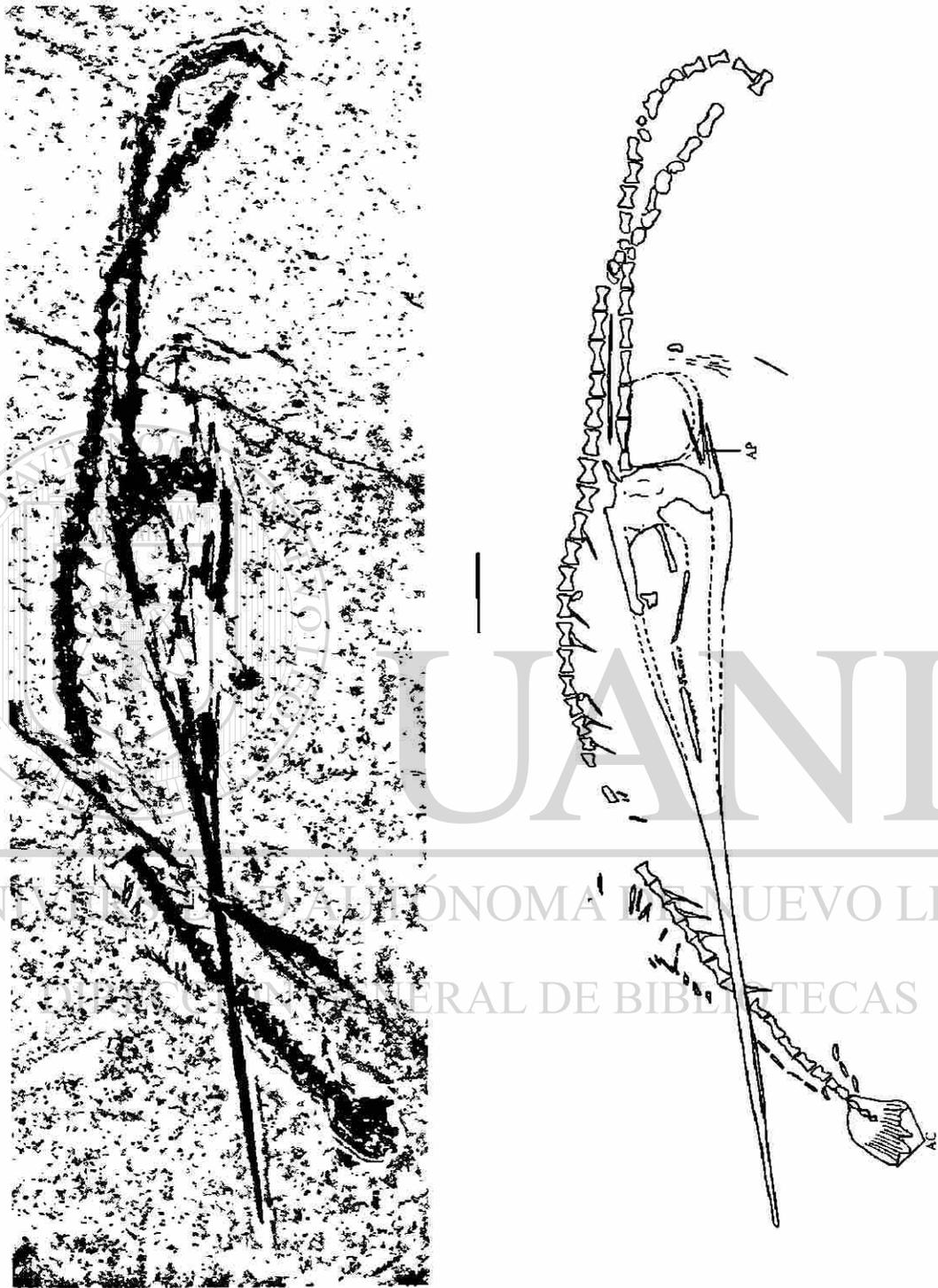


Fig. 11.7. Esqueleto semicompleto de un ejemplar del género *Rhynchodercetis* sp., basado en FCT-005. Barra de escala = 10 mm.

En FCT-005 (Fig. 11.9), y FCT-113 (Fig. 11.11) el lateraletmoideo está preservado como un hueso rectangular con sus márgenes ligeramente redondeados. Este hueso está situado anteriormente al margen anterior de la órbita. Su eje mayor está dirigido dorso-ventralmente y su longitud es aproximadamente dos veces más largo que su eje menor.

El mesetmoides está preservado sólo en FCT-003 (Fig. 11.8). En vista dorsal, este elemento tiene forma de "boomerang" y está simétricamente dividido en una parte derecha y otra izquierda. El ángulo que existe entre ambas partes es de 15 grados aproximadamente. Los ejes mayores de ambos brazos del "boomerang" están dirigidos en sentido antero-posterior y tiene una longitud de 10 mm, siendo aproximadamente 20 veces más largo que el eje menor de cada parte. En su región anterior, el mesetmoides articula con el premaxilar y su región posterior con el frontal.

Otros elementos de la bóveda craneal y del neurocráneo tales como el esfenótico y el vómer no están preservados en los especímenes de referencia de Vallecillo o bien, sus límites no son discernibles del resto de la masa ósea.

Huesos circunorbitales

No existe una serie circunorbital completa en los especímenes de Vallecillo.

Suspensorio

El hiomandibular está presente en FCT-113 (Fig. 11.11) como un fragmento y en FCT-005 (Fig. 11.9) como molde externo completo. En este último espécimen, el eje mayor del hiomandibular está orientado dorsoventralmente y es dos veces más largo que su eje menor. El hiomandibular articula lateralmente con el margen ventroposterior del pterótico.

En FCT-005 (Fig. 11.9) y FCT-113 (Fig. 11.11) el cuadrado es un hueso triangular. Ventralmente, este hueso porta un cóndilo redondeado que se dirige anteriormente. En FCT-113 el cuadrado se encuentra ligeramente desplazado en dirección ventroposterior respecto a su posición original.

El metapterigoides se observa sólo en FCT-005 (Fig. 11.9). Este hueso está preservado como molde externo con forma irregular. En su región anterior, este hueso articula con el ectopterigoides y en su margen posterior con el cuadrado.

En FCT-005 (Fig. 11.9) el ectopterigoides está preservado como molde externo de una estructura incompleta. El fragmento preservado pertenece a la región posterior de la estructura. Este fragmento es largo y delgado, está orientado anterodorsal-posteroventralmente y su longitud es cinco veces su altura. Hacia su región posterior, el ectopterigoides articula con el margen anterior del metapterigoides.

El palatino está preservado en FCT-005 (Fig. 11.9), FCT-113 (Fig. 11.11) y FCT-310 (Fig. 11.10). En FCT-005 es un hueso largo y delgado. Su eje mayor está dirigido anteroposteriormente y es doce veces más largo que su eje menor. En este espécimen, el palatino porta una hilera única de dientes inclinados en dirección posterior con coronas que alcanzan 0.5 mm de altura. Un total de 16 dientes fueron contados en FCT-005. En FCT-113 el palatino está preservado como un fragmento delgado de 10 mm de longitud y 1 mm de altura, mientras que en FCT-310 este hueso está preservado como un molde externo de 15 mm de longitud y 1 mm de altura. Como en FCT-005, el palatino de los últimos especímenes tiene una hilera única de dientes que son similares en forma y tamaño que aquellos en FCT-005.

Mandíbula superior

El maxilar está preservado como fragmentos en FCT-005 (Fig. 11.9), FCT-113 (Fig. 11.11) y FCT-310 (Fig. 11.10). En FCT-113, el fragmento del maxilar es largo y esbelto con una longitud de 20 mm y una altura de 1 mm. Ventralmente, este fragmento porta una hilera de pequeños dientes agudos con coronas de hasta 0.5 mm de altura. En FCT-005 sólo la región anterior de este hueso está preservada y tiene una longitud de 5 mm. En FCT-113 este elemento está representado por un fragmento largo y delgado de 15 mm de longitud y 1 mm de altura. En FCT-005 y FCT-310 el maxilar porta una hilera única de dientes como en FCT-113. En su parte anterior, el maxilar articula con el premaxilar.

El premaxilar es un hueso muy elongado y delgado. Su eje mayor está orientado anteroposteriormente y tiene aproximadamente 32 veces la longitud de su eje menor. Este hueso se extiende anteriormente formando un rostro puntiagudo y fuertemente estriado, que representa 2/3 de la longitud total de la mandíbula superior. A diferencia del maxilar y del palatino, el premaxilar no porta dientes.

Mandíbula inferior

La mandíbula inferior es conocida a través de moldes externos y fragmentos de la estructura original en FCT-005 (Fig. 11.9), FCT-113 (Fig. 11.11) y FCT-310 (Fig. 11.10). El dentario es un hueso largo y estrecho dirigido anteroposteriormente. Su eje mayor es cinco veces más largo que su eje menor. Este hueso tiene su altura máxima en su región posterior donde alcanza 24 mm, pero ésta es menor al nivel de la sínfisis dentaria donde tienen menos de 1 mm. En FCT-005, el margen dorsal del dentario porta dientes cuyas coronas alcanzan hasta 5 mm de altura. En contraste con otras especies de *Rhynchoderctis*, los dientes del dentario de los especímenes de Vallecillo no son curvos. La presencia de una o dos hileras de dientes en este hueso no pudo ser determinada.

El angular es alargado y tiene forma triangular. Su eje mayor está dirigido antero-posteriormente y su longitud alcanza 10 mm. Este hueso se extiende desde el margen posterior de la mandíbula inferior y tiene su margen posterior al nivel del margen anterior de la órbita. Dorsoposteriormente, este hueso porta la faceta para la articulación con el cuadrado.

El retroarticular está presente en FCT-005 (Fig. 11.9) como un fragmento pequeño y de forma irregular situado en el margen ventroposterior de la mandíbula. Este elemento no participa en la formación de la fosa para el cuadrado.

Huesos operculares

El opérculo es el elemento de mayor tamaño de los huesos operculares. En FCT-005 (Fig. 11.9) está preservado como un molde externo con forma rectangular y márgenes ligeramente redondeados. En FCT-003 (Fig. 11.8), FCT-113 (Fig. 11.11) y FCT-310 (Fig. 11.10) este elemento tiene forma irregular debido a la mala preservación de sus márgenes. En FCT-005 el eje mayor del opérculo está dirigido en sentido anteroposterior y su longitud representa 1.6 veces la de su eje menor. Anteriormente, el opérculo articula con el preopérculo.

El preopérculo está preservado sólo en FCT-005 (Fig. 11.9). Éste es un elemento triangular y ligeramente curvo en dirección anterior. Su eje mayor está dirigido dorsoventralmente y tiene una longitud de 3.5 mm.

Dorsalmente, el subopérculo está parcialmente cubierto por el opérculo. En FCT-003 (Fig. 11.8), FCT-005 (Fig. 11.9) y FCT-310 (Fig. 11.10) sólo la región ventral es

visible debajo y a lo largo del margen ventral del opérculo. Al igual que en éste último, el margen ventral del subopérculo es ligeramente convexo.

El intraopérculo es el hueso más pequeño de la serie y está preservado como el molde interno de la estructura completa en FCT-005 (Fig. 11.9), y como fragmento en FCT-310 (Fig. 11.10). En FCT-005 el intraopercular es un elemento rectangular situado entre el margen anterior del opérculo y el margen posterior del preopérculo. Su eje mayor está orientado dorso-ventralmente y es aproximadamente dos veces más largo que su eje menor.

Columna vertebral

La columna vertebral está casi completa en FCT-005 (Fig. 11.7) mientras que en los demás especímenes ésta es incompleta. En FCT-005 la columna vertebral presenta 65 vértebras. Las primeras cuatro vértebras son 2.3 veces más largas que altas y son 1.5 veces más largas que el resto de las vértebras precaudales. Las vértebras caudales están menos alargadas y son 1.6 veces más largas que altas. El número de vértebras precaudales y caudales no es observable en los especímenes de Vallecillo.

Los arcos neurales y hemales están pobremente preservados. En algunas partes de la columna vertebral se observa que los arcos neurales son largos y articulan con el total de la superficie de la vértebra. En la región caudal de la columna, cada arco neural porta una espina única que se dirige posteriormente. Los arcos hemales tampoco están bien preservados y al igual que los neurales, portan una espina inclinada en dirección posterior.

Cintura y aleta pectoral

Los elementos de la cintura y aleta pectoral están mal preservados. FCT-005 (Fig. 11.7) presenta restos de un hueso largo orientado en sentido dorso-posterior-ventroanterior: el cleitro. Dorsalmente, este hueso expone un proceso redondeado que articula con el margen ventral del supracleitro, el cual se encuentra mal preservado. El coracoides está presente en FCT-005 como un fragmento situado en la región ventral de la cintura pectoral. Ningún rayo fue observado.

Aleta Pelvica

Desconocida

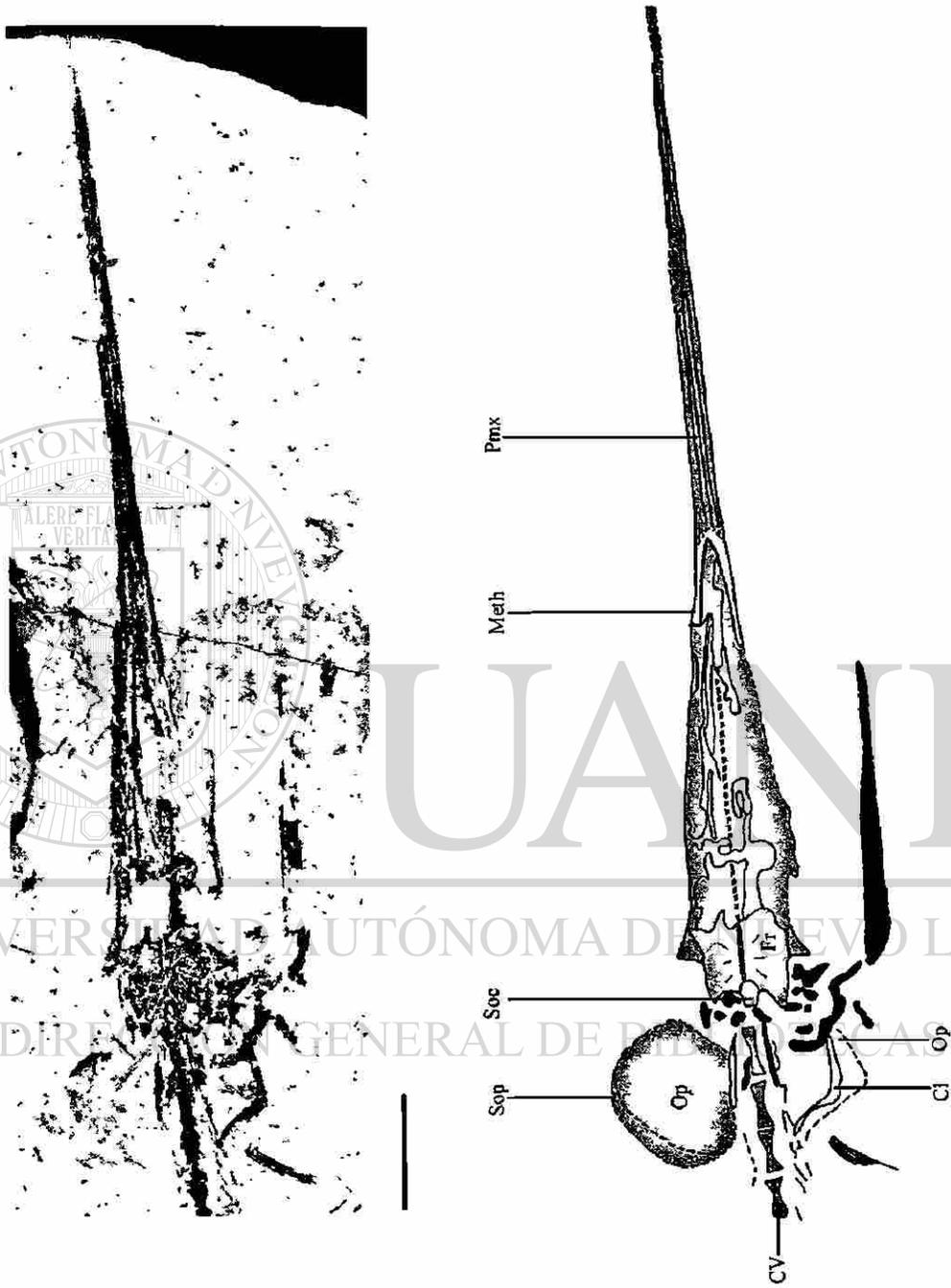


Fig. 11. 8. Elementos craneales de *Rhynchoderceitis* sp., basados en FCT-003. Barra de escala = 10 mm.

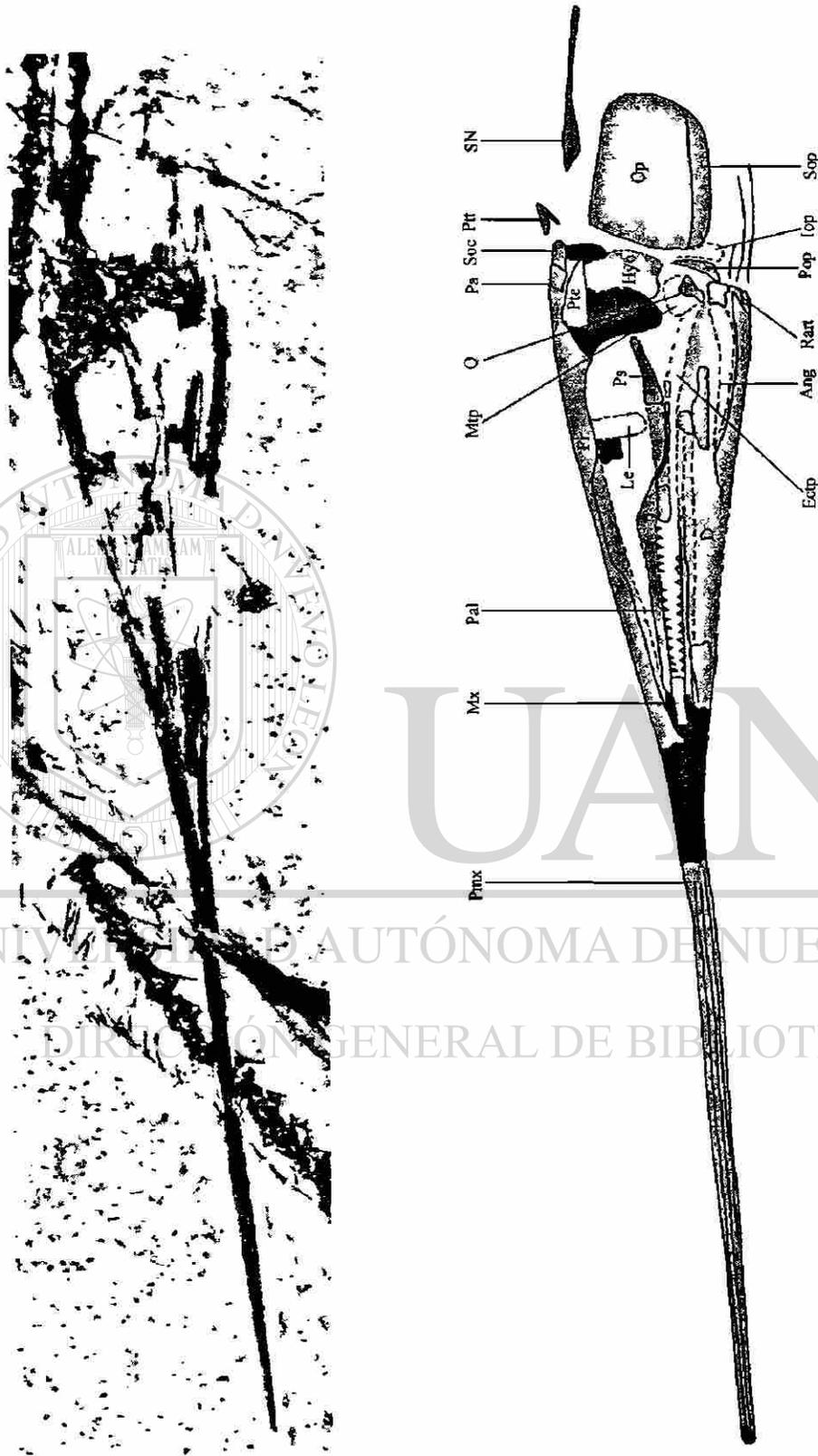


Fig. 11. 9. Elementos craneales de *Rhynchodercetis* sp. (en vista lateral), basado en FCT-005. Barra de escala= 10 mm .



Fig. 11. 10. Elementos craneales de *Rhynchodercetis* sp., basados en FCT-310. Escala ilustrada en la fotografía.

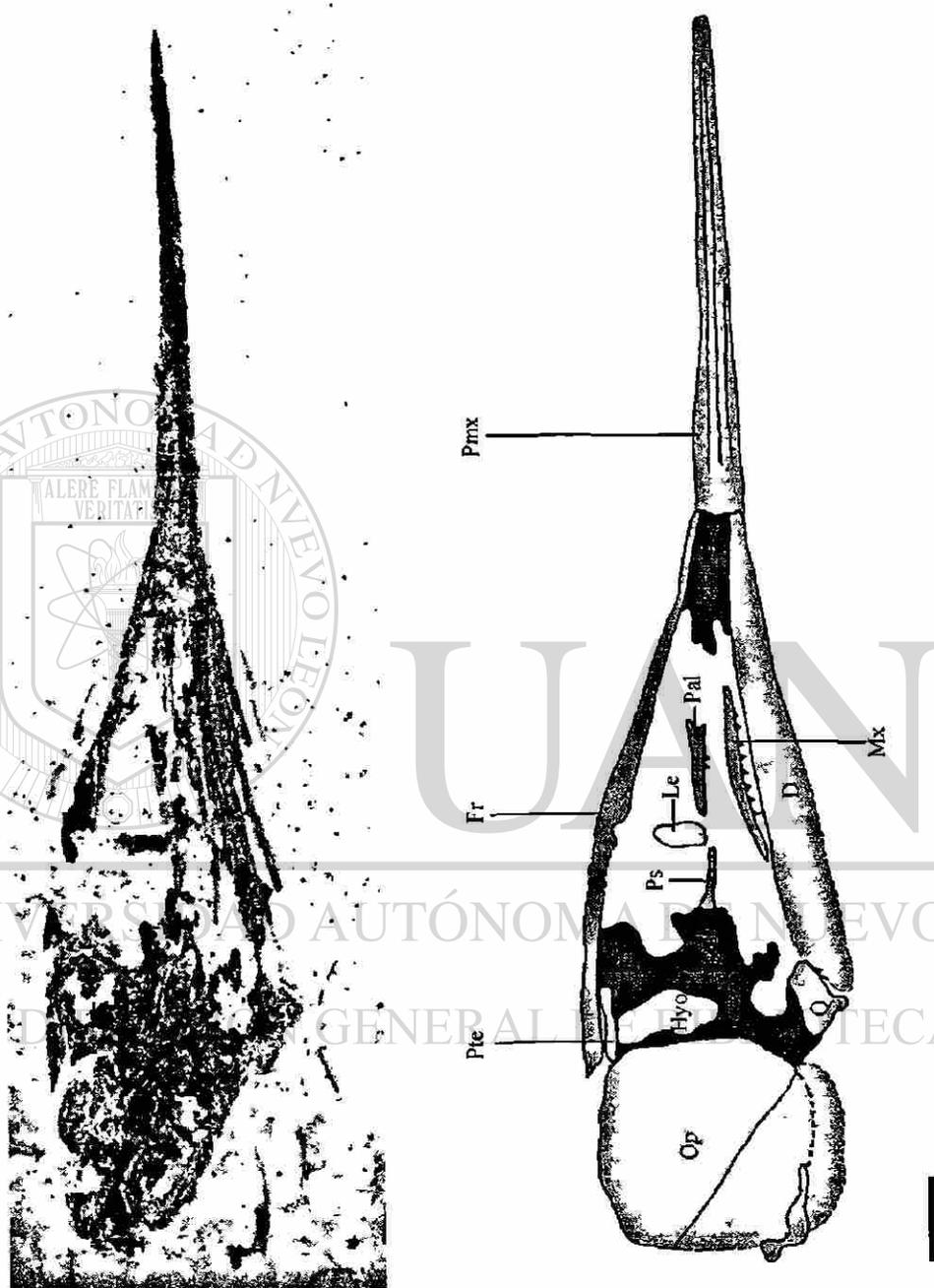


Fig. 11.1. Cráneo del género *Rhynchodercetis* sp. (FCT-1113). Barra de escala = 10 mm.

Aleta dorsal

Desconocida

Aleta caudal

Sólo presente en FCT-005 (Fig. 11.7). Debido al alto grado de reemplazamiento, las estructuras de este elemento no son claramente observables.

DISCUSIÓN

Los especímenes de referencia de Vallecillo consisten en peces anguiliformes lateralmente comprimidos. Estos peces exponen los caracteres diagnósticos citados por ARAMBOURG (1943, 1954), GOODY (1969) y CHALIFA (1989) para *Rhynchodercetis*. Estos caracteres son: cráneo representa el 30% de la longitud total del cuerpo; región anteorbital muy elongada que representa el 75-80% de la longitud del cráneo; maxilar largo y delgado; dientes en dentario, maxilar, palatino y ectopterigoides, pero no en premaxilar; interopercular presente; huesos dérmicos del cráneo sin ornamentación.

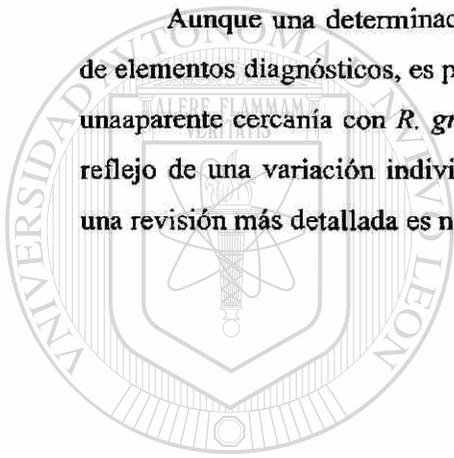
Esta combinación de caracteres están ausentes en otros géneros de los Dercetidae. En *Dercetoides* (CHALIFA, 1989; TAVERNE, 1991b), *Dercetis* (CASIER, 1965; GOODY, 1969; CHALIFA, 1989) y *Pelargorhynchus* (VON DER MARK, 1858; CASIER, 1965; GOODY, 1969) el cráneo no representa más del 20% de la longitud total del cuerpo, el premaxilar es dentado, el dentario se extiende hasta el nivel del margen anterior del premaxilar y los huesos del cráneo están fuertemente ornamentados. Elementos craneanos fuertemente ornamentados son también observables en *Kwangodercetis*, *Paradercetis* (CASIER, 1965; TAVERNE, 1976a) y en *Cyranichthys* (CASIER, 1965; TAVERNE, 1987b); pero la posición de estos últimos géneros dentro de Dercetidae es dudosa.

La presencia de un interopérculo es conocido en *Rhynchodercetis* y *Dercetoides* mientras que en *Dercetis* y *Pelargorhynchus* este hueso está ausente (CHALIFA, 1989). En los especímenes de referencia de Vallecillo, un interopérculo pequeño y triangular está presente entre el preopérculo y el opérculo.

Comparación de *Rhynchodercetis* de Vallecillo con otras especies de este género.

En *R. gracilis* y los dercétidos de Vallecillo el margen distal del dentario no alcanza la mitad de la distancia preorbital, Por otro lado, las primeras vértebras de la columna son entre 1.5 a dos veces más largas que el resto de las precaudales y todas las caudales. En *R. hakeleensis*, *R. gortanii* y *R. yovanovitchi*, el margen anterior de la mandíbula yace al nivel de la mitad de la distancia preorbital y en *R. hakeleensis* (GOODY, 1969; CHALIFA, 1989) y *R. yovanovitchi* (ARAMBOURG, 1954; TAVERNE, 1987b) las primeras vértebras precaudales son tan largas como las del resto de la columna vertebral. Otras diferencias entre *R. gracilis*, *R. hakeleensis*, *R. gortanii*, *R. yovanovitchi* y los dercétidos de Vallecillo son ilustradas en la Tabla 11.3.

Aunque una determinación a nivel específico no es posible debido a la escasez de elementos diagnósticos, es posible observar que los dercétidos de Vallecillo muestran una aparente cercanía con *R. gracilis*, siendo las diferencias mostradas con esta especie reflejo de una variación individual más que diferencias interespecíficas. Sin embargo, una revisión más detallada es necesaria para confirmar esta hipótesis.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

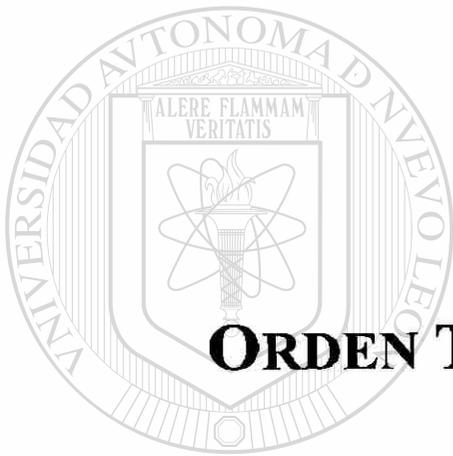


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

	<i>R. gracilis</i> CHALIFA 1989	<i>R. hakelensis</i> PICTET & HUMBERT, 1866	<i>R. gortani</i> D'ERASMO, 1946	<i>R. yovanovitchi</i> ARAMBOURG, 1943	Especímenes de Vallecillo
Longitud del cuerpo	380 mm	100 mm	220 mm	145 mm	270-340 mm
Longitud del cráneo como % de longitud del cuerpo.	25	25	25-30	Casi 50	30
Longitud preorbital como % de longitud de la cabeza	70	70	Desconocido	60	75-80
Extremo distal de la mandíbula inferior (dentario)	No alcanza la mitad de la distancia preorbital	Al nivel de la mitad de la distancia preorbital	Desconocido	Al nivel de la mitad de la distancia preorbital	No alcanza la mitad de la distancia preorbital
Interopérculo	Presente	Ausente	Ausente	Presente	Presente
Vertebras	71	60	78-80	65-77	Cerca de 75
Vertebras caudales	28	30	30	25-26	No contadas
Tamaño de primeras vértebras precaudales	Alargadas	No alargadas	Alargadas	No alargadas	Alargadas
Rayos en aleta pectoral	11	Al menos 10	10	10	Desconocidos
Rayos en a. Ventral	9	Desconocidos	8	7-8	Desconocidos
Rayos en a. Dorsal	9	7	8	8	Desconocidos
Rayos en a. Anal	18-19	18	16-20	6-7	Desconocidos

Tabla 11.3. Comparación entre caracteres diagnósticos de *Rhynchodercetis gracilis*, *R. hakelensis*, *R. gortanii*, *R. yovanovitchi* y los *Rhynchodercetis* de Vallecillo. Los datos han sido tomados de CHALIFA, 1989.

12



ORDEN TESELFATIIFORMES

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ORDEN TSELFATIIFORMES NELSON, 1994
FAMILIA TSELFATIIDAE ARAMBOURG, 1943
GÉNERO *Tselfatia* (ARAMBOURG, 1943)
***Tselfatia formosa* (ARAMBOURG, 1943)**

ESPECÍMENES REFERIDOS: FCT-068, completo y articulado. FCT-082, cráneo y esqueleto axial completos y articulados. FCT-121, cráneo y columna vertebral articulados, maxilar y aleta caudal no preservados. FCT-122, cráneo desarticulado, columna vertebral articulada, aletas dorsal y caudal no preservadas. FCT-340 cráneo completo y articulado.

DIAGNOSIS DEL GÉNERO (según BARDACK & TELLER-MARSHALL, 1980)

"Cretaceous fishes with a short, deep skull exhibiting no crest or fossa; striations present on superficial bones; parietals meet medially; ossified interorbital septum; large supraorbitale; posterior infraorbital broad; maxilar entering gate; single supramaxillare; dentition on praemaxillare, maxillare, dentale, palate and parasphenoid; ossified ligaments connect cleithral and mandibular symphysis; about 13 brachiostegeal rays; 60-70 centra, nerally half of these caudal; ribs long, archus neuralis and haemalis not fused to centra; epineural intermusculars present; pectoral fin inserts near to the vertebral column; about 14 pectoral rays; pelvis small and abdominal, 6-7 rays; dorsalis arises close to or above head, occupies nearly all of dorsal margin, about 40 dorsal rays; analis occupies posterior half of ventral border, about 25 anal rays; deeply forked caudal fin with many, small unbranched rays preceeding 20 principal rays of which 18 are branched; 5th dorsal ray, 3rd anal ray, and rays in notch of caudal fin segmented; uroneurals absent; hypurals fused into symmetrical fan-shaped plate, hypural plate fused with U2; U1 small, without associated archus haemalis; scales large, each scale wit fine ridges crossing closely spaced circuli and ending in a single row of teeth".

DIAGNOSIS DE LA ESPECIE (según BARDACK & TELLER-MARSHALL, 1980)

“Tselfatia in which the greatest depth is 33-46% of the standard length and in which the pectoral fin inserts just below the vertebral column”.

DESCRIPCIÓN

Los especímenes de Vallecillo consisten en peces con forma de huso con longitudes que varían de 160 a 610 mm (Fig. 12.1). Estos especímenes están caracterizados por tener respectivamente el tercer y quinto rayo de las aletas dorsal y anal muy desarrollados.

Cráneo

El cráneo de los tselfátidos de Vallecillo es corto y alto, siendo su altura 1.2 veces mayor a su longitud. Debido al alto grado de reemplazamiento y a la deformación sufrida por el cráneo durante la diagénesis, los márgenes de algunos huesos, la presencia de ornamentación y otros tipos de estructuras no son totalmente discernibles en los especímenes referidos (Fig. 12.2 a 12.6).

En la mayoría de los especímenes el frontal está preservado como fragmentos a excepción de FCT-082 donde está ausente. En FCT-068 (Fig. 12.2) y FCT-121 (Fig. 12.4) éste es un hueso largo con contorno irregular. En ambos especímenes, este elemento representa aproximadamente el 60% de la longitud del techo del cráneo. En FCT-068 y FCT-121 el frontal articula con el supraoccipital dorsoposteriormente y con el parietal posteriormente.

El supraoccipital está expuesto en FCT-068 (Fig. 12.2) y FCT-121 (Fig. 12.4) como un hueso pequeño e incompleto en contacto con el margen dorsal del frontal. Este elemento articula en su parte posterior con el parietal.

El parietal está preservado en FCT-068 (Fig. 12.2) y FCT-121 (Fig. 12.4) como un elemento de forma irregular. Éste articula en su región anterior con el frontal y el supraoccipital, ventralmente con el pterótico. En estos especímenes, el parietal representa aproximadamente el 30% de la bóveda craneal.

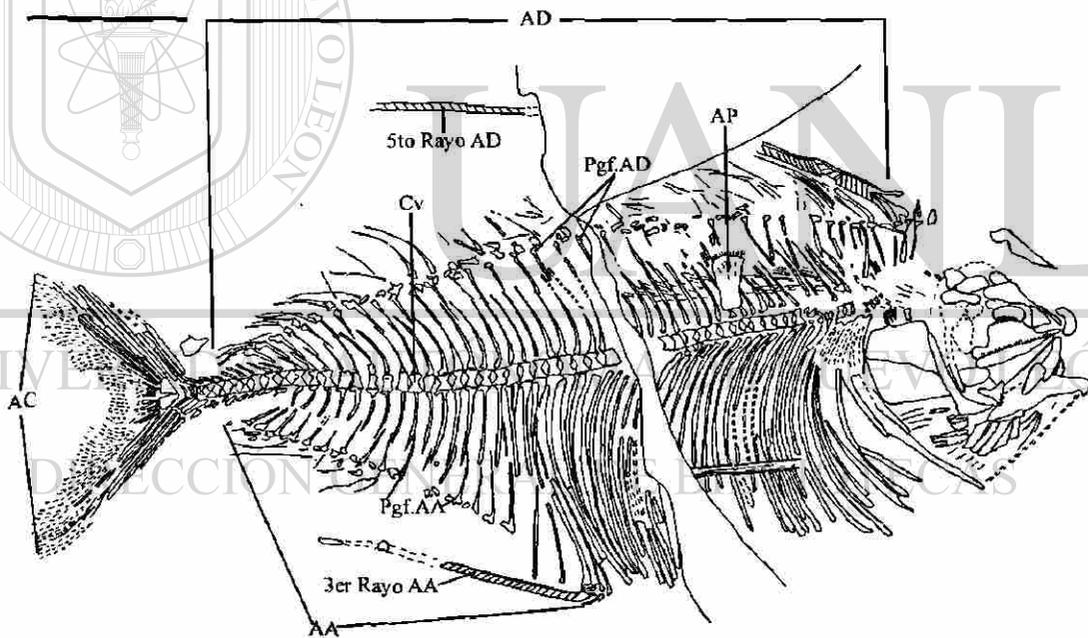
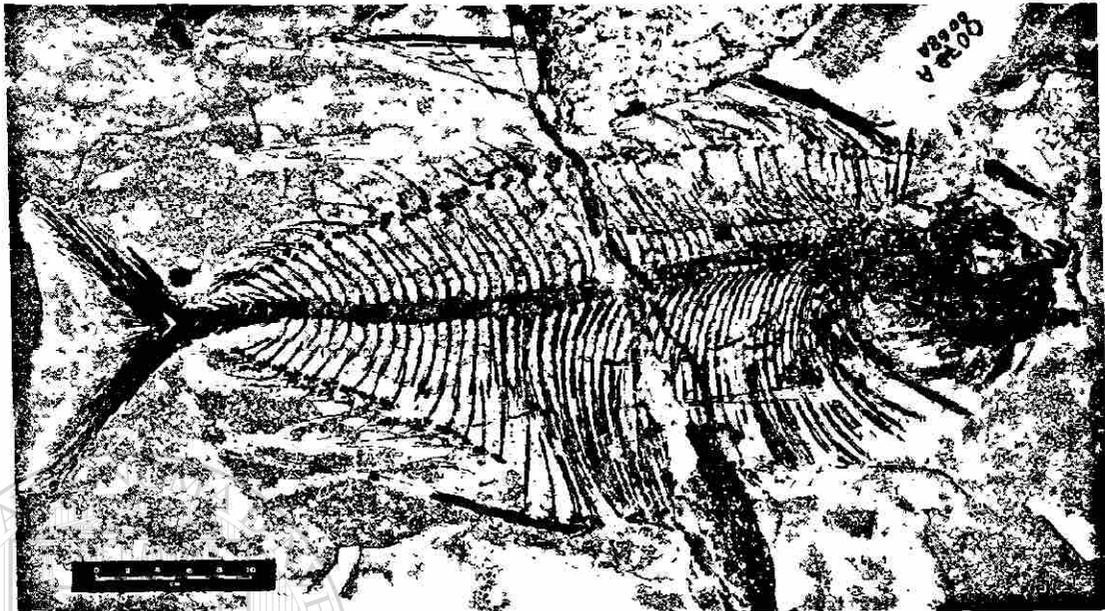


Fig. 12.1. Esqueleto completo de un espécimen de *Tselfatia formosa*. Basado en FCT-068. Barra de escala = 100 mm.

En FCT-068 (Fig. 12.2) y FCT-121 (Fig. 12.4) el epiótico es un hueso pequeño con márgenes irregulares situado en el margen posterior del cráneo. Este elemento articula ventralmente con el pterótico y anteriormente con el parietal. El epiótico representa el 4% de la caja craneana.

También el pterótico está expuesto sólo en FCT-068 (Fig. 12.2) y FCT-121 (Fig. 11. 4). En FCT-121 este hueso tiene forma irregular. En FCT-068 este elemento está preservado como un fragmento alargado en sentido anteroposterior y es dos veces más largo que alto. Latero-ventralmente, el pterótico es articulado por el hiomandibular a través de la fosa hiomandibular (Fig. 12.7). Anteroventralmente, el pterótico articula con el autosfenótico.

En FCT-068 (Fig. 12.2) y FCT-121 (Fig. 12.4) el proótico es un hueso alargado en sentido dorsoventral con márgenes irregulares y ligeramente redondeados. Su eje mayor está dirigido dorso-ventralmente y es aproximadamente dos veces más largo que su eje menor. Latero-dorsalmente, el pterótico articula con el hiomandibular y anterodorsalmente con el autosfenótico. Dorsalmente, el contacto entre el proótico y el pterótico está cubierto por la cabeza articular del hiomandibular. En FCT-082 (Fig. 12.3) el proótico está presente como un fragmento con márgenes irregulares.

La región etmoidea está casi incompleta en todos los especímenes siendo el lateraletmoideo el único elemento preservado. En FCT-068 (Fig. 12.2) y FCT-082 (Fig. 12.3) este hueso está situado anteriormente al margen anterior de la órbita. El lateraletmoideo es triangular y su eje mayor está dirigido en sentido dorsoventral. En FCT-068 el eje mayor de este elemento tiene una longitud de 150 mm mientras que en FCT-082 este elemento es sólo 20 milímetros más corto. En FCT-121 (Fig. 12.4) y FCT-340 (Fig. 12.6) el lateraletmoideo está preservado como fragmentos de contornos irregulares.

El autosfenótico está preservado en FCT-068 (Fig. 12.2), FCT-121 (Fig. 12.4) y FCT-082 (Fig. 12.3). En estos especímenes los márgenes de este elemento están parcialmente fragmentados. En FCT-068, la región anterior de este hueso está en contacto con una masa irregular de huesos que podrían pertenecer a fragmentos del frontal (?). En FCT-068, FCT-082 y FCT-121 este hueso articula lateroposteriormente con el hiomandibular.

El parasfenoides está bien preservado en todos los especímenes. La parte ventral de este elemento es larga y delgada. Su eje mayor está dirigido en sentido anteroposterior y en promedio es 20 veces más largo que su eje menor. Posteriormente,

este hueso se curva en dirección dorsal. La región ventral se extiende en dirección anterior más allá del margen anterior de la órbita hasta el nivel del margen anterior del premaxilar. En todos los especímenes referidos, la superficie ventral del parasfenoides porta una serie de estructuras tabulares que a manera de columnas rectangulares (Fig. 12. 7). Estas estructuras fueron interpretadas como dientes por TAVERNE (1983); sin embargo, de acuerdo a la morfología de estas estructuras, la presencia de dientes queda descartada para estos especímenes. En todos los especímenes referidos, el margen dorsal del parasfenoides porta una extensión formando una lámina delgada. Esta extensión se proyecta hasta alcanzar la mitad de la longitud dorso-ventral de la órbita y representa la parte ventral del septo interorbital. Esta lámina articula dorsalmente con el orbitosfenoides, el cual forma la parte dorsal de este septo (Fig. 12.7).

Huesos Circumorbitales

Los huesos circumorbitales están presentes en todos los especímenes referidos como pequeños fragmentos alrededor de la órbita.

El supraorbital está preservado como un fragmento de forma irregular que conecta con el margen anterodorsal de la órbita.

El anillo esclerótico no está completo en todos los especímenes. Este está preservado como fragmentos aislados alrededor de la órbita. En FCT-122 (Fig. 12.5) sólo el margen dorsal del esclerótico está ausente representando el espécimen donde este elemento está mejor preservado. Más detalles no fueron observados.

Mandíbula superior

En FCT-068 (Fig. 12.2), FCT-082 (Fig. 12.3) y FCT-340 (Fig. 12.6) el premaxilar es un hueso pequeño de forma irregular que representa el 20% de la longitud total de la mandíbula superior. En FCT-068 el margen ventral del premaxilar porta tres hileras de alveolo de 1 mm de diámetro, posteroventralmente, el premaxilar articula con el maxilar.

El maxilar está preservado en FCT-068 (Fig. 12.2), FCT-082 (Fig. 12.3) y FCT-340 (Fig. 12.6). Sólo en FCT-068 el maxilar está completo. Su eje mayor alcanza una longitud de 37 mm y está dirigido anterodorsal-posteroventralmente. Anteriormente, el maxilar tiene una altura de 10 mm pero en su región posterior, ésta aumenta alcanzando 14 mm. En FCT-082 y FCT-340 este hueso está fragmentado y tiene forma irregular.

El supramaxilar está preservado en FCT-068 (Fig. 12.2), FCT-082 (Fig. 12.3) y FCT-340 (Fig. 12.6). Este elemento es largo y delgado que presenta márgenes ligeramente redondeados. En FCT-068 su eje mayor está orientado en sentido anterodorsal-posteroventral y es aproximadamente tres veces más largo que su eje menor. Este hueso articula ventralmente con el borde dorsal del maxilar. Alvéolos para dentición y dentición no fueron observados en este elemento.

Mandíbula inferior

La mandíbula inferior no está bien preservada en los tselfátidos de Vallecillo. Elementos tales como el corono-meckeliano y el retroarticular no fueron reconocidos en los especímenes referidos.

El dentario está preservado en FCT-068 (Fig. 12.2), FCT-082 (Fig. 12.3), FCT-122 (Fig. 12.5) y FCT-340 (Fig. 12.6). Este es un hueso triangular. En FCT-068 el eje mayor alcanza una longitud de 60. En la región anterior, la altura es de aproximadamente 10 mm, pero posteriormente llega a ser 3 veces mayor. Proporciones similares son observadas en FCT-082 y FCT-340. En FCT-068 el dentario presenta tres hileras de alveolos con diámetros menores a 1 mm. Dentición no fue observada.

El angular y el articular están fusionados juntos para formar el complejo anguloarticular. En FCT-340 (Fig. 12.6) el anguloarticular porta posteroventralmente un proceso redondeado con un diámetro de 10 mm. Posterodorsalmente, este complejo forma la fosa para la articulación del cuadrado. Debido a que el contacto entre el complejo angulararticular y el dentario no es discernible, el contorno y tamaño exacto de estos dos elementos permanece desconocido.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Suspensorio

El suspensorio está bien expuesto en los especímenes de Vallecillo (Figs. 11.2 a 11.6 y 11.8). Con excepción al palatino, la mayoría de los elementos fueron reconocidos.

El entopterigoides está preservado en FCT-340 (Fig. 12.6) como un elemento completo, en FCT-068 (Fig. 12.2), FCT-082 (Fig. 12.3) y FCT-121 (Fig. 12.4) este es incompleto, y en FCT-122 (Fig. 12.5) está preservado como un pequeño fragmento con contornos irregulares. En FCT-340 el entopterigoides es aproximadamente tres veces más largo que alto y se extiende desde el margen anterior del hiomandibular hasta el

nivel de la región dorsal del maxilar. En FCT-068, FCT-082, FCT-121 y FCT-340 este hueso porta numerosos alveolos con un diámetro de aproximadamente 1 mm.

El ectopterigoides está completo en FCT-068 (Fig. 12.2) mientras que en FCT-082 (Fig. 12.3) y FCT-121 (Fig. 12.4) este carece de su margen anterior. En FCT-068 el ectopterigoides es un hueso largo y delgado. Su eje mayor es 3.5 veces más largo que su eje menor y está orientado anteroposteriormente. A diferencia del entopterigoides, el ectopterigoides no presenta alveolos o dentición. Dorsalmente, este elemento se une con el entopterigoides y posteriormente, con el cuadrado.

En todos los especímenes, a excepción de FCT-122 (Fig. 12.5), el cuadrado está bien preservado. Éste es un hueso triangular que porta ventralmente un proceso redondeado para la articulación de la mandíbula inferior. La articulación entre el cuadrado y el complejo anguloarticular yace al nivel del margen posterior de la órbita. Dorsalmente, el cuadrado articula con el metapterigoides y anteriormente con el ectopterigoides.

El simpléctico está preservado solo en FCT-121 (Fig. 12.4) como un hueso largo y delgado. Su eje mayor está orientado en sentido ventroanterior-dorsoposterior y está situado en una invaginación situada en la parte dorsal del cuadrado.

El matapterigoides es un hueso de forma irregular en todos los especímenes. Su eje mayor está dirigido anteroposteriormente y es dos veces más largo que su eje menor. En su región posterior, el metapterigoides articula con la región ventral del hiomandibular, ventralmente con el cuadrado y anteriormente con el entopterigoides.

El hiomandibular representa el elemento más grande del suspensorio (Fig. 11.7). Este es completo en FCT-068 (Fig. 12.2), FCT-121 (Fig. 12.4) y FCT-340 (Fig. 12.6), en FCT-082 (Fig. 12.3) este elemento carece de sus márgenes dorsal y caudal, mientras que en FCT-121 este hueso es conocido a través de fragmentos. La región dorsal del hiomandibular representa la cabeza articular del elemento. Esta región se aproxima a la forma de un paralelogramo invertido, su eje mayor está dirigido anteroposteriormente. En su margen posterior, el hiomandibular porta un proceso redondeado para la articulación con el opérculo. La región ventral del hiomandibular es un elemento largo y delgado. Su eje mayor está orientado dorsoventralmente y su longitud es 6.5 veces mayor que la de su eje menor. El hiomandibular articula con el neurocráneo a través de la fosa hiomandibular que porta el autosfenoides y el pterótico.

Huesos operculares

En los especímenes referidos los huesos mandibulares consisten en un opérculo, un subopérculo y un preopérculo (Fig. 12.8). Los demás elementos de esta serie no fueron observados.

En FCT-068 (Fig. 12.2), FCT-082 (Fig. 12.3) y FCT-340 (Fig. 12.6) el opérculo está preservado como un hueso incompleto con márgenes irregulares, en FCT-122 (Fig. 12.5) como fragmentos, y en FCT-121 está completo. En este último ejemplar el opérculo es un elemento rectangular con sus márgenes ventral y caudal ligeramente recurvados (esto también se observa en FCT-082 y FCT-340), su eje mayor es 1.3 veces más largo que su eje menor y está dirigido dorsoventralmente. El opérculo articula anterodorsalmente con el hiomandibular y anteriormente con el preopérculo. Lateralmente, el margen ventral del opérculo traslapa la región dorsal del subopercular.

El subopercular está dorsalmente traslapado por el opérculo en todos los especímenes. La parte expuesta presenta forma irregular, anteriormente articula con el preopérculo.

El preopérculo está bien expuesto en FCT-068 (Fig. 12.2), FCT-082 (Fig. 12.3), FCT-121 (Fig. 12.4) y FCT-340 (Fig. 12.6), mientras que en FCT-122 está preservado como un fragmento de forma irregular. La región dorsal del preopérculo es larga y delgada. Su eje mayor es aproximadamente siete veces más largo que su eje menor y está dirigido dorsoventralmente. La región ventral posee un eje mayor que está orientado anteroposteriormente y su longitud representa el doble de la longitud de su eje menor. En la región dorsal del preopérculo de FCT-082 se observan restos del canal sensorial; más detalles de esta estructura no son claramente discernibles. El preopérculo articula posteriormente con el opérculo y el subopérculo y anteriormente con el hiomandibular (Fig. 12.8).

Los huesos ceratoidales están mal preservados en los especímenes de Vallecillo. En FCT-121 (Fig. 12.4) y FCT-122 (Fig. 12.5) están preservados como huesos con forma irregular. En FCT-068 sólo el ceratoidal anterior está preservado; éste tiene contorno rectangular con su eje mayor dirigido anteroposteriormente. En FCT-121 y FCT-122 el ceratoidal posterior está situado debajo del margen ventral del preopérculo mientras que en FCT-068, FCT-121 y FCT-122 el ceratoidal anterior está situado al nivel del punto de unión del cuadrado y la mandíbula. Aproximadamente, ocho a diez braquioshistegales bien osificados están preservados en FCT-068, FCT-121 y FCT-122.

Estas estructuras son aproximadamente dos veces más largas que altas y están ligeramente curvas en dirección posterior.

Aleta y cintura pectoral

La cintura pectoral está mal preservada en todos los especímenes de referencia. La mayor parte de los elementos tales como el coracoides, el escapular, el cleitro y el supracleitro están preservados como elementos incompletos o como fragmentos de forma irregular.

El posttemporal está preservado únicamente en FCT-122 (Fig. 12.5). Este elemento es largo y estrecho, su eje mayor es 6.5 veces más largo que su eje menor y está dirigido antero-posteriormente. Más detalles no fueron observados.

El cleitro es el elemento más grande de la cintura pectoral y asemeja la forma de un "boomerang", el eje mayor de toda la estructura es aproximadamente 22 veces más largo que el eje menor. La región dorsal del cleitro está orientada en sentido dorsoanterior-ventroposterior, pero al nivel de la mitad de su longitud, este elemento se curva en dirección ventro-anterior. Anteriormente, la región ventral del cleitro articula con una serie de ligamentos delgados y bien osificados; estos ligamentos se proyectan anteriormente desde su punto de articulación con el cleitro hasta alcanzar la región ventral de la sínfisis mandibular.

El escapular está preservado sólo en FCT-121 (Fig. 12.4). Este hueso tiene contorno irregular, su eje mayor tiene una longitud de 5 mm y está orientado en sentido anteroposterior. El escapular representa el punto de inserción entre la cintura y la aleta pectoral. En FCT-121 este punto está situado claramente debajo de la columna vertebral.

La aleta pectoral está preservada únicamente en FCT-068 (Fig. 12.2). En este espécimen la aleta es incompleta careciendo de su región ventral. Esta estructura está desarticulada de su punto de unión con la cintura pectoral y se encuentra notoriamente desplazada dorsalmente hasta el nivel de la columna vertebral. El número de rayos no es discernible.

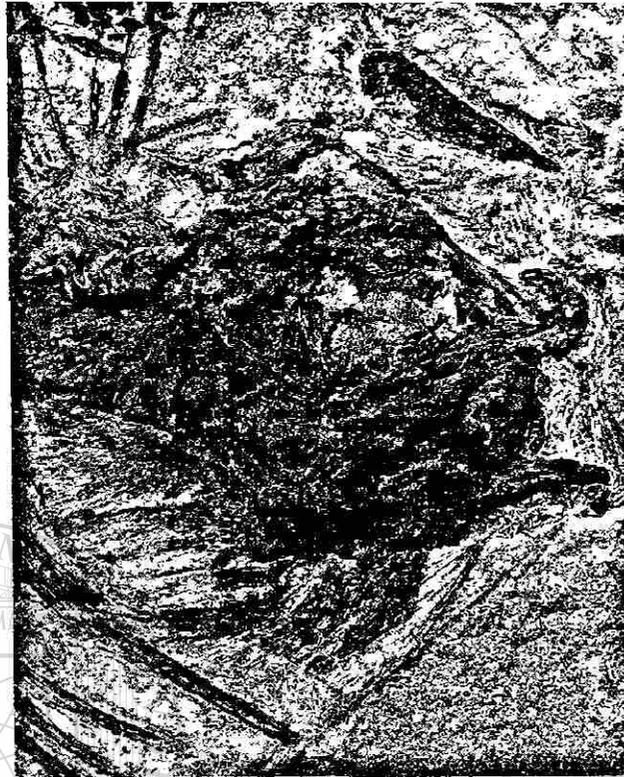


Fig. 12.2. Cráneo completo de *T. formosa*, basado en FCT-068. Barra de escala= 10 mm.



Fig. 12.3. Elementos craneales de *T. formosa*, observados en FCT-082. Barra de escala = 10 mm.

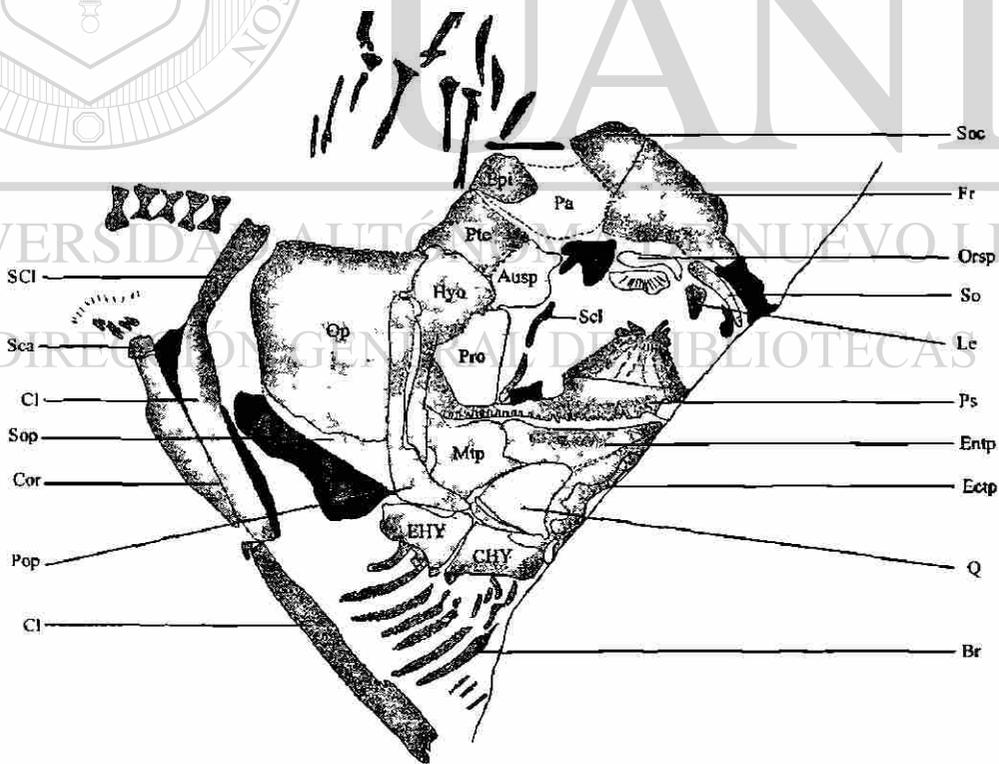
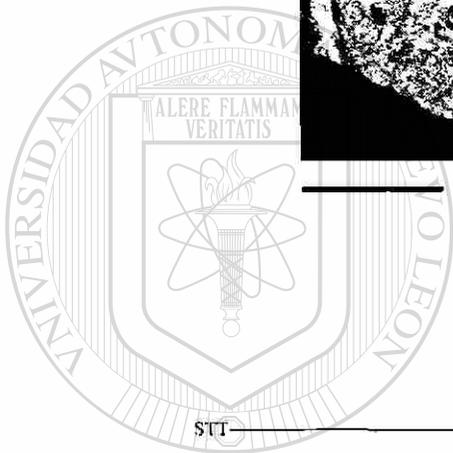
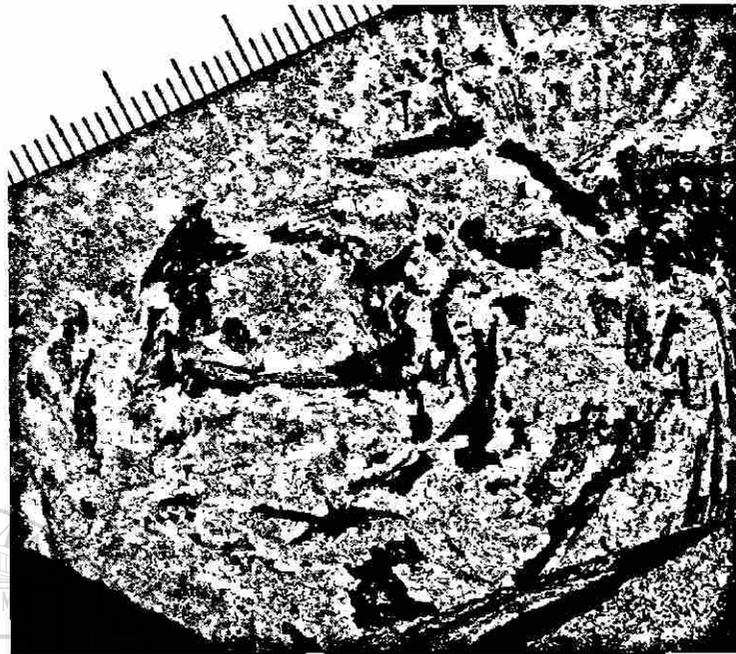


Fig. 12.4. Elementos óseos del cráneo de *T. formosa*, observados en FCT-121. Barra de escala = 10 mm.



UANL

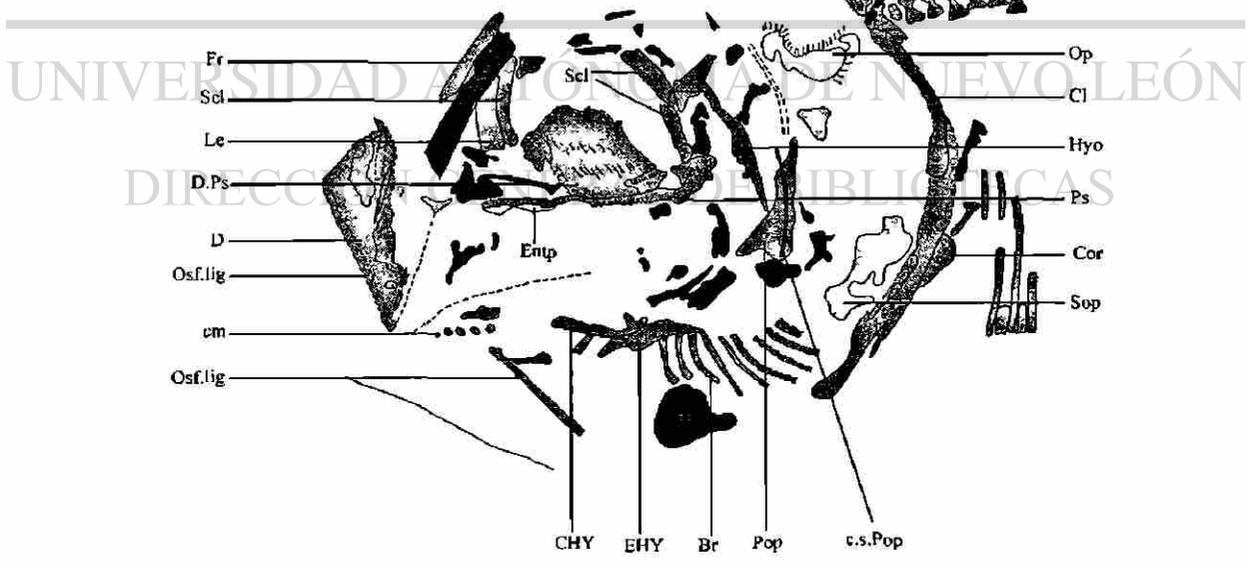


Fig. 12.5. Cráneo desarticulado de *T. formosa* (FCT-122). Barra de escala = 10 mm.

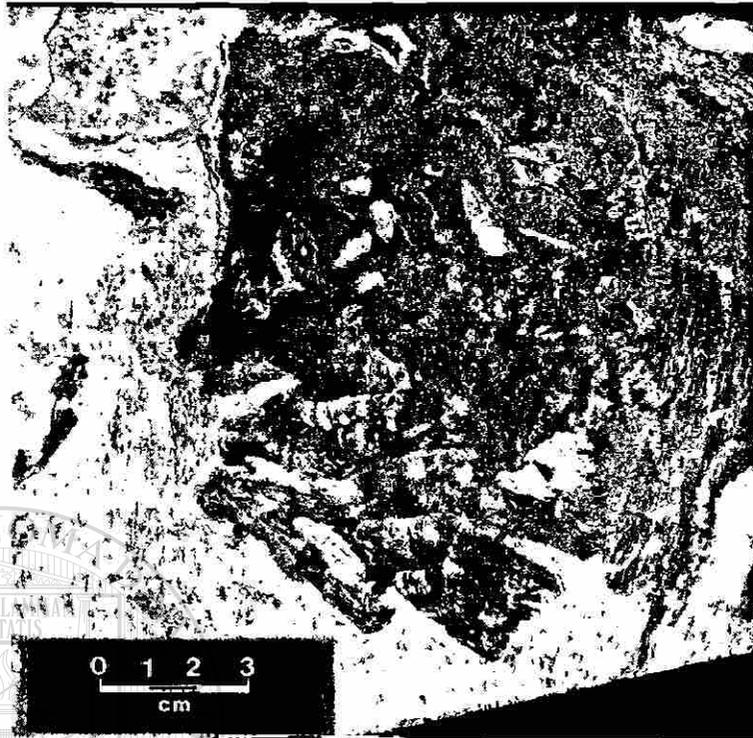


Fig. 12. 6. Cráneo parcialmente articulado de FCT-340 (*T. formosa*). Escala ilustrada en la fotografía.

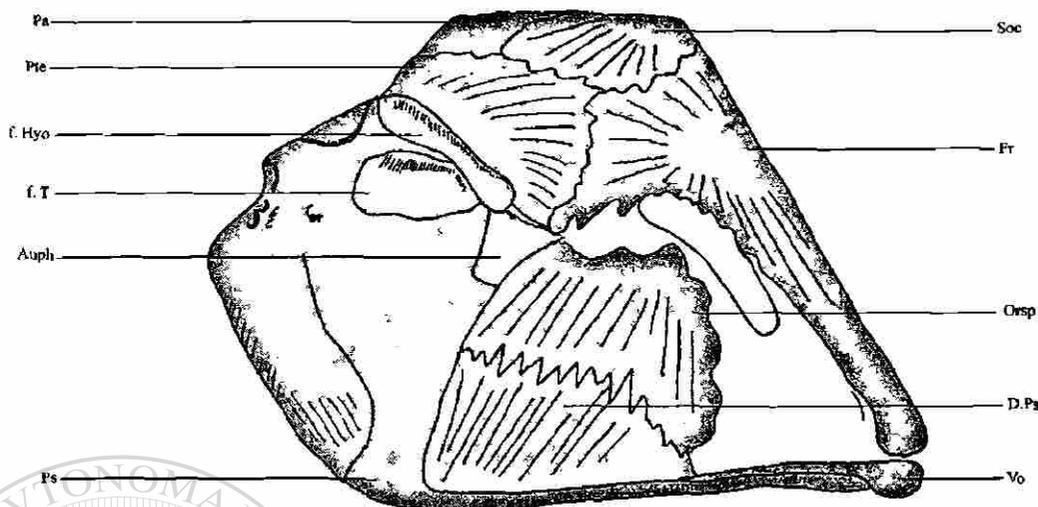


Fig. 12.7. Reconstrucción de la bóveda craneal y elementos del neurocráneo de *T. formosa* de Vallecillo, N.L. Sin escala.

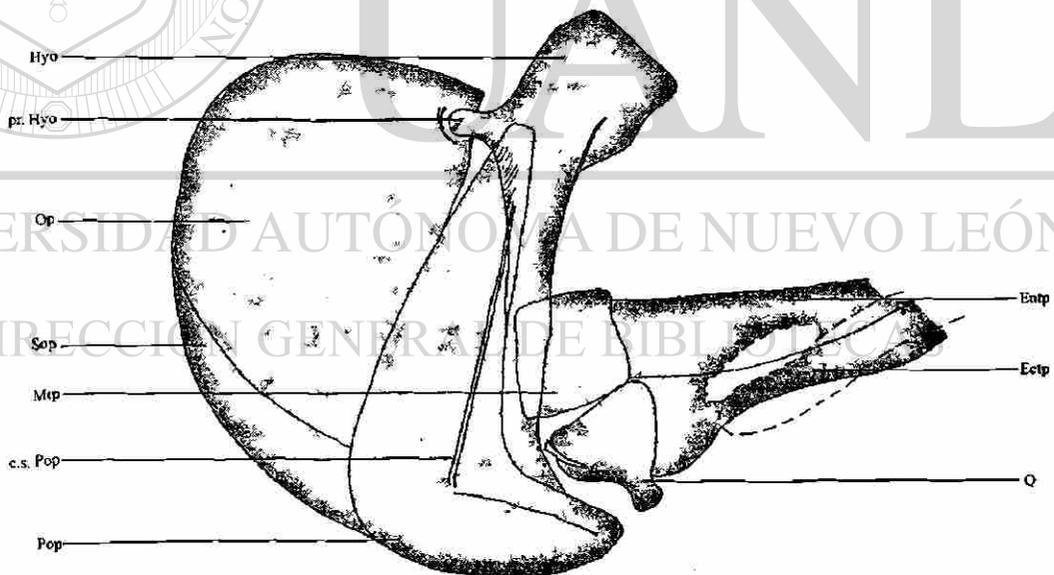


Fig. 12.8. Reconstrucción de los huesos operculares y del suspensorio de *T. formosa*, de Vallecillo, N.L. Sin escala.

Columna vertebral

La columna vertebral está casi completa en FCT-068 (Fig. 12.1) mientras que en los demás especímenes carece de varias regiones. En FCT-068 existen 65 vértebras de las cuales 38 son precaudales y 27 son caudales. Las vértebras son de tamaño homogéneo a lo largo de la columna vertebral. Estas son 1.2 veces más altas que largas. Diferencias morfológicas entre vértebras caudales y precaudales no fueron observadas.

En la región abdominal, las costillas presentan una longitud de 140 mm representando el 76% de la altura total del cuerpo. Hacia la región posterior, los arcos hemales tienen menor longitud, representando el 50% de la longitud total de las costillas de la región abdominal.

En la región precaudal de la columna vertebral, las espinas neurales alcanzan una longitud aproximada de 60mm. En la región posterior, estas espinas son 30% más cortas que aquellas situadas en la región precaudal (Fig. 12.1). Los arcos neurales y hemales no pudieron ser distinguidos de sus respectivos centros vertebrales.

Aleta dorsal

La aleta dorsal está bien preservada únicamente en FCT-068 (Fig. 12.1) y parcialmente preservada en FCT-121 (Fig. 12.9), mientras que en otros especímenes está ausente. En estos especímenes esta estructura tiene su origen cerca del margen posterior del cráneo y se extiende en dirección posterior sobre el total de la superficie dorsal del cuerpo.

La aleta dorsal de este grupo se caracteriza por presentar un quinto rayo hiperatrofiado, el cual se proyecta posteriormente desde el margen anterior de la aleta dorsal hasta el margen posterior del cuerpo, cubriendo totalmente el margen dorsal del espécimen. En FCT-068 (Fig. 12.1) este rayo alcanza una longitud de 380 mm y exhibe una segmentación orientada en sentido ventroanterior-dorsoanterior formada por pseudofulcros y lepidotricos (Fig. 11.9; para terminología, ver TAVERNE, 2000).



Fig. 12.9 Esquema (Cámara lúcida) general del quinto rayo de la aleta dorsal de *T. formosa*, basado en FCT-121. Barra de escala = 10 mm.

Los pseudofulcros tienen contorno romboidal. Su eje mayor es 3.4 veces más largo que su eje menor y está dirigido ventroanterior-dorsoanteriormente. Los lepidotricos son estructuras largas y delgadas y conectan a los pseudofulcros posteriormente. En cada lepidotrico el eje mayor es aproximadamente siete veces más largo que el eje menor y al igual que los pseudofulcros, están dirigidos ventroanterior-dorsoposterior. Un ángulo de 12° yace entre los ángulos mayores de los pseudofulcros y los lepidotricos (Fig. 12.9).

Al nivel de la base del quinto rayo de FCT-121 (Fig. 12.9), los pseudofulcros son tan largos como los lepidotricos, mientras que al nivel de la mitad del rayo el eje mayor de los pseudofulcros llega a ser 1.8 veces más largo que el eje mayor de los lepidotricos. En contraste con el nivel medio del rayo, donde la segmentación está orientada ventroanterior-dorsoposterior, la segmentación al nivel de la base del rayo se mantiene paralela al eje del rayo más que oblicua.

Los rayos de la dorsal no fueron observados en ningún espécimen referido basándose su conteo en el número de pterigóforos presentes. En FCT-068 (Fig. 12.1) aproximadamente 40 pterigóforos fueron estimados.

Aleta anal

La aleta anal está preservada únicamente en FCT-068 (Fig. 11.1). En este espécimen la aleta anal ocupa la segunda mitad del margen ventral del cuerpo. El primero y segundo rayo son pequeños y alcanzan respectivamente una longitud de 10 y 20 mm. El tercer rayo está hipertrofiado y tiene una longitud de aproximadamente 270 mm. A diferencia del quinto rayo de la aleta dorsal, el tercer rayo de la aleta anal exhibe segmentación dorsoventral-ventroanterior. Aproximadamente 20 pterigóforos fueron contados en FCT-068.

Aleta caudal

La aleta caudal está preservada únicamente en FCT-068 (Fig. 12.10). El primero y segundo hipural están fusionados entre sí para formar una placa triangular, situada en la región ventral del extremo posterior de la columna vertebral. Dorsalmente a esta placa, una segunda placa está formada por la fusión de los hipurales 3, 4 y 5, ésta tiene contorno triangular y al igual que la placa ventral su eje mayor está orientado anteroposteriormente. Dorsalmente a esta segunda placa, el sexto hipural permanece como un hueso libre.

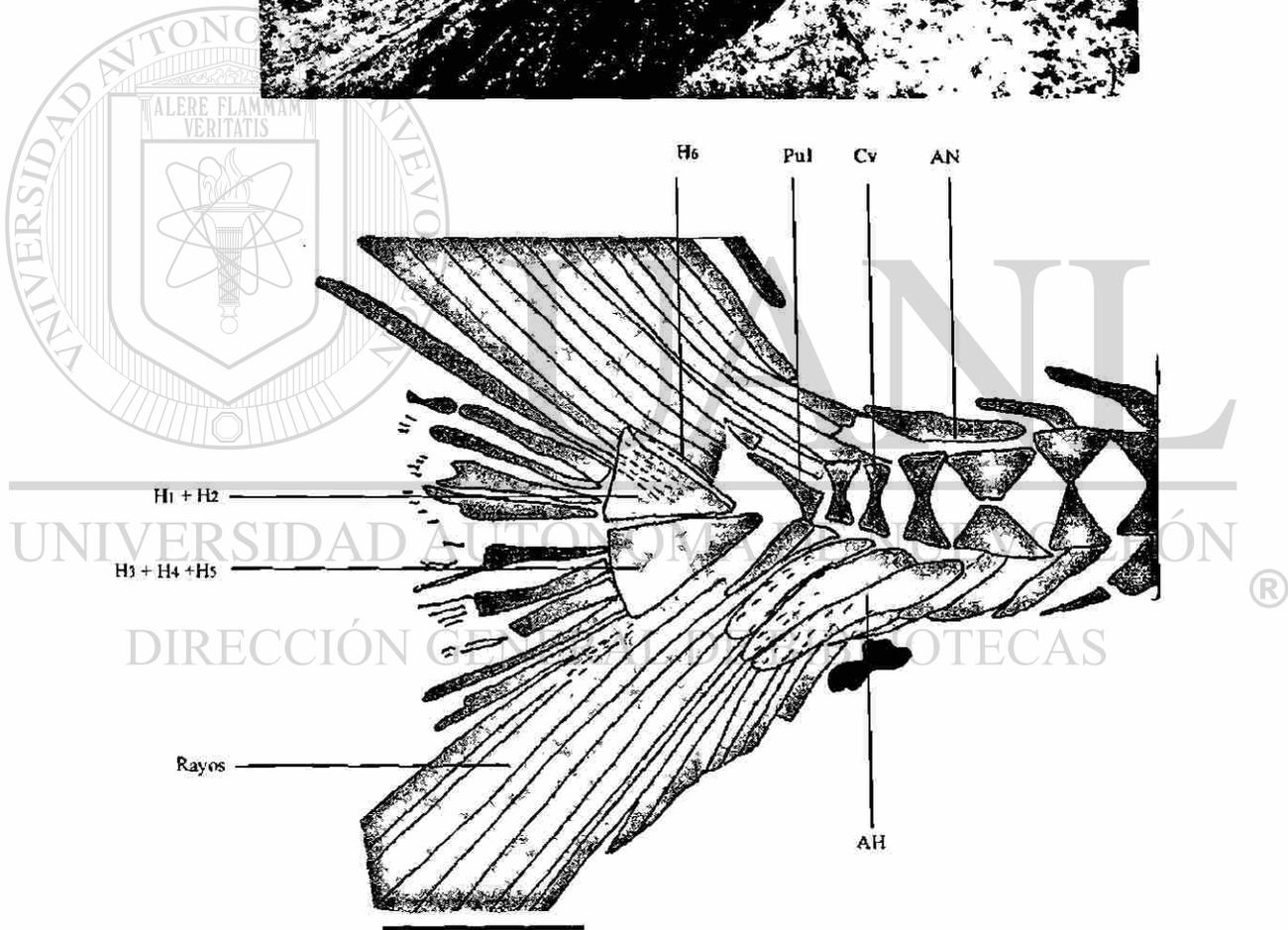


Fig. 12.10. Esquema (Cámara lúcida) que ilustra los diferentes elementos de la aleta caudal de *T. formosa*, basados en FCT-068. Barra de escala = 20 mm.

DISCUSIÓN

A pesar de que el tamaño de los especímenes referidos varían entre los 160 y 610 mm, todos ellos presentan los caracteres asignados por TAVERNE (1999, 2000) para el orden Tselfatiformes. Estos caracteres consisten en: premaxilar, maxilar y dentario con varias hileras de alvéolos para dentición; la aleta dorsal comienza cerca del margen posterior del occiputo y ocupa completamente el margen dorsal del espécimen; la aleta anal se extiende a lo largo de la mitad caudal del margen ventral del espécimen.

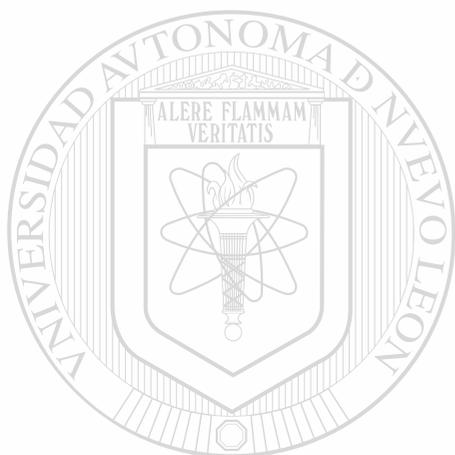
Los especímenes de Vallecillo exhiben la mayoría de los caracteres diagnósticos dados por BARDACK & TELLER-MARSHALL (1980) para *Tselfatia*. Estos caracteres consisten en: cráneo alto y corto siendo 1.2 veces más alto que largo; aproximadamente 65 vértebras forman la columna vertebral, de las cuales aproximadamente 25-30 son caudales. Las costillas ventrales son largas representando el 76% de la altura total del cuerpo. La aleta ventral es pequeña y representa 1/60 de la longitud total del cuerpo. La aleta dorsal contiene 40 rayos; la aleta anal consiste en 20 rayos; el quinto rayo de la aleta dorsal y el tercero de la aleta anal exponen respectivamente una segmentación ventroanterior-dorsoposterior y dorsoanterior-ventroposterior por pseudofulcros y lepidotricos; los hipurales están fusionados y forman una placa triangular simétrica a manera de abanico.

En los Tselfatiidae de Vallecillo, la altura máxima alcanzada representa entre el 33-46% de su longitud y el punto de inserción de la aleta pectoral yace claramente por debajo de la altura de la columna vertebral. De acuerdo a BARDACK & TELLER-MARSHALL (1980), estos caracteres son diagnósticos para *T. formosa*.

Desde su primera descripción en el Cenomaniano de Tjebel Tselfat, norte de Marruecos (ARAMBOURG, 1943; 1954), *Tselfatia formosa* ha sido asignada a una variedad de grupos siendo hasta ahora su posición taxonómica incierta. *Tselfatia formosa* (Tselfatiidae) tiene caracteres morfológicos también presentes en Bananogmiidae, Plethodidae y Protobramidae, pero el significado sistemático de estos caracteres son aún inciertos (BARDACK & TELLER-MARSHALL, 1980).

A pesar de varios trabajos sobre la osteología del grupo y diversas discusiones taxonómicas (ARAMBOURG, 1954; PATTERSON, 1967; TAVERNE, 1975; 1983), las relaciones filogenéticas de *T. formosa* no están todavía resueltas. Esta especie ha sido asignada a diferentes grupos tales como albulidos, osteogossidos, clupeomorfos,

beloniformes o scombroidos (ver TAVERNE, 2000 para revisión de estudios previos). Hasta ahora, se asume que *T. formosa* podría ser colocada junto con otras formas del Cretácico en Tselfatiiformes, los cuales están considerados como un grupo basal de peces clupeocéfalos colocados como grupo hermano de Otocephala+Eutelostei (TAVERNE, 1999, 2000, CAVIN, COM. PERS.).



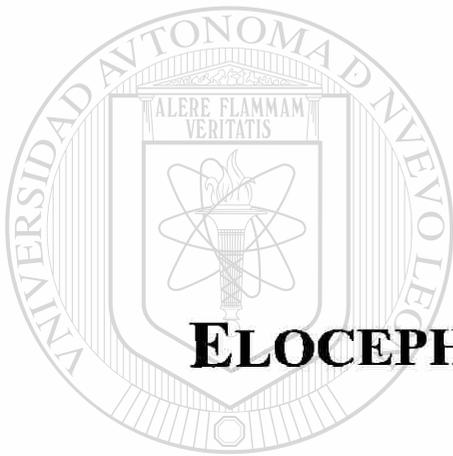
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

13



ELOCEPHALA INCERTAE SEDIS

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

SUBDIVISION TELOSTEI
SUPERCOHORT ELOCEPHALA INCERTAE SEDIS
FAMILIA ARARIPYCHTHYDAE SILVA SANTOS 1985
GÉNERO *Araripichthys* SILVA SANTOS 1985

ESPECIE TIPO: *Araripichthys castilhoi* SILVA SANTOS, 1985.

ESPECÍMENES DE REFERENCIA: FCT-340. Cráneo desarticulado, esqueleto postcranial completo y articulado.

DIAGNOSIS DEL GÉNERO (de acuerdo a MAISEY & BLUM, 1991 emendada de SILVA SANTOS, 1985).

"Deep-bodied euteleost with long and deep dorsal and anal fin, narrow forked caudal fin; body, fins, and posterior part of head covered by numerous circular, deeply overlapping cycloids scales; head short, high; jaws edentulous, praemaxillar protrusible, maxillar with large condylar articulation againts vomer; prominent supraoccipital crest with lateral ridges dividing deep sub-epiotic fossa into upper and lower parts, but lacking an occipital spine; large opening between pterosphenoids and autosphenotic unites orbit with dilator fossa; supraorbitals absent; supramaxillars present; anterior cerathoyal fenestrated; pelvic girdle and fin absent; neural and hemal arches fused to respective centra, but ribs and hypurals separate; D:53; A:32; P:12+; V absent, about 86 scales along lateral line, 33 scales in vertical series at deepest point above lateral line, 18-20 below".

DESCRIPCIÓN

Los especímenes de Vallecillo consisten en peces de cuerpos altos y cortos (“deep bodied”) con aletas dorsal y anal largas (ver descripción para los detalles de las medidas). La longitud postcranial de los dos especímenes es de aproximadamente 90 mm (Fig. 13.1). Debido a la ausencia de la mayor parte de los elementos del cráneo, la longitud total del cuerpo de estos especímenes es desconocida.

Cráneo

Con excepción del frontal, todos los elementos del techo del cráneo no están preservados (Fig 13.2). El frontal está preservado como molde externo completo. En vista dorsal, el frontal es un hueso rectangular. Su eje mayor es aproximadamente 1.3 veces más largo que el eje menor. Este elemento se encuentra fuertemente ornamentado por estrías radiales que se proyectan desde el centro de osificación hasta los márgenes del hueso.

El parasfenoides está preservado sólo como un fragmento alargado y colocado “in situ”. Su eje mayor está dirigido anteroposteriormente y su longitud es aproximadamente siete veces mayor a la de su eje más corto.

Otros elementos del neurocráneo están presentes sólo como pequeñas osificaciones o moldes externos no identificables.

Suspensorio

La mayor parte de los elementos del suspensorio han sido preservados como moldes externos que yacen en su posición original.

El hiomandibular está incompleto, sólo un fragmento de la parte dorsal del proceso descendente está preservado.

El entopterigoides es una estructura con forma de triángulo isósceles. Su eje mayor está orientado anterodorsal-posteroventralmente y es aproximadamente dos veces más largo que la base del triángulo. El entopterigoides articula posteroventralmente con el metapterigoides y anteroventralmente con el ectopterigoides.

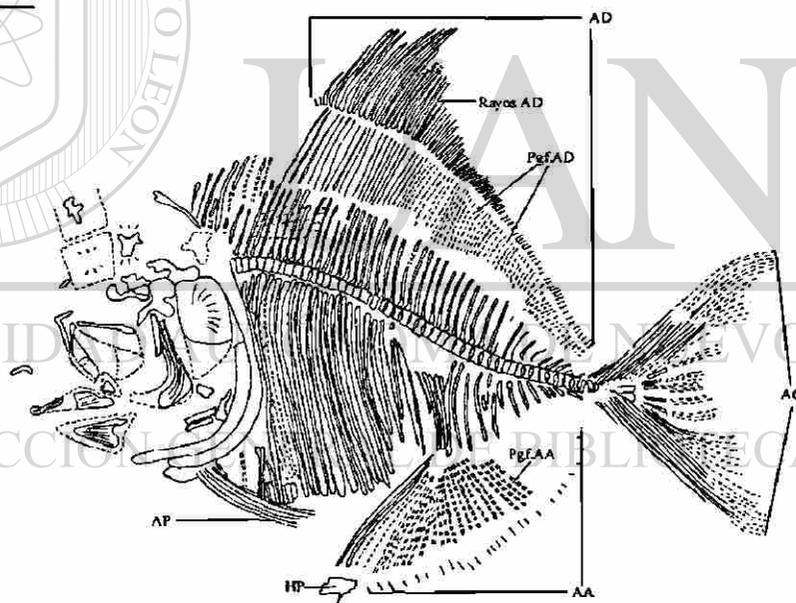
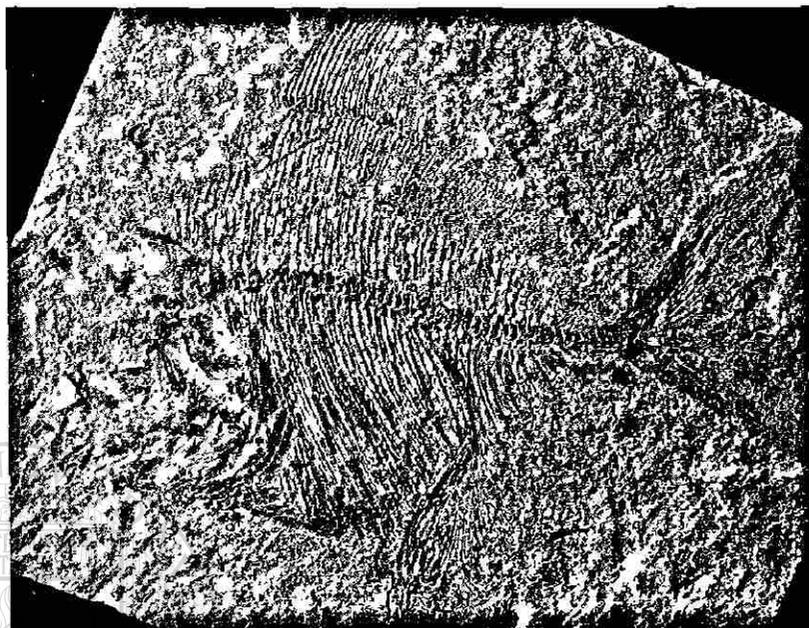


Fig. 13.1. Vista lateral de un espécimen semicompleto del género *Araripichthys* sp. (FCT-340). Barra de escala= 10 mm.

El ectopterigoides es aproximadamente cinco veces más largo que alto. Su eje mayor se extiende paralelamente al eje mayor del entopterigoides. Dorsalmente, este hueso articula al entopterigoides y en su margen posterior, al cuadrado.

El metapterigoides es un hueso de contorno triangular. Su eje mayor alcanza una longitud de 5 mm y al igual que el ectopterigoides y el entopterigoides, está dirigido anterodorsal-posteroventralmente.

El cuadrado está expuesto como un molde externo en FCT-340 (Fig. 13.3). Este es un hueso triangular y ventralmente porta un proceso redondeado para la articulación con la mandíbula inferior. Más detalles no fueron observados en esta estructura.

Mandíbula superior

La mandíbula superior consiste en un premaxilar, un maxilar y dos supramaxilares, y al igual que el suspensorio, yace en posición original (Fig. 13.2).

El premaxilar es edentado y está formado por una región dorsal y una región ventral. La región dorsal (citado como proceso ascendente por MAISEY & BLUM, 1991) es larga y delgada. Su eje mayor representa tres veces la longitud de su eje menor y se encuentra orientado en sentido ventroanterior-dorsoposterior. Por el contrario, la región ventral está dirigida en sentido dorsoanterior-ventroposterior y su eje mayor se encuentra orientado a 90° respecto al eje mayor de su región dorsal. Posteriormente, la región ventral del premaxilar articula con el maxilar.

El maxilar es desdentado y al igual que el premaxilar, puede ser dividido en una región dorsal y una región ventral. La región dorsal es alargada, su eje mayor es aproximadamente cinco veces más largo que el eje menor de esta estructura. Anteriormente, el borde de este elemento ha sido modificado en un cóndilo con bordes fuertemente redondeados (cóndilo articular --"articular condyle"-- según MAISEY & BLUM, 1991) con un diámetro de aproximadamente 1.5 mm y que a su vez presenta una concavidad para la articulación con el vómer. La región ventral tiene las mismas dimensiones de la región dorsal; su eje mayor es aproximadamente cinco veces más largo que el menor pero a diferencia del eje de la región dorsal, éste está orientado anterodorsal-posteroventralmente. Dorsalmente, el maxilar articula con dos supramaxilares.

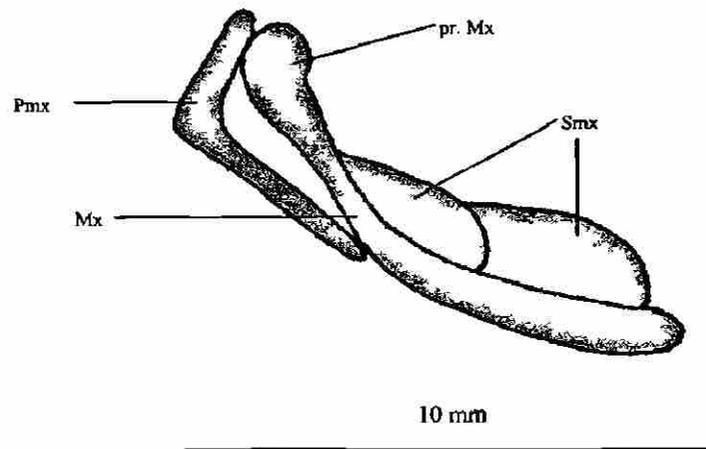


Fig. 13.2. Reconstrucción de la mandíbula superior de *Araripichthys* sp., de Vallecillo, N. L. Mexico. Escala ilustrada en la fotografía.

Dos supramaxilares están preservados en su mayor parte como huesos (reemplazados por carbonato de calcio) o como moldes externos. En conjunto, ambos huesos ocupan la totalidad de la superficie dorsal del maxilar. El premaxilar anterior es elongado y triangular. Su eje más largo alcanza los 5 mm de longitud y está orientado dorsoanterior-ventroposteriormente. En su parte más posterior, el supra-maxilar anterior traslapa el borde anterior del supra-maxilar posterior. El supra-maxilar posterior está preservado como molde externo. Su forma es rectangular (posiblemente por deformación) y su eje más largo presenta una orientación similar a la del eje mayor del supra-maxilar anterior. Debido a que el margen anterior está cubierto por el premaxilar anterior, la longitud de este elemento es desconocida.

Mandíbula inferior

La mandíbula inferior no se encuentra bien preservada en los especímenes de Vallecillo. Sólo algunas trazas y fragmentos del dentario derecho e izquierdo están preservados. El dentario derecho se ha desplazado en dirección ventral a su posición original (Fig. 13.3).

Los dentarios presentan un contorno triangular con una longitud de 10 mm aproximadamente. La altura de estas estructuras varía de acuerdo a la región en el hueso. Mientras al nivel de la sínfisis mandibular la altura máxima es de 2 mm, en el

margen posterior el dentario derecho alcanza una altura de 5 mm mientras que el dentario izquierdo alcanza 65 mm aproximadamente; esta variación posiblemente es producto del resultado a deformación durante procesos de preservación. Los dentarios están fuertemente ornamentados por estrías longitudinales que se extienden desde la sínfisis mandibular hasta el borde posterior de la mandíbula. El contacto entre el dentario y otros elementos de la mandíbula (articular, angular y retroarticular) no es visible en los especímenes referidos.

Huesos operculares

La serie opercular no está completa en los especímenes de Vallecillo (Fig. 13.3). El opérculo es de forma rectangular con un margen anterior recto y un posterior cóncavo. El eje mayor de este elemento está dirigido dorsoventralmente y es aproximadamente dos veces más largo que el eje menor. La superficie de este hueso está cubierta casi en su totalidad por estrías radiales que se extienden desde el margen anterior hacia los márgenes dorsal, posterior y ventral del mismo. Anteriormente, el opercular conecta con el preopérculo.

El preopérculo puede ser dividido en una región dorsal y otra ventral. La región dorsal es larga y delgada, su eje mayor está orientado dorsoventralmente, alcanza una longitud de 12,5 mm y es aproximadamente cuatro veces más largo que el eje menor. La región ventral está dirigida anteroposteriormente y su eje mayor alcanza una longitud de aproximadamente 10 mm, mientras que su eje menor presenta una longitud aproximada de 4 mm. Tanto la región dorsal como la ventral del preopercular se encuentran fuertemente ornamentadas por crestas longitudinales que se extienden a lo largo del total de su superficie.

Cintura y aleta pectoral

Tanto el cleitro derecho como el izquierdo se encuentran preservados en los especímenes de referencia. El eje más largo de esta estructura está orientado en sentido dorsoanterior-ventroposterior y tiene una longitud de 12 mm (incompleto) mientras que su eje menor presenta una longitud de sólo 1mm. Al nivel de la mitad de su longitud total, el cleitro está ligeramente curvo en dirección anterior. Esta región (ventral) es aproximadamente siete veces más larga que alta y su eje mayor se encuentra orientado en sentido ventroanterior-dorsoposterior. El cleitro se proyecta anteriormente hasta alcanzar el margen posterior de la mandíbula inferior.



Fig. 13.3. Elementos craneales de *Araripichthys* sp, Vallecillo, N.L., basados en FCT-340. Barra de escala=10 mm.

La inserción de la aleta pectoral está situada al nivel del margen anterior de la región ventral del cleitro. Ningún hueso que sirva de sostén a la aleta ha sido observado. La aleta pectoral está orientada en dirección posterior y su margen posterior está situado al nivel de la vértebra 21. Los rayos pectorales no fueron cuantificados.

Columna vertebral

La columna vertebral está formada por 54 vértebras de las cuales 25 ± 1 son caudales. Los centros son dos veces más altos que largos y no presentan ningún tipo de fosas o crestas.

Los arcos neurales son tan altos como largos mientras que los arcos hemales son 1.5 más largos que altos. Tanto los arcos neurales como los hemales ocupan respectivamente la totalidad de la superficie dorsal y ventral de su respectivo centro, del cual están separados por una sutura notoria (Fig. 13.4).

Las espinas neurales tienen una longitud de 10 mm mientras que las espinas hemales son 4.7 veces más largas que las neurales alcanzando una longitud de 47 mm. La expansión laminar anterior presente en cada espina neural y hemal citada por SILVA-SANTOS (1985), MAISEY & BLUM (1991) y MAISEY & MOODY (2001) no fue observada en ninguno de los especímenes de Vallecillo, posiblemente por causas de la preservación.

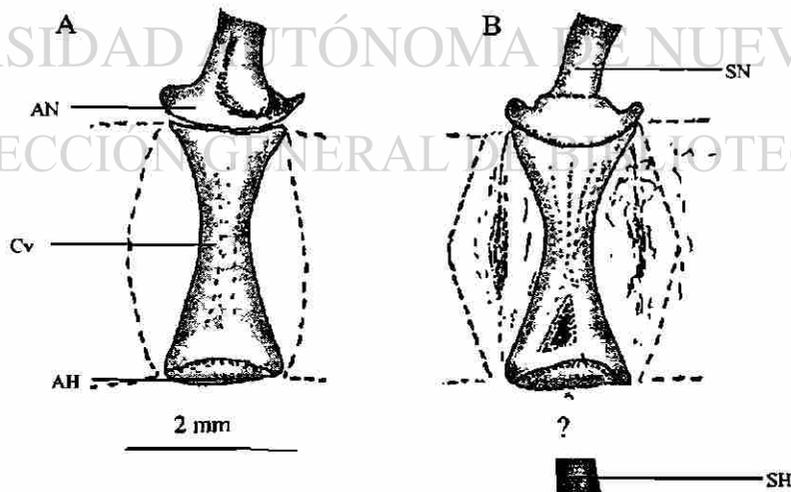


Fig. 13.4. Dibujos (cámara lucida) de la vertebra 38 (A) y 43 (B) de FCT-341, *Araripichthys* sp. Escala ilustrada en la fotografía.

Aleta dorsal

El término anterior de la aleta dorsal está situado al nivel de la vértebra 10. Posteriormente, esta aleta se extiende sobre el margen dorsal del cuerpo alcanzando el extremo anterior de la aleta caudal. La aleta dorsal porta 75 radios. El primer y segundo radio tienen una longitud de 5 mm, pero después del tercer radio, los radios llegan a ser más largos alcanzando 30 mm en el 14^{vo} radio. A partir del radio 15 los radios son notoriamente más cortos y alcanzan longitudes de 5 a 3 mm.

La aleta dorsal porta 75 pterigóforos. Los primeros 20 son largos y alcanzan una longitud de 10 mm. A partir del 11^{vo} pterigóforo, estas estructuras disminuyen gradualmente su tamaño, alcanzando aquellos situados en su extremo más posterior una longitud de 2 mm.

Aleta anal

La aleta anal está pobremente preservada y los detalles de esta estructura no son claramente observables. El extremo anterior de esta estructura está situado al nivel de la vértebra 25. La anal se extiende posteriormente sobre la superficie ventral de la mitad posterior del cuerpo alcanzando el margen anterior de la aleta caudal.

Los primeros 10 pterigóforos tienen una longitud de aproximadamente 22 mm y miden 2 mm de ancho. A partir del pterigóforo 10, la longitud y la anchura de los rayos llega a ser menor gradualmente. Aquellos situados en la posición más posterior, tienen una longitud máxima de 1 mm. Más detalles de esta estructura no fueron observados.

Aleta caudal

En los especímenes de Vallecillo la aleta caudal es bifurcada. El ángulo principal entre el lóbulo dorsal y ventral es de aproximadamente 75 grados. Los lóbulos son elongados y alcanzan una longitud de 40 mm y una altura aproximada de 10 mm (Fig. 13.5).

La aleta caudal está sostenida por siete vértebras de las cuales dos son urales y cinco son preurales. La preural 1 (P1) es la más pequeña de la serie. Esta vértebra se distingue como un elemento rectangular con márgenes redondeados. Su eje mayor tiene una longitud de 2.3 mm y es aproximadamente dos veces más largo que el eje menor. El eje mayor de la preural 2 (P2) al igual que las otras preurales, es 1.7 veces más largo que el eje mayor de la P1. Los arcos neurales de todas las vértebras preurales, al igual que los arcos hemales de las últimas tres preneurales, están totalmente cubiertas por los

radios de la aleta caudal. Los arcos hemales de P1 y P2 están separados de sus respectivos centros mediante una sutura bien definida.

Dos uroneurales están preservados en los especímenes de referencia. El uroneural 1 (U1) es alargado dorsoventralmente y su eje mayor es aproximadamente dos veces más largo que el eje menor. El uroneural 2 (U2) no está completo. Su eje mayor está dirigido anteroventral-posterodorsalmente y tiene una longitud de 1.5 mm. Distalmente, esta estructura está cubierta por radios de la aleta caudal.

Tres hipurales están preservados en la aleta caudal. Estos son elementos rectangulares con márgenes rectos y se encuentran separados entre sí. El eje mayor de los tres elementos alcanza una longitud de 5 mm. Debido a que la mayor parte de la aleta caudal está cubierta por rayos, la presencia de más hipurales permanece desconocida.

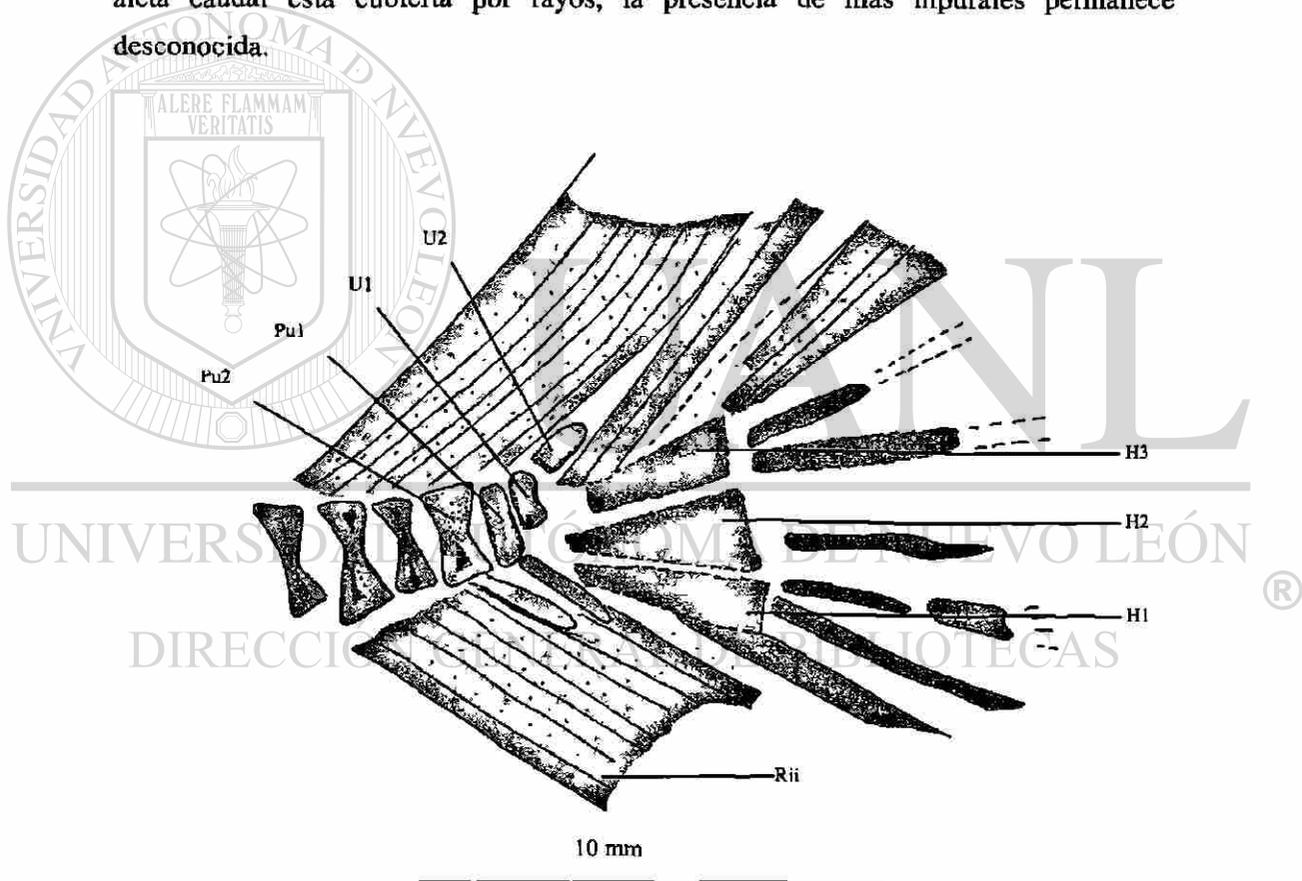


Fig. 13.5. Dibujo (cámara lucida) ilustrando los elementos de la aleta caudal en *Araripichthys* sp., basados en FCT-340. Escala ilustrada en la fotografía.

DISCUSIÓN

Desde el establecimiento del género *Araripichthys* por SILVA-SANTOS (1985), tres especies de este género han sido reportadas tanto en Sudamérica (dos localidades) como en África (una localidad). La especie de Brasil está representada por *A. castilhoi* (SILVA-SANTOS 1985), la de Venezuela por *A. axelrodi* (MAISEY & MOODY 2001), mientras en Marruecos este género está representado por *A. corithophorus* (CAVIN 1997a,b).

En Vallecillo, los especímenes de referencia (FCT-340 y FCT-341) consisten en peces lateralmente comprimidos de 90 mm de longitud y que presentan características citadas por SILVA-SANTOS (1985), MAISEY & BLUM (1991), CAVIN (1997a,b) y MAISEY & MOODY (2001) para el género *Araripichthys*. Estas características son: peces de cuerpos altos y cortos con aletas dorsal y anal largas y bajas; pedúnculo caudal estrecho (1/18 del total de la altura del cuerpo) y aleta caudal fuertemente bifurcada; mandíbulas desdentadas; premaxilar con proceso ascendente en su margen rostral (posiblemente protrusible); maxilar con articulación condilar bien desarrollada para el vómer; supramaxilares presentes; cintura y aleta pélvica ausentes; costillas e hipurales separados.

Existen diferencias y similitudes morfológicas entre los representantes de *Araripichthys* de las cuatro localidades, pero desafortunadamente, debido a la calidad de preservación no todos los caracteres son conocidos en todos los especímenes y por lo tanto, una comparación precisa entre éstos no puede ser llevada a cabo por el momento. Las principales diferencias y semejanzas entre los especímenes de estas cuatro localidades se ilustran en la tabla 13.1.

El tamaño corporal de las especies de *Araripichthys* es variable. En *A. castilhoi* este varía de 150 a 280 mm (SILVA-SANTOS, 1985; MAISEY & BLUM, 1991; CAVIN, 1997b; MAISEY & MOODY, 2001) mientras que en FCT-340 y FCT-341 la longitud postcraneal alcanza los 90 mm. En *A. corythophorus* y *A. axelrodi* este carácter es desconocido.

	Especímenes de Vallecillo	<i>A. castilhoi</i> SILVA-SANTOS, 1985	<i>A. corythophorus</i> CAVIN, 1997a,b	<i>A. axelrodi</i> MAISEY & MOODY, 2001
Tamaño corporal	90 mm (longitud postcraneal)	150-280 mm	Desconocida	Desconocida
Proceso premaxilar (parte dorsal)	Representa la mitad de la longitud del premaxilar	Representa la mitad de la longitud del premaxilar	Representa menos de la mitad de la longitud del premaxilar	Representa un tercio de la longitud del premaxilar
Maxilar	Cóndilo articular fuertemente desarrollado en margen anterior del maxilar	Cóndilo articular fuertemente desarrollado en margen anterior del maxilar	Desconocido	Maxilar con una superficie articular anterior poco desarrollada
Vomer	Desconocido	Edentado con el "cotylus" para el maxilar bien desarrollado	Edentado con el "cotylus" para el maxilar bien desarrollado	Desconocido
Margin caudal del Parietal	Desconocido	Fuertemente cóncavo	Recto	Ligeramente cóncavo
Arches neurales y hemales	No fusionados a su respectivo centro	Fusionados a su respectivo centro	Desconocido	Desconocido
Costillas	Libres	Libres	Desconocido	Desconocido
Hypurales	Libres	Libres	Desconocido	Desconocido
Forma de la Aleta caudal	Bifurcada pero sin lóbulos redondeados	Bifurcada pero con lóbulos redondeados	Desconocido	Desconocido

Tabla 13.1. Comparación entre los caracteres diagnósticos de *Araripichthys castilhoi*, *A. corythophorus*, *A. axelrodi* y *Araripichthys* sp. de Vallecillo.

La longitud de la región dorsal (referido como proceso ascendente-“ ascending process” por MAISEY & BLUM, 1991; CAVIN, 1997a,b; MAISEY & MOODY, 2001) del premaxilar representa la mitad del total de la longitud del premaxilar en *A. castilhoi* (SILVA-SANTOS, 1985; MAISEY & MOODY, 2001) y los especímenes FCT-340 de Vallecillo, mientras que en *A. corythophorus*, éste representa menos de la mitad (CAVIN, 1997; MAISEY & MOODY, 2001). Por el contrario, en *A. axelrodi* este proceso representa solo un tercio de la longitud total de este hueso (MAISEY & MOODY, 2001).

Un cóndilo articular fuertemente articulado en el término anterior de la región dorsal del maxilar es observado en *A. castilhoi* (SILVA-SANTOS, 1985; MAISEY & BLUM, 1991; CAVIN, 1997a, b; MAISEY & MOODY, 2001) y FCT-340. En *A. axelrodi* la región dorsal del maxilar ha sido pobremente desarrollada en un superficie articular (MAISEY & MOODY, 2001). En *A. corythophorus* el maxilar no está preservado, pero la presencia de un cóndilo bien desarrollado en el vómer, sugiere la presencia de un área articular bien desarrollada en el término anterior del maxilar (CAVIN, 1997a,b; MAISEY & MOODY, 2001).

Dos supramaxilares están preservados en *A. castilhoi* (SILVA-SANTOS, 1985; MAISEY & BLUM, 1991; CAVIN, 1997a,b; MAISEY & MOODY, 2001), *A. axelrodi* (MAISEY & MOODY, 2001) y FCT-340. En estos especímenes ambas supramaxilas ocupan en conjunto casi la totalidad de la superficie dorsal del maxilar. Los supramaxilares son de igual tamaño en *A. castilhoi* (SILVA-SANTOS, 1985; MAISEY & BLUM, 1991; CAVIN, 1997a,b; MAISEY & MOODY, 2001) y en FCT-340 mientras que en *A. axelrodi* el supramaxilar anterior es notoriamente más corto que aquel situado posteriormente (MAISEY & MOODY, 2001).

La longitud y forma de las aletas dorsal y anal son similares en *A. castilhoi*, *A. axelrodi* (SILVA-SANTOS, 1985; MAISEY & BLUM, 1991; CAVIN, 1997 a,b; MAISEY & MOODY, 2001) FCT-340 y FCT-341. Las aletas dorsal y anal se extienden respectivamente sobre casi la totalidad del margen dorsal y la segunda mitad del margen ventral del cuerpo, alcanzando el margen anterior de la aleta caudal. Este carácter no es aún conocido en *A. corythophorus*.

En *A. castilhoi* los arcos neurales y hemales están fusionados a sus respectivos centros incluyendo aquellos de los pleurales 1 y 2 (SILVA-SANTOS, 1985; MAISEY & BLUM, 1991; CAVIN, 1997a,b; MAISEY & MOODY, 2001) mientras que en FCT-340 los arcos neurales están notoriamente separados de sus respectivos centros por una sutura

(Fig. 13.6). Este caracter no es conocido en *A. axelrodi* y en *A. corithophorus* (MAISEY & MOODY, 2001).

La presencia de huesos epineurales son descritos en FCT-340 y FCT-341. Hasta ahora, los epineurales no han sido reportados en *A. castilhoi* (SILVA-SANTOS, 1985; MAISEY & BLUM, 1991; CAVIN, 1997a,b; MAISEY & MOODY, 2001). En *A. axelrodi* y en *A. corythophorus* esta condición es hasta hoy desconocida (SILVA-SANTOS, 1985; MAISEY & BLUM, 1991; CAVIN, 1997a,b; MAISEY & MOODY, 2001).

La aleta caudal de *A. castilhoi* está fuertemente bifurcada, sus lóbulos son redondeados y portan siete hipurales libres. Debido a la preservación de los especímenes, sólo tres hipurales fueron observados en FCT-340 y FCT-341. A diferencia de *A. castilhoi*, los especímenes de Vallecillo no presentan lóbulos redondeados en sus aletas caudales.

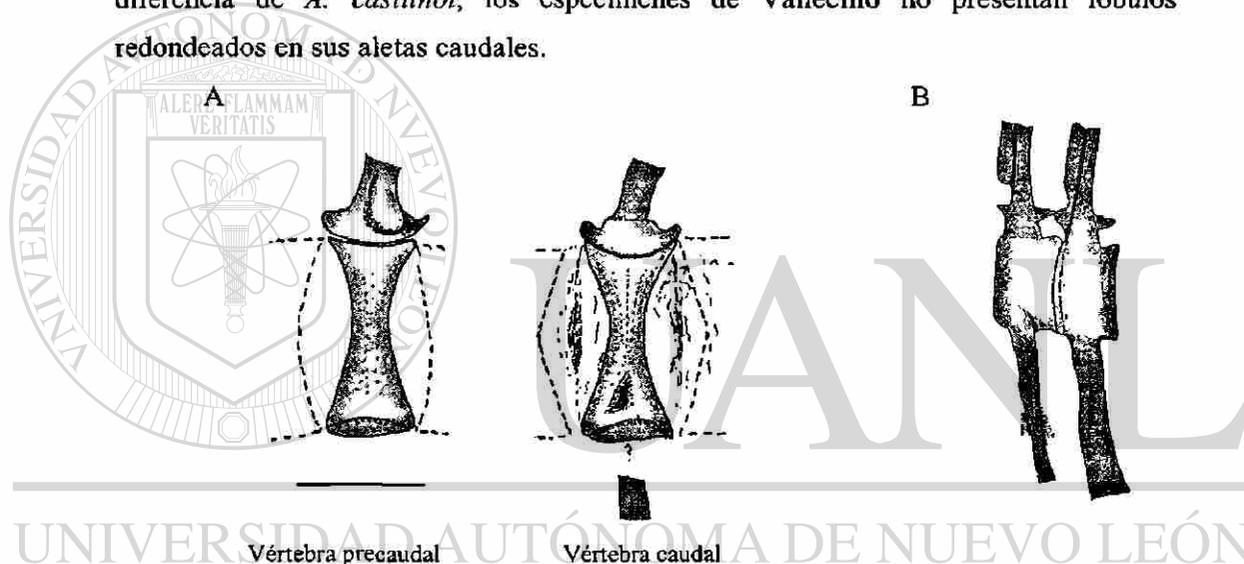
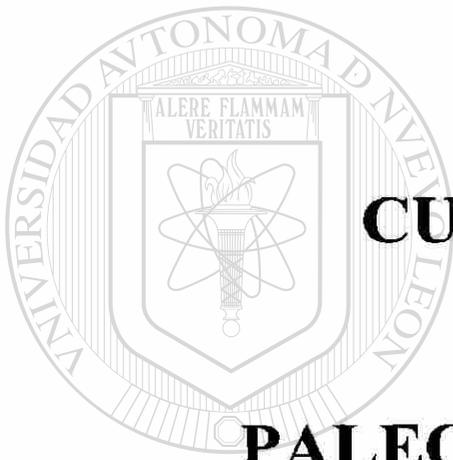


Fig. 13.6. Comparación de elementos vertebrales de *Araripichthys* sp. de Vallecillo (A, dibujo de cámara lúcida, barra de escala = 2 mm) y *Araripichthys castilhoi* (B, reconstrucción modificado de MAISEY & BLUM, 1991, no escala).

Aunque una comparación general entre los caracteres diagnósticos de las tres especies de *Araripichthys* (*A. castilhoi*, *A. corythophorus*, *A. axelrodi*) citados por SILVA-SANTOS (1985), MAISEY & BLUM (1991), CAVIN (1997a,b), MAISEY & MOODY (2001) y los especímenes de Vallecillo fue realizada, la pobre preservación de los caracteres de las estructuras craneales, al igual que la ausencia de algunos caracteres diagnósticos en algunas especies, no permiten asignar los especímenes de Vallecillo a un nivel específico.



CUARTA PARTE

PALEOBIOGEOGRAFÍA

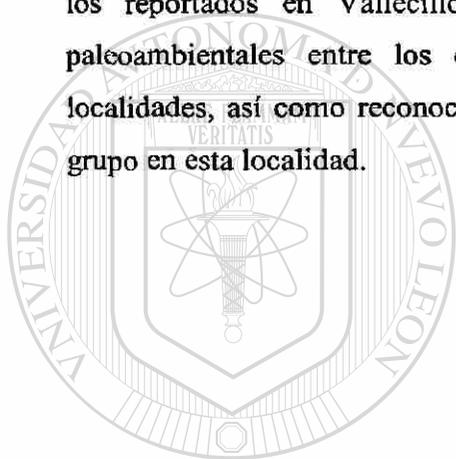
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Como se mencionó en la parte III (Paleontología Sistemática), la ictiofauna de Vallecillo consiste en 12 grupos taxonómicos, los cuales han sido determinados a niveles taxonómicos diferentes. Debido a esto, no es posible abordar a cada grupo de la misma manera. Sin embargo, a grandes rasgos, es posible comparar la biota de Vallecillo con otras localidades del Tethys, como Witino, Canada (WILSON & CHALIFA, 1989), Goulmima, Marruecos (CAVIN, 1997a,b), Jebel Tselfat, Marruecos (ARAMBOURG, 1943, 1952, 1954) entre otras.

El análisis que aquí se presenta está basado únicamente en distribuciones temporales y espaciales de las especies, géneros, familias u órdenes correspondientes a los reportados en Vallecillo. Con esto, se pretende comparar algunos aspectos paleoambientales entre los ejemplares de Vallecillo con los reportados en otras localidades, así como reconocer la importancia y el significado de la presencia de cada grupo en esta localidad.



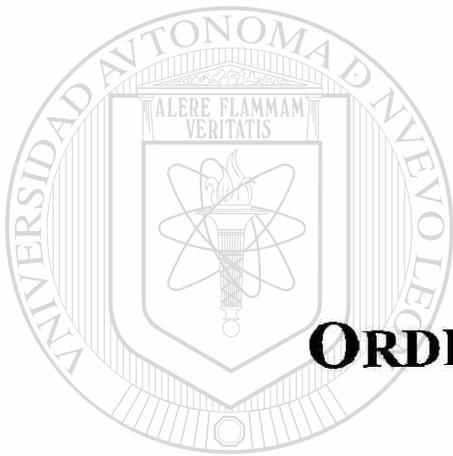
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



14



ORDEN LAMNIFORMES

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LAMNIFORMES

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y GEOGRÁFICA

El orden Lamniformes está representado por ocho familias que presentan una amplia distribución geográfica y temporal (CAPPETTA, 1987, 1989; SIVERSON, 1996, 1999; SCHWIMMER ET AL., 1997). Tiburones lamniformes son conocidos desde el Aptiano hasta la actualidad en varias localidades de todo el mundo (Fig. 14. 1). Actualmente, algunas familias tales como Odontaspidae, Lamnidae son habitantes de todos los océanos mientras que otras familias tales como la Mitsukurinidae está limitada únicamente a aguas profundas del Atlántico e Indopacífico.

MESOZOICO			NORTE AMERICA	SUD AMERICA	EUROPA	AFRICA	ASIA	AUSTRALIA OCEANIA
PERIODO	EPOCA	EDAD						
C R E T A C E O	T A R D I O	MAASTRICHTIANO						
		CAMPANIANO						
		SANTONIANO						
		CONIACIANO	1 2	3 4 5 6	1 2	3 4 5 6	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6
		TURONIANO						
		CENOMANIANO						
C I C L O	T E M P R A N O	ALBIANO						
		APTIANO						
		BARREMIANO						
		HAUTERIVIANO						
		VALANGINIANO						
		BERRIASIANO						

Fig. 14. 1. Distribución temporal y geográfica de tiburones Lamniformes durante el Cretácico: 1 Odontaspidae; 2 Mitsukurinidae; 3 Lamnidae, 4 Alopiidae; 5 Cretoxyrhinidae; 6 Anacoracidae.

Durante el Aptiano, los tiburones lamniformes estuvieron representados por tres familias (Odontaspidae, the Mitsukinidae and the Cretoxirhinidae) con una distribución cosmopolita. Durante el Cretácico Tardío y el Cenozoico no sólo permanecieron como grupos cosmopolitas, sino incrementaron el número de familias y géneros en todo el mundo.

AMBIENTE Y SIGNIFICADO DE LAMNIFORMES EN VALLECILLO

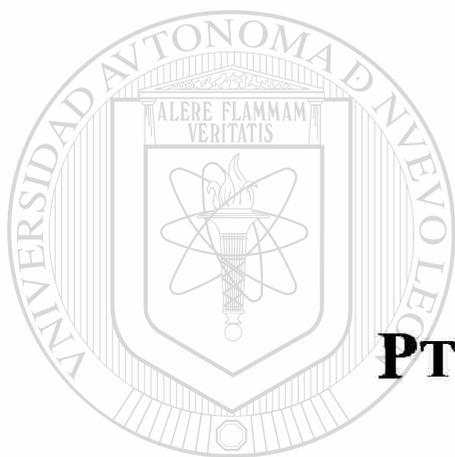
Los Lamniformes han sido habitantes de diversas facies marinas SHIMADA (1993a,b). Ellos están presentes en aguas pelágicas que alcanzan profundidades entre los 200 y 700 m, pero algunos géneros también frecuentan aguas someras de mares aislados y epicontinentales.

En el reciente, la distribución ambiental de estos tiburones incluye aguas cálidas someras de plataforma así como zonas batiales y neríticas de aguas frías, templadas, subtropicales y tropicales. La presencia de tiburones lamniformes en Vallecillo, coincide con los ambientes hasta ahora reportados para tiburones del orden Lamniformes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

15



PTYCHODONTIDOS

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

GÉNERO PTYCHODUS

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y GEOGRÁFICA

El género *Ptychodus* está representado por aproximadamente 17 especies, su distribución temporal varía desde el Albiano hasta el Maastrichtiano.

El género *Ptychodus* es conocido desde el Albiano al Campaniano en varias localidades de EE.UU. y Canadá (HAY, 1929; BARDACK, 1967; WELTON & FARISH, 1993, WILLIAMSON ET AL., 1993; FIELITZ, 1996; SHIMADA, 1994, 1996) y Sudamérica (WENZ, 1972; PÁRAMO-FONSECA, 1997b). En Europa, su distribución temporal varía del Albiano al Maastrichtiano (LONGBOTTOM & PATTERSON, 1987; WILLIAMSON ET AL., 1993; CAVIN ET AL., 2000) mientras que en algunas localidades de Asia (CAPPETTA, 1987) y África este género es conocido desde el Cenomaniano al Campaniano (de acuerdo a PÁRAMO-FONSECA, 1997b). No hay registros de *Ptychodus* en sedimentos de Australia y Nueva Zelanda.

Ptychodus mortoni está representado en el Cretácico Superior de Italia (APPLEGATE, 1970). En Norte América *P. mortoni* es conocido en el Coniaciano y Santoniano de Texas y el Mar Interior del Oeste (STEWART, 1988, 1990; CAPPETTA, 1987; WELTON & FARISH, 1993; EVERHART & EVERHART, 1998) mientras que en África este género es conocido en el Cenomaniano y Turoniano de Angola (PÁRAMO-FONSECA, 1997b). APPLEGATE (1970) reporta *Ptychodus mortoni* en el Cretácico Superior de México. Sin embargo, este registro no ha sido hasta la fecha, mencionado en reportes posteriores. Rangos geológicos y distribución geográfica de las especies de este género están resumidos en la Fig 15.1 y 15.2.

AMBIENTE REPORTADO PARA *Ptychodus*

El género *Ptychodus* es un grupo de tiburones que predominaron en el Cretácico y son conocidos por dientes aislados, "sets" de dientes, vertebras dudosas y por un espécimen bien preservado de *P. mortoni* (STEWART, 1988b; CAPPETA, 1987). El amplio rango geográfico de este género implica una distribución oceánica amplia ocupando

tanto aguas someras (profundidad menor a los 150 m) como ambientes de aguas con profundidades mayores a los 150 m (APPLEGATE, 1970; WILLIAMSON ET AL., 1993).

P. mortoni ha sido reportado para aguas someras y marinas (entre 50 y 200 m, FIELITZ, 1996) a través del Mar Interior del Oeste (EE.UU y Canadá). Esto difiere de otras especies de *Ptychodus* tales como *P. decurrens*, *P. whipplei*, *P. mammillaris* las cuales probablemente estuvieron restringidas a ambientes de aguas profundas (WILLIAMSON ET AL., 1993). *Ptychodus mortoni*, al igual que otros ptychodontidos, fue un tiburón nectoplantónico teniendo una dieta probablemente similar a los Miliobatidae actuales (CAPETTA, 1987). *P. mortoni* probablemente depredó sobre organismos bentónicos de conchas duras tales como inocerámidos y otros bivalvos (EVERHART, 1999).

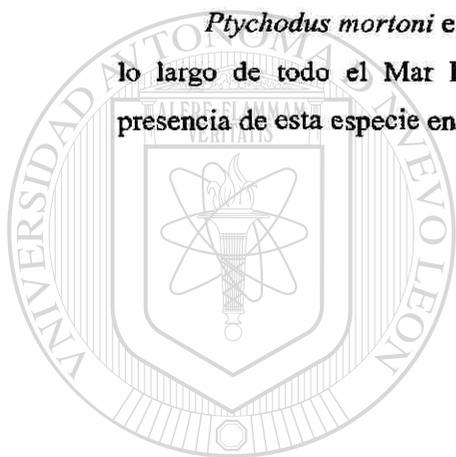
MESOZOICO			NORTE AMERICA	SUD AMERICA	EUROPA	AFRICA	ASIA	AUSTRALIA OCEANIA
PERIODO	EPOCA	EDAD						
C R E T A C E O	T A R D I O	MAASTRICHTIANO						
		CAMPANIANO						
		SANTONIANO						
		CONIACIANO						
		TURONIANO						
		CENOMANIANO						
A L B I O	T E M P R A N O	ALBIANO						
		APTIANO						
		BARREMIANO						
		HAUTERIVIANO						
		VALANGINIANO						
		BERRIASIANO						

Fig. 15.1. Distribución geográfica y temporal de las especies del género *Ptychodus mortoni* durante el Cretácico

SIGNIFICADO DE *P. mortoni* EN VALLECILLO.

El género *Ptychodus* es conocido en el Coniaciano y Santoniano de varias localidades de EE.UU. APPLEGATE (1970), también reporta *P. mortoni* para sedimentos marinos del Cretácico Superior de México. Sin embargo, datos posteriores que especifiquen la localidad y la edad son aún desconocidos. Por lo tanto, si el reporte hecho por APPLEGATE (1970) para *P. mortoni* no es válido o no corresponde al Turoniano o edades mayores, la presencia de *P. mortoni* en Vallecillo podría representar el registro más antiguo de esta especie en sedimentos del Cretácico Superior de México y Norte América.

Ptychodus mortoni es conocido desde ambientes de aguas someras a profundas a lo largo de todo el Mar Interior del Oeste durante el Cretácico Superior. Así, la presencia de esta especie en Vallecillo es consistente con esta generalización.

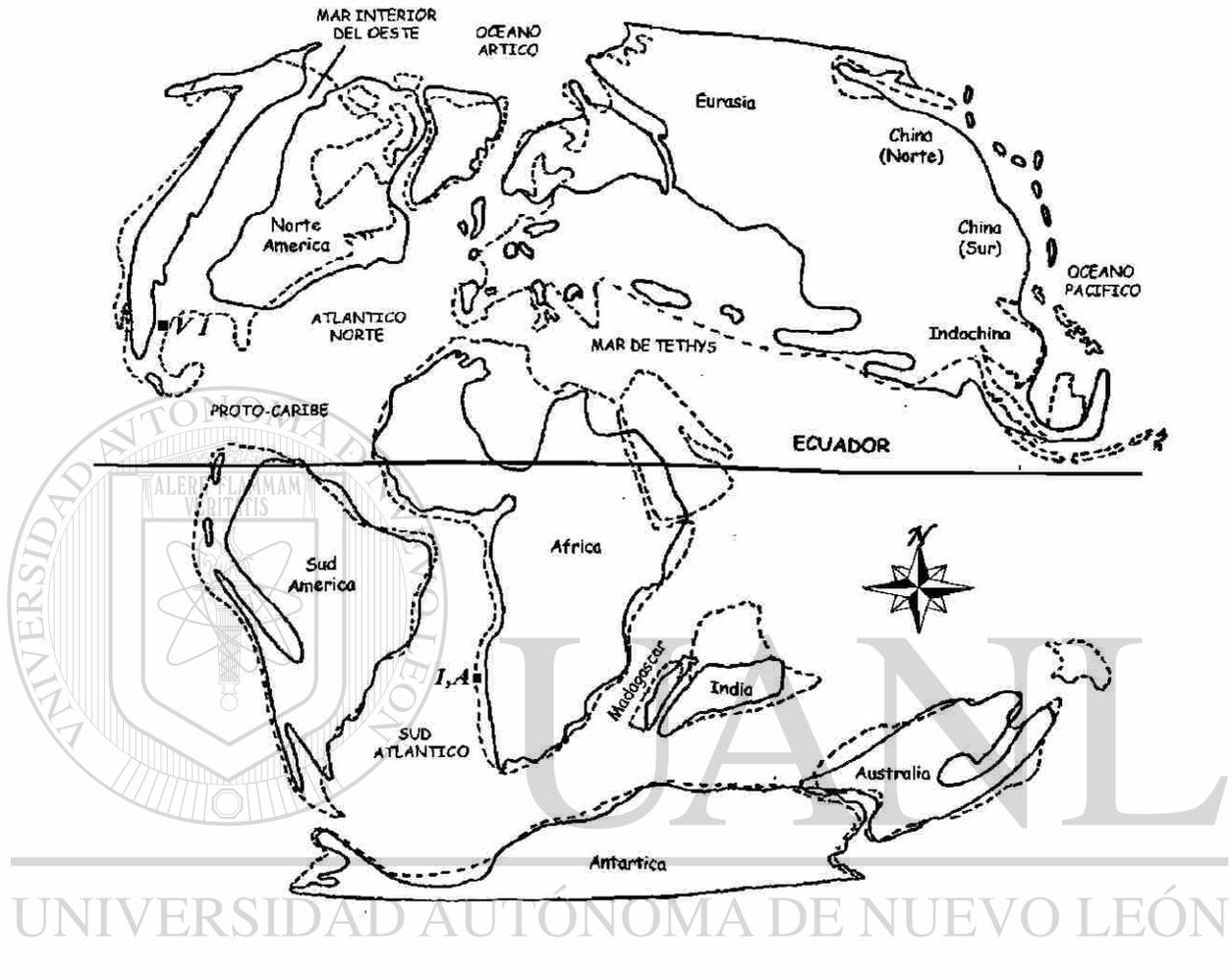


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



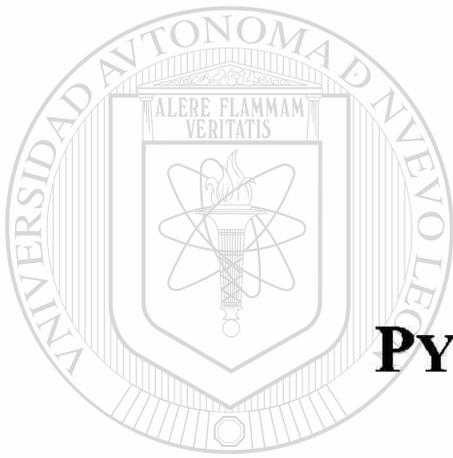
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Figura 15.2. Distribución geográfica de *Ptychodus mortoni* durante el Turoniano, Cretácico Tardío. (Mapa modificado de SMITH ET AL., 1994; SIVERSON, 1996). Escala 1: 250,000,000

Peces: 1. *Ptychodus mortoni*

Localidades: V=Vallecillo; A=Angola

16



PYCNODONTOIDEI

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ORDEN PYCNODONTIDAE

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y GEOGRÁFICA

Los pycnodontes parecen haber estado restringidos al Mar de Tethys y el Proto-Atlántico (NURSALL, 1996a). Son conocidos desde el Triásico Superior de Italia (TINTORI, 1981) hasta el Eoceno de Malí, Egipto (LONGBOTTOM, 1984) e Italia (BLOTT, 1987). También son conocidos en varias localidades de Norte América (APPLEGATE, 1970; THURMOND, 1974; BELL, 1986; GALLAGHER, 1986; APPLEGATE, 1992, 1996; ESPINOSA-ARRUBARRENA & APPLEGATE, 1996; BLANCO 2001, BLANCO-PIÑÓN, 2002), norte y sur de Sudamérica (WOODWARD, 1907; WENZ, 1989a,b; SILVA-SANTOS, 1970; WENZ & BRITO, 1990; GAYET, 1991; MARTILL, 1993b; ARRATIA & CIONE, 1996; MOODY & MAISEY, 1994; KRIWET, 1999, 2000; MARTILL ET AL., 1998; POYATO-ARIZA & WENZ, 2002), este central y oeste de Europa (PRIEM, 1898; BARTHEL, 1978; BLOT, 1987; LONGBOTTOM & PATTERSON, 1987; WENZ, 1991; WENZ ET AL., 1993; BRAVI, 1995; POYATO-ARIZA & WENZ, 1995, 2000; KRIWET, 1999; POYATO-ARIZA ET AL., 1998; POYATO-ARIZA & WENZ, 2002) Medio Oriente y algunas localidades de Asia (BLOT, 1987; CAVIN, 1997b) y África (ARAMBOURG, 1943; 1952, 1954; CAPPETTA, 1972; BLOTT, 1987).

El género *Nursallia* (*sensu* POYATO-ARIZA & WENZ, 2002) es conocido en pocas localidades de Sudamérica, Europa, África y Asia. Ningún reporte de este género es conocido de sedimentos en Australia, EE.UU. y Canadá (Fig. 16. 1 y 16. 2).

En Sudamérica *Nursallia* está representada por *N. flavellatum*, de la provincia de Sergipe del Rey en Brasil (WOODWARD, 1907; LONGBOTTOM, 1988). *Nursallia goedelli* es conocida en el Aptiano de Komen en Eslovenia (CAVIN, 1997b) y el Cenomaniano de Haqel en Líbano (HECKEL, 1854; DAVIS, 1887; CAVIN, 1997b). *N. gotturosum* es conocida en el Cenomaniano Inferior de Jebel Tselfat (ARAMBOURG, 1954; CAVIN, 1997b) e Italia (CAVIN, 1997b). BLANCO ET AL. (2001) y BLANCO-PIÑÓN ET AL. (2002) reportaron la presencia de esta especie como *Nursallia* sp. en Vallecillo, noreste de México. El significado de esta aparición será discutido más adelante. *N. veronae* representa el único

registro no Cretácico del género *Nursallia*. Esta especie proviene del Monte Bolca, noreste de Italia y se le ha asignado una edad de Eoceno (BLOT, 1987).

MESOZOICO			NORTE AMERICA	SUD AMERICA	EUROPA	AFRICA	ASIA	AUSTRALIA OCEANIA
PERIODO	EPOCA	EDAD						
C R E T A C E O	T A R D I O	MAASTRICHTIANO						
		CAMPANIANO						
		SANTONIANO						
		CONIACIANO						
		TURONIANO	1	3				
		CENOMANIANO			1	1	2	
C O M P A R T I M E N T A R I O	T E M P O R A N O	ALBIANO						
		APTIANO			2			
		BARREMIANO						
		HAUTERIVIANO						
		VALANGINIANO						
		BERRIASIANO						

Fig. 16. 1. Distribución temporal y geográfica de *Nursallia*: 1. *Nursallia gutturosum*; 2. *N. goedelli*; 3. *N. flavelatum*

AMBIENTES REPORTADOS PARA *Nursallia*

Los peces pycnodontes han sido considerados por varios autores como habitantes comunes en ambientes de lagunas asociadas a arrecifes o bioformaciones (NURSALL, 1996b) o facies de agua dulce (POYATO-ARIZA ET AL., 1998). Pycnodontes han sido encontrados en sedimentos de laguna de Solnhofen, Alemania (BARTHEL, 1978, BARTHEL ET AL., 1990); Cerfn, Francia (SAINT-SEINE, 1949); Lérida, (BARALE ET AL., 1984; WENZ & POYATO-ARIZA, 1995; KRIWET ET AL., 1999) y las Hoyas, España (POYATO-ARIZA & WENZ, 2000); Tepexi de Rodríguez, México (APPLEGATE, 1992); Monte Bolca, Italia (SORBINI, 1976); Chapada do Araripe, Brasil (SILVA-SANTOS & GÓMEZ-VALENÇA, 1968; WENZ & BRITO, 1990); y otras regiones marginales del Tethys y sus extensiones (NURSALL, 1996b). Pycnodontes no marinos están representados en algunas facies de las Hoyas

(POYATO-ARIZA ET AL., 1998) las cuales de acuerdo a FREGENAL-MARTÍNEZ & MELÉNDEZ (1993, 1995b) representan ambientes lacustres.

De acuerdo a NURSALL (1996b) (“...comparison of all these localities agrees with the presence of compound, organogenic reef as barriers or patches, with channels, lagoons, ponds and active sedimentation. Location was generally coastal with the possibility of freshwater and estuarine conditions...”). Exceptuando Haqel y Houla, una localidad con pycnodontes que representa ambientes hemipelágicos asociados con bioformaciones u otra clase de barreras de origen orgánico (PICTET & HUMBERT, 1886, HÜCKEL, 1970; HEMLEBEN, 1977; HEMLEBEN & SWINBURNE, 1991) y las facies de agua dulce de Las Hoyas (POYATO-ARIZA ET AL., 1998); las demás localidades mencionadas coinciden con la generalización hecha por NURSALL (1996b).

Dos caracteres presentes en Pycnodontoidei y comúnmente relacionados con el ambiente arrecifal es el arreglo de la dentición en las mandíbulas y la forma del cuerpo. La presencia de cuerpos altos, cortos y lateralmente comprimidos, representan una ventaja en la adaptación al ambiente arrecifal (NURSALL, 1996b). Esta generalización prevalece entre los miembros actuales de comunidades arrecifales (SMITH & HEEMSTRA, 1986). Por otro lado, el arreglo y tipo de dentición en las mandíbulas sugieren una dieta a base de organismos con concha dura. Este hábito durófago permitió a los pycnodontos una adaptación a comunidades ricas en organismos vivientes en las cercanías de aguas someras con bioformaciones de algas, esponjas, rudistas, etc (NURSALL, 1996b).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

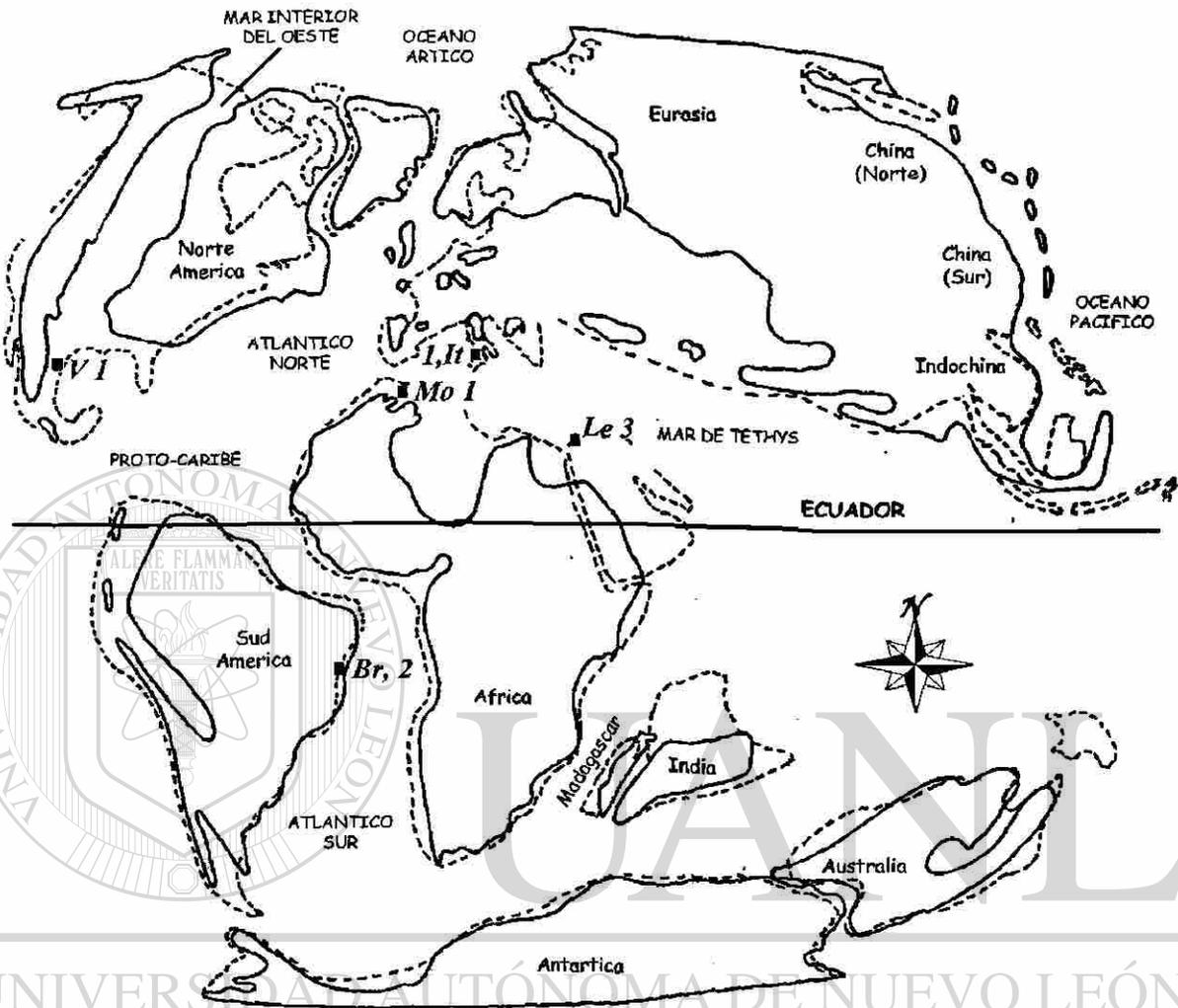


Fig. 16. 2. Distribución geográfica del género *Nursallia* durante el Cenomaniano al Turoniano, Cretácico Tardío (Mapa modificado de SMITH ET AL., 1994; SIVERSON, 1996). Escala=1:250,000,000.

Peces: 1= *Nursallia gutturosum*, 2=*Nursallia flavelatum*, 3=*Nursallia goedelli*

Localidades: V=Vallecillo; B=Brasil (Cenomaniano-Turoniano); It=Italia (Cenomaniano); Mo=Marruecos (Cenomaniano); Le=Libano (Cenomaniano).

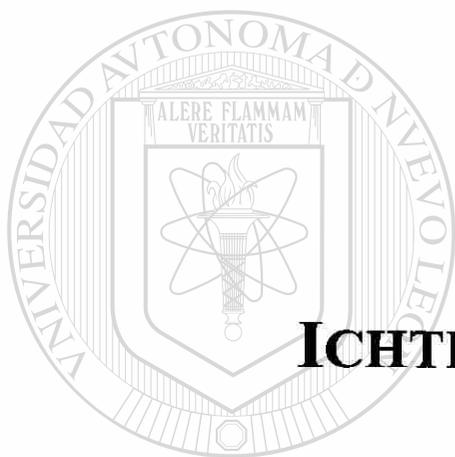
SIGNIFICADO DE *Nursallia* EN VALLECILLO

Desde el primer reporte de la asociación de Vallecillo, el Miembro Vallecillo de la Formación Agua Nueva ha sido reconocido como sedimentos depositados en ambientes de baja energía depositados en la parte externa de una plataforma durante el Turoniano (BLANCO ET AL., 2001; BLANCO-PIÑÓN ET AL., 2002).

De acuerdo a BISHOP (1970), PADILLA Y SÁNCHEZ (1982), SOHL ET AL. (1991), a través del noreste de México, sedimentos del Cenomaniano y Turoniano consisten en lodos calcáreos y elementos terrígenos depositados bajo condiciones de circulación restringida dentro de, respectivamente, facies de plataforma externa y mar abierto. Hasta ahora, no existen evidencias y ningún reporte de barreras orgánicas como bioformaciones de algas o rudistas, o parches de bioformaciones asociados a canales o ambientes de laguna costera del Cenomaniano al Turoniano. Por otro lado, tampoco existen evidencias de fauna bentónica y bioturbación en los sedimentos del Miembro Vallecillo (BLANCO ET AL., 2001; BLANCO-PIÑÓN ET AL., 2002).

Comparado con otros yacimientos Turonianos de América, el Miembro Vallecillo es notable por la presencia de ?*Nursallia* cf. *gutturosum*, la cual representa el primer registro de esta especie para sedimentos del Cretácico de Norte América y para sedimentos del Turoniano a nivel mundial. La presencia de *Nursallia* en sedimentos de plataforma externa no sólo extiende la distribución de este género en la parte noroeste del Mar de Tethys, sino que también permite considerar la posibilidad de que su distribución no estuvo solamente restringida a ambientes de laguna asociadas a arrecifes y que probablemente su hábito no fue exclusivamente durófago.

17



ICHTHYODECTIFORMES

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

SUBORDEN *ICHTHYODECTOIDEI*

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y GEOGRÁFICA

El suborden *Ichthyodectoidei* (*sensu* MAISEY, 1991a) tuvo una amplia distribución durante el Cretácico Superior. Su distribución temporal varía desde el Neocomiano (¿Barremiano?) hasta el Maastrichtiano Superior (CARROLL, 1988; CAVIN, 1997b; TAVERNE, 1973; TAVERNE & BRONZI, 1999). La distribución temporal y geográfica de todos los géneros de *Ichthyodectoidei* están resumidos en las figuras 17. 1 y 17. 2.

Los registros más antiguos de *Ichthyodectoidei* fueron reportados en el Neocomiano (¿Barremiano?) de Suiza (TAVERNE, 1986; CAVIN, 1997b), Guinea Ecuatorial y Gabón (ARAMBOURG & SCHNEEGANS, 1935; CASIER & TAVERNE, 1971) y el Albiano de Francia (TAVERNE & CHANNET, 2000). El género *Chirocentrites* representa el reporte más antiguo de *Ichthyodectoidei* de sedimentos cretácicos.

Durante el Albiano-Aptiano, géneros nuevos tuvieron su primera aparición en casi todos los continentes. En Norte América (México Central), el *Ichthyodectoidei* más antiguo es reportado por APPLGATE (1996) como un *Ichthyodectiforme* no determinado. Posteriormente, ALVARADO-ORTEGA (1998) asigna la categoría de género nuevo a este material. En Sudamérica (Brasil), el primer *Ichthyodectoidei* está representado por el género *Cladocyclus* (SILVA-SANTOS, 1950, 1985, 1986; WENZ & BRITO, 1990; MAISEY, 1991a, 1994, 1996). En África, este género es conocido en sedimentos del Albiano de Camerún y de Guinea Ecuatorial (TAVERNE, 1986; MAISEY, 1991a). TAVERNE (1986) reporta *Cladocyclus* en el Valanginiano de África (localidad no especificada), pero este registro aún no ha sido confirmado. De acuerdo a BARDACK (1965) y TAVERNE (1986), los *Ichthyodectoidei* *Gillicus*, *Xiphactinus* y *Ichthyodectes* también tienen su primera aparición durante el Albiano-Aptiano de Norte América (PATTERSON & ROSEN 1977) y Europa (TAVERNE & ROSS, 1973; TAVERNE, 1981), pero desafortunadamente estos registros aún no han sido confirmados en trabajos recientes de otros autores. En Australia, el único *Ichthyodectoidei* está representado por el género *Cooyoo* del Albiano de Queensland (LEES & BARTHOLOMAI, 1987; TURNER, 1996).

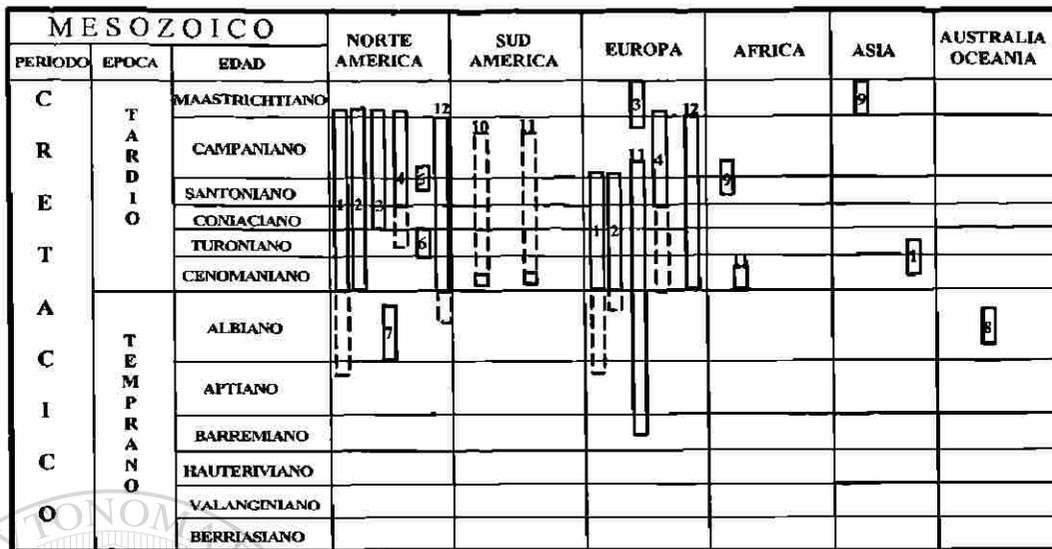


Fig. 17.1. Distribución temporal y geográfica de Ichthyodectoidei: 1 *Xiphactinus*; 2 *Ichthyodectes*; 3 *Sauroidon*; 4 *Saurocephalus*; 5 *Prosauroidon*; 6 *Vallecillichthys multivertebratum*; 7 Género Nuevo; 8 *Cooyoo*; 9 Ichthyodectidae indet.; 10 *Chiromistus*; 11 *Chirocentrites*; 12 *Gillicus*.

Durante el Cretácico Tardío, ocurre la mayor diversificación del orden. Este grupo extiende su distribución ocupando diversos ambientes en diferentes localidades de Norte América y Europa (WALDMAN, 1960; BARDACK, 1965; GALLAGHER ET AL., 1986, GALLAGHER, 1993; FIELTIZ; 1996; 1999), África (CAVIN & DUTHEIL, 1999) y Asia (CAVIN, 1997b). El registro más antiguo del Cretácico Tardío basado en material bien documentado de *Xiphactinus*, *Gillicus* e *Ichthyodectes* es conocido del Cenomaniano de EE.UU. (RUSSEL, 1988, 1993; MAISEY, 1991a; SCHWIMMER ET AL., 1992) y Europa (WOODWARD, 1901; CAVIN, 1997b). *Xiphactinus* también es conocido en el Cenomaniano-Turoniano de Asia (BARDACK, 1965). Durante este tiempo, los géneros *Chiromistus* y *Chirocentrites* tienen su primera aparición en Brasil (SILVA-SANTOS, 1976; ALVARADO-ORTEGA, 1998). En Europa los especímenes más antiguos de la familia Sauroidontidae están reportados en el Cenomaniano de Inglaterra (TAVERNE, 1997) mientras que en Norte América, la primera aparición de esta familia es conocida en sedimentos del Coniaciano de EE.UU (STEWART, 1988a, 1999).

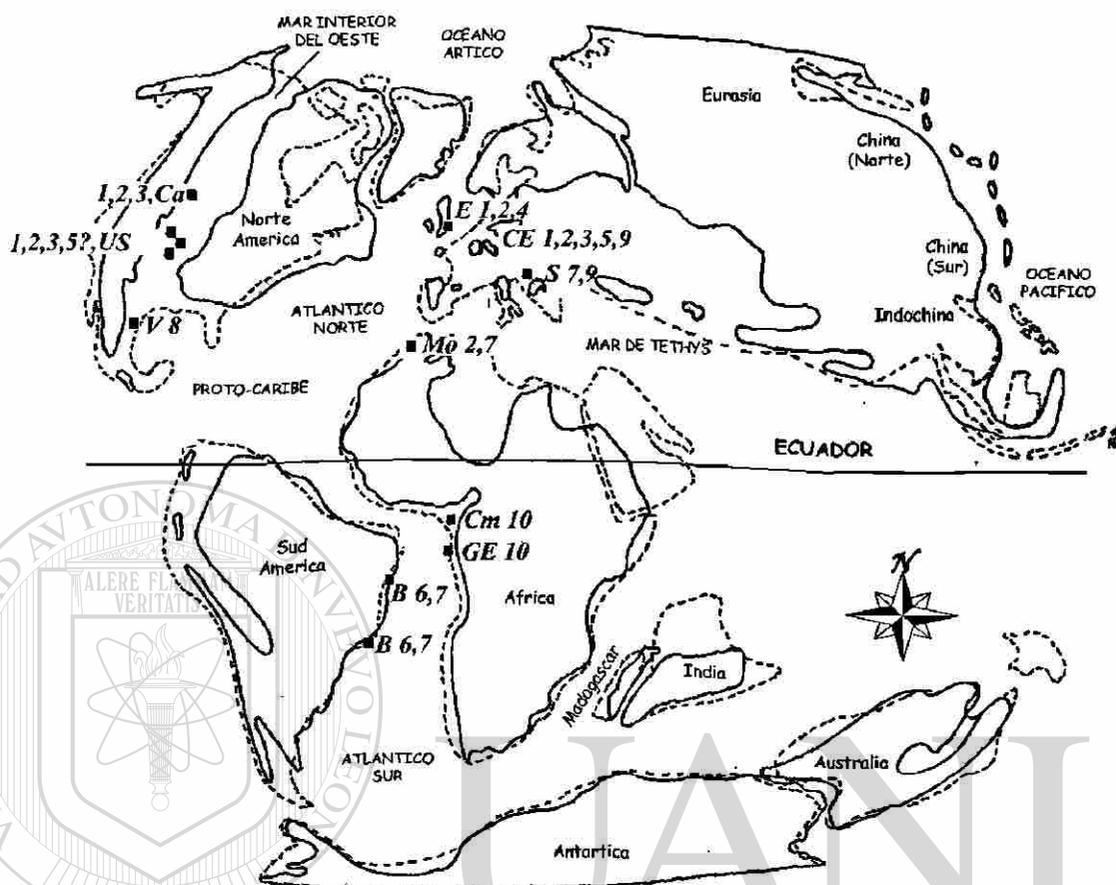


Figura 17.2. Distribución geográfica de los Ichthyodectoidei durante el Cenomaniano al Turoniano, Cretácico Superior (Mapa modificado de SMITH ET AL., 1994; SIVERSON, 1996). Escala 1:250,000,000.

Peces: 1=*Xiphactinus*; 2=*Ichthyodectes*; 3=*Gillicus*; 4=*Saurodontidae* indet.; 5=*Saurocephalus*; 6=*Chirumistus*; 7=*Chirocentrites*; 8=Ichthyodectoidei nov. sp. nov. gen. 9=Ichthyodectoidei indet.; 10=*Cladocyclus*.

Localidades: V=Vallecillo; Ca=Canadá (Turoniano); US=Estados Unidos de América (diversas localidades del Turoniano); B=Brasil (Cenomaniano-Turoniano); E=Inglaterra (Cenomaniano-Turoniano); CE=Europa Central (diversas localidades del Turoniano); S=Eslovenia (Cenomaniano); Mo=Marruecos (Cenomaniano-Turoniano); GE=Guinea Ecuatorial (Cenomaniano); Cm=Camerún (Cenomaniano).

La distribución temporal de Ichthyodectoidei continúa en Norte América (BARDACK, 1965; PATTERSON, 1993), Europa (TAVERNE, 1997; CAVIN ET AL., 2001; TAVERNE & BRONZI, 1999) y Asia (RAAB, 1963; CHALIFA & LEWY, 1990) hasta el Maastrichtiano (BARDACK, 1965a), mientras que en algunas localidades de África algunos géneros de este grupo son conocidos hasta el Turoniano (CAVIN, 1997b; CAVIN & DUTHEIL, 1999). En Australia, aparentemente no existe ningún registro de Ichthyodectoidei en sedimentos del Cretácico Superior.

AMBIENTES REPORTADOS PARA ICHTHYODECTOIDEI

Los Ichthyodectoidei fueron depredadores que han sido considerados como eficientes nadadores con un amplio rango ecológico (APPLEGATE, 1970). Ellos han sido reportados tanto en ambientes de plataforma externa e interna, como en aguas costeras, estuarios, lagunas (BARDACK, 1965; CAVIN, 1997b) y sedimentos no marinos (MAISEY, 1996).

Sedimentos pelágicos y de plataforma externa (con profundidades mayores a los 150 m) con fósiles de Ichthyodectoidei son conocidos en la Formación Ghareb, Maastrichtiano de Israel (CHALIFA & LEWY, 1992), la Caliza Tomaj (Formación Lipizza), del Santoniano Superior al Cenomaniano Inferior de Komen, en Eslovenia (JURKOSEK & JURKOSEK, 1995; CAVIN ET AL., 2001) la "English Chalk" (FOUCAULT & RAOULT, 1984) y el Cretácico Superior de la "Mooreville Chalk" de Alabama (APPLEGATE, 1970; STEWART, 1988a).

Peces ichthyodectidos en aguas someras (no más profundas de 150m) son reportados en varias localidades del Mar Interior del Oeste, tales como la Formación Kaskapau del Turoniano de Alberta, en Canadá (WILSON, 1978; WILSON & CHALIFA, 1989), la "Smoky Hill Chalk" (Coniaciano Superior-Campaniano Inferior) de la Formación Niobrara en EE.UU. (APPLEGATE, 1970; FIELITZ, 1996, SCHWIMMER ET AL., 1993; EVERHART & EVERHART, 1998), la Formación Vermilion del Campaniano de Manitoba, Canadá (BARDACK, 1976) etc. En el Viejo Mundo, sedimentos de aguas someras con ichthyodectidos son conocidos en el Campaniano de Negev, Israel, los cuales varían de ambientes de alta energía a ambientes pelágicos menos dinámicos

(RAAB 1963), el Albiano de Pietraroia (CAVIN & DUTHEIL, 1999) y otras localidades de Europa Central (CAVIN, 1997b).

Ambientes de laguna con influencia continental son conocidos en Tepexi de Rodríguez del Albiano-Aptiano de México (APPLEGATE, 1996; ESPINOZA-ARRUBARRENA & APPLEGATE, 1996; ALVARADO-ORTEGA, 1998), la Formación Santana del Albiano-Aptiano de Brasil (SILVA-SANTOS, 1950; 1985, 1986; WENZ & BRITO, 1990; MARTILL, 1988; 1997; BERTHOU ET AL., 1990; MAISEY, 1991; MARTILL & FIGUEIRA, 1994) y el Cenomaniano de la Formación Lipizza, en Komen, Eslovenia (CAVIN ET AL., 2001). En África, sedimentos estuarinos con peces ichthyodectidos son conocidos en el Barremiano-Aptiano de Gabón (CASIER & TAVERNE, 1971).

El único reporte no marino de Ichthyodectoidei es conocido de la parte más inferior del Miembro Crato (Aptiano) de la Formación Santana en Brasil (MAISEY, 1996).

SIGNIFICADO DE ICHTHYODECTOIDEI EN LA FORMACIÓN AGUA NUEVA DE VALLECILLO

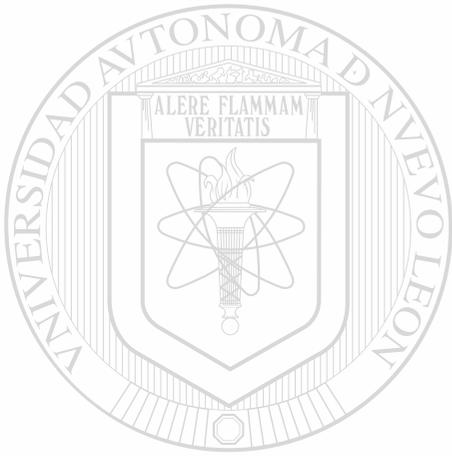
El único reporte de Ichthyodectiformes en México es conocido del Albiano-Aptiano de la Formación Tlayúa, en Tepexi de Rodríguez, México Central (APPLEGATE, 1996; ALVARADO-ORTEGA, 1998). Este material no sólo representa el primer registro confirmado de Ichthyodectoidei en México, sino que también representa el género más antiguo de Norte América.

En el estado de San Luis Potosí (México Central), dentro de estratos de la Formación Agua Nueva (Turoniano), restos de peces tales como fragmentos de vértebras y escamas fueron identificadas como *Ichthyodectes* y *Xiphactinus* por MALDONADO-KOERDEL (1956). Desafortunadamente, este material no exhibe una buena preservación y por lo tanto su identificación permanece como dudosa. Por otro lado, después de MALDONADO-KOEDDEL (1956) (a excepción de BARDACK, 1965a), este registro no ha sido publicado (¿tal vez ignorado?) por ningún autor en trabajos posteriores.

BLANCO ET AL. (2001), BLANCO-PIÑÓN ET AL. (2002) reportan la primera aparición de un Ichthyodectoidei en la Formación Agua Nueva en el estado de Nuevo

León, noreste de México (material bajo investigación en este trabajo). Hasta ahora, no existen registros de Ichthyodectoidei (exceptuando el de MALDONADO-KOERDELL, 1956) conocidos para ninguna localidad turoniana o del Cretácico Superior de México. Si la determinación taxonómica de MALDONADO-KOERDELL (1956) no es válida, los ichthyodectidos de Vallecillo podrían representar el primer registro de Ichthyodectiformes para el Cretácico Superior de México.

Los Ichthyodectidae muestran una distribución amplia a través del dominio del Tethys. Ichthyodectoidei fueron habitantes de mares profundos y someros, aguas costeras, estuarios y lagunas. La presencia de Ichthyodectiformes en Vallecillo es consistente con esta generalización.



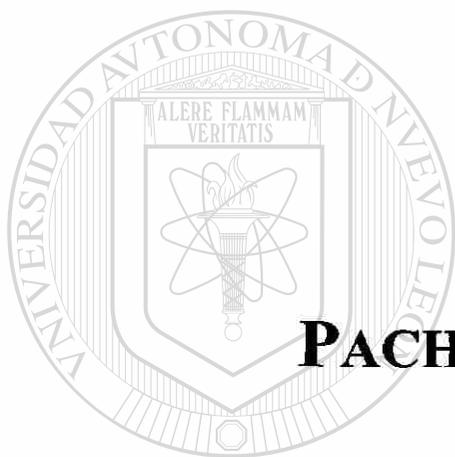
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

18



PACHYRHIZODONTIDAE

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FAMILIA PACHYRHIZODONTIDAE

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y GEOGRÁFICA

Los Pachyrhizodontidae tienen, al igual que otros grupos de peces, una amplia distribución temporal y geográfica. La extensión temporal varía desde el Aptiano (TAVERNE, 1981) hasta el Maastrichtiano (LERICHE, 1929; CAVIN, 1997b) y geográficamente esta familia es conocida en sedimentos del Cretácico Superior de Norte y Sur América, Europa, África y Oceanía (Figs. 18. 1 y 18. 2).

En Europa, el registro más antiguo de esta familia está representado por el género *Greenwoodella* del Aptiano de Helgoland, en Alemania (TAVERNE & ROSS, 1973; TAVERNE, 1991a). Durante el Albiano los géneros *Eloposis*, *Pachyrhizodus* y *Rhacolepis* tuvieron su primera aparición en Europa y durante el Cretácico Tardío alcanzaron diferentes localidades europeas tales como la "English Chalk" en Inglaterra (WOODWARD, 1901; TAVERNE, 1976b, 1994; FOREY, 1977; LONGBOTTOM & PATTERSON, 1987) Cinto Euganeo, Italia (SORBINI, 1976) etc. En Europa, el registro más joven de esta familia ocurre en el Maastrichtiano de Alemania e Inglaterra (LERICHE, 1929; CAVIN, 1997b). TAVERNE (1996), reporta la presencia del género *Tingitanichthys*, sin embargo, su posición taxonómica dentro de los Pachyrhizodontoidei es actualmente dudosa.

En Norte América la familia Pachyrhizodontidae está representada únicamente por el género *Pachyrhizodus*, aunque algunos pachyrhizodontidos no descritos también han sido reportados en el Maastrichtiano de EE.UU. (CAVIN, 1997b). En este continente, *Pachyrhizodus* es conocido desde el Turoniano hasta el Campaniano de EE.UU. (APPLEGATE, 1970; STEWART, 1988a).

En Sudamérica, la distribución de la familia varía desde el Aptiano hasta el Santoniano. El registro más antiguo está representado por el género *Rhacolepis* del Aptiano de Brasil (WENZ & BRITO, 1990; MAISEY & BLUM, 1990; MARTILL, 1997) y Cretácico Inferior de Colombia (SILVA-SANTOS & OLIVEIRA, 1994). Por otra parte, *Pachyrhizodus* y *Eloposis* son conocidos en el Cenomaniano y al igual que *Rhacolepis* su distribución temporal se extiende hasta el Santoniano (MAISEY, 1994; MOODY & MAISEY, 1994).

En África los Pachyrhizodontidae están representados por un número reducido de géneros y su distribución temporal varía del Cenomaniano al Turoniano del Norte de Marruecos (ARAMBOURG, 1954, CAVIN, 1995, 1997a,b).

MESOZOICO			NORTE AMERICA	SUD AMERICA	EUROPA	AFRICA	ASIA	AUSTRALIA OCEANIA
PERIODO	EPOCA	EDAD						
C R E T A C E O	T A R D I O	MAASTRICHTIANO	5					
		CAMPANIANO						1
		SANTONIANO	1					
		CONIACIANO						
		TURONIANO	6	1 2 3 7	1 3	8		
		CENOMANIANO			2		3	
C I P R O	T E M P R A N O	ALBIANO						1
		APTIANO			4			
		BARREMIANO						
		HAUTERIVIANO						
		VALANGINIANO						
		BERRIASIANO						

Figura 18.1. Distribución temporal y geográfica de los Pachyrhizodontidae: 1 *Pachyrhizodus*; 2 *Rhacolepis*; 3 *Elopopsis*; 4 *Greenwodella*; 5 Pachyrhizodontoidei indet.; 6 *Goulmimichthys* nov sp; 7 *Goulmimichthys* de Colombia; 8 *Goulmimichthys arambourgi*

En Oceanía, el único Pachyrhizodontidae reportado pertenece al género *Pachyrhizodus*. Este género es conocido en el Albiano de Queensland, Australia (BARDACK, 1965b,c; BARTHOLOMAI, 1969) y desde el Campaniano al Maastrichtiano de Nueva Zelanda (WIFFEN, 1993). Hasta ahora no existen reportes de esta familia en el continente asiático.

Goulmimichthys representa el género más recientemente descubierto del suborden Pachyrhizodontoidei. Este género es reportado en el Turoniano de Goulmima, Marruecos (CAVIN, 1995, 1997b) y de Colombia (PÁRAMO-FONSECA, 1997b). En este trabajo, *Goulmimichthys* también es reportado en el Turoniano de Vallecillo, México.

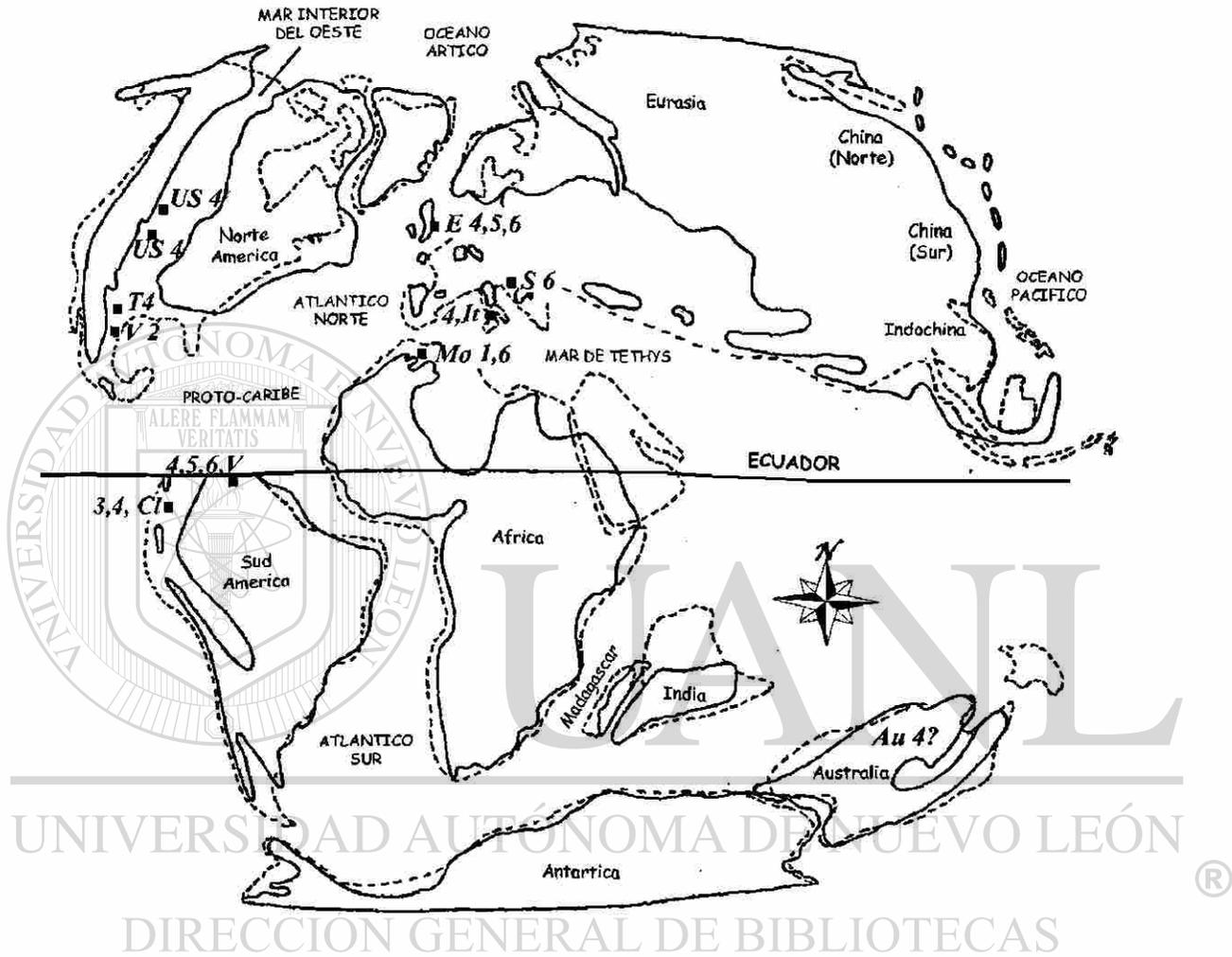


Figura 18.2. Distribución geográfica de los Pachyrhizodontidae durante el Cenomaniano-Turoniano, Cretácico Tardío (Mapa modificado de SMITH ET AL., 1994; SIVERSON, 1996). Escala : 1:250,000,000.

Peces: 1=*Goulmimichthys arambourgi*; 2=*Goulmimichthys* nov. sp.; 3=*Goulmimichthys* de Colombia; 4=*Pachyrhizodus*; 5=*Rhacolepis*; 6=*Elopopsis*; 7= Pachyrhizodontidae indet.

Localidades: V=Vallecillo; T=Texas, EE.UU. (Turoniano); US=EE.UU. (Diversas localidades), Cl=Colombia (Turoniano); V=Venezuela (Cenomaniano-Turoniano); E=Inglaterra (Cenomaniano-Turoniano); It=Italia (Cenomaniano-Turoniano); S=Eslovenia (Cenomaniano); Mo=Marruecos (Cenomaniano-Turoniano); Au=Australia (Cenomaniano-Turoniano).

AMBIENTES REPORTADOS PARA *Goulmimichthys*

Hasta ahora, los Pachyrhizodontidae han sido reportados únicamente en sedimentos de ambientes completamente marinos (CAVIN & MARTIN, 1995) y fueron habitantes de una relativamente amplia variedad de facies. Los peces de esta familia son conocidos en ambientes de cuenca interna restringida (MAISEY & MOODY, 2001), en mares epicontinentales someros (MAISEY & MOODY, 1994; CAVIN, 1997b) y aguas pelágicas (CAVIN, 1997b).

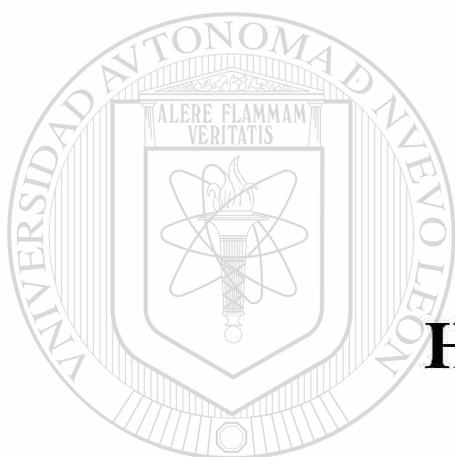
Hasta la actualidad, el género *Goulmimichthys* es conocido en la región de Goulmima en Marruecos (CAVIN, 1995, 1997b) y en la Formación Villeta en Colombia (PÁRAMO FONSECA, 1997b). Ambas localidades están representadas por sedimentos de aguas someras depositados en mares epicontinentales. Los especímenes de *Goulmimichthys* de Vallecillo, están reportados en sedimentos hemipelágicos situados en la parte externa de una plataforma (BLANCO ET AL., 2001, 2002).

SIGNIFICADO DE *Goulmimichthys* EN VALLECILLO

La presencia de *Goulmimichthys* en los sedimentos turonianos de Vallecillo representan el tercer registro de este género en el mundo y el primero en Norte América.

Por otro lado, también representa el primer Pachyrhizodontidae registrado en el Cretácico Superior de México. Hasta ahora, *Goulmimichthys* es conocido sólo en aguas someras de mares epicontinentales. La presencia de éste género en Vallecillo es constante con esta generalización.

19



HALECOIDEI

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

SUBORDEN ?HALECOIDEI

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y GEOGRÁFICA

Tres géneros son reconocidos dentro del orden Halecoidei: *Halec*, *Phylactocephalus* y *Hemisaurida*.

El género *Halec* es conocido únicamente en el Cretácico Superior de Europa. Su distribución temporal varía desde el Cenomaniano al Coniaciano y está reportado en la "English Chalk" en Inglaterra (WOODWARD, 1901; GOODY, 1969) y en el Cenomaniano de Komen, en Eslovenia (CAVIN, 1997b).

Los géneros *Phylactocephalus* y *Hemisaurida* han sido registrados en Cenomaniano Medio de Haqel y Houla en Líbano. *Hemisaurida* es también reportado en el Cenomaniano de Komen (CAVIN, 1997b). La distribución temporal y geográfica de los tres géneros de Halecoidei está resumida en la Fig. 19.1.

MESOZOICO			NORTE AMERICA	SUD AMERICA	EUROPA	AFRICA	ASIA	AUSTRALIA OCEANIA
PERIODO	EPOCA	EDAD						
CRETACICO SUPERIOR	TARDIO	MAASTRICHTIANO						
		CAMPANIANO						
		SANTONIANO						
		CONIACIANO			2			
		TURONIANO	1					
CRETACICO INFERIOR	TEMPERANO	CENOMANIANO			3	4		
		ALBIANO						
		APTIANO						
		BARREMIANO						
		HAUTERIVIANO						
		VALANGINIANO						
BERIASIANO								

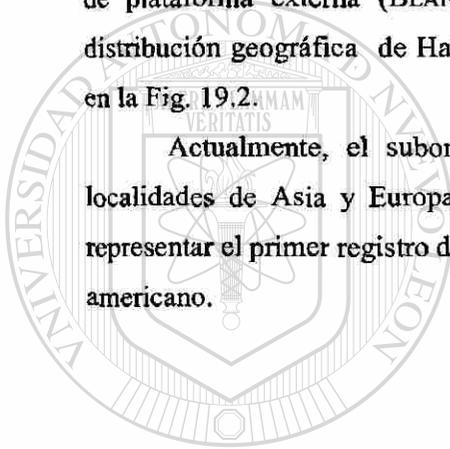
Fig. 19.1. Distribución temporal y geográfica de ?Halecoidei: 1 Halecoidei indet; 2 *Halec*; 3 *Phylactocephalus*; 4 *Hemisauridae*.

AMBIENTE Y SIGNIFICADO DE HALECOIDEI EN VALLECILLO

Los Halecoidei fueron aparentemente habitantes de ambientes exclusivamente marinos. Exceptuando la localidad de Komen, Eslovenia, que representa sedimentos de laguna interna (CAVIN ET AL., 2000). Por otro lado, los sedimentos de "English Chalk" así como Haqel y Houla han sido considerados como sedimentos pelágicos depositados en plataforma externa a una profundidad mayor a los 150 m. (revisar FOUCAOULT & RAOUL para la "English Chalk", HÜCKEL, 1970; HEMLEBEN, 1977; HEMLEBEN & SWINBURNE, 1991 para Haqel y Houla).

En Vallecillo, los ?Halecoidei han sido reportados en sedimentos hemipelágicos de plataforma externa (BLANCO ET AL., 2001, BLANCO-PIÑÓN ET AL., 2002). La distribución geográfica de Halecoidei durante el Cenomaniano-Turoniano es ilustrada en la Fig. 19.2.

Actualmente, el suborden Halecoidei ha sido reportado exclusivamente en localidades de Asia y Europa. Así, la presencia de Halecoidei en Vallecillo podría representar el primer registro de este suborden para sedimentos cretácicos del continente americano.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

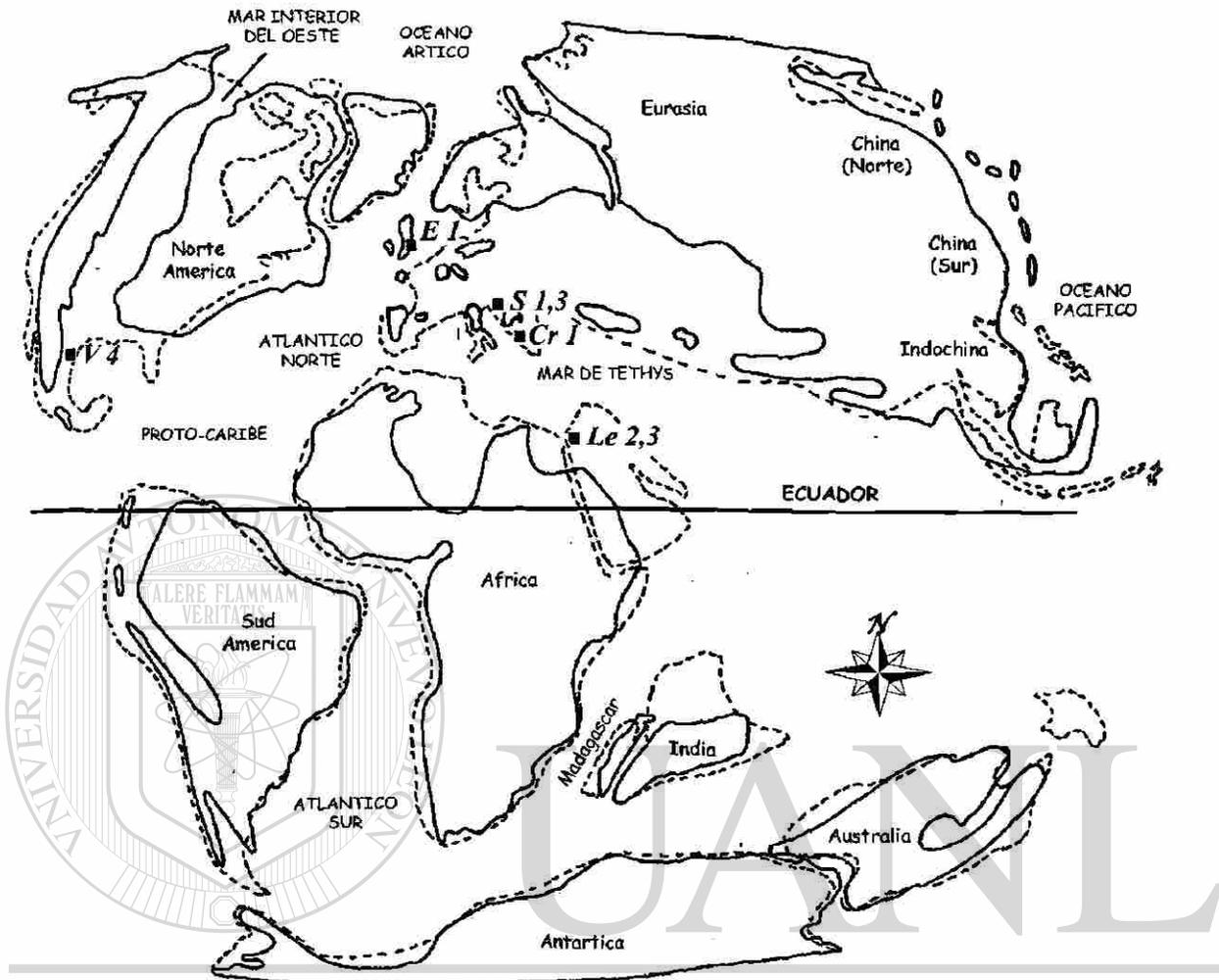
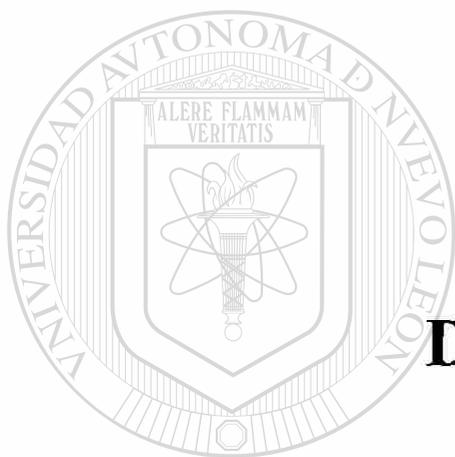


Figura 19.2. Distribución geográfica de los Halecoidei durante el Cenomaniano al Turoniano, Cretácico Tardío (Mapa modificado de SMITH ET AL., 1994; SIVERSON, 1996). Escala 1:250,000,000.

Peces: 1=*Halec*; 2=*Phylactcephalus*; 3=*Hemisaurida*; 4=*Halecoidei* indet.

Localidades: V=Vallecillo; E=Inglaterra (Cenomaniano-Turoniano); S=Eslovenia (Cenomaniano); Cr=Croacia (Turoniano); Le=Líbano (Cenomaniano).

20



DERCETIDAE

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FAMILIA DERCETIDAE

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y GEOGRÁFICA

Hasta ahora, la familia Dercetidae (*sensu* CHALIFA, 1989) es considerada como un grupo exclusivamente marino. Este grupo es conocido en diversas localidades de Norte América, Europa, África y Asia del Cretácico Superior.

Los Dercetidae parecen haber aparecido durante el Cenomaniano en aguas de Europa, África y Asia (ARAMBOURG, 1952; LEONARDI, 1966; GOODY, 1969; CHALIFA, 1989; TAVERNE, 1991b), su distribución temporal se extiende hasta el Campaniano de Europa (GOODY, 1969; CAVIN, 1997b) y el Maastrichtiano del Medio Oriente (GOODY, 1969; CHALIFA & LEWY, 1990, GAYET, 1993). En África, los Dercetidae son conocidos desde el Cenomaniano al Turoniano de varias localidades (CASIER, 1965, 1969; CAVIN, 1997b). El género *Stratodus* (=?Dercetidae) está reportado en el Maastrichtiano de varias localidades del norte de África (TABASTE, 1963) y África Central (ANIMELECH, 1957; CAPPETTA, 1972). En Norte América, el último registro de los Dercetidae es conocido en el Turoniano de Canadá (WILSON & CHALIFA, 1989) y México (BLANCO ET AL., 2001; BLANCO-PINÓN ET AL., 2002) mientras que el registro más reciente es reportado para el Senoniano (Coniaciano-Santoniano) de la Formación Niobrara en Estados Unidos de América (CAVIN, 1997b). *Stratodus* es también reportado para el Campaniano de EE. UU., por APPLGATE (1970). Ningún registro de Dercetidae es conocido en Australia y otras localidades de Oceanía. La distribución temporal y geográfica de los géneros de la familia Dercetidae y *Stratodus* están resumidos en la figura 20.1.

El género *Rhynchodercetis* es conocido desde el Cenomaniano hasta el Campaniano. En Europa, la distribución temporal de este género varía del Cenomaniano hasta el Campaniano mientras que en África y Asia (Medio Oriente específicamente) *Rhynchodercetis* es conocido sólo para sedimentos del Cenomaniano (CAVIN, 1997b). En Norte América, *Rhynchodercetis* está presente sólo en sedimentos del Turoniano (WILSON & CHALIFA, 1989).

MESOZOICO			NORTE AMERICA	SUD AMERICA	EUROPA	AFRICA	ASIA	AUSTRALIA OCEANIA	
PERIODO	EPOCA	EDAD							
CRETACICO TARDIO	TARDIO	MAASTRICHTIANO				2	2 3		
		CAMPANIANO	2		3 5		3		
		SANTONIANO			1		3		
		COMACIANO	6						
		TURONIANO	1 4			3 1			
	CENOMANIANO					6	1 4		
	TEMPRANO	ALBIANO							
		APTIANO							
		BARREMIANO							
		HAUTERIVIANO							
VALANGENIANO									
		BERRIASIANO							

Fig. 20.1. Distribución temporal y geográfica de los Dercetidae: 1 *Rhynchodercetis*; 2 *Stratodus*; 3 *Dercetis*; 4 *Dercetoides*; 5 *Pelargorhynchus*; 6 Dercetidae indet.

AMBIENTES REPORTADOS PARA DERCETIDAE

Los Dercetidae fueron depredadores con cuerpos esbeltos y alargados. Hasta ahora, todos los géneros de esta familia parecen ser peces restringidos exclusivamente a aguas marinas durante el Cretácico Tardío (CAVIN & MARTIN, 1995; Fig. 20.2).

En Europa, *Rhynchodercetis* está registrado en el Cenomaniano-Senoniano de la "English Chalk" (WOODWARD, 1901; CAVIN, 1997b), interpretada por FOUCAULT & RAOUL (1984) como sedimentos pelágicos depositados en aguas con una profundidad de aproximadamente 300 m. Este género también está presente en el Cenomaniano Inferior de Komen (CAVIN, ET AL., 2000) y Cinto Euganeo (SORBINI, 1976), en el Cenomaniano al Senoniano de Inglaterra (ARAMBOURG, 1954; GOODY, 1969) y el Campaniano de Eslovenia (CAVIN ET AL, 2000). Exceptuando al Cenomaniano de Komen, el cual representa depósitos de aguas someras, la mayoría de las localidades mencionadas representan sedimentos depositados en aguas cuyas profundidades superaban los 150 m.

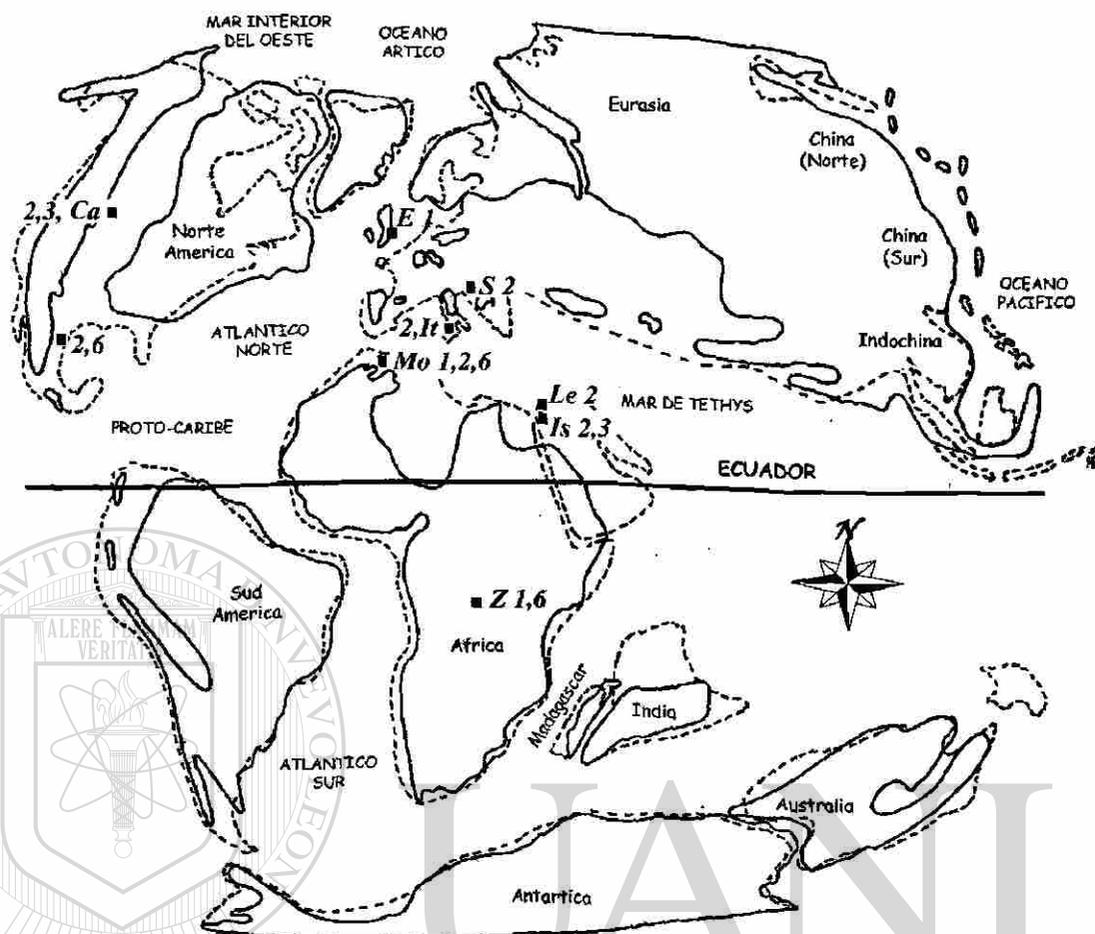


Figura 20.2. Distribución geográfica de la familia Dercetidae durante el Cenomaniano al Turoniano, Cretácico Tardío (Mapa modificado de SMITH ET AL., 1994; SIVERSON, 1996). Escala 1: 250, 000, 000.

Peces: 1=*Dercetis*; 2=*Rhynchodercetis*; 3=*Dercetoides*; 4=*Pelargorhynchus*; 5=*Stratodus*; 6=Dercetidae indet.

Localidades: V=Vallecillo; Ca=Canada (Turoniano); E=Inglaterra (Cenomaniano-Turoniano); It=Italia (Cenomaniano-Turoniano); S=Eslovenia (Cenomaniano); Mo=Marruecos (Cenomaniano); Z=Zaire (Cenomaniano); Le=Libano (Cenomaniano); Is=Israel (Cenomaniano).

En Asia *Rhynchodercetis* es conocido en el Cenomaniano de Ein-Yabrud, Israel (CHALIFA, 1989), Haqel y Houla en Líbano (LEONARDI, 1966; GOODY, 1969), localidades que representan aguas restringidas y con baja energía, situadas respectivamente en la parte interna (CHALIFA, 1989) y externa de una plataforma (HÜCKEL, 1970; HEMLEBEN, 1977; HEMLEBEN & SWINBURNE, 1991a).

En Norte América, el único registro de *Rhynchodercetis* es conocido del Turoniano de la Formación Kaskapau, en Canadá (WILSON & CHALIFA, 1989), la cual representa ambientes de plataforma interna.

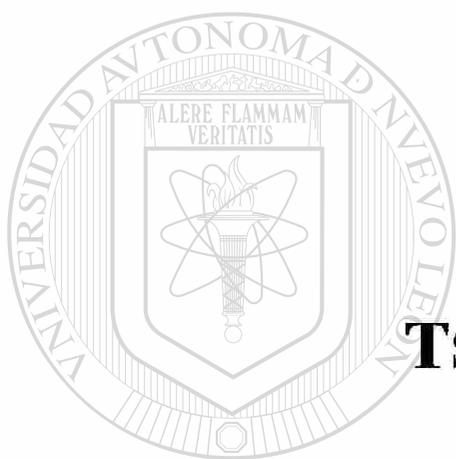
SIGNIFICADO DE *Rhynchodercetis* sp EN VALLECILLO

Durante el Turoniano, la familia Dercetidae parece haber estado restringida al dominio del Tethys en ambientes completamente marinos. Esta familia es bien conocida en sedimentos marinos de Europa (GOODY 1969; TAVERNE 1987b), Canadá (WILSON & CHALIFA 1989), México (BLANCO ET AL., 2001; BLANCO-PIÑÓN ET AL., 2002), Líbano, Israel (CHALIFA 1989) y Marruecos (CAVIN & DUTHEIL 1989). La presencia de esta familia en Vallecillo extiende la presencia de este grupo en el dominio mexicano del Tethys del Oeste.

Hasta el momento, ningún reporte de *Rhynchodercetis* es conocido para ninguna localidad del Turoniano de México. La presencia de este género en Vallecillo podría representar el primer registro de la familia Dercetidae y del género en el Cretácico Superior de México.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

21



TSELFATIDAE

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

270

FAMILIA TSELFATIIDAE

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y GEOGRÁFICA

Hasta ahora, la familia Tselfatiidae es conocida en sedimentos del Cretácico Superior de África, Europa (TAVERNE, 1974, 1983) y Norte América (BARDACK & TELLER-MARSHALL, 1980, FIELITZ & SHIMADA, 1999)(Fig. 21.1 y 21.2).

El primer registro de *Tselfatia* (*T. formosa*) es conocido del Cenomaniano Superior de Djebel Tselfat, en Marruecos (ARAMBOURG, 1943, 1954; TAVERNE, 1975). Después, SORBINI (1976) reporta una segunda aparición de *T. formosa* del Cenomaniano de Cinto Euganeo, en el norte de Italia. BARDACK & TELLER-MARSHALL (1980) reportan *T. formosa* de la "Austin Chalk" (Coniaciano-Santoniano) en EE.UU. y del Cenomaniano-Turoniano de Yugoslavia. De acuerdo a estos últimos autores, el espécimen de Texas representa el primer registro de esta especie en Norte América. Aunque por otro lado, MAISCH & LEHMANN (2000) sugieren que este espécimen corresponde a otra especie del mismo género y por lo tanto debe ser referida como *Tselfatia sp* (MAISCH & LEHMANN; 2000).

Tselfatia dalmatia es también conocida en el Turoniano de Yugoslavia (BARDACK & TELLER-MARSHALL, 1980). De acuerdo a estos datos, BARDACK & TELLER-MARSHALL (1980) sugieren prematuramente que *Tselfatia* es un género con distribución exclusiva en el Mar de Tethys.

Hasta ahora, el género *Tselfatia* es conocido tanto fuera como dentro del dominio del Mar de Tethys. Una localidad no tethiana está representada por el Turoniano de Niedersachsen, en Alemania (MAISCH & LEHMANN, 2000).

Más recientemente *Tselfatia* es reportada por primera vez en el Turoniano del noreste de México (BLANCO ET AL., 2001; BLANCO-PIÑÓN ET AL., 2002)

El único reporte de la segunda especie incluida dentro de Tselfatiidae, *Buchea hulensis*, proviene del Turoniano de El Valle Superior del Magdalena, en Colombia (PÁRAMO-FONSECA, 1997b), aunque posteriormente fue publicada como *Tselfatoidei incertae sedis* (PÁRAMO-FONSECA, 1997a).

MESOZOICO			NORTE AMERICA	SUD AMERICA	EUROPA	AFRICA	ASIA	AUSTRALIA OCEANIA
PERIODO	EPOCA	EDAD						
C R E T A C I O	T A R D I O	MAASTRICHTIANO						
		CAMPANIANO						
		SANTONIANO						
		CONIACIANO	1					
		TURONIANO		3	1 2			
		CENOMANIANO				1		
C R E T A C I O	T E M P R A N O	ALBIANO						
		APTIANO						
		BARREMIANO						
		HAUTERIVIANO						
		VALANGINIANO						
		BERRIASIANO						

Fig. 21.1. Distribución temporal y geográfica de Tselfatiidae: 1 *T. formosa*; 2 *T. dalmatia*; 3 *Bucea huilensis*.

AMBIENTES REPORTADOS PARA TSELFATIIDAE

Hasta ahora, todos los especímenes de la familia Tselfatiidae son conocidos únicamente en sedimentos marinos (TAVERNE, 1999). En Jebel Tselfat, *T. formosa* ha sido reportada en yesos y arcillas bituminosas depositadas en aguas profundas cercanas a la línea de costa (ARAMBOURG, 1954). Esta especie es también conocida en la "Austin Chalk" (EE.UU.) que representa sedimentos pelágicos de aguas profundas (SOHL ET AL., 1991 para interpretación ambiental de esta unidad litoestratigráfica). *T. formosa* es también conocida en sedimentos arcillosos bituminosos de Cinto Euganeo (SORBINI, 1976) y de las lutitas negras ("black shales") de Niedersachsen (MAISCH & LEHMANN, 2000). En ambas localidades los sedimentos representan facies de plataforma con influencia continental.

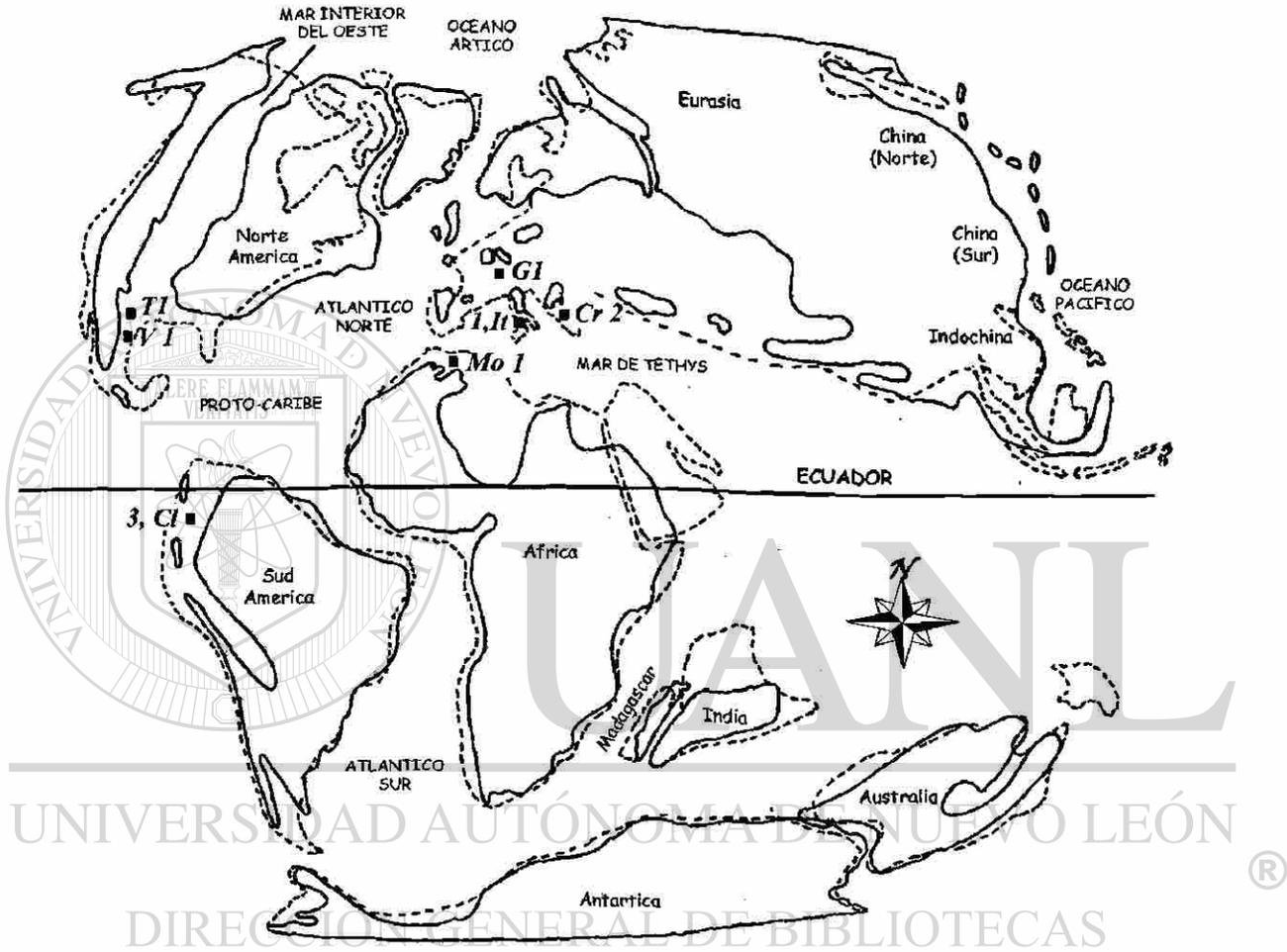


Figura 21.2. Distribución geográfica de los Tselfatiidae durante el Cenomaniano-Turoniano, Cretácico Tardío (Mapa modificado de SMITH ET AL., 1994; SIVERTON, 1996). Escala 1: 250, 000, 000.

Peces: 1=*Tselfatia formosa*; 2=*Tselfatia dalmatia*; 3=*Bachea huilensis*

Localidades: V=Vallecillo; T=Texas, EE.UU. (Turoniano); CI=Colombia (Turoniano); It=Italia (Cenomaniano); G=Alemania (Turoniano); Cr=Croacia (Turoniano); Mo=Marruecos (Cenomaniano).

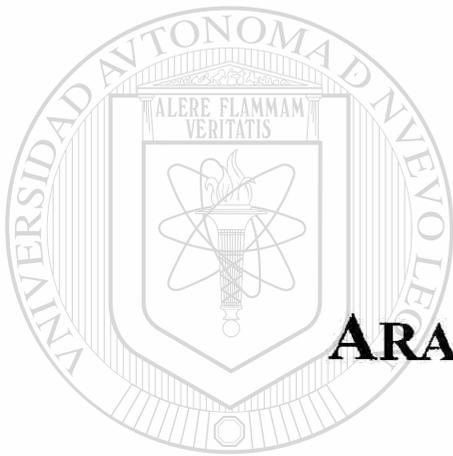
En Yugoslavia, *T. dalmatia* proviene de calizas litográficas a calizas con estratificación gradada depositadas en “shoals” y en canales someros a niveles de intermarea (intertidal) o sublitoral (subtidal) en plataformas carbonatadas (HEMLEBEN & FREELS, 1977a) mientras que *Bucea huilensis* es conocida en lutitas y carbonatos depositados en plataforma externa conectada con aguas de mar abierto (PÁRAMO-FONSECA, 1997b). Esto sugiere que los géneros de la familia Tselfatiidae fueron habitantes tanto de ambientes pelágicos como costeros en plataformas y rampas.

SIGNIFICADO DE *Tselfatia formosa* EN VALLECILLO

En resumen, los Tselfatiidae son conocidos en sedimentos marinos en el Cenomaniano de Marruecos (ARAMBOURG, 1943; 1954; TAVERNE 1989, 1999, 2000), Yugoslavia (BARDACK & TELLER-MARSHALL, 1980), Italia (SORBINI, 1967) y en el Turoniano de Alemania (MAISCH & LEHMANN 2000), Yugoslavia (BARDACK & TELLER-MARSHALL, 1980), Colombia (PÁRAMO-FONSECA 1997a,b). La presencia de *T. formosa* en Vallecillo es consistente con esta generalización.

En Norte América, esta familia ha sido registrada sólo en sedimentos senonianos del Mar de Tethys (Coniaciano-Santoniano; BARDACK & TELLER-MARSHALL, 1980). De acuerdo a esta información, la presencia de *Tselfatia formosa* en la Formación Agua Nueva representa el espécimen más antiguo de la familia Tselfatiidae y de *Tselfatia formosa* en Norte América, además de ser el primer registro de esta especie en sedimentos del Cretácico de México.

22



ARARIPICHTHYDAE

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FAMILIA ARARIPICHTHYDAE

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y GEOGRÁFICA

Hasta ahora, el género *Araripichthys* es conocido en cuatro localidades dentro del dominio del Mar de Tethys. Este género está reportado en dos localidades de Sudamérica, una localidad del norte de África y en Vallecillo, México. Su distribución temporal varía desde el Aptiano hasta el Turoniano (MAISEY & MOODY, 2001) y está representado por tres especies.

El primer reporte de este género está representado por *A. castilhoi* del Albiano de la Formación Santana en Brasil (SILVA-SANTOS, 1983,1985; MAISEY & BLUM, 1991). Posteriormente, CAVIN (1997a, b) reporta *A. corythophorus* en el Turoniano de Goulmima, en Marruecos; mientras que MAISEY & MOODY (2001) registran *A. axelrodi* en el Aptiano de la Formación Apon en Venezuela. En América del Norte, *Araripichthys* está reportado en el Turoniano de Vallecillo (México) y representa el cuarto reporte de éste género en el mundo (BLANCO & CAVIN en prensa). La distribución temporal y geográfica de *Araripichthys* está representada en la figura 22.1 y figura. 22.2.

AMBIENTES REPORTADOS PARA ARARIPICHTHYDAE

La familia *Araripichthyidae* ha sido reportada en varios tipos de facies exclusivamente marinas. La especie de Venezuela (*A. axelrodi*) y de Marruecos (*A. corythophorus*) aparecen en aguas someras (menos de 100 m de profundidad) de mares epicontinentales, mientras que la especie de Brasil (*A. castilhoi*) está registrada en ambientes de cuenca interior restringida (MAISEY, 2000; MAISEY & MOODY, 2001). La especie mexicana de *Araripichthys* también está reportada en sedimentos hemipelágicos depositados dentro de la parte externa de una plataforma somera durante el Turoniano.

MESOZOICO			NORTE AMERICA	SUD AMERICA	EUROPA	AFRICA	ASIA	AUSTRALIA OCEANIA
PERIODO	EPOCA	EDAD						
CRETACEO	TARDIO	MAASTRICHTIANO						
		CAMPANIANO						
		SANTONIANO						
		CONIACIANO						
		TURONIANO	1			4		
	CENOMANIANO							
	TEMPRANO	ALBIANO		2				
		APTIANO		3				
		BARREMIANO						
		HAUTERIVIANO						
VALANGENIANO								
BERRIASIANO								

Fig. 22. 1. Distribución geográfica y temporal del género *Araripichthys*. 1 *Araripichthys* sp.; 2 *A. castilhoi*; 3 *A. axelrodi*; 4 *A. corithophorus*.

SIGNIFICADO DE *Araripichthys* EN VALLECILLO

La aparición de *Araripichthys* en sedimentos mexicanos no sólo extiende la distribución de este género en plataformas someras del Atlántico ecuatorial, sino que también representa el primer registro de este género en sedimentos cretácicos de Norte América y del Cretácico Superior del Oeste de Tethys (Fig. 22. 2).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

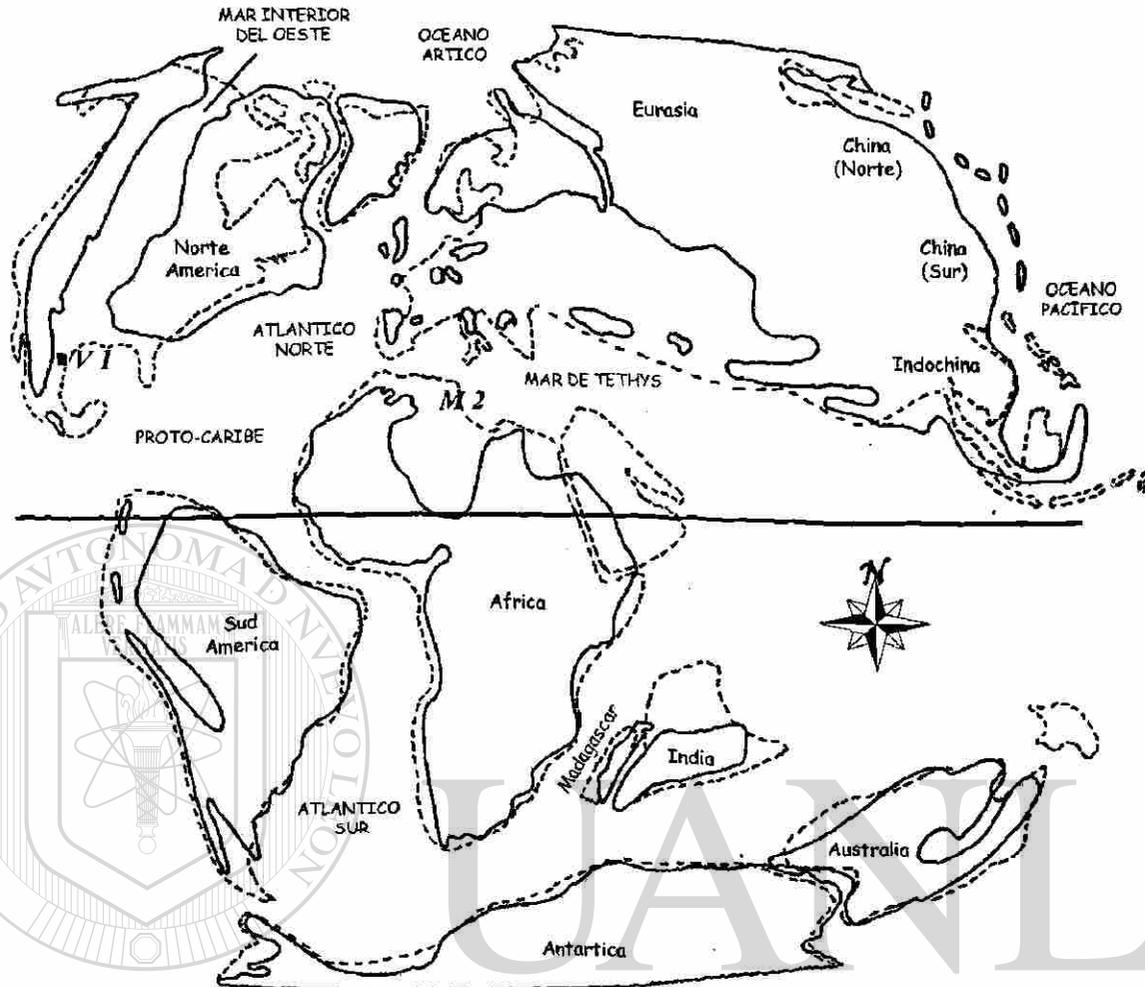
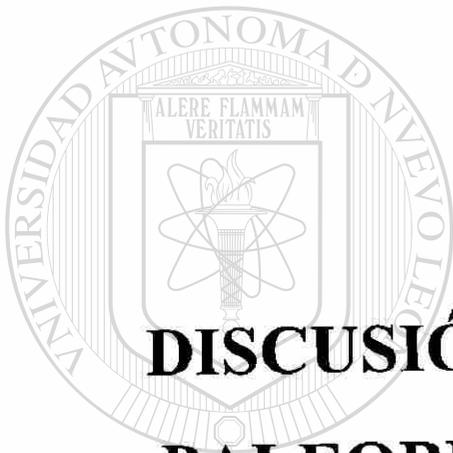


Figura 22.2. Distribución geográfica del género *Araripichthys* durante el Turoniano, Cretácico Tardío. (Mapa modificado de SMITH ET AL., 1994; SIVERSON, 1996). Escala 1: 250, 000, 000.

Simbología: 1. *Araripichthys* sp, Vallecillo, México; 2. *Araripichthys corythophorus*, Goulmima, Marruecos.

23



DISCUSIÓN DE LOS DATOS PALEOBIOGEOGRÁFICOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

DISCUSIÓN DE LOS DATOS PALEOBIOGEOGRÁFICOS

De acuerdo al grado de conocimiento actual, la fauna de Vallecillo puede ser agrupada en doce taxas de diferentes niveles taxonómicos. Cuatro grupos fueron determinados a nivel específico y dos de ellos representan dos nuevas especies y un nuevo género (*Ptychodus mortoni*, *Nursallia gutturosum*, *Ichthyodectoidei* nov gen. nov sp., *Goulmimichthys* nov. sp.). Desafortunadamente, el número de individuos por taxa es desconocido aún. Un factor que limita un análisis paleobiogeográfico más completo es el desconocimiento de la edad precisa de los sedimentos en donde cada grupo ha sido rescatado. Hasta el momento, la edad del yacimiento no ha sido estimada con precisión, siendo la edad asignada como Turoniano Inferior a Medio con base a amonites (BLANCO & CAVIN, 2003).

Además de nuevas especies descritas, la asociación faunística de Vallecillo es notable por la presencia de géneros, los cuales no habían sido reportados en otras localidades de Norte América. La presencia de esas taxas arroja nueva información relacionada a su respectiva distribución geográfica y estratigráfica.

Ptychodus mortoni es conocido desde el Senoniano en varias localidades de Norte América. Hasta ahora, en esta parte del mundo no se conocen registros de esta especie en sedimentos del Turoniano (STEWART, com. pers.). De acuerdo a WELTON & FARISH (1993), en Norte América, *P. mortoni* tiene su primera aparición en el Coniaciano de Texas y del Mar Interior del Oeste. Así, la presencia de esta especie en los sedimentos turonianos de Vallecillo es una evidencia importante que permite conformar la existencia de esta especie en sedimentos más antiguos a los del Coniaciano en el Proto-Atlántico occidental.

Hasta ahora, los géneros *Nursallia*, *Goulmimichthys* y *Araripichthys* han sido reportados en varias localidades de Sudamérica y el Tethys oriental mientras que en Norte América estas especies permanecen desconocidas (BLANCO ET AL., 2002). FIELITZ (1996) discute las diferencias latitudinales de temperatura y profundidad del agua como una explicación al patrón de distribución norte-sur de algunos grupos de peces a través del Mar Interior del Oeste.

Aunque hasta ahora, no es posible confirmar si estos factores son determinantes en la ocurrencia de estos tres géneros en diferentes localidades de Norte América, algunos aspectos pueden ser discutidos.

1. Temperatura: la temperatura no parece ser un factor importante en la distribución geográfica de algunos peces durante el Turoniano. De acuerdo a MARINCOVICH (1990) y FIELITZ (1996) las diferencias latitudinales de temperatura en el Mar Interior del Oeste durante el Turoniano, son menos extremas que en el Atlántico Norte y Medio de la actualidad. Por otra parte, la presencia de algunos géneros como *Ptychodus* y *Enchodus* en Canadá y Texas y *P. mortoni* en Vallecillo, sugieren temperaturas posiblemente uniformes o casi uniformes a través del mar Interior del Oeste durante el Turoniano (FIELITZ, 1996).

2. Profundidad: la profundidad del agua podría limitar la distribución de algunos grupos tales como *Nursallia* y posiblemente *Araripichthys*. Hasta ahora, se conoce que la mayoría de los picnodontes fueron habitantes de aguas someras frecuentemente asociadas con arrecifes y barreras (KRIWET, 2000). Sin embargo, en algunas localidades de Texas, Colorado y Wyoming, las cuales representan sedimentos de aguas someras y asociados con algunas bioformaciones, *Nursallia* no ha sido reportada. En cambio en Vallecillo, donde los sedimentos no parecen estar asociados con ningún tipo de arrecife o bioformación que actuaran de barrera, el género *Nursallia* está presente. De acuerdo a esta información, la postura más acertada es considerar los factores que limitan la distribución de este género en los dominios del Tethys y del Mar Interior del Oeste abiertos a discusión.

Diversos géneros de Ichthyodectoidei (*Xhipactinus*, *Ichthyodectes*, *Saurodon*, *Saurocephalus*) son comunes en Norte América y algunas localidades de Europa, mientras que en Vallecillo estos no han sido reportados hasta la fecha. Más que un factor geográfico o ambiental, la ausencia de estos grupos en Vallecillo podría ser el resultado de una colecta selectiva del material durante el rescate. La misma hipótesis podría ser empleada para otros géneros como *Enchodus*, *Pachyrhizodus*, etc, los cuales son comunes en el dominio del Mar Interior y otras localidades en el mundo, pero ausentes en Vallecillo. Así, una excavación detallada es requerida para poder realizar un análisis más completo sobre la presencia y ausencia de algunos géneros comunes en el Turoniano en los sedimentos de Vallecillo.

En general, el Turoniano temprano fue un tiempo de máxima transgresión en el Mar Interior del Oeste de EE.UU. y antiguo Golfo de México (WILSON & CHALIFA, 1989). Aunque una correlación directa entre las capas de Vallecillo y eventos eustáticos durante el Turoniano Inferior-Medio no pueden ser directamente correlacionados, la presencia en Vallecillo de algunas faunas tales como *Tselfatia formosa*, *Rhynchodercetis*, *Ptychodus mortoni* y tiburones del orden Lamniformes, también reportadas en diferentes localidades turonianas del Tethys Oriental y el Mar Interior del Oeste (Fig. 23.1), sugiere que en Vallecillo existió un intercambio entre faunas de estas dos regiones. Por último, la ausencia de ciertos grupos en el Mar Interior del Oeste, pero comunes en Vallecillo y en otras localidades del Tethys Oriental quedan aún abiertas a debate.

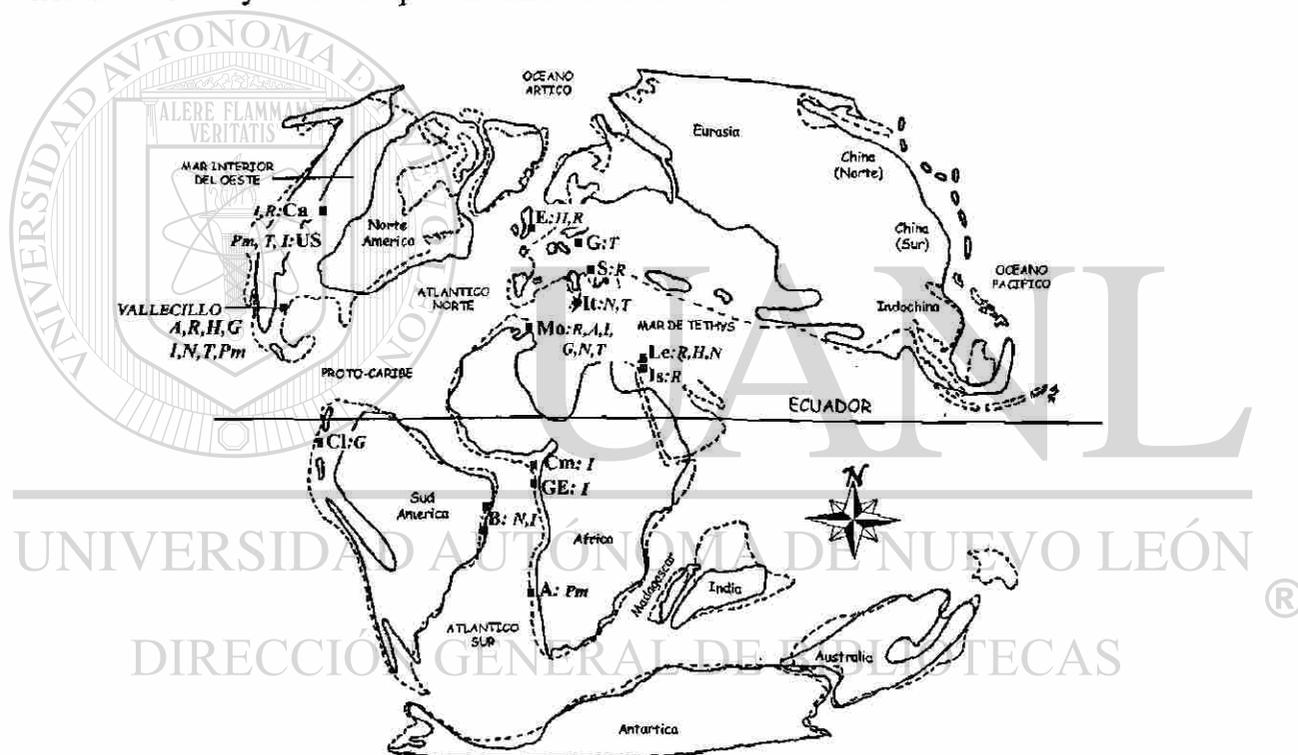


Fig. 23.1. Distribución geográfica de los principales grupos de peces reportados en Vallecillo durante el Turoniano, Cretácico Tardío (Mapa modificado de SMITH ET AL., 1994; SIVERSON, 1996). Escala 1: 250,000,000.

Localidades: An=Angola, B=Brasil, Ca=Canadá, Cl=Colombia, Cm=Camerún, E=Inglaterra, G=Alemania, GE=Guinea Ecuatorial, Is=Israel, It=Italia, Le=Libano, Mo=Marruecos, S=Eslovenia, US=Estados Unidos de América, V=Vallecillo, México.

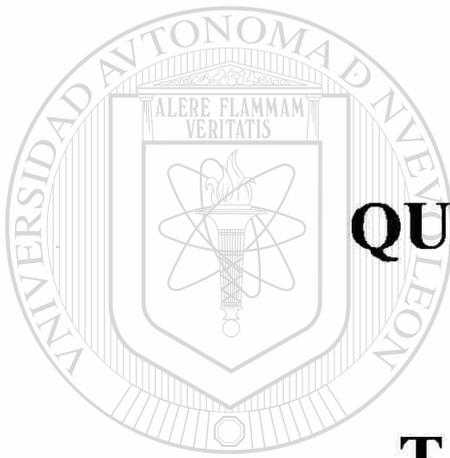
Peces: A=Araripichthys, G=Goulimimichthys, H=Halecoidei, I=Ichthyodectoidei, N=Nursallia, Pm=Ptychodus mortoni, R=Rhynchodercetis

CONSIDERACIONES ADICIONALES

Hasta ahora, el conocimiento sobre peces del Cretácico de Norte América permanece incompleto y sólo pocos estudios sobre la peleobiogeografía del mar Interior del Oeste y el Mar de Tethys son conocidos (FIELITZ, 1996). En años recientes, nuevas descripciones permiten reinterpretar la distribución temporal y geográfica de peces durante el Cretácico. Así, algunos géneros o familias que hace veinte años eran considerados restringidas a una región en particular (e.g. *Tselfatia formosa*, ver BARDACK & TELLER-MARSHALL, 1980), ahora son conocidos de otras localidades a diferentes latitudes y ambientes de depósito (e.g. *T. formosa*, ver MAISCH & LEHMAN, 2000) o son simplemente considerados como grupos cosmopolitas. MAISEY & MOODY (2001) realizaron un completo pero prematuro modelo paleogeográfico (basado sólo en tres especímenes), para explicar la distribución de *Araripichthys*; ellos sugieren que durante el Aptiano al Turoniano este género estaba restringido sólo a la región sur del Tethys. La presencia de *Araripichthys* en el Proto-Atlántico occidental (Vallecillo) representa sólo una pero nueva evidencia para realizar interpretaciones posteriores; sin embargo, no proporciona suficientes datos para una conclusión definitiva. El mismo enfoque puede ser utilizado para otros géneros presentes en Vallecillo tales como *Nursallia* y *Goulmimichthys*.

En adición, la mayoría de los artículos y tratados sobre paleogeografía de los últimos veinte años tienen su origen en Europa, EE.UU. y Canadá, donde la investigación paleontológica fue más intensa que en países menos industrializados tales como aquellos de Africa y Sudamérica; como resultado, se obtiene un registro fósil incompleto. Finalmente, la carencia de revisiones taxonómicas completas de peces del Cretácico produce a menudo confusión en la validez de las determinaciones de ciertos grupos, complicando la precisión de los análisis.

En Vallecillo, se requiere una excavación más que exhaustiva que permita tener la mayor cantidad de datos sobre la frecuencia de cada taxón y así poder realizar una comparación estadística entre Vallecillo y otras localidades tetianas y del Mar Interior. Se propone además, una datación precisa de la o las asociaciones presentes en la localidad, que permita relacionar los patrones de distribución de los diferentes géneros encontrados en Vallecillo con posibles variaciones eustáticas durante el Turoniano.



QUINTA PARTE

TAFONOMÍA

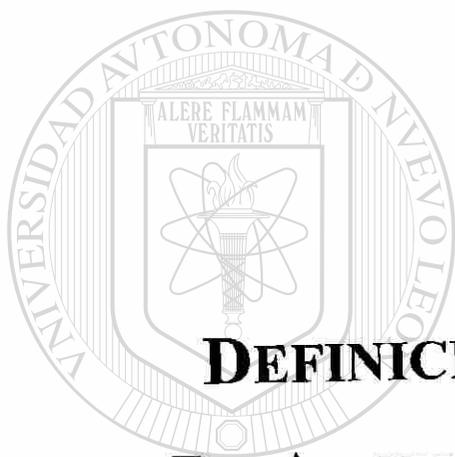
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

24



**DEFINICIÓN Y MECANISMOS
DE ALTERACIÓN TAFONÓNICA**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TAFONOMÍA

El término Tafonomía en su sentido estricto significa “leyes del enterramiento” (EFREMOV, 1940); pero en un sentido más extenso, este concepto se refiere a la rama de la paleontología que se ocupa del estudio de la transición de los restos orgánicos desde la biósfera hasta la litósfera (FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 1981, 1991a,b, 1999). Esta ciencia trata de explicar cómo el registro fósil ha sido producido y qué modificaciones ha experimentado a lo largo de su fosilización (FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 1987, 1991a,b). En los últimos años, diferentes autores han intentado establecer nuevas subdivisiones de esta rama. SHIPMAN (1981) define a los procesos que intervienen en la transformación del registro fósil como Paleotafonomía, mientras que Neotafonomía es referida al conjunto de procesos que intervienen en el enterramiento de testigos arqueológicos y de comunidades biológicas presentes. Aunque ambos conceptos son distintos en definición y encierran procesos diferentes, la mayoría de los autores mantienen el uso del término Tafonomía como sinónimo de Paleotafonomía (FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 2000).

En la actualidad, la mayoría de los especialistas distinguen dos subsistemas dentro de la Tafonomía: La Bioestratinomía y la Fosildiagénesis. El primero se encarga de los procesos experimentados por un organismo después de su muerte y antes del enterramiento (LAWRENCE, 1979), y el segundo estudia los procesos (e.g. fosildiagénéticos) que ocurren después del enterramiento de los restos y señales biogénicos (FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 1981, 1999).

En el presente capítulo se abordan de manera descriptiva y general los principales mecanismos de alteración tafonómica (tanto bioestratinómicos como fosildiagénéticos) que intervinieron en la preservación de los fósiles en Vallecillo, sin tratar de profundizar en los diferentes procesos y agentes que influyen en las diferentes fases de desarrollo de cada mecanismo. Posteriormente, se discute, con base a estos mecanismos y a los datos de la litología, el ambiente diagenético bajo el cual estos procesos pudieron llevarse a cabo.

TIPOS DE ESTRUCTURAS

Estructuras volátiles

El término volátil se aplica a aquellas estructuras que ofrecen menos resistencia a la descomposición orgánica y son más susceptibles a la destrucción por los agentes que intervienen en las primeras fases de alteración tafonómica. Ejemplos de estructuras volátiles son la piel, músculos, tendones, vísceras, sifones (en amonites), etc.

En los especímenes de Vallecillo las estructuras volátiles preservadas están representadas por vísceras (ciegos intestinales) en peces y por los sifones en los amonites. La causa de la preservación de tales estructuras será tratada en el apartado correspondiente a mecanismos de alteración tafonómica.

Estructuras refractarias

Este concepto se refiere a todas aquellas estructuras que ofrecen mayor resistencia a la descomposición orgánica (ALLISON, 1988a). Entre ellas se incluyen esqueletos de vertebrados, dientes, estructuras compuestas por carbonato de calcio, sílice, quitina, queratina, esponгина, celulosa, conquiolina, etc. Las escamas también son consideradas como partes refractarias ya que contienen sustancias proteínicas como la ganoidina en el caso de escamas ganoideas (teleósteos) y vitreodentina en el caso de dentículos dérmicos (tiburones), que las hacen más estables durante la descomposición orgánica (ROMER, 1966; ROMER & PARSONS, 1986; ALLISON, 1988b; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 1999).

En Vallecillo las partes refractarias tuvieron diferente preservación debido a la distinta composición química presentada por cada una de ellas. Mientras las conchas de los invertebrados fueron recristalizadas o totalmente disueltas (Fig. 24.1), los esqueletos de vertebrados sólo muestran sustitución por carbonato de calcio (Fig. 24.2). Más detalles sobre la preservación de estas estructuras serán tratados en el apartado referente a los mecanismos de alteración tafonómica.



Fig. 24.1. Concha parcialmente disuelta de *Inoceramus* sp. Escala ilustrada en la fotografía.

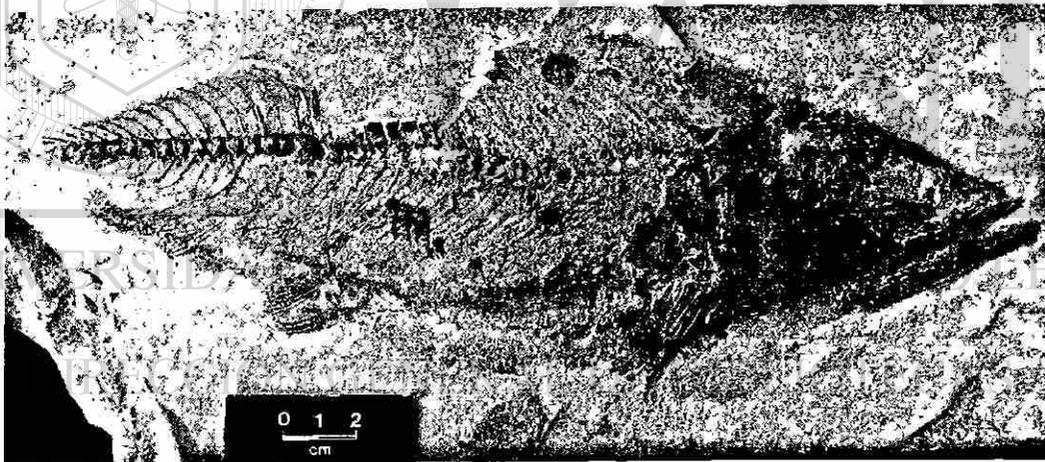


Fig. 24.2. Pez teleósteo del género *Goulmimichthys* con estructuras óseas totalmente reemplazadas por CaCO_3 . Escala ilustrada en la fotografía.

MECANISMOS DE ALTERACIÓN TAFONÓMICA

Se describen de manera general los diferentes procesos de alteración tafonómica que intervinieron en la preservación de los ejemplares de Vallecillo.

Biodegradación y preservación

La biodegradación se refiere a los procesos de descomposición de sustancias orgánicas por la acción de organismos vivos y puede llevarse a cabo tanto de forma aerobia, anaerobia o de manera alterna. Antes del enterramiento, las porciones internas (como vísceras) experimentan una descomposición anaerobia mientras que las partes externas pueden (de acuerdo a la concentración de oxígeno presente en el ambiente), presentar biodegradación anaerobia o aerobia.

Los ejemplares de Vallecillo consisten en su mayor parte de organismos relativamente bien articulados pero con escasa preservación de partes blandas y escamas (Fig. 24.3). Aunque un alto grado de desarticulación es observado en algunos especímenes (ver apartado de desarticulación de este capítulo), al igual que los ejemplares articulados, tienen escasa o nula preservación de partes blandas. De acuerdo a este tipo de preservación, y de acuerdo a los datos obtenidos en la litología, dos eventos pueden ser deducidos: 1. La descomposición de las partes blandas de los ejemplares de Vallecillo fue llevada a cabo antes del enterramiento final y 2. La descomposición de estas partes ocurrió bajo condiciones normales a relativamente bajas concentraciones de oxígeno, pero no bajo anoxia total.

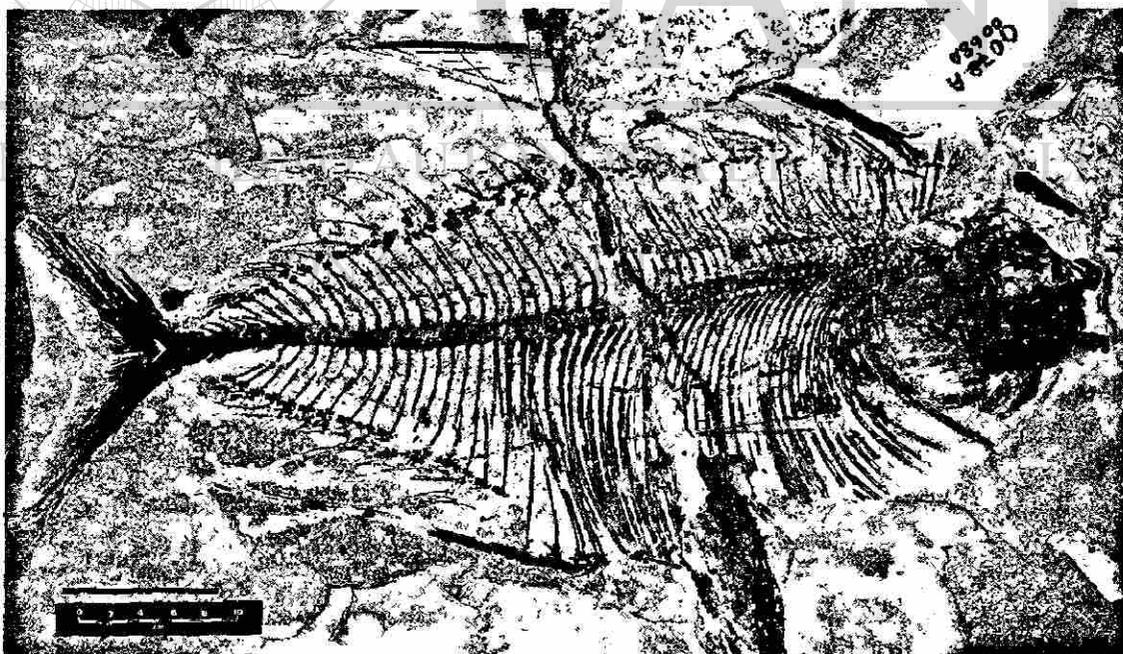


Fig. 24.3. Pez de la familia Tselfatiidae completamente articulado. Barra de escala = 100 mm..

En cuanto al punto 1, se ha demostrado que la mineralización tras el enterramiento rápido de los cadáveres es el factor determinante para la preservación excepcional de partes blandas en vertebrados (MARTILL, 1987, 1990a,b, 1993a, 1997; FREY & MARTILL, 1998; MARTILL & UNWIN, 1997) y no la anoxia, como lo señala SEILACHER, (1970); SEILACHER (1985), la cual simplemente es un factor que ayuda a reducir la tasa de biodegradación, pero sin detenerla totalmente. Después de la muerte del organismo, comienzan los procesos de descomposición orgánica que afectan tanto a partes volátiles (en mayor grado) como a refractarias (en menor grado). Si la mineralización (tras el enterramiento) ocurre antes de que exista un grado considerable de descomposición, se tendrá como resultado la excelente preservación de partes blandas y esqueletos, en el caso contrario, la mayoría de las partes volátiles se perderán conservándose únicamente las estructuras refractarias (ALLISON, 1988b).

En cuanto al punto 2, aunque las condiciones de anoxia total no detienen totalmente la biodegradación, es un factor que ayuda a reducirla permitiendo la preservación parcial de partes blandas antes de su ingreso al sedimento, donde serán mineralizadas y preservadas. Por lo tanto, la ausencia de partes blandas representa una prueba directa que permite afirmar que la mayor parte de los especímenes de Vallecillo fueron biodegradados bajo condiciones aeróbicas.

Generalmente la presencia de esqueletos bien articulados suele ser interpretada como indicador de rápido enterramiento (FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 2000). Sin embargo, es posible que en Vallecillo esta condición sea el reflejo de condiciones de baja energía en el fondo oceánico y la ausencia de bioturbadores más que a un rápido enterramiento.

Por otra parte, es posible que algunos ejemplares hayan sido biodegradados bajo condiciones relativamente anómalas de oxígeno. Algunos teleósteos no determinados presentan escamas "in situ" al igual que parches de tegumento. Este fenómeno podría sugerir que la concentración de oxígeno en la columna de agua no fue lo suficientemente baja para reducir eficientemente la biodegradación, pero tampoco lo suficientemente alta para permitir la descomposición total de las estructuras volátiles. Por lo tanto, pudo haber existido una zona disóxica en algunas capas del perfil de Vallecillo.

Una vez en el sedimento, tiene lugar la biodegradación anaeróbica de los ejemplares y comienza la mineralización y demás procesos fosildiagenéticos que participan en la preservación de las estructuras refractarias y las pocas volátiles preservadas.

Relleno sedimentario

Las cavidades de elementos conservados pueden ser rellenadas por partículas sedimentarias antes o después del enterramiento definitivo (FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 2000). Este mecanismo puede ser provocado por corrientes hidráulicas aspiradas o por la influencia de fuerzas tractivas independientes al objeto relleno, como por ejemplo, gravedad, bioturbación, etc.

En Vallecillo, los amonites presentan sedimento encajonante (margas) infiltrado que rellenan la concha parcialmente. Este relleno expone algunas características de periostraco como costillas y/o tubérculos (Fig. 24.4). Es posible que en Vallecillo el relleno del material sea el resultado de una combinación de factores tales como el aplanamiento del material debido a carga listostática, y formación de huecos como consecuencia de la pérdida de partes blandas durante la descomposición orgánica y la fosildiagénesis (FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 1999), todo esto antes de la disolución total de la concha. La posible secuencia de estos procesos es ilustrada en la figura 24.5.

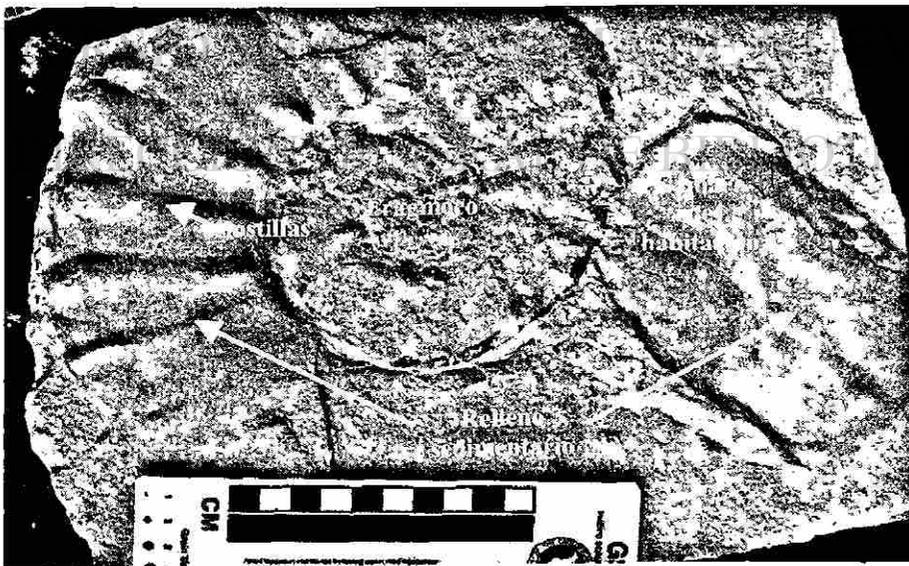
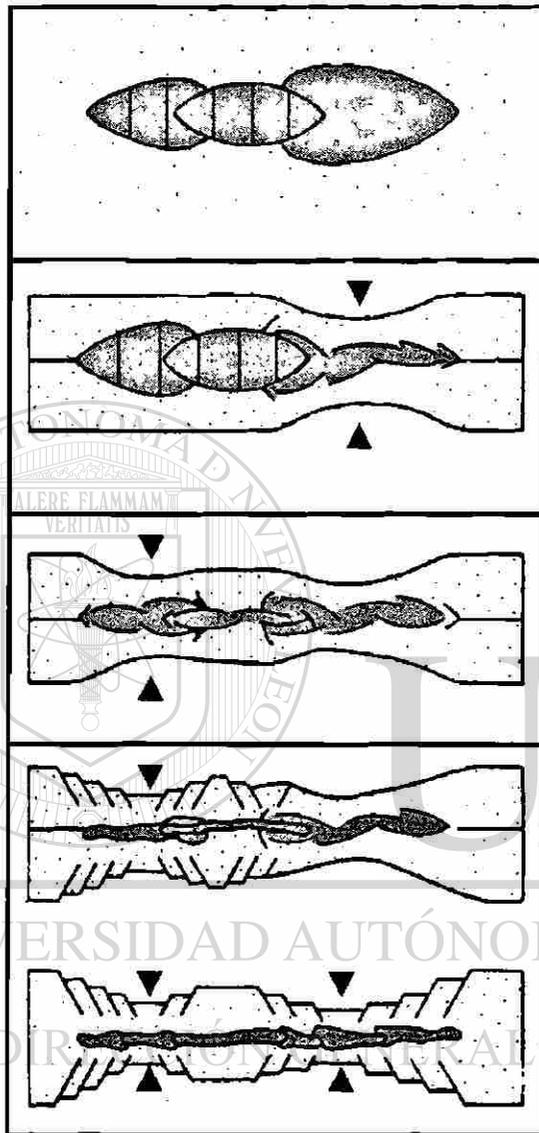


Fig. 24.4. Concha de amonite parcialmente rellena. Escala ilustrada en la fotografía.



Cámara de habitación (si está preservada) sin partes blandas. Concha desarticulada de sus apticos y sin periostraco. Fragmacono con relleno sedimentario parcial debido a corrientes aspiradas (locales) o a la acción de la gravedad.

Primera fase de compactación donde la cámara de habitación es parcialmente aplanada debido a la carga litostática del sedimento encajonante. Durante este proceso comienza la disolución de la concha aragonítica.

Segunda fase. Inicia la compactación del fragmacono, continúa la disolución de la concha por acción de aguas intersticiales.

Fases finales. Continúa la compactación a través de toda la concha. Se completa la disolución de toda la concha quedando preservados sólo los moldes sedimentarios formados durante la fosildiagénesis.

Fig. 24.5. Diagrama esquemático que ilustra de forma generalizada los procesos de relleno sedimentario, disolución y aplanamiento de una concha de amonite (Modificado de BRIGGS, 1990).

Mineralización

La mineralización de los elementos conservados en una localidad puede ser causada por adición de nuevos componentes minerales (cementación) o por sustitución de los minerales existentes en ellos (neomorfismo y reemplazamiento) (FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 1997a,b).

Cementación.

Algunos elementos refractarios de los especímenes de Vallecillo presentan cavidades macroscópicas que se rellenaron durante la diagénesis con sustancias minerales (a diferencia del relleno sedimentario introducido durante la fase bioestratinómica).

La cementación de cavidades es observada tanto en partes óseas como en dientes de peces. En ejemplares de varios grupos de peces, los huecos dejados por vértebras fueron rellenados por cristales de calcita en un proceso de precipitación química (Fig. 24.6). Algunos cristales alcanzan dimensiones de hasta 5 mm. El mismo proceso es observado en dientes de varios grupos de teleósteos, donde la cavidad de la pulpa es rellenada secundariamente por pequeños cristales de calcita (esparita), que alcanzan dimensiones de 0.5mm.

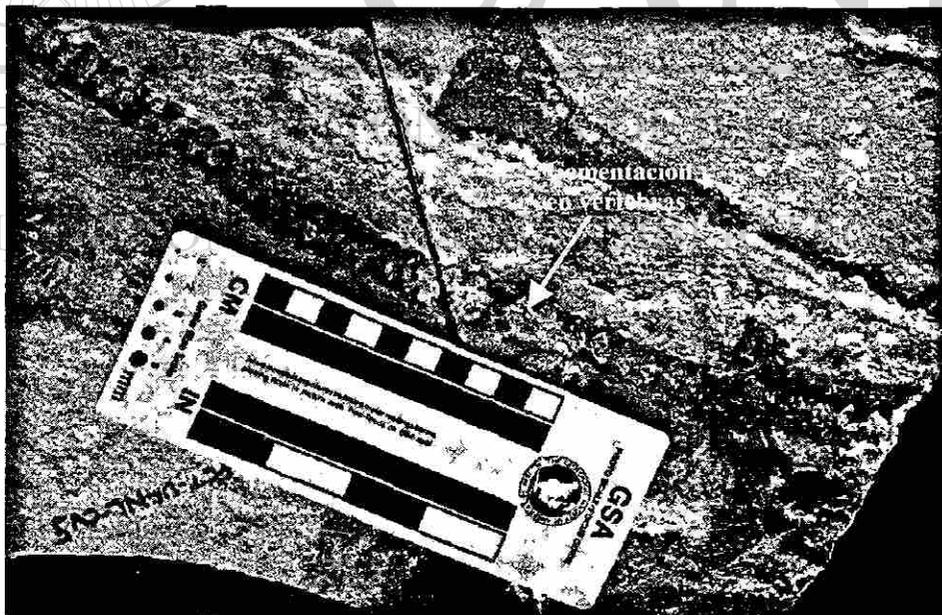


Fig. 24. 6. Vértebras de tiburón mostrando cementación por CaCO_3 . Escala ilustrada en la fotografía.

Neomorfismo

Cambios en la textura de las conchas de foraminíferos planctónicos y calciesferas han sido observados. En estos grupos la recristalización de la calcita original a esparita es evidente. Este proceso se aprecia a través de modificaciones tanto en la ornamentación original de la concha como en la pérdida de estructuras umbilicales de textura más fina, como son los pórticos y las tegillas.

Un segundo proceso de mineralización observado es la inversión mineralógica, que consiste en la sustitución de un componente mineral por otro polimorfo de la misma clase y de igual composición química, pero de diferente estructura cristalina (FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 1997a,b; 2000). Este proceso es observado en las conchas de inocerámidos. La aragonita que originalmente estaba cubierta por el periostraco y dispuesta en formas de prismas o diminutas láminas laminadas (nácar), ha sido modificada por inversión mineralógica en cristales de calcita más estable. Por otro lado, el periostraco ha sufrido, al igual que las conchas de calciesferas y foraminíferos, procesos de neomorfismo el cual es notorio a través de cambios texturales en la concha, tales como líneas de crecimiento y otras estructuras (Fig. 24.7).

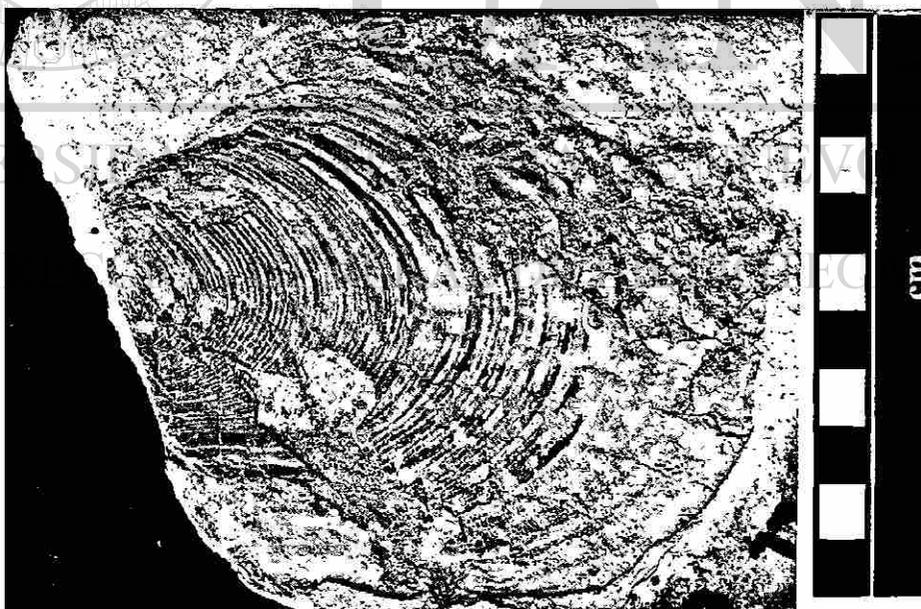


Fig. 24.7. Neomorfismo observado en una concha de *Inoceramus* sp. Escala ilustrada en la fotografía.

Reemplazamiento

El reemplazamiento consiste en la sustitución de un componente mineral por otro de distinta composición química. El fosfato de calcio de los peces ha sido sustituido totalmente por carbonato de calcio (calcita).

En los especímenes de Vallecillo, el reemplazamiento también estuvo acompañado con cambios en la porosidad y cambios en su macroestructura. Esto se aprecia a través de la pérdida de las líneas de sutura en algunos ejemplares, pérdida de ornamentación de algunos huesos dérmicos, pérdida o alteración de los canales sensoriales de algunos elementos de cráneo, detalles en estructuras externas de dientes, etc.

Las escamas de algunos especímenes de Pycnodontes e Ichthyodectiformes, al igual que los denticulos dérmicos de tiburones han sido reemplazados por calcita. Por otra parte, en ejemplares de Ichthyodectiformes, Tselfatiformes y otros especímenes no determinados, el mineral que integra las escamas es principalmente óxido de hierro y no calcita (Fig. 24.8a y b). Esto sugiere un posible reemplazamiento del material original por pirita durante las primeras fases de la fosildiagénesis. Más datos sedimentológicos y tafonómicos son requeridos para confirmar este argumento.

La preservación de las vísceras representan un caso dudoso de reemplazamiento o incluso de cementación. En algunos ejemplares, los ciegos intestinales presentan una preservación muy similar a la de las estructuras óseas que fueron reemplazadas por calcita (Fig.24.8). Sin embargo, algo parecido puede ser obtenido tras un proceso de cementación superficial, los tejido son los que cementan el material. Algunos ciegos intestinales contienen restos de material orgánico (¿excremento?), el cual se encuentra totalmente sustituido por calcita. Más datos litológicos son requeridos para explicar ampliamente el origen de la preservación de órganos internos de la biota de Vallecillo.

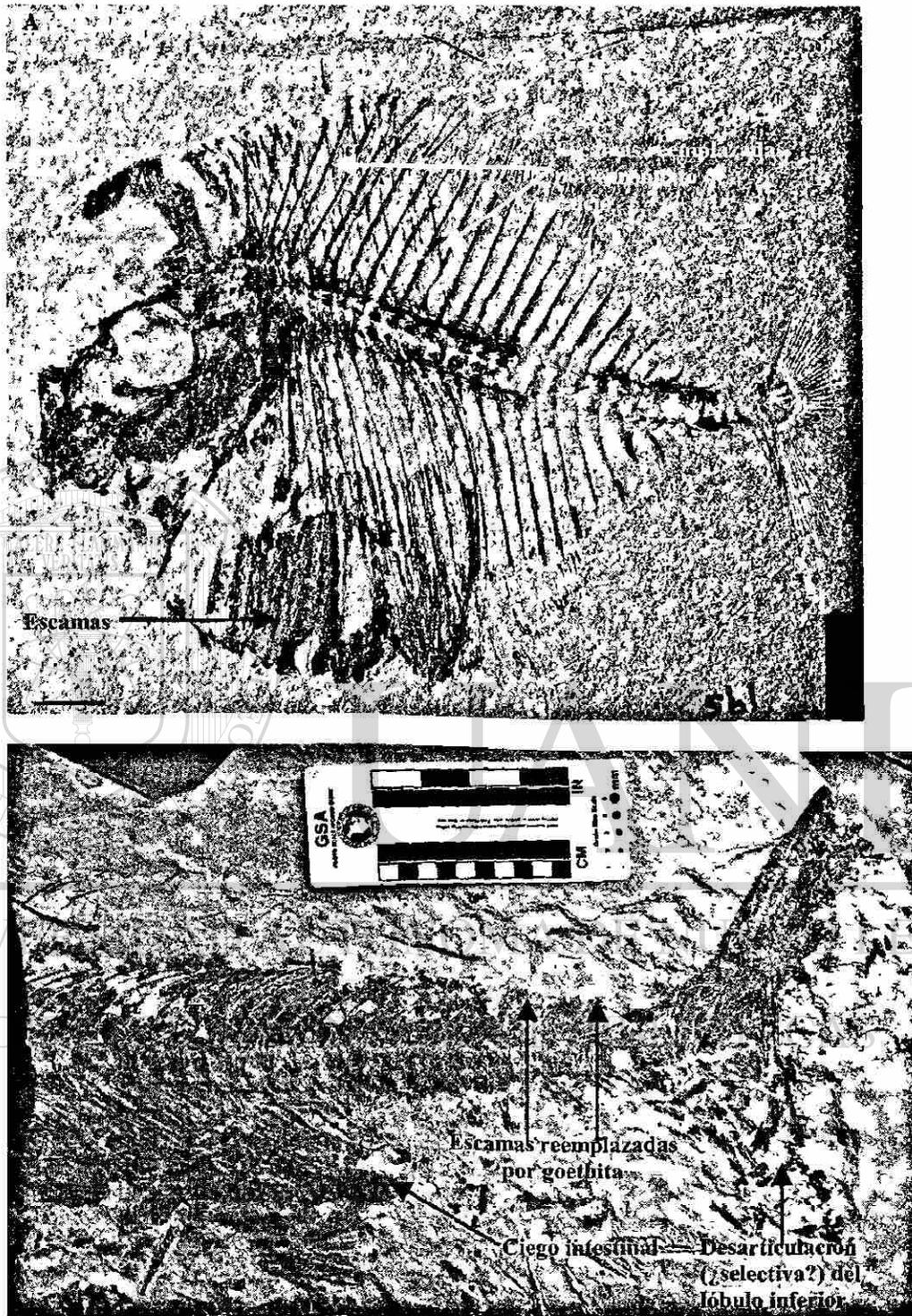


Fig. 24. 8. Peces que muestran escamas reemplazadas por diferentes minerales A) calcita, B) goethita. Este último mineral indica una sustitución postdiagenética de pirita sinsedimentaria. Barra de escala=10 mm.

Disolución y aplanamiento en invertebrados

La durabilidad que los elementos presentan frente a la disolución está relacionada con la estabilidad de sus componentes minerales. Los procesos de disolución son mejor observados en conchas de amonites (Fig. 24.9) y en algunos inocerámidos. Los primeros poseen una concha formada en su totalidad de aragonita, mientras que los inocerámidos presentan conchas con un periostraco grueso que cubre capas de aragonita dispuestas en prismas o diminutas capas laminadas que conforman el nácar (BARNES, 1990). Es posible que los gases desprendidos durante la descomposición de la materia orgánica, dan lugar a ácidos que modifican el pH de las aguas intersticiales (de forma local), reaccionando con los elementos conservados, es decir, con la aragonita (más soluble que la calcita, FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 1997) de las conchas de los amonites. Al mismo tiempo, la presión provocada por la carga litostática, produce la compactación del material preservado (ver Fig. 24. 5), dando como resultado el aplanamiento característico de esta fauna (BRIGGS, 1990, WILD, 1990).



Fig. 24.9. Concha disuelta de amonite. Escala ilustrada en la fotografía.

Aplanamiento y distorsión en vertebrados

Como es característico en capas litográficas, la fauna vertebrada de Vallecillo está preservada en 2 dimensiones. Este aplanamiento obedece tanto a la presión litostática de los sedimentos sobreyacentes como a los procesos de descomposición orgánica. Estos últimos activan procesos de aplanamiento de vísceras y otras estructuras volátiles. Por ejemplo, en vertebrados, la acción de microorganismos provoca el colapso de tejidos, músculos y otras partes blandas produciendo el “adelgazamiento” en sentido lateral de la fauna conservada (Obs. pers.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, com. pers, 2000; MARTILL, com. pers. 2001). Una vez sepultados, comienzan los procesos de compactación durante la fosildiagénesis por la carga litostática y da lugar a los procesos de aplanamiento de las partes refractarias (WILD, 1991).

Durante el proceso de compactación, también debe considerarse la geometría del sedimento como factor que influye en grado de aplanamiento. Por ejemplo, en las margas de Vallecillo el “mudstone” calcáreo es poco resistente a la presión de los sedimentos suprayacentes, permitiendo el aplanamiento mecánico de la fauna.

Por otra parte, la morfología de los organismos en vida, (la mayoría de ellos aplanados lateralmente) permitió la disposición del material de forma paralela al plano de estratificación al momento de ser depositados en el fondo de la cuenca.

Desarticulación

La presencia de partes óseas fragmentadas y desarticuladas podría sugerir la existencia de corrientes en el ambiente de depósito. Sin embargo, algunos ejemplares (principalmente formas esbeltas) pudieron desarticularse mediante otro tipo de mecanismos de alteración tafonómica y no por transporte.

Los procesos de biodegradación, disolución y aplanamiento posibilitan la desconexión y separación de los componentes de un elemento tafonómico. En los restos que tienen muchos componentes esqueléticos, como vertebrados, es posible reconocer un orden preferente en la desarticulación de sus componentes (FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 2000). Durante la descomposición orgánica, las bacterias aeróbicas liberan enzimas que comienzan a desgastar las partes óseas produciendo la desarticulación e incluso el rompimiento de partes duras como esqueletos (ALLISON, 1990; ALLEN, 1990). En los cadáveres de peces, por ejemplo, suelen desprenderse primero las escamas, la mandíbula

inferior, el cráneo se desprende de la columna vertebral, aletas y finalmente costillas y vértebras (FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 2000). Estas etapas han sido observadas en ejemplares de algunos grupos de Vallecillo. Por ejemplo, en peces de la familia Dercetidae las escamas están ausentes e incluso algunos ejemplares presentan alto grado de desarticulación entre mandíbulas y cráneo, columna vertebral y esqueleto apendicular, etc (Fig. 24.10). Este patrón de desarticulación refleja biodegradación aerobia durante el descenso de los especímenes al sedimento a través de la columna de agua y previo a su enterramiento final.

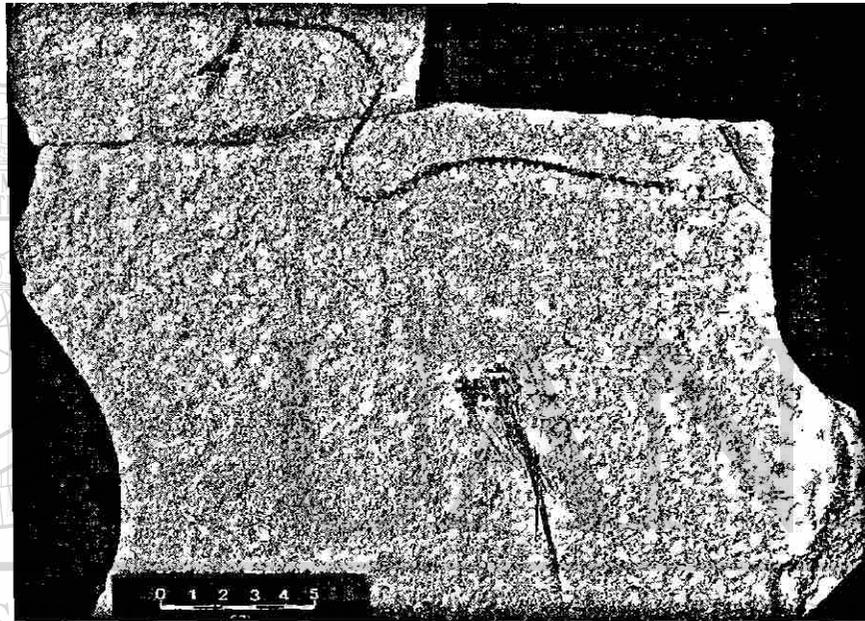


Fig. 24.10. Espécimen desarticulado del género *Rhynchodercetis*. Escala ilustrada en la fotografía.

Otro factor que ocasiona desarticulación es la liberación abrupta de gases producidos en las vísceras durante la descomposición orgánica. Este proceso forma un patrón de separación característico, como por ejemplo la separación gradual de los elementos dorsales de los hemales de la columna vertebral o bien, la distribución caótica (posiblemente como producto de explosión visceral) de los elementos vertebrales cercanos a estas partes blandas. Ambos patrones son observados en ejemplares del género *Nursallia* así como en *Pycnodontes* indeterminados. En estos ejemplares, la región ventral de la columna vertebral se separan gradualmente de aquellos de la región dorsal como resultado de una fuerza expansiva durante la descomposición orgánica. Dicha expansión trajo

consigo, además de la desarticulación de vértebras, la rotación de 180° de otros elementos como espinas neurales (Fig. 24. 11).

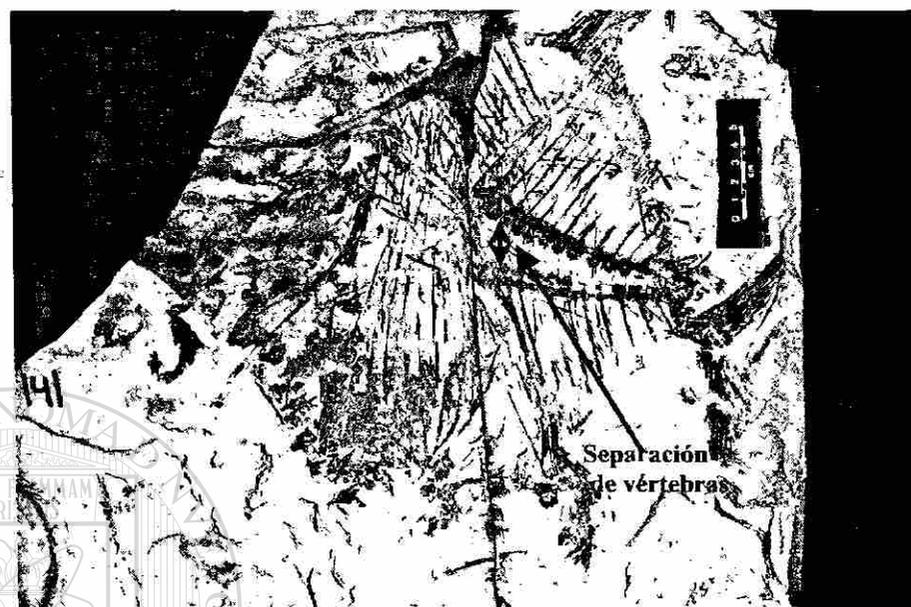


Fig. 24. 11. Pez pycnodonte no determinado que muestra diferentes grados de desarticulación. Escala ilustrada en la fotografía.

Durante la fosildiagénesis, por compresión durante la compactación del sedimento también ocurren desplazamientos relativos entre los diversos componentes esqueléticos. Por ejemplo, algunos ejemplares de la familia Pachyrhizodontidae muestra separación y desplazamiento de ambas mandíbulas inferiores, que de acuerdo a su posición en el sustrato, son el resultado de la carga litostática del sedimento (Fig. 24.12).

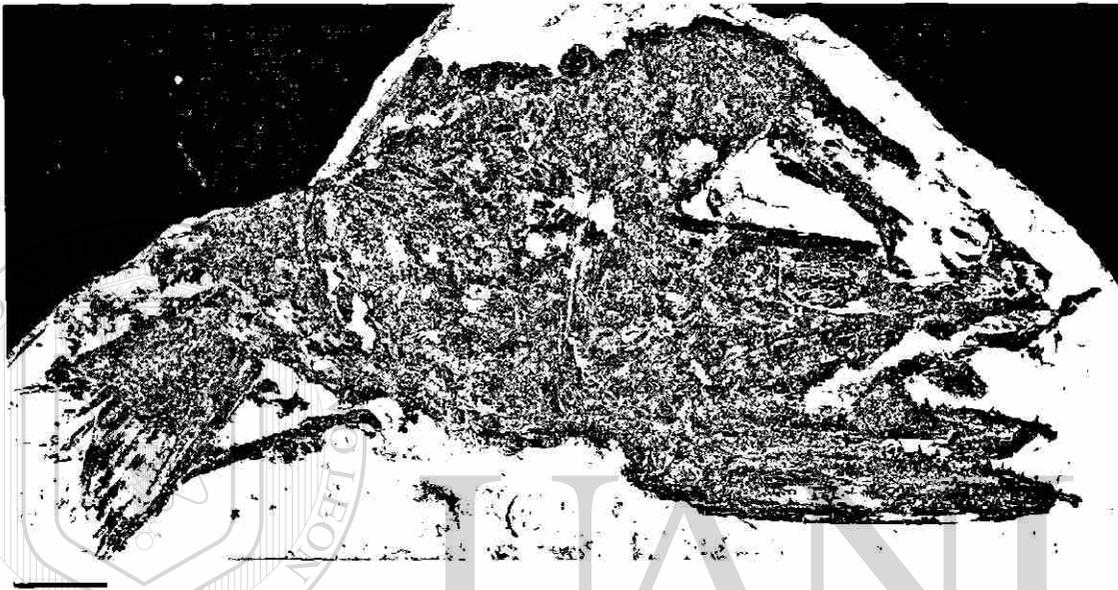


Fig. 24.12. Mandíbula desarticulada de un pez de la familia Pachyrhizodontidae por acción de carga litostática. Barra de escala=10 mm.

Otro factor que provoca la desarticulación en la biota de Vallecillo es la acción de necrófagos. Algunos especímenes muestran esqueletos que carecen de fragmentos de algunas partes corporales. Por ejemplo, la aleta caudal de algunos teleósteos no determinados (ver Fig. 24.8) está completamente articulada a excepción de algunas partes del lóbulo ventral de la aleta. La disposición de los rayos de la aleta alrededor del cuerpo, así como este patrón selectivo de desarticulación, sugiere el ataque de organismos durante la flotación parcial del cuerpo (debido a gases internos) ya en el sedimento, y no por explosión de gases viscerales o descomposición aerobia durante el descenso. La ausencia de fauna bentónica y bioturbadores en el sedimento podría indicar que los necrófagos consistieron en organismos nadadores (probablemente peces) que habitaron en la cuenca.

AMBIENTE DIAGENÉTICO

De acuerdo al estilo de preservación de la fauna, además de la concentración de oxígeno, la textura del sedimento jugó un papel importante en la fosilización del material de Vallecillo. Estos dos aspectos serán tratados por separado.

Textura del sedimento

Un aspecto relacionado con el estilo de preservación en los peces de Vallecillo es la textura del sedimento. De acuerdo al tipo de preservación y a la disposición que presentan los fósiles dentro del sedimento, es posible inferir al menos dos tipos de consistencia en el sustrato durante la diagénesis temprana: sedimentos blandos o firmes y sedimentos fluidos o semi-fluidos.

1. Sedimentos firmes-blandos (soft-firm grounds). La mayoría de los especímenes de Vallecillo están preservados en dos dimensiones, están dispuestos paralelamente al plano de estratificación y la mayoría de ellos carecen de partes blandas. Las escamas representan los únicos elementos dérmicos y están preservadas tanto "in situ" como "ex situ" siendo desplazadas milímetros o centímetros de su posición original.

Este estilo de preservación sugiere que después de la muerte, el cadáver fue depositado en un sustrato suficientemente firme para evitar la inmersión total de éste en el sedimento. Consecuentemente, continuó la pérdida total de partes blandas y la desarticulación de escamas por biodegradación. Debido a la firmeza del sedimento, los cadáveres quedaron dispuestos en forma paralela con respecto al sustrato.

En combinación con el tipo de sustrato, un enterramiento lento causado por la baja tasa de sedimentación también es inferido por la ausencia de estructuras volátiles. BRETT & SPEYER (1990) sugieren que sedimentos micríticos, laminados y relativamente firmes a compactos son consecuencia de tasas de sedimentación muy bajas (de aproximadamente 1 a 10 cm/1000 años) en el ambiente de depósito. Por otro lado, como se mencionó en párrafos anteriores, el enterramiento rápido de los cadáveres es crucial para la preservación excepcional de partes blandas en vertebrados. Por lo tanto, sólo eventos de enterramiento lento podrían explicar la relativamente rápida descomposición de estructuras volátiles y la formación de sedimentos firmes.

2. Sedimentos fluidos-semifluidos (fluid/semi-fluid sediments). Este tipo de sedimentos está indicado por el estilo de preservación de algunos peces y amonites. El cráneo de algunos peces de la familia Dercetidae está dispuesto a aproximadamente 13° respecto al plano de estratificación, mientras que el resto del cuerpo permaneció en la superficie del piso marino. Por otro lado, moldes externos de la región ventral de algunos amonites sugieren que algunas conchas fueron enterrados parcialmente (al menos 5 cm) permaneciendo orientadas en sentido perpendicular al plano de estratificación (Fig. 24.13).



Fig. 24. 13. Impresión de la región ventral de un amonite en sedimento blando. Escala ilustrada en la fotografía.

Posiblemente estos fragmoconos mantuvieron esta posición por algún tiempo antes de su enterramiento definitivo sobre su lado izquierdo o derecho. De acuerdo con este estilo de preservación observada tanto en invertebrados como en peces, sólo un sedimento blando e incluso semi-fluido presenta una textura suficiente que permita el ingreso de los

cadáveres hasta cinco centímetros de profundidad y que además, queden dispuestos con un ángulo mayor de 10° con respecto al plano de sedimentación.

Hasta ahora, la posición exacta de estas texturas no ha sido precisada dentro del perfil de la sección tipo, por lo que se recomienda, como se indicó anteriormente, una excavación científica que permita obtener datos más detallados de las capas fosilíferas.

ZONACIÓN DE OXÍGENO EN LA CUENCA DE VALLECILLO

Desde la primera publicación del yacimiento fosilífero de Vallecillo, es aceptado que existían condiciones deficientes en oxígeno dentro del sedimento durante la acumulación de los cadáveres u otras entidades conservadas. La presencia de láminas milimétricas de goethita y nódulos indican la formación de pirita sedimentaria (BERNER, 1970, 1983; FAURE, 1991) durante la depositación de las margas y por consiguiente condiciones anóxicas en el sustrato. La goethita, así como otros óxidos de hierro hidratados, es el producto de la oxidación diagenética tardía de la pirita durante procesos de intemperismo en medios actuales o recientes ricos en oxígeno y agua (BERNER, 1970, 1983; FAURE, 1991, KRAUSKOPF & BIRD, 1995). La pirita sedimentaria es el resultado de las reacciones entre el azufre disuelto producido durante el proceso de descomposición orgánica y los minerales de hierro, bajo condiciones anaeróbicas (BERNER, 1970, 1983; CANFIELD, 1988; ALLISON, 1988 a,b,c; ALLISON ET AL., 1990)

La presencia de laminación primaria en el sedimento también sugiere presencia de condiciones anóxicas en el sedimento marino. De acuerdo a BROMLEY (1991), WETZEL (1991) y a SAVRDA ET AL. (1991), la preservación de laminación primaria y a escala milimétrica refleja deficiencias en la concentración de oxígeno en las zonas de interfase del sedimento/columna de agua. Estas condiciones controlan y en algunos casos inhiben el establecimiento de fauna y flora bentónica en el fondo marino (SAVRDA & BOTTJER, 1987).

De acuerdo a las pruebas de la sedimentología y al estilo de preservación de los fósiles (ver descomposición orgánica), tres zonas con diferentes concentraciones de oxígeno dentro de la columna de agua pueden ser establecidas en la cuenca de Vallecillo:

1. **Zona anaeróbica** (concentración menor a 0.1ml/l de oxígeno disuelto). Esta zona está situada debajo de la zona de interfase entre el sedimento y la columna de agua. La zona anaeróbica está caracterizada por la ausencia de bentos y bioturbación, así como por la presencia de sedimentos finamente laminados, nódulos y láminas de goethita (pirita oxidada). Estas características coinciden con aquellas propuestas por OSCHMANN (1991) y BROMLEY (1991) para esta zona.
2. **Zona disaeróbica** (concentración entre 0.1-1.0 ml/l de oxígeno disuelto). Probablemente la zona disaeróbica estuvo colocada por encima de la zona de interfase entre el sedimento y columna de agua, extendiéndose pocos centímetros dentro de la columna de agua. La altura que pudo alcanzar es hasta ahora desconocida. Esta zona está caracterizada por la presencia de bivalvos inocerámidos, únicos representantes bentónicos en esta localidad.
3. **Zona aeróbica** (concentración mayor a 1.0 ml/l de oxígeno disuelto). Esta zona está representada por la columna de agua y caracterizada por la presencia de fauna nectónica. En esta zona ocurrieron algunos fenómenos de descomposición orgánica durante procesos de deriva necropláctónica sufridos por los organismos.

La presencia de una zona disaeróbica en la cuenca de Vallecillo está aún abierta a discusión (BLANCO ET AL., 2001). De acuerdo a algunas evidencias tafonómicas (ver apartado de biodegradación de este capítulo), es posible incluso que esta zona estuvo bien establecida durante algunos periodos de tiempo, mientras que en otros posiblemente estuvo muy reducida e incluso ausente.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CRONOLOGÍA DEL EVENTO TAFONÓMICO EN LA CUENCA DE VALLECILLO

Después de la muerte de los organismos, es posible que algunos cadáveres (e.g. dercetidos) permanecieron flotando en la columna de agua por un tiempo mientras que otros se hundieron minutos después de haber muerto (e.g. Pycnodontidos). Aquellos peces que se hundieron inmediatamente después de la muerte permanecieron casi completamente articulados. Aquellos que se mantuvieron flotando sufrieron diversos grados de desarticulación; por descomposición aeróbica y por la acción de necrófagos nectónicos presentes en la columna de agua perdieron partes blandas. SCHÄFFER (1972) señala:

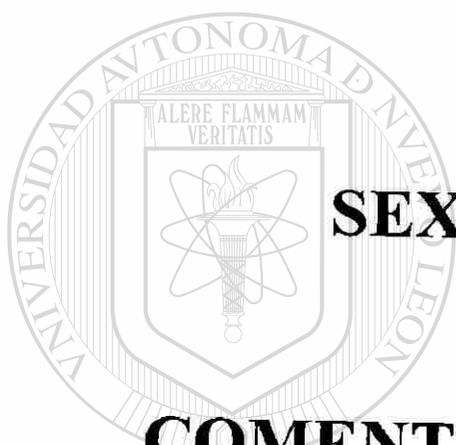
“carcasse that float never reach the sea floor intact” (TINTORI, 1991), lo cual apoya lo observado en Vallecillo.

Posterior a la deriva necroplañtónica o a la muerte del espécimen, los cadáveres descendieron hasta la superficie sedimentaria siendo dispuestos en el substrato de acuerdo a la textura de éste último. La mayoría de los especímenes fueron depositados en substratos firmes, lo que permitió su disposición con el eje de máxima longitud de forma paralela al plano de estratificación. Por otro lado, algunos especímenes fueron depositados en substratos fluidos o semifluidos, lo que provocó el ingreso de algunas estructuras en el sedimento (principalmente cráneos), quedando dispuestos a determinado ángulo (hasta 13°) con respecto al sedimento.

Una vez en el sedimento, los especímenes perdieron las partes blandas debido a una baja tasa de deposición, siendo enterrados de forma lenta. Algunos ejemplares también fueron atacados por necrófagos, causando la desarticulación de algunas estructuras. Durante los procesos de descomposición, el colapso de músculos y partes blandas produjo la primera fase del aplanamiento de los cadáveres.

Después del enterramiento, las partes no descompuestas (como escamas y otros elementos dérmicos) fueron parcialmente reemplazadas por pirita (transformada en goethita) por acción de bacterias anaeróbicas, mientras que los elementos esqueléticos fueron aplanados por procesos diagenéticos (WILD, 1990) y reemplazados por CaCO₃. La mineralización de las partes ingresadas en el sedimento tuvo comienzo, dando inicio a la preservación de la biota de Vallecillo.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



SEXTA PARTE

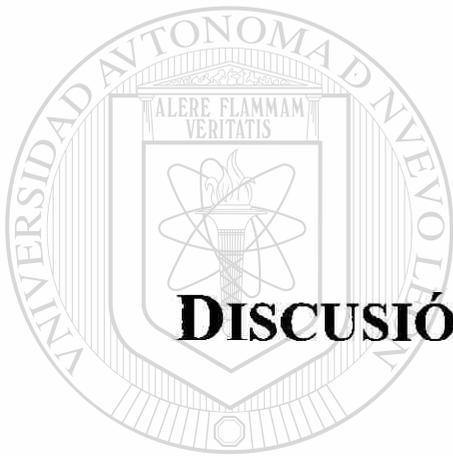
COMENTARIOS FINALES

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



25



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

1. EL MIEMBRO VALLECILLO: NUEVA UNIDAD LITOLÓGICA DE LA FORMACIÓN AGUA NUEVA

En este estudio, las margas rosas laminadas portadoras de fósiles son propuestas como una nueva unidad litológica de la Formación Agua Nueva. Esta unidad, denominada en este trabajo como el “Miembro Vallecillo”, presenta características litológicas y faunísticas que permiten separarlo claramente de las capas típicas de la Formación Agua Nueva (ver apartado 4: “Miembro Vallecillo”). Este nombre es asignado por el poblado de Vallecillo, Nuevo León., localizado en las cercanías de las canteras donde aflora la sección tipo. Las características consideradas para la propuesta de esta unidad son: la presencia de margas laminadas, a diferencia de las calizas de la unidad típica de Agua Nueva, el color rosa de los sedimentos, la estratificación delgada de sus capas que además se fracturan en un plano paralelo a la superficie de estratificación, rasgo único de esta unidad y la relativa abundancia de vertebrados. Todos estos caracteres están ausentes o son hasta ahora desconocidos en la unidad típica de la Formación Agua Nueva.

Hasta el momento, no se conocen más afloramientos con esta unidad en el área de trabajo, por lo que su distribución regional no es aún conocida. Por lo tanto, se proponen cartografías y estudios lito- y bioestratigráficos posteriores que proporcionen datos sobre la distribución temporal y geográfica de esta unidad, así como asignar una edad más precisa a estas capas. Hasta entonces, el “Miembro Vallecillo” seguirá siendo considerado como una unidad estratigráfica de carácter informal.

2. ORIGEN DEL MIEMBRO VALLECILLO: UNA SOBREVISTA

En la actualidad, alternancias cíclicas de calizas-margas o calizas-lutitas son interpretadas como resultado de variaciones fuertes en el aporte de carbonatos o de terrígenos, o como consecuencia de procesos de disolución de carbonatos; todo esto como respuesta a eventos astronómicos como los ciclos de Milankovitch (EINSELE & RICKEN,

1991; RICKEN, 1991; EICHER & DINER, 1991). Esto fue considerado por BLANCO-PIÑÓN (1998) como hipótesis para explicar el origen del Miembro Vallecillo. Sin embargo, análisis más recientes muestran que este miembro está representado por margas que contienen entre 60-40% de carbonatos y no carbonatos puros (contenido de carbonatos mayor al 90%) como se proponía en un inicio (ver fig. 4.4).

Si el Miembro Vallecillo está compuesto por alternancias de sedimentos con bajo porcentaje en carbonatos, ¿Qué eventos pudieron haber producido estas alternancias?. DE BOER (1991) y WETZEL (1991) sugieren que una baja productividad, un bajo aporte de nutrientes y una relativa ventilación pobre dentro de la columna de agua promueve la formación de alternancias de margas-lutitas negras (black shales) u otras secuencias pobres en carbonatos (Fig. 25.1).

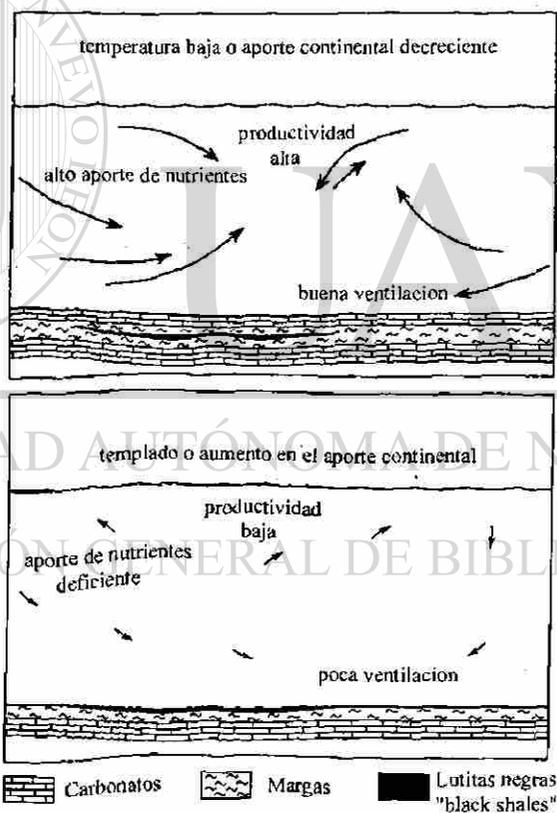


Fig. 25. 1. Modelo de depositación de alternancias de sedimentos ricos y pobres en carbonatos en relación a variaciones en la velocidad de circulación de las aguas oceánicas, temperatura y salinidad. Variaciones orbitales de la Tierra controlarían estas alternancias (Modificada de DE BOER, 1991).

En Vallecillo, variaciones en el aporte de carbonatos/terrígenos bajo un régimen de baja productividad, más que variaciones fuertes entre los componentes primarios, representan la alternativa más lógica para explicar el origen de estos sedimentos. La baja productividad se ve reflejada en los porcentajes bajos en carbonatos expuestos en ambas litologías. Por otra parte, la presencia de goethita y ausencia de bentos indican condiciones anóxicas que existieron durante la sedimentación, lo que sugiere baja energía y poca ventilación al menos en los primeros centímetros de la columna de agua. Sin embargo, la presencia de esqueletos sin partes blandas, sugiere que las condiciones de baja concentración de oxígeno no fueron constantes durante el depósito de las margas o bien, no alcanzaron la anoxia total. Por último, se requiere un estudio más detallado para conocer de manera más precisa cómo intervinieron estos factores para la formación de estos sedimentos.

3. EL MIEMBRO VALLECILLO Y SU AMBIENTE DE DEPÓSITO

Generalmente, sedimentos considerados como "Plattenkalke" o litográficos requieren de un ambiente protegido. Por ejemplo, barreras que aislen de ambientes de alta energía (HEMLEBEN & SWINBURME, 1991; BRETT & SEILACHER, 1991) o una depresión en el fondo oceánico libre de corrientes de turbidez (HEMLEBEN & SWINBURME, 1991). En la actualidad, estas condiciones han sido observadas en todas las localidades donde han sido reportadas calizas litográficas, e.g., Haql y Hjoula, Líbano (HÜCKEL, 1970; HEMLEBEN, 1977; HEMLEBEN & SWINBURME, 1991); Dalmatia, Yugoslavia (HEMLEBEN & FREELS, 1977a); Monsech, Montral (SCHEIRER & JANICKE, 1970; HEMLEBEN & FREELS, 1977b; FREGENAL-MARTÍNEZ, 1991; FREGENAL-MARTÍNEZ & MELÉNDEZ, 1993,1995a); Las Hoyas, España (FREGENAL-MARTÍNEZ & MELÉNDEZ, 1995b); Cerin, Francia (HEMLEBEN & SWINBURME, 1991); Tepexi de Rodríguez, México (APPLEGATE ET AL., 1984; ESPINOZA-ARRUBARRENA & APPLEGATE, 1987, 1996, 1998), Solnhofen, Alemania (VIOHL, 1990), entre otras.

Hasta hoy, no existen evidencias de bioformaciones como arrecifes u otro tipo de barreras asociados con facies lagunares o canales submarinos durante el Cenomaniano y Turoniano en el noreste de México (LÓPEZ-RAMOS, 1982; PADILLA Y SÁNCHEZ, 1982;

SOHL, 1991; MORÁN-ZENTENO, 1994; GOLDHAMMER ET AL., 1995; GOLDHAMMER, 1999). En las cercanías de Vallecillo, BISHOP (1970) reporta sedimentos de menor batimetría (Formación San Felipe) que aquellos de la Formación Agua Nueva. Estos sedimentos fueron interpretados por BLANCO-PIÑÓN (1998) como el elemento positivo (probablemente islas) que serviría de barrera para el estancamiento en el área de depósito y la formación de los sedimentos litográficos. Hasta ahora, no existen evidencias biológicas, sedimentológicas o tafonómicas que justifiquen su existencia.

Una segunda alternativa que explica el origen del Miembro Vallecillo está basada en algunos elementos expuestos en la litología. La goethita (como producto de la oxidación de la pirita), el origen micrítico de la matriz y la ausencia de corrientes de turbidez indican que las margas fueron depositadas bajo condiciones de estancamiento debajo de la zona de acción de olas (BRETT & SEILACHER, 1991; NUMMEDAL, 1991; VERA-TORRES, 1994). Por otra parte, el análisis de microfacies indica que las margas corresponden al Tipo Estándar de Microfacies (SMF-Type) 3 y 9 de acuerdo a FLÜGEL (1972, 1978). Si ningún tipo de barrera existió durante la depositación de las margas, la presencia de una depresión en el fondo de la plataforma externa o facies aún más externas representan las alternativas para explicar el origen de las condiciones de estancamiento y la formación de los sedimentos laminados. Esto está sostenido por la presencia de elementos pelágicos (foraminíferos planctónicos, calciesferas, radiolarios, matriz micrítica, etc); la ausencia de dolomita, o carbonatos detríticos o estromatolíticos y la ausencia de sedimentos lacustres (e.g. escombros continentales) o de plataforma interna (e.g. secuencias evaporíticas calizas esparíticas, etc) (HEMLEBEN & SWINBURME, 1991).

Finalmente, la paleogeografía del noreste de México y Texas apoya la hipótesis del origen pelágico de los sedimentos de Vallecillo. Durante el Turoniano, el estado de Nuevo León estaba cubierto por depósitos pelágicos (Formación Agua Nueva), mientras que en Texas, secuencias de plataforma interna o de facies costeras (Formación Eagle Ford) fueron depositadas (PADILLA Y SÁNCHEZ, 1982). Por otra parte, SOHL ET AL. (1991) muestra que la línea de costa al tiempo del depósito de estos sedimentos se encontraba en la región sur del estado de Texas, en EE.UU. (Fig. 25.2), lo que indica que entre el área actual de Vallecillo y la hipotética línea de costa existió una distancia de 700-800 Km., estando esta localidad lejos de la influencia de corrientes de alta energía.

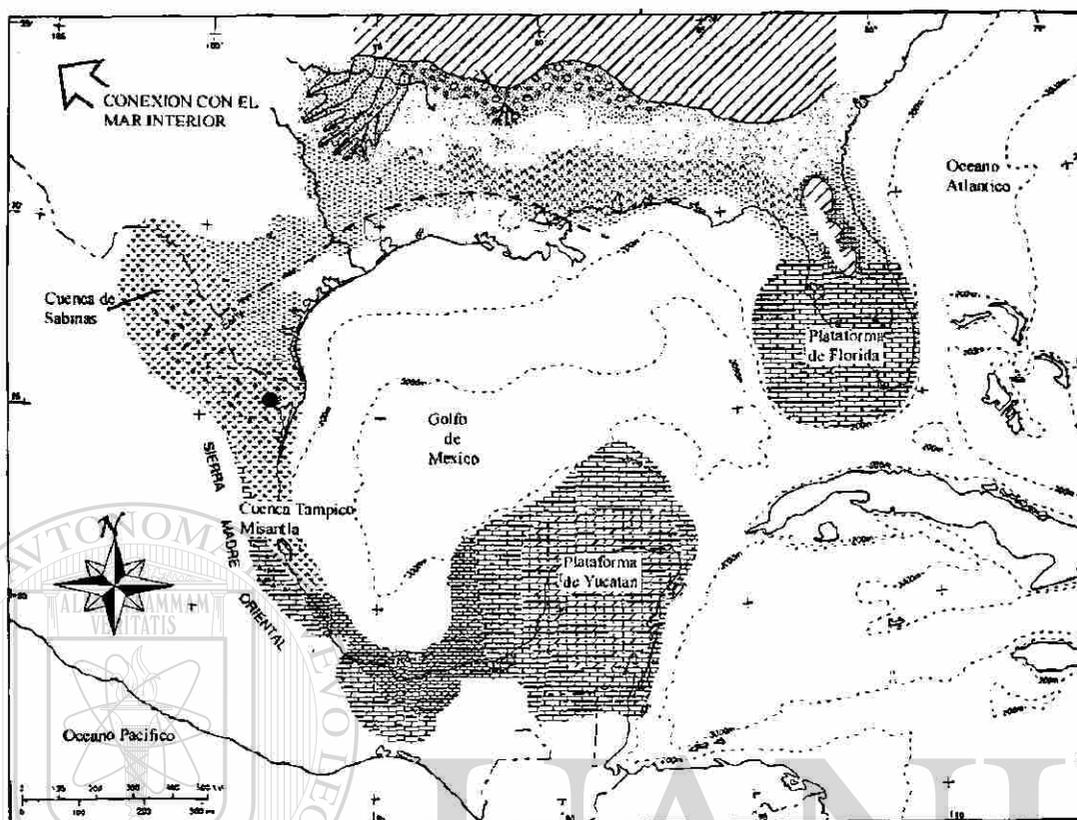


Fig. 25.2. Mapa paleogeográfico del Noreste de México durante el Cenomaniano-Turoniano. El círculo negro indica la posición aproximada de Vallecillo dentro del mapa. Ver fig. 3.1 para simbología (Modificada de SOHL ET AL., 1991)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

4. ICHTHYOFAUNA DE VALLECILLO: GRUPOS DETERMINADOS

Un total de doce taxas fueron reportadas en la localidad de Vallecillo, N.L. La diversidad de grupos presentes (Tab. 23.1) convierte a esta localidad en el segundo yacimiento fosilífero más importante de México, siendo superado solamente por la localidad de Tepexi de Rodríguez, en Puebla, donde más de 4000 ejemplares han sido colectados hasta ahora (APPLEGATE, 1987, 1988) y el primero en el norte del país con la mayor cantidad de grupos de peces fósiles conocidos.

Entre las taxas descritas figuran una especie de Pycnodontes y tres especies de Eutelostei, de las cuales dos de ellas representan nuevas especies (ver Tab. 23.1).

CHONDRICHTHYES**Elasmobranchii****Elasmobranchii Indet.****Hybodontoida****Ptychodontidae*****P. mortoni*****Lamniformes****Lamniformes indet.****OSTEICHTHYES****Pycnodontiformes****Pycnodontidae*****Nursallia ? cf. gutturosum*****Teleostei****Ichthyodectiformes****Ichthyodectoidei nov. gen. nov. sp****Aulopiformes****Dercetidae*****Rhynchodercetis sp.*****Dercetidae Indet.****Halecoidei****Halecoidei indet****Elopomorpha****Pachyrhizodontoidei indet.****Pachyrhizodontidae*****Goulmimichthys nov sp.*****Tselfatiiformes****Tselfatiidae*****Tselfatia formosa*****Elocephala Incertae Sedis****Araripychthyidae*****Araripychthys***

Tabla. 25.1. Taxones de peces presentes en el Miembro Vallecillo de la Formación Agua Nueva (Turoniano), Vallecillo, N.L.

Por otra parte, un nuevo género para el suborden Ichthyodectoidei es definido dentro de una familia aún no definida, siendo su posición dentro de los Ichthyodectoidei aún incierta. La presencia de algunos grupos en Vallecillo es notable ya que representan nuevas distribuciones temporales (e.g. *P. mortoni*), o bien, nuevos registros para el continente americano (e.g. *Goulimimichthys*, cf. Halecoidei), Norte América (e.g. *Araripichthys*, *Nursallia gutturosom*) o para México (*Tselfatia formosa*, *Rhynchodercetis*). Los hallazgos de estos grupos en Vallecillo proveen nuevos datos sobre su distribución temporal y geográfica, así como otros atributos ecológicos (e.g. *Nursallia* y sus posibilidades de dieta, ver apartado de Paleobiogeografía), lo que permite completar o modificar algunas hipótesis propuestas en estudios previos sobre su paleobiogeografía y distribuciones temporales.

5. ICHTHYOFAUNA DE VALLECILLO Y EL SIGNIFICADO DE DÉMICA/ADEMICA-ALOCTONÍA/AUTOCTONÍA COMO ATRIBUTOS PALEOBIOLOGICOS Y TAFONÓMICOS.

Los conceptos de aloctonía y autoctonía son frecuentemente usados arbitrariamente y de forma errónea para referir la condición biogeográfica (démica o adémica) de una entidad biológica, y no para referir una condición tafonómica de un fósil. En otros casos, los términos autóctono/alóctono también son usados para señalar la posición "in situ" o "ex situ" de una entidad tafonómica.

Para poder definir y separar el término démico de autóctono y adémico de alóctono, es necesario hacer una distinción clara entre lo que es el fósil (entidad tafonómica) y su entidad productora (entidad paleobiológica). Usando este criterio, entonces podemos definir lo siguiente: si los fósiles representan organismos que vivieron en el lugar o región donde han sido registrados y consecuentemente encontrados, entonces la entidad paleobiológica es una entidad démica. Por el contrario, si representan organismos que no vivieron ni se desarrollaron en dicho lugar o región, entonces corresponde a entidades adémicas (FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 1981, 1988, 1989). Como se puede ver, los conceptos de

demia/ademia denotan una cualidad de las entidades paleobiológicas inferidas, no de los fósiles.

Por otro lado, autoctonía será entendida por la condición de los fósiles que han sido encontrados en el lugar o región donde han sido producidos, independientemente si representan entidades démicas o adémicas. Por el contrario, si han sido transportados a un lugar diferente de su sitio de producción, entonces serán considerados como entidades alóctonas (FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 1981, 1988, 1989). Por último, los términos "in situ" y "ex situ" son definidos de acuerdo a los criterios de FERNÁNDEZ-LÓPEZ (1990a) y su definición es ilustrada en la Fig. 25.3.

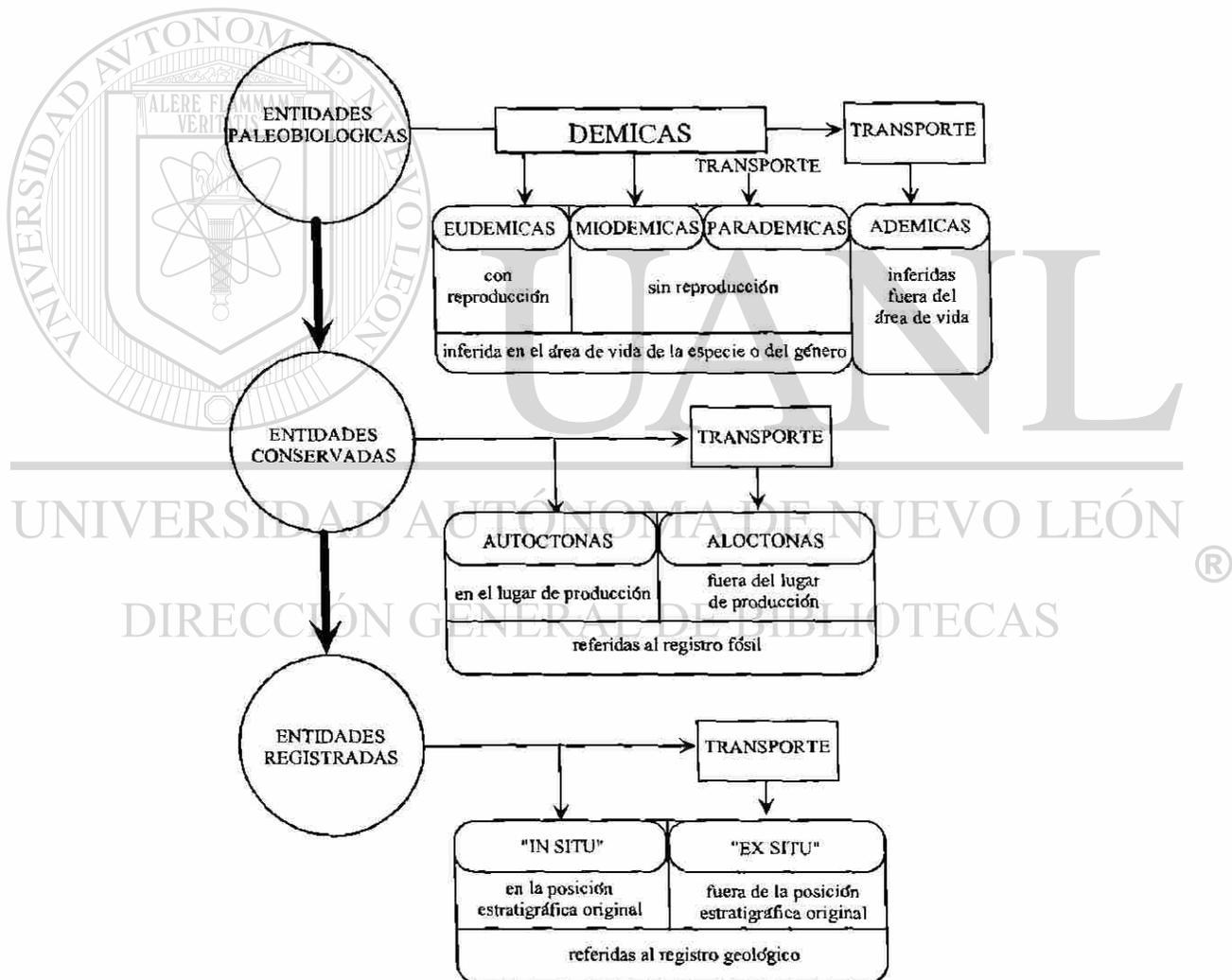


Fig. 25.3. Atributos de entidades paleobiológicas y conservadas de acuerdo a sus respectivos marcos de referencia espacial. Modificada de FERNÁNDEZ-LÓPEZ (1990a,b; 1991a,b; 1995, 1996, 1997a,b).

El uso correcto de los conceptos demia/ademia y autoctonía/aloctonía permite reconocer relaciones de espacio-tiempo entre los organismos productores, como por ejemplo, relaciones tróficas, distribuciones geográficas, etc. Desgraciadamente, en el yacimiento de Vallecillo no se han realizado excavaciones sistemáticas que proporcionen evidencias para reconstruir dichas relaciones entre los diferentes elementos tafonómicos de esta localidad. Sin embargo, una discusión general sobre la condición démica o adémica de las entidades productoras así como la condición autóctona o alóctona de los fósiles es presentada en este trabajo. Esto tiene por objetivo proporcionar información preliminar que pueda servir como base a estudios paleontológicos y paleobiológicos posteriores.

Los criterios utilizados para definir preliminarmente estos conceptos en los especímenes de Vallecillo son: posición de los fósiles dentro del sedimento (congruencia en la posición), el estilo de la preservación así como la presencia o ausencia de las fases del desarrollo ontogénico de cada grupo.

Euselaceos

Los tiburones están representados por tres grupos que exponen diferentes estilos de preservación. *P. mortoni* consiste en seis dientes aislados de un adulto y un fragmento de la mandíbula inferior que porta varias hileras de dientes de 2 mm de longitud, lo que sugiere que pertenecen a un ejemplar juvenil (SHIMADA com. pers, 2002). Comúnmente, después del desprendimiento de la mandíbula, los dientes se acumulan en el fondo sin ser transportados por deriva necroplanctónica (MARTILL, 1987). Si este evento ocurrió de la misma manera en los dientes de Vallecillo, es posible que dichos elementos hayan sido registrados y encontrados en el lugar de su producción tafogénica, lo cual indicaría que los dientes de *P. mortoni* son fósiles autóctonos. Por otro lado, la presencia de al menos dos estadios del desarrollo ontogénico de esta especie indican que estos fósiles probablemente representan entidades que vivieron en el sitio donde han sido encontradas, es decir, organismos démicos.

Fragmentos de la columna vertebral de tiburones lamniformes (FCT-133) están presentes en Vallecillo. FCT-133 consiste en doce vértebras bien articuladas dispuestas tanto en forma perpendicular como paralela al plano de estratificación. El tamaño de las vértebras indica que éstas pertenecen a la parte caudal de la columna (ver descripción).

Lamentablemente, la ausencia de otras estructuras como tegumento, o partes blandas o bien, de más especímenes evita confirmar si este ejemplar representa un elemento normal dentro de la cuenca de Vallecillo o un elemento transportado. Por lo tanto, se requieren más especímenes para definir la condición démica/adémica-autóctona/alóctona de los lamniformes de Vallecillo.

Ichthyodectiformes

La mayoría de los especímenes de este grupo están bien articulados. La presencia de estructuras fácilmente desprendibles como opérculos, suspensorio, etc., es notable en otros ejemplares de este orden. Comúnmente, la presencia de esqueletos completamente articulados, que son susceptibles a la desarticulación (principalmente formas largas y esbeltas, como Ichthyodectiformes, Dercetidae, etc), sugieren que los organismos productores pudieron descender y ser acumulados en el sedimento pocos minutos después de su muerte, en lugar de sufrir transporte por deriva necroplañctónica, permaneciendo articulados (MARTILL, 1987). Si esta aproximación es correcta para los Ichthyodectiformes de Vallecillo, entonces es probable que estos ejemplares representen fósiles producidos en la misma región donde han sido preservados, y por lo tanto son entidades autóctonas.

Algunos especímenes presentan cráneos que alcanzan la mitad del tamaño de otros ejemplares. De acuerdo a sus características anatómicas, los especímenes analizados pertenecen a la misma especie de Ichthyodectiforme, y la diferencia en las dimensiones del cráneo podrían ser atribuidas solamente a la presencia de al menos dos estadios del desarrollo ontogenético de estos peces. Esto sugiere que los Ichthyodectiformes de Vallecillo son fósiles que representan entidades démicas. Sin embargo, un mayor número de especímenes y análisis más detallados son necesarios para confirmar esta hipótesis.

Otros ejemplares de este grupo presentan diferentes tipos de desarticulación y también presentan algunos elementos del tegumento. Aunque aún es difícil de asegurar, es posible que algunos especímenes menos resistentes pudieron ser desarticulados durante el hundimiento o flotación después de haber sido acumulados.

Pachyrhizodontidae y cf. Halecoidei

Los especímenes de la familia Pachyrhizodontidae están en su gran mayoría bien articulados e incluso exponen parches de escamas “in situ” y de piel. De acuerdo a MARTILL (1987), este estilo de preservación sugiere que estos ejemplares fueron acumulados en el sedimento pocos minutos después de su muerte, siendo preservados en el mismo lugar de su producción (autóctonos). Sin embargo, no existen evidencias que permitan sugerir que estos especímenes fueron habitantes comunes de esta localidad (démicos) o bien, eran peces que provenían de localidades adyacentes (adémicos).

Los dos ejemplares de cf. Halecoidei, presentan un estilo de preservación similar al expuesto en los Pachyrhizodontidae, por lo tanto, la misma aproximación es usada para este grupo.

Pycnodontes

Los pycnodontes están representados por ejemplares no determinados y por abundantes especímenes del *Nursallia cf. gutturosum*. La mayoría de los especímenes están completamente articulados. Adicionalmente y a juzgar por los diferentes tamaños observados en los ejemplares de *N. cf. gutturosum*, es posible inferir la presencia de al menos dos estadios del desarrollo ontogenético de esta especie. De acuerdo a lo anterior, es evidente que los ejemplares de esta especie pertenezcan a entidades démicas.

Tselfatiidae

Al igual que los Pycnodontes, los peces de la familia Tselfatiidae presentes en Vallecillo están en su mayor parte representados por peces completamente articulados y que a juzgar por su tamaño, muestran al menos dos estadios de su desarrollo ontogenético. De acuerdo con esto, es posible que los Tselfatiidae de Vallecillo sean fósiles autóctonos que representan entidades démicas.

Dercetidae

En Vallecillo, la familia Dercetidae es el único grupo con la mayor parte de sus ejemplares completamente desarticulados. Además, todos éstos carecen de partes blandas y de estructuras estomacales. El estilo de preservación de la mayoría de los elementos

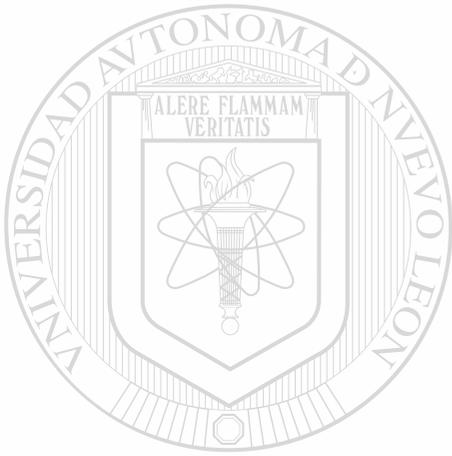
consiste en partes aisladas del cuerpo como cráneos o fragmentos de la columna vertebral, y cuando ambos están presentes, están desarticuladas entre sí. Sólo un espécimen de un Dercetidae indeterminado y un espécimen del género *Rhynchodercetis* sp., representan los únicos elementos completamente articulados de este grupo.

El estilo de preservación de Dercetidae indica que la mayoría de los ejemplares no descendieron al fondo marino inmediatamente después de la muerte, sino que se mantuvieron flotando por un periodo largo de tiempo (varias horas e incluso días) y probablemente sufrieron transporte por medio de deriva necroplanctónica. La ausencia de criterios tales como la presencia de varios estadios del desarrollo ontogénico en estos especímenes, así como la falta de abundantes esqueletos bien articulados no permite demostrar la demia y la autoctonía de estos ejemplares. Sin embargo, el alto grado de desarticulación tampoco es garantía de la ademia/aloctonía de un espécimen (FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 2000). Es probable que aquellos ejemplares completos y bien articulados sean los únicos que representen entidades démicas y autóctonas. Lamentablemente, una mayor cantidad de evidencias tafonómicas y biológicas son requeridas para determinar estos atributos a los especímenes dercétidos de Vallecillo.

6. CLASIFICACIÓN GENÉTICA DE LA BIOTA DE VALLECILLO

La "asociación faunística" de Vallecillo representa una relativa variedad de vertebrados e invertebrados excelentemente preservados y que, de acuerdo a la definición de SEILACHER (1970, 1990) y SEILACHER ET AL. (1985) puede ser definido como un depósito de Conservación (Konservat-Lagerstätten). Por otra parte, SEILACHER (1990) señala que para la génesis de calizas litográficas (o equivalentes laminados) condiciones de estancamiento y de anoxia son requeridas. Este modelo coincide con el modelo propuesto por BLANCO ET AL. (2001, 2002) para la génesis del Miembro Vallecillo. Así, de acuerdo con la clasificación de SEILACHER (1990), la asociación de Vallecillo puede también ser clasificada como un depósito de estancamiento ("stagnation deposits"), y no como un yacimiento de "intoxicación", según la definición de BRETT (1990), ya que ni la anoxia ni el tipo de sedimentación son los responsables de la muerte de las entidades productoras.

Los fósiles descritos en el presente trabajo han sido encontrados a diferentes niveles del perfil litológico del Miembro Vallecillo, pero hasta ahora la posición de cada espécimen y de cada uno de los grupos dentro de este perfil es desconocida. Consecuentemente, una relación entre los diferentes elementos faunísticos así como las relaciones paleoecológicas (ejemplo, niveles tróficos, etc) no puede ser realizada en detalle. Por lo tanto, el carácter de la “asociación” o incluso la existencia de más asociaciones no puede ni debe ser establecido. De acuerdo a lo anterior, hasta el presente nivel de esta investigación, el nombre de biota es considerado el más adecuado para denominar al conjunto de fósiles de Vallecillo.

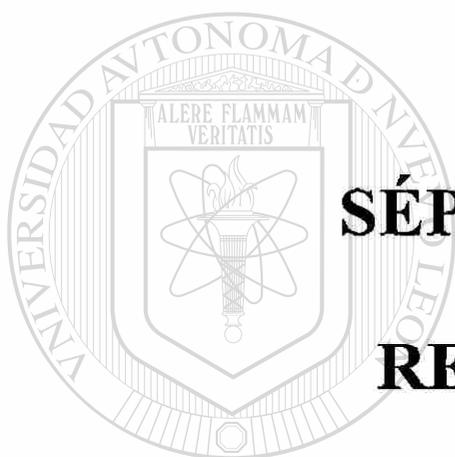


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



SÉPTIMA PARTE

REFERENCIAS

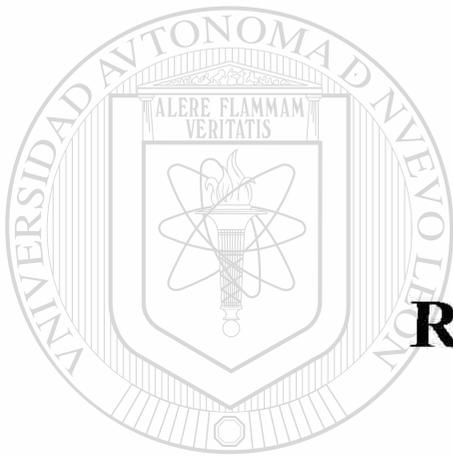
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

26



REFERENCIAS

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

- AGASSIZ, J. L. R. (1834). 1833-1844. Recherches sur les poissons fossils. Vol. 5. Universitat Neuchâtel: p. 1420.
- AGASSIZ, J. L. R. (1843). Recherches sur les poissons fossiles. 5 volumes.,; (Neuchâtel and Soleure). Neuchâtel: 1420 p.
- ALLEN, J. R. L. (1990). Shells Transport-Hydrodinamycs. In: BRIGGS, D.E.G & CROWTHER, P. R. Paleobiology (A Synthesis). Blackwell Scientific Publications. 227-229.
- ALLISON, P. A. (1988a). The role of anoxia in the decay and mineralization of proteinaceous macro-fossils. Paleobiology, 14(2): 139-154.
- ALLISON, P.A. (1988b). Konservat-Lagerstätten: cause and classification. Paleobiology, 14(4): 331-344.
- ALLISON, P.A. (1988c). Taphonomy of the Eocene London Clay Biota. Palaeontology, 31 (4): 1079-1100.
- ALLISON, P. A. (1990). Decay Processes. In: BRIGGS, D.E.G & CROWTHER, P. R. Paleobiology (A Synthesis). Blackwell Scientific Publications: 213-216
- ALLISON, P.A.; LUCAS, J.; RÉVÔT, J.; & TUCKER, M. E. (1990). Diagenesis. In: BRIGGS, D.E.G & CROWTHER, P. R. Paleobiology (A Synthesis). Blackwell Scientific Publications: 247-257..
- ALVARADO-ORTEGA, J. (1998). Descripción preliminar de un género nuevo Ichthyodectiforme (Neopterygii:Teleostei) de la Cantera Tlayúa (Cretácico Temprano), en Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. Tesis. UNAM.: 88p.
- ANIMELECH, M. (1957). Découverte de *Stratodus* (Teleostei: Dercetidae) dans le Sénonien Supérieur d' Israel. C.R. Som. Sciences Soc. Geól. Fr. 2: 23-24.
- APPLEGATE, S. P. (1967). A survey of sharks hard parts. In: GILBERT, P. W.; MATHEWSON, R. F.; RALL, D. P. Sharks, skates, and rays. Johns Hopkins University Press, Baltimore: 37-67.
- APPLEGATE, S. P. (1970). The Vertebrate fauna of the Selma Formation of Alabama, Part. VIII Fishes. Fieldiana Geology, 3 (8): 381-433.
- APPLEGATE, S. P. (1987). A preliminary study of Tlayúa quarry near Tepexi de Rodríguez, Puebla. Rev. Soc. Mex. Pal. 1: 40-45.
- APPLEGATE, S. P. (1992). A new genus and species of pycnodont from the Cretaceous (Albian) of Central Mexico, Tepexi de Rodríguez, Puebla. UNAM. Rev. Inst. Geol. 10 (2): 164-178.
- APPLEGATE, S. P. (1996). An overview of the Cretaceous fishes of the quarries near Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. In: ARRATIA, G. & VIOHL, G: Mesozoic fishes - systematics and paleoecology: Verlag DR. FRIEDRICH PFEL. München 529-537
- APPLEGATE, S. P. (1998). A new genus and species of a Holostean belonging to the family Ophiopsidae, *Teloichthys kallistos*, from the Cretaceous, near Tepexi de Rodríguez, Puebla. Univ. Nat. Autón. México. Inst. Geología. Revista. 7(2): p. 200-205.
- APPLEGATE, S. P., ESPINOSA-ARRUBARRENA, L. & LÓPEZ-NERI, P. (1984). Las calizas litográficas de la Cantera Tlayúa en Tepexi de Rodríguez, Puebla. Soc. Geol. Mexicana. Conv. Geol. Nal. Libreto-guía de la excursion a Tepexi de Rodríguez, Estado de Puebla. 83p.

- ARAMBOURG, C. (1943). Note préliminaire sur quelques poissons fossiles nouveaux. Bull. Soc. Géol. France, (5) 8: 281-288.
- ARAMBOURG, C. (1952). Les vertébrés fossiles des gisements de Phosphates (Maroc, Algérie, Tunisie). Notes et Mémoires. Serv. Géol. Maroc. Rabat. 92: 1-372.
- ARAMBOURG, C. (1954). Les poissons crétacés du Jebel Tselfat (Maroc). Ed. Serv. Géol. Maroc. Rabat: 208 p.
- ARAMBOURG, C. & SCHNEEGANS, D. (1935). Poissons fossiles du bassin sédimentaire du Gabon. Annales de Paleontology, 24: 138-160.
- ARRATIA, G. & CIONE, A. (1996). The record of fossil fishes of Southern South America. München Geowiss. Abh., 30: 9-72.
- BARALE G.; BLANC-LOUVEL, C.; BEFFETAUT, E.; COURTINANT, B.; PEYBERNES, B.; VIA BOADA, L. & WENZ, S. (1984). Les gisements calcaires lithographiques du Crétacé Inférieur du Montsech (Province de Lérida, Espagne). Considérations paléocéologiques. Geobios mémoire special 8: 275-283.
- BARDACK, D. (1965a) Anatomy and evolution of chirocentrid fishes. Paleont. Contrib. Univ. Kansas Vertebrata, 10: 1-88.
- BARDACK, D. (1965b). Localities of fossil vertebrates obtained from the Niobrara Formation (Cretaceous) of Kansas. Univ. Kansas. Pub. Mus. Nat. Hist., 17 (1): 1-14.
- BARDACK, D. (1965c). New Upper Cretaceous Teleost Fish from Texas. Paleont. Contrib. Univ. Kansas. Kansas State 1: 1-19.
- BARDACK, D. (1967). Did some Cretaceous Teleosts described by Cope as North American actually come from Libanon? J. Paleont. 41: 1274-1276.
- BARDACK, D. & SPRINKLE, G. (1969). Morphology and relationships of saurocephalid fishes. Fieldiana Geol. 16 (12): 297-340.
- BARDACK, D. & TELLER-MARSHALL, S. (1980). *Tselfatia*, a Tethyan Cretaceous Teleost: First records from North America and Yugoslavia. J. Paleont., 54 (5): 1075-1083.
- BARNES, R. A. (1990). Zoología de los invertebrados. 5ª Edición. Editorial Interamericana. México. D. F. 1-957.
- BARTHEL, K. W. (1978). Fossilien aus Solnhofen. Ein Blick in die Erdgeschichte. Ott. Thun.: 1-393.
- BARTHEL, K. W.; SWINBURNE, N. H. M. & CONWAY-MORRIS, S. (1990). Solnhofen: a study in Mesozoic paleontology. University Press. Chicago: 1-338.
- BARTHOLOMAL, A. (1969). The Lower Cretaceous elopid fish *Pachyrhizodus marathonensis* (ETHERIDGE JR.). In: CAMPBELL, K. S. W. Stratigraphy and Paleontology, Canberra: 249-263.
- BELL, G. L. JR. (1986). A pycnodont fish from the Upper Cretaceous of Alabama. J. Paleont., 60(5): 1120-1126.
- BERG, L. S. (1958). System der rezenten und fossilen Fischartigen und Fische. (Deutscher Verlag der Wissenschaften). Berlin: 1-310.

- BERNER, R. A. (1970). Sedimentary pyrite formation. *American Journal of Science*. 268: 1-23.
- BERNER, R. A. (1983). Sedimentary pyrite formation. An update. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 48: 606-615.
- BERTHOUS, P. Y.; LÓPEZ-TELES, M. S.; & CAMPOS, D. A. (1990). Sedimentation argileuse cretacée dans le bassin d'Araripe et quelques bassins. Atas do I Simposio sobre a Bacia do Araripe e bacias Interiores do Nordeste, Crato, Anais: 143-162.
- BISHOP, B. A. (1970). Stratigraphy of Sierra de Picachos and Vicinity, Nuevo León, México. *AAPG Bull.* 54 (7): 1245-1270.
- BLANCO-PINÓN, A. (1998). Vallecillo, Nuevo León: yacimiento fosilífero del Noreste de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias de la Tierra (UANL): 1-148.
- BLANCO, A., LÓPEZ-OLIVA, J. G., STINNESBECK, W., ADATTE, T. & GONZÁLEZ, A. (1998a). Vallecillo, N.L. *Fossil-Lagerstätten* en el Noreste de México. VI Congreso Nacional de Paleontología. UNAM, México, D. F. : 10-11.
- BLANCO, A., STINNESBECK, W. & LÓPEZ-OLIVA, J. G. (1998b). Estudio tafonómico de las canteras fosilíferas de Vallecillo. *Fossil-Lagerstätten* de Nuevo León. I Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra. UNAM, México, D.F.: 56.
- BLANCO, A., FREY, E. & STINNESBECK, W. (2000a). Eine neue Wirbeltierfauna von Vallecillo, N.L. "Fossilagerstätten" in der Oberkreide NO-Mexikos. 5th.European Workshop on Vertebrate Paleontology. Karlsruhe:20.
- BLANCO-PINÓN, A., STINNESBECK, W. & LÓPEZ-OLIVA, J. G. (2000b). Ictiofauna de Vallecillo, Nuevo León, México. VII Congreso Nacional de Paleontología y I Simposio Geológico en el Noreste de México. Linares: 14-15
- BLANCO, A., STINNESBECK, W. & FREY, E. (2000c). Peces fósiles de Vallecillo, Nuevo León: nuevo "Fossil-Lagerstätten" del Noreste de México. 17. Geowissenschaftliches Lateinamerika-Kolloquium. Stuttgart: 43
- BLANCO, A. & FREY, E. (2001a). A new Ichthyodectoidei from the Agua Nueva Formation (Late Cretaceous), Vallecillo, NE. Mexico. III International Meeting on Mesozoic Fishes-Systematics, Paleoenvironments and Biodiversity. Serpiano-Monte San Giorgio (TI-CH):9
- BLANCO, A. & FREY, E. (2001b). First occurrence of *Nursallia* (Pycnodontoidei) in the marine sediments of the Agua Nueva Formation (Turonian), Vallecillo, NE Mexico and its significance. III International Meeting on Mesozoic Fishes-Systematics, Paleoenvironments and Biodiversity. Serpiano-Monte San Giorgio (TI-CH):10.
- BLANCO, A. (2001). Late Cretaceous (Turonian) Fish Assemblage from Vallecillo, northeastern Mexico. I Colloque sur le Cénomanién. Rouen, France: 19.
- BLANCO, A., STINNESBECK, W., LÓPEZ-OLIVA, J. G., FREY, E., ADATTE, T., GONZÁLEZ, A. H.. (2001). "Vallecillo, Nuevo León: un nuevo yacimiento fosilífero del Cretácico tardío en el Noreste de México". *Rev. Mex. Cienc. Geol.* 18 (2):186-199.

- BLANCO-PIÑÓN, A., FREY, E., STINNESBECK, W. & LÓPEZ-OLIVA, J. G. (2002). "Late Cretaceous (Turonian) fish assemblage from Vallecillo, Northeastern México. N. Jb. Geol. und Paläont. 225 (1): 39-54.
- BLANCO-PIÑÓN, A. (2002). Primer registro de *Araripichthys* Silva Santos 1985 (Teleostei: Araripichthyidae) en sedimentos cretácicos (Turoniano) del noreste de México. VIII Congreso Nacional de Paleontología. Guadalajara, México: 43.
- BLANCO, A. (2003). Lithographic marls from Vallecillo, N.L. Mexico: Agua Nueva Formation or a new lithologic unit?. GSA Abstracts with Programs Vol.35, No. 6 (In press).
- BLANCO, A. & CAVIN, L. (2003). New Teleostei from the Agua Nueva Formation (Turonian), Vallecillo (NE Mexico). Comp. Rend. Palevol 2: 299-306.
- BLOT, J. (1987). L'ordre de Pycnodontiformes. Studi e Riserche sui Giacimenti Terzari di Bolca. (Museo Civico di Storia Naturale). Verona: 1-221.
- BRAVI, S. (1995). Studies on old and new Meso-Cenozoic "Plattenkalk" in Southern Italy. II International Symposium on Lithographic Limestones, Lleida-Cuenca (Spain): 39-43.
- BRETT, C. E. (1990). Ostrution deposits. In: BRIGGS, D.E.G & CROWTHER, P. R. Paleobiology (A Synthesis). Blackwell Scientific Publications: 239-243.
- BRETT, C. E. & SPEYER, S. E. (1990). Taphofacies. In: BRIGGS, D.E.G & CROWTHER, P. R. Paleobiology (A Synthesis). Blackwell Scientific Publications: 279-282.
- BRETT, C. E. & SEILACHER, A. (1991). Fossil-Lagerstätten: a taphonomic consequence of event sedimentation. In: EINSELE G.; RICKEN, W.; SEILACHER, A. Cycles and events in Stratigraphy. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg: 508-523.
- BRIGGS, D. E. G. (1990). Flattening. Taphonomy of the Fossil-Lagerstätten. In: BRIGGS, D.E.G & CROWTHER, P. R. Paleobiology (A Synthesis). Blackwell Scientific Publications. 244-247.
- BROMLEY, R. G. (1991). Trace fossils. 2nd. Edition. Chapman & Hall. 1-361.
- CAMPAGNO, L. J. V. (1990). Relationships of the megamouth shark, *Megachasma pelagios* (Lamniformes, Megachasmidae), with comments on its feeding habits. In: PRATT JR H. L.; GRUBER, S. H. & TANIUCHI, T. Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries. NOAA Tech. Rep., NMFS, 90: 357-379.
- CANFIELD, D.(1988). Reactive iron marine sediments. Geochimica et Cosmochimica Acta. 52: 619-632.
- CAPPETTA, H. (1972). Les poissons crétaqués et tertiaires du Bassin des Iullemeden (République du Niger). Palaeovertebrata, 5: 179-251.
- CAPPETTA, H. (1987). Chondroichthyes II, Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii. In: SCHULTZE, H. P. Handbook of Paleoichthyology: Volume 3B. GUSTAV FISCHER-Verlag. Stuttgart-New York: 1-193
- CAPPETTA, H.(1989). Selaciens nouveaux ou peu connus du Crétaqué Superieur du Maroc. Mezosoic Res. 2 (1): 11-23.

- CARRASCO, U. R. (1977). Albian sedimentation of submarine autochthonous and allochthonous carbonates, East Edge of the Valles-San Luis Potosí Platform, Mexico. Soc. Econ. Paleont. Mineral. Spec. Publ. 25: 263-272.
- CARROLL, R. L. (1988). Vertebrate paleontology and evolution. Freeman and Company, New York: 698pp.
- CASIER, E. (1965). Poissons fossiles de la série Kwango (Congo). Ann. Mus. Roy. Afr. Centrale-Tervuren, Belgique, série 8, Sci. geol., 50: 1-64.
- CASIER, E. (1969). Sur les conditions de dépôt de quelques unes des formations mésozoïques du bassin du Congo. Ann. Mus. Roy. Afr. Centr. Sér. In-8. Sc. Géol. 62: 29-47.
- CASIER, E. & TAVERNE, L. (1971). Note préliminaire sur le matériel paléoichthyologique éocénétique récolté par la Spanish Gulf Oil Company en Guinée Equatoriale et au Gabon. Rev. Zool. Bot. Afr., 83 (1-2): 16-20
- CAVIN, L. (1995). *Goulmimichthys arambourgi* n. g.; n. sp., un Pachyrhizodontidae (Actinopterygii-Telostei) d'une nouvelle localité à nodules fossilifères du Turonien inférieur marocain. C. R. Acad. Sci., 321: 1049-1054.
- CAVIN, L. (1997a). New Teleostei from the Lower Turonian locality of Goulmima (Morocco). C. R. Acad., 325: 719-724.
- CAVIN, L. (1997b). Les Actinoptérygiens du Turonien de Goulmima (Maroc) et L'évolution des Ichthyofaunes actinoptérygiennes entre le Jurassique Supérieur et le Paléocène. Thèse de Doctorat de L'Université Paris 6. Paris: 1-218.
- CAVIN L. (2001) Osteology and phylogenetic relationships of the teleost *Goulmimichthys arambourgi* CAVIN, 1995, from the Upper Cretaceous of Goulmima, Morocco. Eclogae geol. Helv. (94): 509-535.
- CAVIN, L. & MARTIN, M. (1995). Les Actinoptérygiens et la limite Crétacé-Tertiaire. Géobios, M. S. 19: 183-188.
- CAVIN, L. & DUTHEIL, D. B. (1999). A new Cenomanian ichthyofauna from southeastern Morocco and its relationships with other early Late Cretaceous Moroccan faunas. Geol. en Mijnb., 78: 261-266.
- CAVIN, L., JURKOV EK, B., & KOLAR-JURKOV EK, T. (2000). Stratigrafsko zaporedje zgomjckrednih ribjik združb Krasa (Slovenia). Geologija 43(2): 165-196.
- CHALIFA, Y. (1989). Two new species of longirostrine fishes from the Early Cenomanian (Late Cretaceous) of Ein-Yabrud, Israel, with comments on the phylogeny of the Dercetidae. J. Vertebrate Paleont., 9(3): 314-328.
- CHALIFA, Y. & LEWY, Z. (1990). Early Maastrichtian marine teleosts from the northern Negev, Israel. Isr. J. Earth Sci. 40: 91-105.
- COPE, E. D. (1872). On the families of fishes of the Cretaceous formations in Kansas. Proc. Amer. Phil. Soc. Philadelphia 12: 327-357.

- COPE, E. D. (1885). A contribution to the vertebrate paleontology of Brazil. Proc. Amer. Phil. Soc. Philadelphia. 23: 1-21.
- DÁVILA, S. M. (1991). Estudios geológicos en proyectos de acumulación de energía por bombeo de la región de Monterrey, Nuevo León. Subdirección Técnica, Gerencia de Ingeniería Civil. CFE: 23-36.
- DAVIS, J. W. (1887). The fossil fishes of the chalk of Mount Lebanon, in Syria. Scien. Trans. R. Dublin Soc. Ser II, 3: 457-636.
- DE BOER, P. L. (1991). Pelagic black shale-carbonate rhythms: orbital forcing and oceanographic response. In: EINSELE G.; RICKEN, W.; SEILACHER, A. Cycles and events in Stratigraphy. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg: 63-78.
- D'ERASMO, G. (1946). L'ittiofauna cretacea dei Dintorni Comeno del Carso Triestino. Atti R. Acad. Sci. Fis. Mat. Soc. Reale di Napoli, ser 3., 2 (8): 1-136.
- DE CSERNA, Z. (1989). An outline of the geology of Mexico. The Geology of North America. GSA. Vol.A:233-264.
- DUNHAM, R. J. (1962). Classification of carbonate rocks according to depositional texture. Mem. Amer. Ass. Petrol. Geol. 1: 108-121.
- EASTMAN, C. R. (1895). Beitrage zur Kenntnis der Gattung *Oxyrhina* mit besonderer Beruecksichtigung von *Oxyrhina mantelli* AGASSIZ. Palaeontographica., 41: 149-191
- EFREMOV, J. A. (1940). Taphonomy: new branch of paleontology. Pan-American Geologist, 74: 81-93.
- EICHER, D. L. & DINER, R. (1991). Environmental factors controlling Cretaceous Limestone-Marlstone rhythms. In: EINSELE G.; RICKEN, W.; SEILACHER, A. Cycles and events in Stratigraphy. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg: 79-93.
- EINSELE, G. & RICKEN, W. (1991). Limestone-marl alternation- an overview. In: EINSELE G.; RICKEN, W.; SEILACHER, A. Cycles and events in Stratigraphy. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg: 23-47.
- ENOS, P. (1974). Reefs, platforms and basins of Middle Cretaceous in Northeast México. AAPG Bull. 58: 800-809.
- ESPINOZA-ARRUBARRENA, L. & APPLAGATE, S. P. (1996). A paleoecological model of the vertebrate bearing beds in the Tlayúa quarries, near Tepexi de Rodríguez, Puebla México. In: ARRATIA, G. & VIOHL, G. Mesozoic fishes - systematics and paleoecology; Verlag DR. FRIEDRICH PFEIL München: 539-550.
- EVERHART, M. (1999). *Ptychodus*. <http://www.oceansofkansas.com/ptychodus.html>
- EVERHART M. & EVERHART, P. (1998). A field guide to the marine fossils of the Smooky Hill Chalk Member of the Niobrara Formation (Late Cretaceous) of Western Kansas. Inedit paper, Lawrence, Kansas: p. 32.
- FAURE, G. 1991. Principles and applications of inorganic geochemistry. Prentice Hall. New Jersey: 1-626.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. R. (1981). La evolución tafonómica, un planteamiento neodarwinista. Bol. R. Sor. Española Hist. Nat. (Geol.). 79: 243-254.

- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. R. (1987). Unidades registráticas, biocronología y geocronología. *Rev. Española de Paleont.* 2: 65-85.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. R. (1988). La Tafonomía: un sistema conceptual de la Paleontología. *Coloquios de Paleontología, Universidad Complutense de Madrid*: 41: 9-34.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. R. (1989). La materia fósil. Un concepto dinamicista de los fósiles. En: AGUIRRE, E. *Nuevas tendencias: paleontología. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid*: 25-45.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. R. (1990a). El significado de la autoctonía/aloclonía tafonomica. *Com. Reunión de Tafonomía y fosilización. Universidad Complutense de Madrid*: 114-124.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. R. (1990b). Utilidad sedimentológica y estratigráfica de los fósiles reelaborados. *Com. Reunión de Tafonomía y Fosilización. Madrid*: 125-144.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. R. (1991a). Taphonomic concepts for a theoretical biochronology. *Rev. Esp. de Paleont.* 6 (1): 37-49.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. R. (1991b). Sistemas tafonómicos: función y evolución. *Rev. Esp. de Paleont. No. Extraordinario*: 21-34.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. R. (1995). Taphonomic et Interprétation des paléonvironnements. *Geobios, M. S.* 18: 137-154.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. R. (1996). Phylloceratina ammonoids in the Iberian Basin during the Middle Jurassic: a model of biogeographical and taphonomic dispersal related to relative sea-level changes. *Paleo. Paleo. Paleo.* 120: 291-302.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. R. (1997a). Ammonites, taphonomic cycles and stratigraphic cycles in carbonate epicontinental platforms. *Cuadernos de Geología Ibérica.* 23: 95-136.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. R. (1997b). Ammonites, clinos tafonómicos y ambientes sedimentarios. *Rev. Esp. de Paleont.* 12(1): 102-128.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. R. (1999). Tafonomía y fosilización. En: MELÉNEZ, B. *Tratado de Paleontología. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid*: 51-107.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. R. (2000). *Temas de Tafonomía. Depto. De Paleontología. Universidad Complutense de Madrid*: 167.
- FIELITZ, C. (1996). A Late Cretaceous (Turonian) ichthyofauna from Lac des Bois, Northwst Territories, Canada, with paleobiographic comparisons with Turonian ichthyofaunas of the Western Interior Seaway. *Can. J. earth Sci.* 33: 1375-1389.
- FIELITZ, C. (1999). A new species of *Bananogmius* (Teleostei: Tselfatiiformes) from the Upper Cretaceous Carlile Shale of Western Kansas. *J. Paleontology* 73(3): 504-511.
- FIELITZ, C. & SHIMADA, K. (1999). A new species of *Bananogmius* (Teleostei: Tselfatiiformes) from the Upper Cretaceous Carlile Shale of Western Kansas. *J. Paleont.* 73 (3): 504-511.
- FLÜGEL, E. (1972). Mikrofazielle Untersuchungen in der Alpinen Trias. *Methiden und Probleme. Mitt. Ges. Geol. Bergaust.* 21:9-64.

- FLÜGEL, E. (1978). Mikrofazielle Untersuchungs-methoden von kalken. Springer-Verlag. Berlin: 1-454.
- FOREY, P. L. (1977). The osteology of *Notolepis* WOODWARD, *Rhacolepis* AGASSIZ and *Pachyrhizodus* DIXON (Pisces: Teleostei). Bull. brit. Mus. nat. Hist. 28(2): 125-204.
- FOUCAULT, A. & RAOUL, J.-F. (1984). Dictionaire de Géologie. Guides géologiques régionaux, Masson: 1-347.
- FREGENAL-MARTÍNEZ M. (1991). El sistema lacustre de Las Hoyas (Cretácico Inferior, Serranía de Cuenca): Estratigrafía y sedimentología. Masters Thesis. Universidad Complutense de Madrid: 226pp.
- FREGENAL-MARTÍNEZ M. & MELÉNDEZ, N. (1993). Sedimentología y evolución paleogeográfica de la cubeta de Las Hoyas (Cretácico Inferior, Serranía de Cuenca). Cuad. Geol. Iberica 17: 231-256.
- FREGENAL-MARTÍNEZ M. & MELÉNDEZ, N. (1995a). Chapter 2: Geological Setting-Lithographic limestones of El Montsec (Lleida Province). In: MARTÍNEZ-DELCLÓS, X. Alcover, two Konservat-Lagerstätten. Catalonia. Spain. Field trip guide book. International Symposium on Lithographic Limestones. Edición Universidad Complutense de Madrid, Madrid: 12-24.
- FREGENAL-MARTÍNEZ M. & MELÉNDEZ, N. (1995b). Chapter 1. Geology: Stratigraphy, basin evolution and geochemistry. In: Meléndez, N. Las Hoyas: A lacustrine Konservat-Lagerstätte. Cuenca, Spain, Field trip guide book. II International Symposium on Lithographic Limestones: 43-50.
- FREY, E. & MARTILL, D. M. (1998) Soft tissue preservation in a specimen of *Pterodactylus kochi* (WAGNER) from the Upper Jurassic of Germany. N. Jb. Geol. Paläont. 210 (3):421-441.
- GABBOTT, S. E. (1998). Taphonomy of the Ordovician Soom Shale Lagerstätte: an example of soft tissue preservation in clay minerals. Palaeontology, 41 (4): 631-667.
- GALLAGHER, W. B. (1993). The Cretaceous/Tertiary mass extinction event in the Northern Atlantic Coastal Plain. The Mosasaur 5: 75-154.
- GALLAGHER, W. B., PARRIS, D. C. & SPAMER, E. E. (1986). Paleontology, Biostratigraphy, and depositional environments of the Cretaceous-Tertiary transition in the New Jersey coastal plain. The Mosasaur, 3: 1-35.
- GAMPER, M. (1977). Estratigrafía y microfácies cretácicas del Anticlinorio Huizachal-Peregrina (Sierra Madre Oriental) . Bol. Soc. Mex. Tomo XXXVIII (2): 1-17.
- GARZA-GUTIERREZ, H. (1991). Geologische Kartierung der Difunta-Gruppe (Oberkreide bis Paläozän) im Nordlichen teil des Parras-Beckens Coahuila, Nordost-Mexiko. Der Westfälischen Wilhelms-Universität. Diplomarbeit:1-48
- GAYET, M. (1991). "Holostean" and the Teleostean fishes of Bolivia. In: R. Suarez-Soruco, Fósiles y facies de Bolivia-Vol I Vertebrados. Revista Técnica de YPF, 12 (3-4): 453-494.
- GAYET, M. (1993). Gonorrhynchoidei du Crétacé supérieur marin du Liban et relations phylogénétiques des Charitosomidae nov. fam. Docum. Lab. Géol. Lyon, 126: 1-131.
- GEI (1980). Guía Estratigráfica Internacional, Reverte, Barcelona: 1-205.

- GOLDHAMMER, R. K. (1999). Mesozoic sequence stratigraphy and paleogeographic evolution of Northeast Mexico. In: BARTOLINI, C., WILSON, J. L., & LAWTON, T. F. Mesozoic sedimentary and tectonic history of North-Central Mexico. Geological Society of America. Special Paper. Colorado: 1-340.
- GOLDHAMMER, R. K.; LEHMAN, P. J.; TODD, R. G.; WILSON, J. C.; WARD, W. C & C. R. JOHNSON. (1995). Sequence Stratigraphy and cyclostratigraphy of the Mesozoic of Sierra Madre Oriental, Northeastern México. Exxon Production Research Co.: 1-101.
- GOODY, P. C. (1969). The relationships of certain Upper Cretaceous teleosts with special reference to the myctophoids. Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. Geol., 7: 5-255.
- HAY, O. P. (1902). Bibliography and catalogue of the fossil Vertebrata in North America. U. S. Geol. Surv. Bull, 179: 1-868.
- HAY, O. P. (1929). Second bibliography and catalogue of the fossils vertebrata of North America. Carnegie Inst. Washington Publ. 39 (1) viii: 1-916.
- HECKEL, J. J. (1854). Über den Bau und die Einteilung der Pycnodonten, nebst kurzer Beschreibung einiger neuen Arten derselben. Sitzungber. K. Akad. Wiss. Math.-Naturw. Kl 12 (3): 433-464.
- HÜCKEL, U. (1970). Die Fischschiefer von Haqel und Hjoula in der Oberkreide des Libanon. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 135 (2): 113-149.
- HEMLEBEN, C. (1977). Rote tiden und die oberkretazischen Plattenkalke im Libanon. N. Jb. Geol. Paläont. Mh. H.4: 239-255.
- HEMLEBEN C. & FREELS, D. (1977a). Algen-laminierte und gradierte Plattenkalke in der Oberkreide Dalmatiens (Jugoslavien). N. Jb. Geol. Paläont. 154 (1): 61-93.
- HEMLEBEN C. & FREELS, D. (1977b). Fossilführende dolomisierte Plattenkalke aus dem "Muschelkalk Superior" bei Montral (Prov. Tarragona, Spanien). N. Jb. Geol. Paläont. 154 (2): 186-212.
- HEMLEBEN, C. & SWINBURME, N. H. M. (1991). Cyclical deposition of the plattenkalk facies. In: EINSELE G.; RICKEN, W.; SEILACHER, A. Cycles and events in Stratigraphy. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg: 572-591.
- JAEKEL, O. (1898). Die eozänen Selachier vom Monte Bolca. Ein Beitrag zur Morphogenie der Wirbeltiere. Springer-Verlag. Berlin: 1-176.
- JORDAN, D. S. (1910). Description of a collection fossil fishes from the bituminous shals of Riacho Doce, State of Alôas, Brazil. Ann. Carnegie Mus, 7 (1):22-34.
- JURKOVSEK, B., & KOLAR-JURKOVSEK, (1995). La razza del genere *Rhinobatos* del Cretaceo superiore nella formazione di Lipizza dei dintorni di Dobravlje. (Altopiano Trieste-Komen, Slovenia). An. Studi istriani e mediterranei. Koper, 7/95. 161-169.
- KANE, W. C. (1936). Structural geology of border province of Northeastern Mexico adjacent to Zapata and Starr Counties, Texas. Buletin of the Am. Assoc. Petrol.Geol. 20 (4): 403-416.
- KRAUSKOPF, K. B. & BIRD, D. K. (1995). Introduction to Geochemistry. 3th edition. McGraw-Hill, Inc. New York: 1-645.

- KRIWET, J. (1999). Pycnodont fishes (Neopterygii, Pycnodontiformes) from the Lower Cretaceous of Uña (E-Spain) with comments on branchial teeth in pycnodont fishes. In: ARRATIA, G & SCHULTZE, H-P. Mesozoic fishes 2. Verlag DR. FRIEDRICH PFEIL. München: 215-218.
- KRIWET, J. (2000). Revision of *Mesurus cordillera* MARTILL ET AL, 1998 (Actynopterygii, Pycnodontiformes) from the Oxfordian (Upper Jurassic) of Northern Chile. *J. Vert. Pal.* 20(3): 450-455.
- KRIWET, J.; POYATO-ARIZA, F. J. & WENZ, S. (1999). A revision of the pycnodontid fish *Coelodus subdiscus* WENZ 1989, from the Early Cretaceous of Montsec (Lleida, Spain). *Teb. Mus. Geol. Barcelona*, 8: 33-65.
- LAWRENCE, D. R. (1979). Taphonomy, Biostratonomy. Diagenesis of fossils-Fossildiagenese. In: FAIRBRIDGE, R. W. & JABLONSKI, D. The Encyclopaedia of Paleontology. HUTCHINSON & ROSS, Stroudsburg: 99- 799.
- LEHMAN, J. P. (1966). Actinopterygii. - In: PIVETEAU, J.: *Traité de Paléontologie* (Mason et Cie. Eds.), Paris: 1-242;
- LEES, T. & BARTHOLOMAI, A. (1987). Study of a Lower Cretaceous Actinopterygian (Class Pisces) *Cooyoo australis* from Queensland, Australia. *Mem. Qd. Mus.* 25 (1) 177-192.
- LEONARDI, A. (1966). L'ittiofauna Cenomaniana di Floresta-Messina. *Paleontographica Italica di Pisa*, 60 (1965): 33-67.
- LERICHE, M. (1929). Les Poissons du Crétacé marin de la Belgique et du Limbourg hollandais (Note préliminaire). *Bull. Soc. Belge de geol. de pal. Et d'hydro.*, 199-299.
- LONGBOTTOM, A. E. (1984). New Tertiary pycnodonts from the Tilemsi valley, Republic of Mali. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Geol.)*, 38(1): 1-26.
- LONGBOTTOM, A. E. (1988). A note on the location of the type specimens of vertebrate from Brazil described by Cope in 1886. *J. Paleont.* 62: 828-832.
- LONGBOTTOM, A. E. & PATTERSON, C. (1987). Fishes. IN OWEN, E. & SMITH, A. B. *Fossils of the Chalk. Field guides to fossils: 2: 238-265*
- LONGORIA, J. F. (1979). Estratigrafía y microfacies del Cerro de la Silla, SE de Monterrey. *Bol. Dpto. Geol. Uni-Son.* 2(1): 65-95
- LÓPEZ-OLIVA, J. G. (1996). Stratigraphy of the Cretaceous/Tertiary (K/T) boundary transition in Northeastern and East-Central México. (Doctoral Thesis). Princeton University: p. 246.
- LÓPEZ-RAMOS, E. (1982). Geología de México. 2ª edición. Tomo II. UNAM. México, D. F.: p. 454.
- MAISCH, M. W. & LEHMANN, J. (2000). *Tselfatia formosa* ARAMBOURG, 1943 (Telostei) from the Upper Cretaceous of Lower Saxony (Northern Germany). - *N. Jb. Geol. Paläont., Mh* (2000)8: 499-512.
- MAISEY, J. G. (1991a). *Cladocycclus*, AGASSIZ, 1841 in: MAISEY, J. G. *Santana Fossils, an illustrated Atlas.* T. F. H. Publications Inc. : 190-207.
- MAISEY, J. G. (1991b). *Rhacolepis* LINK, 1790. in: MAISEY, J. G. *Santana Fossils, an illustrated Atlas.* T. F. H. Publications Inc. :110-115.

- MAISEY, J. G. (1994). Predator-prey relationships and trophic level reconstruction in a fossil fish community. *Environ. Biol. Fishes* 40: 1-22.
- MAISEY, J. G. (1996). Non-marine occurrence of Ichthyodectiforms in the Lower Cretaceous of Brazil. *Society of Vertebrate Paleontology*: 50A
- MAISEY, J.G. (2000). Continental break up and the distribution of fishes of Western Gondwana during the Early Cretaceous. *Cretaceous Research*, 21 281-314
- MAISEY, J. G. & BLUM, S. (1990). Elopomorph fishes of the Santana Formation. *Atas do Simpósio sobre a Bacia de Araripe e Bacias Interiores do Nordeste Crato*. Crato: 351-371.
- MAISEY, J. G. & BLUM, S. (1991). *Araripichthys* SILVA SANTOS, 1985, in: MAISEY, J. G. *Santana Fossils, an illustrated Atlas*. T. F. H. Publications Inc. : p.208-215.
- MAISEY, J. G. & MOODY, (2001). A review of the problematic extinct teleost fish *Araripichthys*, with the description of a new species from the Lower Cretaceous of Venezuela. *American Museum Novitates* 3324: 1-27.
- MALDONADO-KOERDELL, M. (1956): Peces fósiles de México III. Nota preliminar sobre los peces del Turoniano Superior de Xilitla, San Luis Potosí, México. *Ciencia*, 16(13): 31-35.
- MARINCOVICH, L., BROWERS, E. M., HOPKINS, D. M. & MCKENNA, M. C. (1990). Late Mesozoic and Cenozoic paleogeographic and paleoclimatic history of the Arctic Ocean Basin, based on shallow-water marine faunas and terrestrial vertebrates. In: GRANTZ, A., JOHNSON, L. & SWEENEY, J. F. *The Arctic Ocean Region. Geological Survey of America. The Geology of North America, Vol. L*: 403-426.
- MARTILL, D.M. (1987). A taphonomic and diagenetic case study of partially articulated ichthyosaur. *Palaeontology*, Vol. 30, Part 3, p. 543-555.
- MARTILL, D. M. (1988). Preservation of fish in the Cretaceous Santana Formation of Brazil. *Palaeontology*, 31(1): 1-18.
- MARTILL, D. M. (1990a). Macromolecular resolution of fossilized muscle tissue from an elopomorph fish. *Nature*. 346: 171-172.
- MARTILL, D. M. (1990b). The significance of the Santana Biota. *Atas do Simpósio sobre a Bacia de Araripe e Bacias Interiores do Nordeste Crato*. Crato: 253-263.
- MARTILL, D. M. (1993a). Soupy Substrates: A medium for the exceptional Preservation of Ichthyosaurs of the Posidonia Shale (Lower Jurassic) of Germany. *Kaupia. Darmstädter Beiträge zur Naturgeschichte*. Heft. 2: 77-97.
- MARTILL, D. M. (1993b). *Fossils of the Santana and Crato Formation, Brazil* Paleontological Association, London: p.159.
- MARTILL, D. M. (1997) Fish oblique to bedding in early diagenetic concretions from the Cretaceous Santana Formation of Brazil. Implications for substrate consistency. *Paleontology*, Vol. 40. Part: 1011-1026.

- MARTILL, D. M. & FIGUEIRA, B. M. (1994). A new feather from the lower Cretaceous of Brazil. *Paleontology*. 37 (3): 483-487.
- MARTILL, D. M. & D. M. UNWIN. (1997). Small spheres in fossil bones: blood corpuscles or diagenetic products?. *Palaeontology*, Vol. 40, Part 3. P. 619-624.
- MARTILL, D. M., CHONG-D., G. & PARDO, R. (1998). A new pycnodont (Pisces, Actinopterygii) from the Jurassic of Chile. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.* 8: 485-493.
- McFARLAND, E. & MENES, L. S. (1991). Lower Cretaceous. In: SALVADOR, A.: *The Gulf of Mexico Basin*. The Geological Society of North America Inc. Austin: 181-204.
- MOODY, J. M. & MAISEY, J. G. (1994). New cretaceous marine vertebrate assemblages from North-Western Venezuela and their significance. *J. Vert. Paleont.* 14 (1): 1-8.
- MORÁN-ZENTENO, D. (1994). Geology of the Mexican Republic. *Am. Assoc. Petrol. Geol.* 39: p. 160.
- MUIR, J. M. (1934). Limestone reservoir rocks in the Mexican oil fields. In: *Problems of petroleum geology*. Am. Assoc. Petrol. Geol.: 377-398.
- MUIR, J. M. (1936). Geology of the Tampico Region México. *The Am. Assoc. Petrol. Geol.*: p. 280.
- NELSON, J. S. (1994): *Fishes of the World*. John Wiley & Sons; New York: 600 pp
- NUMMEDAL, D. (1991). Shallow marine storm sedimentation. In: EINSELE G.; RICKEN, W.; SEILACHER, A. *Cycles and events in Stratigraphy*. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg: 227-248..
- NURSALL, J. R. (1996a): Distribution and ecology of pycnodont fishes. In: ARRATIA, G. & VIOHL, G: *Mesozoic fishes - systematics and paleoecology*, Verlag DR. FRIEDRICH PFEIL. München: 115-124.
- NURSALL, J. R. (1996b). The phylogeny of pycnodont fishes. - In: ARRATIA, G. & VIOHL, G: *Mesozoic fishes - systematics and paleoecology*; Verlag DR. FRIEDRICH PFEIL. München 125-152
- NURSALL, J. R. (1999a). The family Mesturidae and the skull of pycnodont fishes. In: ARRATIA, G & SCHULTZE, H-P. *Mesozoic fishes 2*. Verlag DR. FRIEDRICH PFEIL. München: 153-188.
- NURSALL, J. R. (1999b). The pycnodontiform Bauplan: The morphology of a successful taxon. In: ARRATIA, G & SCHULTZE, H-P.. *Mesozoic fishes 2*. Verlag DR. FRIEDRICH PFEIL. München: 189-214.
- OSCHMANN, W. Anaerobic-Poilkiloaerobic-Aerobic: a new facies zonation for modern and ancient neritic redox facies. In: EINSELE G.; RICKEN, W.; SEILACHER, A. *Cycles and events in Stratigraphy*. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg: 565-571..
- PADILLA Y SÁNCHEZ, R. J. (1978). Geología y estratigrafía (Cretácico Superior) del límite suroeste del estado de Nuevo León. *UNAM. Rev. Inst. Geol.* 2 (1): 37-44.
- PADILLA Y SÁNCHEZ, R. J. (1982) Geologic evolution of the Sierra Madre Oriental between Linares, Concepción de Oro, Saltillo y Monterrey, México. - 232 pp.; unpublished. Ph. D. thesis (Univ. Texas, Austin).
- PÁRAMO-FONSECA, M. (1997a). *Bachea huilensis* nov.gen., nov. sp., premier Tselfatoidei (Teleostei) de Colombie. - *Acad. des Scien.* 325: 147-150.

- PÁRAMO-FONSECA, M. (1997b). Les vertébrés marines du Turonien de la Vallée Supérieure du Magdalena, Colombie. - 228 pp.; unpublished. Ph. D. thèse (Univ. Poitiers).
- PATTERSON, C. (1967). A second specimen of the Cretaceous teleost *Protobrama* and the relationships of the sub-order Tselfatoidei. *Aktiv för Zoologi*, 19(8): 215-234.
- PATTERSON, C. (1993). Osteichthyes: Teleostei. In: BENTON, M. J. *The fossil record 2*. Chapman and Hall. London: 621-656.
- PATTERSON, C. & ROSEN, D. E. (1977). Review of ichthyodectiform and other Mesozoic teleost fishes and the theory and practice of classifying fossils. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. Vol. 158, Article 2, p. 83-158.
- PESSAGNO, JR. E. A. (1967). Upper Cretaceous stratigraphy of the Western Gulf Coast area of Mexico, Texas and Arkansas. *Geol. Soc. Amer. Mem.* III (1-139): p. 60.
- PICTET, F. J. (1850). Description des quelques poissons fossiles du Mont Liban. J.-G. FICK. Genève: p. 59
- PICTET, F. J. & HUMBERT, A. (1866). Nouvelles recherches sur les poissons fossiles du Mont Liban. Genève Gorg. vii: p. 114
- POYATO-ARIZA & WENZ, (1995). Ichthyofauna. In: MELÉNDEZ, N. Las Hoyas, a lacustrine Konservat-Lagerstätte, Cuenca, Spain, Field trip guide book. Edición Universidad Complutense de Madrid, Madrid: 43-50.
- POYATO-ARIZA, F. J. & WENZ, S. (2000). A new pycnodontiform fish from the Early Cretaceous of Las Hoyas (Cuenca, Spain). *Bull. Soc. Géol. France* 171 (2): 251-258.
- POYATO-ARIZA, F. J. & WENZ, S. (2002). A new insight into pycnodontiform fishes. *Geodiversitas* 24(1): 139-248.
- POYATO-ARIZA, F. J., TALBOT, M. R., FREGENAL-MARTÍNEZ, M. A., MELÉNDEZ, N. & WENZ, S. (1998). First isotopic multidisciplinary evidence for nonmarine coelacanths and pycnodontiform fishes: palaeoenvironmental implications. *Paleo. Paleo. Paleo.* 144: 65-84
- PRIEM, M. F. (1898). Sur des Pycnodontes et des squales du Crétacé Supérieur du Bassin de Paris (Turonien, Sénonien, Montien Inférieur). *Bull. Soc. Géol. De France*. 3me Série: 229-245.
- RAAB, M. (1963). Fossil fish and reptiles from Late Campanian phosphatic deposits of the Negev Region of Israel. *Israel J. Earth-Sci.*, 12: 26-40.
- RICKEN, W. (1991) Variation of sedimentation rates in rhythmically bedded sediments: distinction between deposits types. In: EINSELE G.; RICKEN, W.; SEILACHER, A. *Cycles and events in Stratigraphy*. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg: 167-187.
- RIDEWOOD, W. G. (1921). On the calcification of the vertebra centra in sharks and rays. *Phil. Trans. R. Soc. London*. 210: 311-407.
- ROMER, A. S. (1966). *Vertebrate paleontology*. 3th Ed. Univ. Chicago Press. Chicago: p.486.
- ROMER, A. S. & PARSONS, T. S.. (1986). *Anatomía Comparada*. 5ª. Edición. Nueva Editorial Interamericana. México, D.F. 428pp.

- ROSEN, D. E. (1973). Interrelationships of higher euteleosteans fishes. In: GREENWOOD, P. H.; MILES, R. S. & PATTERSON, C. Interrelation of fishes. Suppl. 1. Zool. J. Linn. Soc. Vol. 53. Academic Press, London: 397-513.
- RUSSELL, D. A. (1988). A check of list of North American marine Cretaceous vertebrates including fresh water fishes. Occasional papers of the Tyrell Museum of Paleontology. 4: p. 57.
- RUSSELL, D. A. (1993). Vertebrates in the Cretaceous Western Interior. In: CALDWELL, W. G. E. & KAUFFMAN, E. G. Evolution of Western Interior Basin. Geological Association of Canada. Special Paper: 665-680.
- SAINT-SEINE, P. DE (1949). Les poisons des calcaires lithographiques de Cerin (Ain). Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon 2: 1-537.
- SAVRDA, C. E. & BOTTJER, D. J. (1987). The exaerobic zone, a new oxygen-deficient marine biofacies. Nature 327 (7): 55-56.
- SAVRDA, C. E., BOTTJER, D. J. & SEILACHER, A. (1991). Redox-related benthic events. In: EINSELE G.; RICKEN, W.; SEILACHER, A. Cycles and events in Stratigraphy. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg: 524-541.
- SCHAIERER, G. & JANICKE, V. (1970). Sedimentologisch-paläontologische Untersuchungen an den Plattenkalken der Sierra de Monsech (Prov. Lérida, NE-Spanien). N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 2: 171-189.
- SCHÄFFER, W. (1972) Ecology and paleoecology of marine environments (English translation). Oliver & Boyd, Edinburgh, 568 p.
- SCHOENHERR, P. (1988). Litho-und Mikrobiostratigraphie der Mittel-und Oberkreide Nordmexikos (Alb bis Campan). Doktorarbeit (Ph.D. These) Universität Hannover: 1-176.
- SCHWIMMER, D. R.; STEWART, J. D. & WILLIAMS, G. D. (1992). Late Cretaceous *Xiphactinus* fossils in eastern United States are not necessarily *X. audax*. J. Vert. Paleont. (Suppl. To 3). 51A.
- SCHWIMMER, D. R., STEWART J. D. & WILLIAMS, G. D. (1997). Scavenging by sharks of the genus *Squalicorax* in the late Cretaceous of North America. Palaios. V.12, p. 71-83.
- SCOTT, R. W. (1984). Mesozoic biota and depositional systems of the Gulf of Mexico-Caribbean region. In: Jurassic Cretaceous Biochronology and paleogeography of North America. Geol. Ass. Can. Special Paper. 27: 49-64.
- SEIBERTZ, E. (1986). Paleogeography of the San Felipe Formation (Mid-Cretaceous, NE México) and facial effects upon the Inoceramids of the Turonian/Coniacian transition. Zbl. Geol. Paläont. Teil I. H.9/10: 1171-1181.
- SEIBERTZ, E. (1988). Desarrollo cretácico del Archipiélago de Tamaulipas I. Litogénesis, paleogeografía y datación bioestratigráfica de la Formación San Felipe por medio de inocerámidos en el estado de Nuevo León (Turoniano, NE México). Actas Fac. Ciencias Tierra, UANL. 3: 9-29.
- SEIBERTZ, E. (1989). Contributions to the transport behaviour of glauconite exemplified in Northeast Mexican Mid-Cretaceous strata. Zbl. Geol. Paläont. Teil I. H. 5/6: 839-845.

- SEIBERTZ, E. (1998). Evolution of the Mid-Cretaceous in Northern Mexico under paleogeographic aspects. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 15 (1): 87-90.
- SEILACHER, A. (1970). Begriff und Bedeutung der Fossil-Lagerstätten. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*: 34-39.
- SEILACHER, A. (1990). Taphonomy of Fossil-Lagerstätten (an overview). In: BRIGGS, D.E.G & CROWTHER, P. R. *Paleobiology (A Synthesis)*. Blackwell Scientific Publications. 266-270p.
- SEILACHER, A. REIF, W.E. & WESTPHAL, F. (1985). Sedimentological, ecological and temporal patterns of *Fossil-Lagerstätten*. *Proc. R. Soc. London* 311B: 5-23.
- SHIMADA, K. (1993a). Upper Cretaceous elasmobranchs from the Blue Hill Shale Member of the Carlile Shale, Western Kansas. *Abstract Missouri and Kansas Academies of Science, Kansas City*. 13: p. 78.
- SHIMADA, K. (1993b). Preliminary report of the Upper Cretaceous shark *Cretoxyrhina mantelli*, from Western Kansas. *J. Vert. Paleont.* 13 (Supplement to No.3): 57A.
- SHIMADA, K. (1994). Occurrence of *Ptychodus whippley* in Kansas and its potential diet. Abstracts of papers presented at the 126th Kansas Acad. Sci. Annual Meeting. 13:35.
- SHIMADA, K. (1996). Selacians from the Fort hays Limestone Member of the Niobrara Chalk (Upper Cretaceous), Ellis County, Kansas. *Trans. Kansas Acad. Sc.* 99(1-2): 1-15
- SHIMADA, K. (1997a). Gigantic Lamnoid shark vertebra from the Lower Cretaceous Kiowa Shale of Kansas. *J. Paleontology*. 7 (3), p. 522-524.
- SHIMADA, K. (1997b). Periodic marker bands in vertebral centra of the Late Cretaceous lamniform shark *Cretoxyrhina mantelli*. *Copeia*, 1997 (1): 233-235.
- SHIPMAN, P. (1981). Life history of a fossil. An introduction to Taphonomy and Paleoecology. Harvard University Press. Cambridge- Massachusetts- London: 222p.
- SHIRAI, S. 1996. Phylogenetic interrelationships of neoselachians (Chondrichthyes: Euselachii). In: STIASSNY, J., PARENTI, L. R. & JOHNSON, G. D. *Interrelationships of fishes*. Academic Press, San Diego, p. 9-34.
- SILVA-SANTOS, R. DA. (1950). *Anaedopogon*, *Chiromistus* e *Enelichthys*, como sinónimos de *Cladocyclus*, da família Chirocentridae. *An. Acad. Brasil. Ciênc.* 22 (1): 123-134.
- SILVA-SANTOS, R. DA. (1968). A paleoictiofauna da Formação Santana: Holostei: família Gyrodontidae. *An. Acad. Brasil. Ciênc.* 40 (4): 491-497.
- SILVA-SANTOS, R. DA. (1970). A paleoichthiofauna da Formação Santana-Holostei: Família Girodontidae. *An. Acad. Brasil. Ciênc.* 42 (3): 445-452.
- SILVA-SANTOS, R. DA. (1976). A paleoichthiofauna da Formação Muribeca. (Resul. Da Excursão paleont. E Estratigráfica da Acad. brasil. Ciên., em 1976 on Nordeste Brasileiro). *Resumos Comm., An. Acad. brasil. Ciênc.* 48 (4): 788
- SILVA-SANTOS, R. DA. (1983). *Araripichthys castilhoi* novo gênero e espécie de actinoptergio da Formação Santana, Chapado do Araripe, Brasil. VIII Congr. Brasil. Paleont., Rio de Janeiro, Resumos comm. : 27.

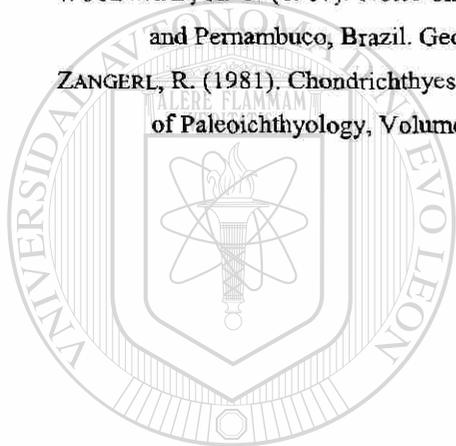
- SILVA-SANTOS, R. DA. (1985). *Araripichthys castilhoi* novo gênero e espécie de Telostei da Formação Santana, Chapado do Araripe, Brasil. Colet. Trab. Paleont. Brasil., D. N. P. M. : 133-139.
- SILVA-SANTOS, R. DA. (1986). Posição Taxonómica do *Cladocycclus woodwardi* (Silva Santos) do Cretaceo do Brasil. An. Acad. Brasil. Ciênc., 58(2): 29-231.
- SILVA-SANTOS, R. DA & GÓMEZ-VALENÇA, J. F. (1968). A Formação Santana e sua paleoictiofauna. Anais. Acad. Brasil. Cienc. Rio de Janeiro 40: 339-360.
- SILVA-SANTOS, R. DA & OLIVERIA, A. R. DE. (1994). *Rhacolepis buccalis* Agassiz 1841 (Pises, Elopomorpha) no Crétaceo Inferior da Colombia, AS. Anais, Acad. Brasil. Ciênc. 66: 167-171.
- SIVERSON, M. (1996). Lamniform sharks of the Mid Cretaceous Alinga Formation and Beedagong Claystone Western Australia. Palaeontology, Vol. 39, p. 813-849.
- SIVERSON, M. (1999). A new large lamniform shark from the uppermost Gearle Siltstone (Cenomanian, Late Cretaceous) of Western Australia. Trans. Royal Soc. Edinburgh: Earth Sci., 90: 49-65.
- SMITH, A. G. ; SMITH, D. G. & FURNELL, B. M. (1994). Atlas of Mesozoic and Cenozoic coastlines. Cambridge University Press. London: 1-99.
- SMITH, M. M. & HEEMSTRA, P. C. (1986). Smith's Sea Fishes. Springer Verlag. Heidelberg.: 700p.
- SOHL, N. F., MARTÍNEZ, E., SALMERÓN-UREÑA, P. & SOTO-JARAMILLO, F. (1991). Upper Cretaceous. In: SALVADOR, A: The Gulf of Mexico Basin. (The Geological Society of North America Inc.). Austin: 204-244.
- SORBINI, L. (1976). L'Ittiofauna Cretacea di Cinto Euganeo (Pavova Nord Italia). Boll. Mus. Civ. Storia Nat. Verona 3: 469-567.
- SOTO-JARAMILLO, C. (1981). Zonificación microfaunística del Cañón de la Borrega, Tamaulipas. Rev. Inst. Mex. Petrol. 13 (4): 7-23.
- STEWART, J. D. (1988a). The stratigraphic distribution of the Late Cretaceous Protosphyraena in Kansas and Alabama. In: Nelson, M. E. Geology, Paleontology and Biostratigraphy of Western Kansas. Articles in Honor of Myrl V. Walker. Fort Hays Studies, 3e er., Science: 80-94.
- STEWART, J. D. (1988b). Palaeology and the first North American west coast record of the shark genus *Ptychodus*. J. Vert. Paleont. 8 (supp. No. 3): 27A
- STEWART, J. D. (1990) Niobrara Formation vertebrate stratigraphy. In: BENNET, S. C. Soc. Vert. Paleont. 50th Anniversary Meeting (Lawrence, Kansas). Niobrara Chalk Excursion Guidebok.
- STEWART, J. D. (1999). A new genus of Saurodontidae (Teleostei: Ichthyodectiformes) from Upper Cretaceous rocks of the Western Interior of North America. In: ARRATIA, G & SCHULTZE, H-P. Mesozoic fishes 2. Verlag DR. FRIEDRICH PFEIL. München: 335-360.
- TABASTE, N. (1963). Etude de restes de poissons du Crétacé saharien. Mémoire IFAN, Mélanges Ichthyologiques, 68: 437-485.
- TAVERNE, L. (1973). Les affinités systematiques des téléostéens fossiles de L'Orde des Ichthyodectiformes. Bull. K. Belg. Inst. Nat. Wet. 49 (6):1-11.

- TAVERNE, L. (1974). A propos de *Tselfatia* ARAMBOURG, C. 1943 (Cénomanién du Maroc), de *Protobrama* WOODWARD, A. S. 1942 (Cénomanién du Liban) et du rapport éventuel des Tselfatioïdes fósiles (Crétacé) et des Téléostéens du Super-Ordre des Ostéoglossomorphes. Ann. Soc. Roy. Zool. Belg. 105: 53-72.
- TAVERNE, L. (1975). A propos de *Tselfatia* ARAMBOURG, C. 1943. (Cenomanian du Maroc), de *Protobrama* WOODWARD, A. S. 1942. (Cenomanian du Liban) et du rapport éventuel des Tselfatioïdes fósiles (Crétacé) et des Téléostéens du superordre des Ostéoglossomorphes. Ann. Soc. Zool. Belg. 105: 53-72.
- TAVERNE, L. (1976a) Les Téléostéens fossils du Crétacé Moyen de Kipala (Kwango, Zaire. Mus. Roy. Afr. Centr. Ann. 79: 1-39.
- TAVERNE, L. (1976b). A propos d'*Elopopsis microdon* HECKEL, J. J., 1856, du Crétacé moyen d'Afrique et d'Europe et des affinités systématiques de la famille fossile des Pachyrhizodontidae au sein des Téléostéens primitifs, Rev. Zool. afr., 90 (2): 487-496.
- TAVERNE, L. (1981). Les Actinoptérygiens de l'Aptien Inférieur (Töck) d'Helgoland. Mitt. Geol. Paläont. Inst. Univ. Hamburg, H.51: 43-81.
- TAVERNE, L. (1983). Ostéologie et affinités systématique de *Tselfatia formosa*, Téléostéen fossile du Crétacé supérieur de la Mésogène Eurafrique. Anns. Soc. r. Zool. Belg. 113(2):165-181.
- TAVERNE, L. (1986). Ostéologie et affinités systématiques de *Chirocentrites vexillifer* du Crétacé supérieur de la Mésogée Eurafrique. Considération su la phylogénie de Ichthyodectiformes, Poissons Téléostéens du Jurassique et du Crétacé. Anns. Soc. r. Zool. Belg. 116(1): 33-54.
- TAVERNE, L. (1987a). On the cranial and caudal osteology of the Cretaceous marine Teleost Pachyrhizodus (Pachyrhizodontidae: Crossognathiformes). Biol. Jb. Dodonaea, 55 (1): 136-145.
- TAVERNE, L. (1987b). Ostéologie de *Cyranichthys ornatissimus* nov. gen du Cénomanién du Zaïre et de *Rynchodercetis yovanovitchi* du Cénomanién de l' Afrique du Nord. Les relations intergénériques et la position systématique de la famille néocrétacique marine des Dercetidae. Mus. Roy. Afr. Centr. Rapp. Ann.: 93-112.
- TAVERNE, L. (1991a). *Greenwoodella tockensis* TAVERNE & ROSS, 1973 from the marine Lower Aptian (Töck) of Helgoland (West Germany), the oldest known Pachyrhizodontid Fish (Teleostei, Crossognathiformes). Geol. Jb. A 120(2): 305-309.
- TAVERNE, L. (1991b). New considerations on the osteology and the phylogeny of the Cretaceous marine teleost family Dercetidae. Biol. Jb. Dodonaea, 58: 94-112.
- TAVERNE, L. (1994) Ostéologie et affinités du téléostéen crétacique *Elopopsis microdon* (Pisces, Crossognathiformes, Pachyrhizodontidae), Biol. Jb. Dodonaea 61: 172-192.
- TAVERNE, L. (1996). Révision de *Tingitanichthys heterodon* (ARAMBOURG, 1954), nov. gen. (Teleostei, Pachyrhizodontidae) du Crétacé supérieur marin du Maroc. Biol. Jaarb. Dodonaea, 63: 133-151.
- TAVERNE, L. (1997). Les Poissons Crétacés de Nardo. 3° L'Orde des Ichthyodectiformes (Pises: Telesotei). Boll. Mus. Civ. St. Nat. Verona, 21: 383-400.

- TAVERNE, L. (1999). Révision de *Zanclites xenerus*, Téléostéen (Pisces, Tselfatiformes) marin du santonien (Crétacé Supérieur) du Kansas (États-Units). - Bel. J. Zool., 129: 421-438.
- TAVERNE, L. (2000). *Tselfatia formosa*, téléostéen marin du Crétacé (Pisces, Actinopterygii), et la position systématique des Tselfatiformes ou Bababogmiformes. - Geodiversitas 22(1): 5-22.
- TAVERNE L. & ROSS, P. H. (1973). Fischreste aus dem Töck (Unter-Aptien) von Helgoland. Meyniana, 23: 99-111.
- TAVERNE, L. & BRONZI, P. (1999) Les Posissons Crétacés de Nardo. 9°. Note complémentaire sur le Saurodontinae (Telesotei, Ichthyodectiformes): Saurodon elongatus. Studi e Ricerche sui Giacimenti Terziari di Bolca. VIII. Mus. Civ. St. Nat Verona. 105-116.
- TAVERNE, L. & CHANET B., (2000). *Faugichthys loryi* n. gen., n. sp. (Teleostei, Ichthyodectiformes) de l'Albien terminal (Crétacé inférieur marin) du vallon de la Fauge (Isère, France) et considérations sur la phylogénie des Ichthyodectidae, geodiversitas 22 (1) 23-34.
- THURMOND, J. T. (1974). Lower vertebrate faunas of the Trinity division in North Central Texas. Geoscience and Man, 8: 103-129.
- TINTORI, A. (1981). Two new pycnodonts (Pisces, Actinopterygii) from the Upper Triassic of Lombardi (N. Italy). Riv. It. Paleont. Stratig. 86 (4): 797-824.
- TINTORI, A. (1991). Fish taphonomy and Triassic anoxic basins from the Alps: a case history. Riv. It. Paleont. Strati. 97(3-4): 393-408.
- TURNER, S. (1996). Mesozoic fish in Queensland, especially *Saurichthys*. - In: ARRATIA, G. & VIOHL, G.: Mesozoic fishes - systematics and paleoecology; München (DR. FRIEDRICH PFEIL).
- VEGA-VERA, F. J. (1987). Importancia geológico-estratigráfica de la transición Cretácico Superior-Terciario en la Cuenca de la Popa (grupo Difunta), Nuevo León. In: El Cretácico de México y América Central. Actas de la Facultad de Ciencias de la Tierra. No2: 107-110.
- VERA-TORRES, A. (1994). Estratigrafía. Principios y Métodos. Editorial Rueda. Madrid: p. 806.
- VIOHL, G. (1990). Solnhofen lithographic limestone. Taphonomy of Fossil-Lagerstätten. In: BRIGGS, D.E.G & CROWTHER, P. R. Paleobiology (A Synthesis). Blackwell Scientific Publications. 285-289.
- VON DER MARCK, W. (1858). Ueber einige Wierbeltiere, Kruster und Cephalopoden der Westphälischen Kreide. Z. df. Geol. Ges. Berlin. 10: 231-271.
- WALDMAN, M. 1960. *Ichthyodectes* and *Holcolepis* from the Cretaceous of Lac des Bois, Northwest Territories, Canada. Can. J. of Earth Sciences. 6: 1316-1319.
- WEIDIE, A. E. & WARD, W. C. (1987). Laramide tectonics and Upper Cretaceous-Lower Tertiary center of deposition, NE Mexico. El Cretácico de México y América Central. Actas Fac. Ciencias Tierra UANL: 195-196.
- WELTON, B. J. & FARISH, R. F. 1993. The collector's guide to fossils sharks and rays from the Cretaceous of Texas. Before Time, Lewisville, Texas. 204p.

- WENZ, S. (1968). Compléments à l'étude des poissons actinoptérygiens du Jurassique français. Cahiers de Paléontologie (1967), p. 276.
- WENZ, S. (1972). Presence du sélacien *Ptychodus* (*Pt. Chapelli*) dans le Crétacé supérieur de l'Equateur (Amérique du Sud). Bull. Mus. Natn. Hist. Nat. Série 3, 74. Sciences de la Terre 13: 91-94.
- WENZ, S. (1989a). Une nouvelle espèce de *Coelodus* (Pises, Pycnodontiformes) de Crétacé Inférieur du Montsec (Province de Lérida, Espagne): *Coelodus subdiscus* n. sp. Geobios 22 (4): 515-520.
- WENZ, S. (1989b). *Iemanjia palma* n. g; n. sp. Gyrodontidae nouveau (Pises, Actinopterygii) du Crétacé Inférieur de la Chapada do Araripe (N-E du Brésil). Compt. Rend. S. Acad. Sci. Paris. 2a. 308: 975-980.
- WENZ, S. (1991). Peixos del Cretaci inferior de la Serra del Montsec (Espanya). In: MARTÍNEZ-DELCLÓS. X. Les calcaires lithographiques del Cretaci inferior del Montsec. Institut d'Estudis Ilerdencs, Lleida: 111-132.
- WENZ, S. & FRICOT, C. (1985). Présence de *Pachyrhizodus salmoneus* (GÜNTER), Pisces, Teleostei, Pachyrhizodontidae, dans l'Albien moyen de l'Aube (France). Bulletin d'Informations Géologique du Bassin de Paris, 22(4): 7-10.
- WENZ, S & BRITO, P. M. (1990). L'ichthyofaune des nodules fossilifères de la Chapada do Araripe (N-E du Brésil). Atas do I Simposio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste Crato. Brasil: 337-349.
- WENZ, S. & POYATO-ARIZA, F. J. (1995). Pycnodontiform fishes from the Early Cretaceous of Las Hoyas (Spain). II International Symposium on Lithographic Limestones, Lleida-Cuenca (Spain): 157-161.
- WENZ, S. BERNIER, P., BARALE, G., BOURSEAU, J-P., BUFFETAUT, E., GAILLARD, C. & GALL, J-C. (1993). L'ichthyofaune des calcaires lithographiques du Kimméridgien supérieur de Cerin (France). Geobios. M. S. 16: 61-70.
- WETZEL, A. (1991). Stratification in Black Shales: depositional models and timing- an overview. In: EINSELE G.; RICKEN, W.; SEILACHER, A. Cycles and events in Stratigraphy. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg: 508-523.
- WIFFEN, J. (1993). The first record of *Pachyrhizodus caninus* COPE (order Clupeiformes) from the Late Cretaceous of New Zealand. New Zealand Journal of Geology and Geophysics, 26: 109-119.
- WILD, R. (1990). Holzmaden. Taphonomy of Fossil-Lagerstätten. In: BRIGGS, D.E.G & CROWTHER, P. R. Paleobiology (A Synthesis). Blackwell Scientific Publications. 282-285.
- WILLIAMSON, T.E., J.I. KIRKLAND & S.G. LUCAS. (1993). Selachians from the Greenhorn Cyclothem ("Middle" Cretaceous: Cenomanian-Turonian), Black Mesa, Arizona, and the paleogeographic distribution of Late Cretaceous Selachians. J. Paleontology. 67 (3): 447-474.
- WILSON, J. L. (1975). Carbonate facies in geologic history. Springer-Verlag. New York: 1-471.
- WILSON, J. L. (1990a). Basement structural controls on carbonate facies in northeastern Mexico-a review. Sp. Publ. Int. Ass. Sediment. 9: 235-255.

- WILSON, J. L. (1990b). Basement structural controls on Mesozoic carbonate facies in Northeastern Mexico-a review. *Actas Fac. Ciencias Tierra UANL*. 4: 5-45.
- WILSON, M. V. H. (1978). Upper Cretaceous marine Teleostei from the basal Kanguk Formation, Bank Islands, Northwest Territories. *Can. J. Earth Sci.* 20: 1745-1751.
- WILSON, M. V. H. & CHALIFA, Y. (1989). Fossil marine actenopterigyan fishes from the Kaskapau Formation (Upper Cretaceous: Turonian) near Watino, Alberta. - *Canad. J. Earth Sci.*, 26: 2604-2620.
- WHITE, C. A. (1913). Petroleum field of northeastern Mexico between the Tamesí and Tuxpan rivers. *Geol. Soc. America Bull.* 24: 253-274.
- WOODWARD, A. S. (1901). Catalogue of the fossil fishes in the British Museum (Natural History). *Brit. Mus. (Nat. Hist.)*, London, 4: 1-636.
- WOODWARD, A. S. (1907). Notes on some Upper Cretaceous fish-remains from the provinces of Sergipe and Pernambuco, Brazil. *Geological Magazine*, 4(515): 193-197.
- ZANGERL, R. (1981). Chondrichthyes: I. Paleozoic Elasmobranchii. - In: SCHULTZE, H. P. (Ed.): *Handbook of Paleichthyology, Volume 3*. GUSTAV FISCHER-Verlag.- Stuttgart: p. 115

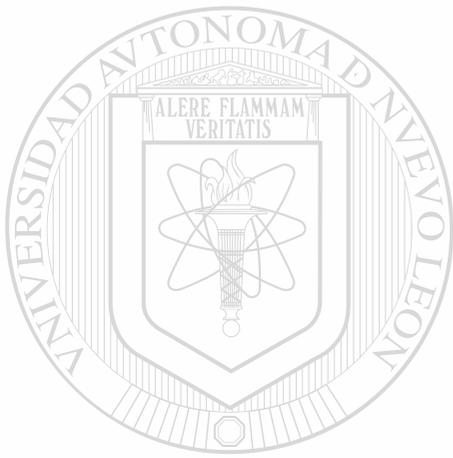


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





APÉNDICE

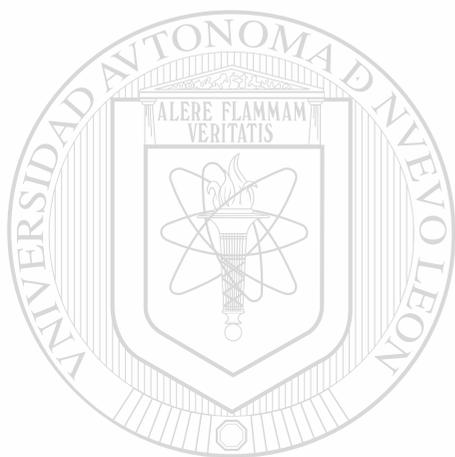
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Se incluyen en éste apéndice los trabajos publicados durante la realización de esta tesis. Dichos artículos son el resumen de los datos obtenidos en este trabajo y abordan las diferentes temáticas tratadas en este volumen: Paleontología Sistemática y Tafonomía. Los artículos son incluidos en orden cronológico.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Vallecillo, Nuevo León: una nueva localidad fosilífera del Cretácico Tardío en el noreste de México

Alberto Blanco^{1,3,*}, Wolfgang Stinnesbeck¹, José Guadalupe López-Oliva², Eberhard Frey³, Thierry Adatte⁴, y Arturo H. González⁵

¹Geologisches Institut, Universität Karlsruhe, Postfach 6980, 76128 Karlsruhe, Alemania.

²Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, A.P. 104, 67700 Linares, N.L., México.

³Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Erbprinzenstr.13, 76133 Karlsruhe, Alemania.

⁴Institut de Géologie, Université de Neuchâtel, 11 rue Emile - Argand, 2007 Neuchâtel, Suiza.

⁵Instituto de Antropología e Historia, Bravo 120, Centro, Saltillo, Coah., México.

*e-mail: ulj3@rz.uni-karlsruhe.de

RESUMEN

Margas laminares depositadas durante el Turoniano (Cretácico Superior) contienen peces, tortugas marinas, ammonites e inocerámidos con buen grado de preservación. La ausencia de fauna bentónica y de bioturbación sugieren que los sedimentos fueron depositados bajo condiciones de estancamiento. La fauna selácea consiste en dientes de *Ptychodus mortoni*, impresiones corporales de cf. *Scyliorhinus* y discos vertebrales de un tiburón no determinado. Por otra parte, los picnodontes están representados por dos grupos posiblemente pertenecientes a dos familias. La fauna teleóstea está representada por ejemplares del orden Ichthyodectiformes (1 familia), orden Tselfatiformes (1 familia), orden Aulopiformes (1 familia, 2 géneros) y Pachyrhizodontoidei (1 familia).

La fauna es muy similar a la de otras localidades tethianas en Líbano, Israel, Marruecos, igual que en el Mar Interior del Oeste de los EUA (por ejemplo, Kansas). Eso extiende la distribución paleobiogeográfica de algunos grupos de peces tethianos hasta México.

Palabras clave: Fm. Agua Nueva, Turoniano, teleósteos, tafonomía, Vallecillo, México.

ABSTRACT

In the vicinity of Vallecillo, N.L. Mexico, laminated marlstones of Turonian age contain well-preserved fishes, marine turtles, ammonites and inoceramids and indicate deposition under outer shelf environments. The absence of benthic faunal elements and bioturbation suggests stagnation and anaerobic sediment conditions. The selacean fauna consists of teeth of *Ptychodus mortoni*, body impressions of cf. *Scyliorhinus* and vertebra of an unidentified shark. Picnodontids are probably represented by two families. Teleosteans are represented by Ichthyodectiformids (one family), Tselfatiforms (one family), Aulopiforms (one family, two genera) and Pachyrhizodontids (one family).

The fauna present at Vallecillo is similar to tethyan associations from Libanon, Israel, Morocco, and to assemblages of the Western Interior Seaway of the USA (e.g., Kansas). The geographic distribution of some tethyan fishes is extended into Mexico.

Keywords: Fm. Agua Nueva, Turonian, teleosteans, taphonomy, Vallecillo, Mexico.

INTRODUCCIÓN

En los alrededores del municipio de Vallecillo, estado de Nuevo León, existen pequeñas canteras en las que se explotan comercialmente margas laminares del Cretácico Tardío. En el transcurso de la explotación, los trabajadores descubren fósiles que destacan por la excelente preservación de esqueletos y en algunos casos de partes blandas. Tales yacimientos fosilíferos de conservación (*Konservat-Lagerstätten*) son considerados "joyas" paleontológicas, ya que proporcionan importante información sobre la morfología completa de especies extintas, además de permitir reconstrucciones ecológicas y evolutivas de las comunidades biológicas originales.

Actualmente se conocen en México pocos sitios como éstos, siendo Vallecillo una nueva localidad que hasta la fecha no ha sido investigada. El presente trabajo es el resultado de una colaboración científica entre la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FCT), el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), el Museo de Historia Natural de Karlsruhe (SMNK) y el Instituto de Geología de la Universidad de Karlsruhe, Alemania. Desde mayo de 1997 se están investigando los sedimentos y la fauna de Vallecillo con la intención de elaborar un inventario faunístico, así como la determinación taxonómica de los grupos presentes. Se propone establecer una edad bioestratigráfica más exacta de las capas y conocer las condiciones ecológicas que llevaron a la formación de este importante depósito fosilífero.

El municipio de Vallecillo, N.L., se encuentra a

125 km al norte de Monterrey y 20 km al norte de Sabinas Hidalgo, sobre la Carretera Nacional No. 85, que une Monterrey, N.L. con Nuevo Laredo, Tamps. Las capas fosilíferas afloran en pequeñas canteras que se ubican a 3 km al oeste de la cabecera municipal ($100^{\circ} 01' - 99^{\circ} 58'$ Latitud Norte y $26^{\circ} 39' - 26^{\circ} 43'$ Longitud Oeste) y están comunicadas con ésta por un camino de terracería (Figura 1).

Las capas fosilíferas de Vallecillo alcanzan un espesor visible de 4 m y consisten en margas de color rosa de 5-10 cm de espesor, con laminación paralela de escala milimétrica (Figura 2). El color rosa es consecuencia de la concentración de goethita dispuesta en láminas de 1 mm de espesor.

Las margas fosilíferas consisten de *mudstone* calcáreo con un contenido cercano al 65 % de carbonatos y tienen la propiedad de fracturarse paralelamente al plano de estratificación formando lajas de pocos centímetros de espesor. Estas capas están intercaladas con bancos de lutita laminar no fosilífera de 2-6 cm. La secuencia fosilífera subyace a calizas grises de 30 cm y lutitas que pertenecen a la Formación Agua Nueva.

La Formación Agua Nueva aflora ampliamente, sin mayor contenido macrofaunístico, en el noreste de México.

FAUNA DE VALLECILLO

Hasta hoy, la fauna encontrada en Vallecillo consiste en aproximadamente 400 ejemplares de peces,

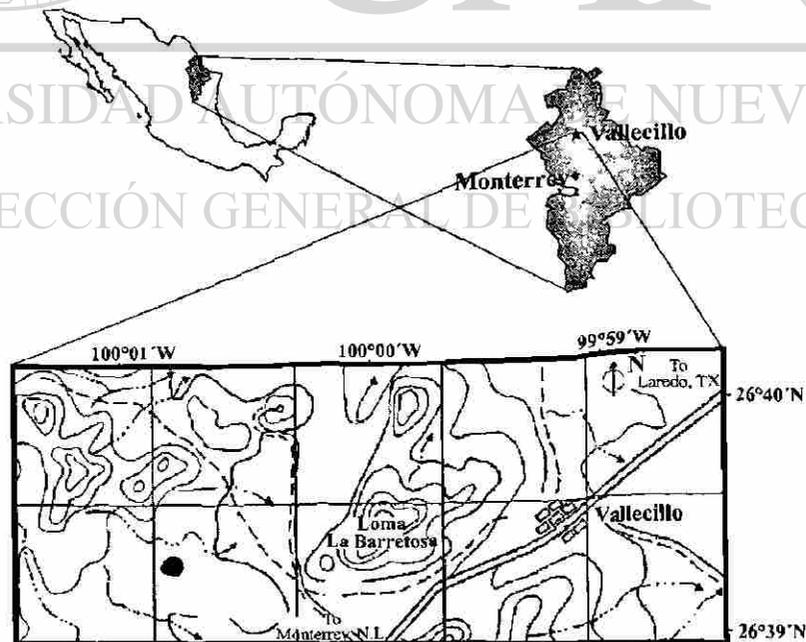


Figura 1. Localización del municipio de Vallecillo, Nuevo León. El círculo negro en el mapa indica la ubicación de las canteras fosilíferas.

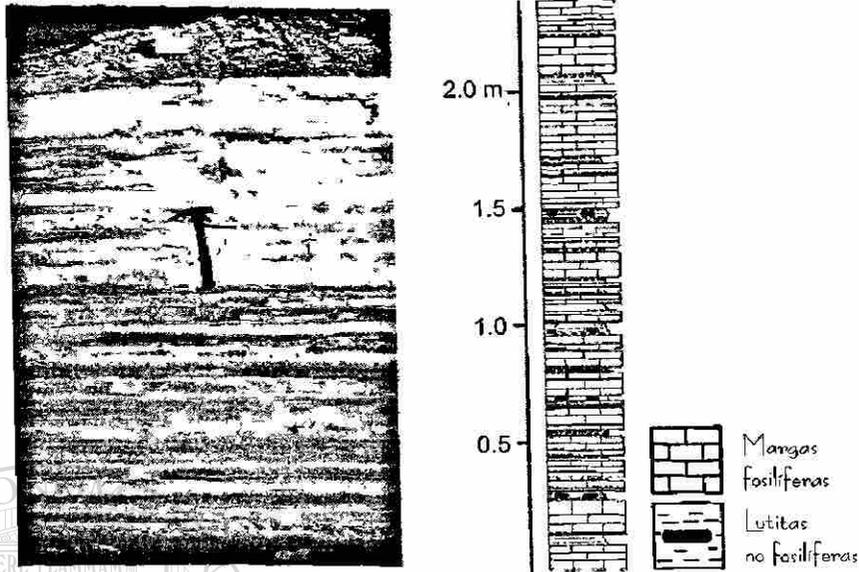


Figura 2. Perfil litológico de las capas fosilíferas de la Formación Agua Nueva. Valfecillos, Nuevo León.

tortugas marinas, ammonites e inocerámidos, los cuales han sido identificados de forma preliminar. Los especímenes rescatados de las canteras están almacenados en la colección paleontológica de la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Actualmente, el estudio sistemático de esta fauna se realiza en el Museo de Historia Natural de Karlsruhe y en el Instituto de Geología de la Universidad de Karlsruhe, Alemania.

Seláceos

La fauna selácea está compuesta por dientes de *Ptychodus mortonii* Agassiz, 1843 (Lámina I, 1). Estos dientes son rectangulares en vista dorsal. El área de trituración de la corona muestra una cúspide alta que presenta una serie de crestas que parten radialmente desde el centro de la cúspide hasta el área marginal del diente.

Por otro lado, restos del tegumento (escamas pla-coideas) y de columna vertebral de *cf. Scyliorhinus* (Lámina I, 2), así como discos vertebrales de un seláceo no determinado (Lámina I, 3) representan la fauna selácea no determinada.

Picnodontes

Orden Pycnodontiformes Lehman, 1966

Este orden está representado por dos grupos: el primer grupo (Lámina II, 1) consiste en ejemplares de hasta

40cm de longitud que presentan un "piniculus parietalis" en el borde posterior del parietal, además de dientes branquiales. El segundo grupo (Lámina II, 2), está representado por formas pequeñas de aproximadamente 5 cm de longitud que semejan a aquellos de la familia Nursallidae en las siguientes características: vómer y esplenial con pequeños dientes globulares; ausencia de fosa supratemporal; boca orientada en sentido rostro-caudal y no rostroventralmente inclinada como en la mayoría de los grupos de picnodontes; y la presencia de aleta caudal alta y triangular con tres hipurales en forma de placas subtriangulares. Los especímenes ilustrados en este trabajo se encuentran actualmente en

Teleósteos

La fauna teleóstea representa la fauna más abundante de la localidad y está representada por fragmentos y ejemplares completos de los siguientes grupos.

Orden Ichthyodectiformes Bardack y Sprinkle, 1969

El Orden Ichthyodectiformes está representado por peces de cuerpo largo y con cabeza pequeña y triangular. Como características de este orden, se observa la presencia de una hilera de dientes cónicos en el premaxilar, maxilar y dentario; presencia de una cresta supraoccipital prominente; cabeza articular del palatino modificada en un disco o maleolo; y coracoides bien desarrollados (Lámina III, 1).

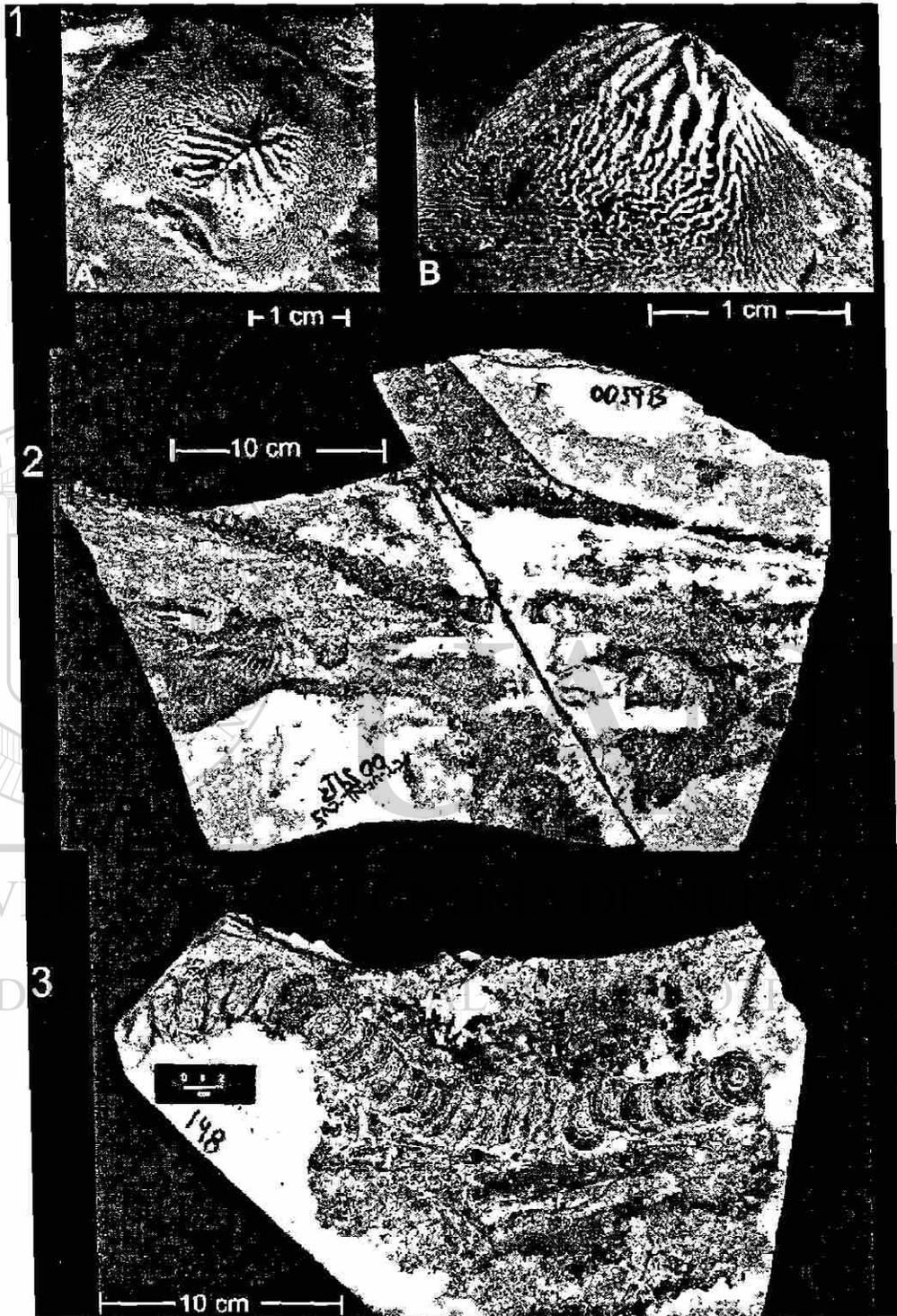


Lámina I.

1. Dientes aislados de *Psychodus mortoni* Agassiz, 1843. A. Vista dorsal; B. Vista lateral.
2. Impresión corporal y columna vertebral de un seláceo del género cf. *Scyltorhinus*.
3. Discos vertebrales de un seláceo no determinado.

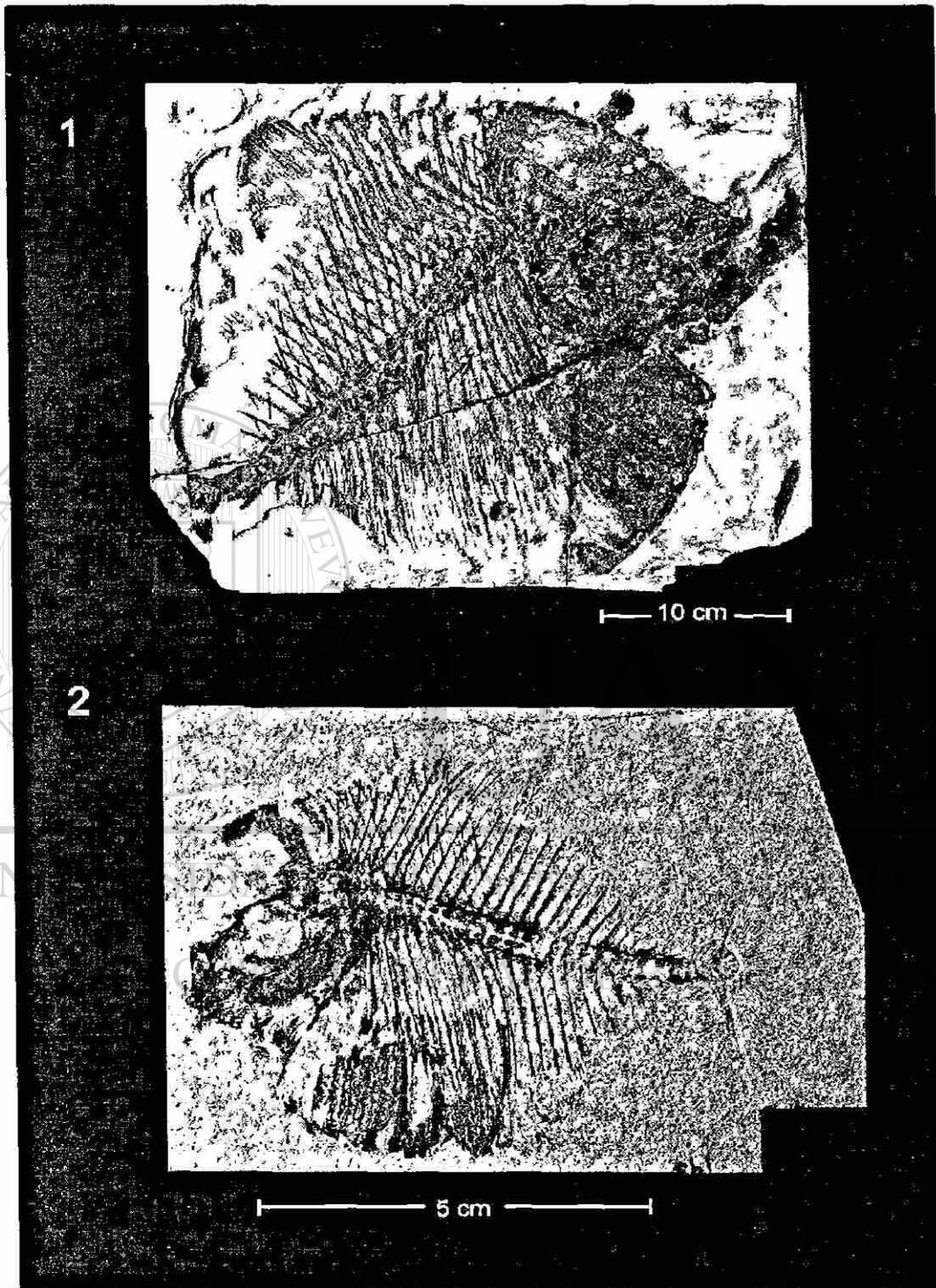


Lámina II.

1. Pez no determinado del orden Pycnodontoidei.
2. Pycnodontoidei de la familia Nursallidae.

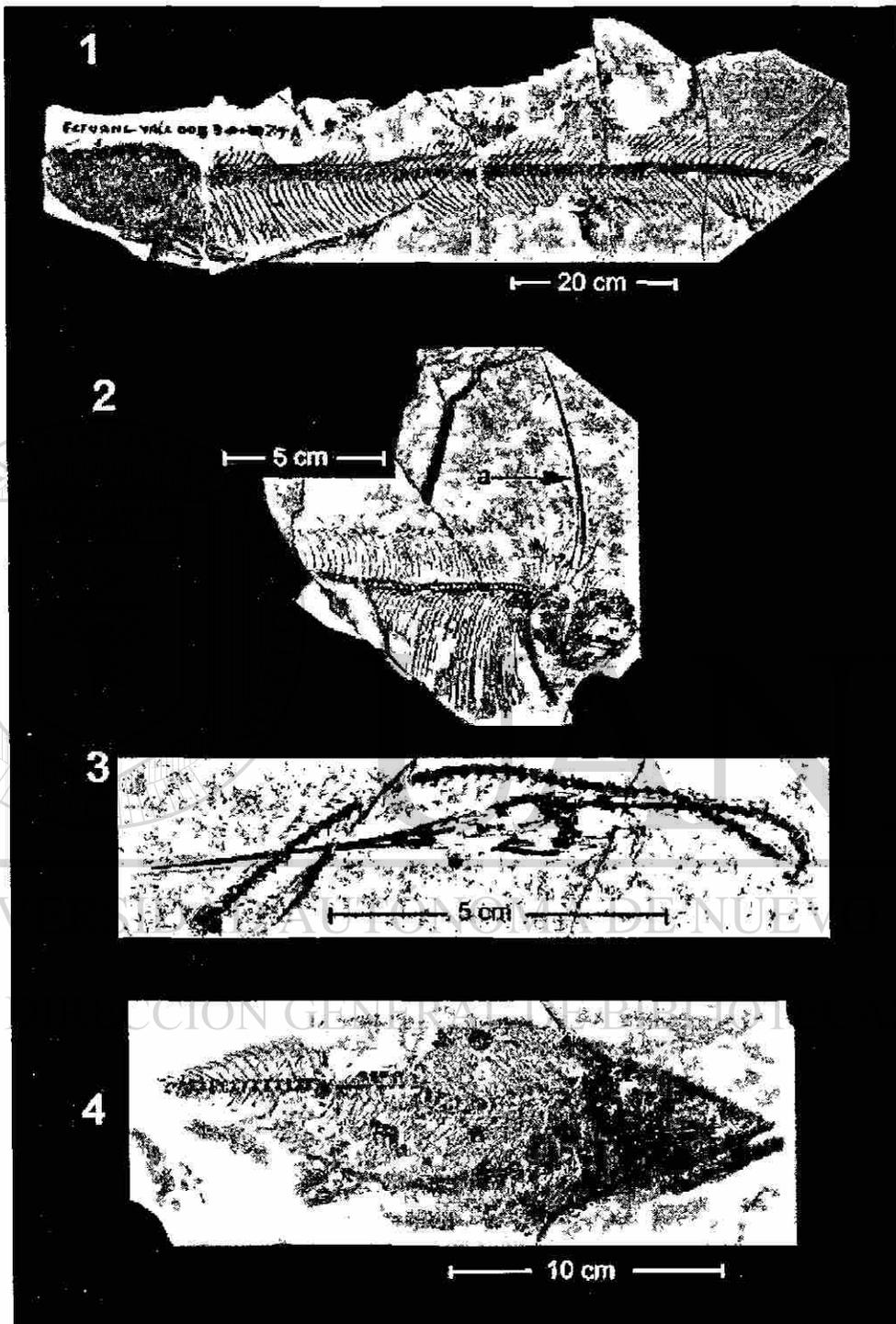


Lámina III.

1. Pez del orden Ichthyodectiformes.
2. Pez tselfátiforme (familia Tselfatiidae) que exhibe segmentación en el quinto rayo de aleta dorsal (a)
3. Esqueleto completo de un ejemplar de la familia Dercetidae.
4. Pez de la familia Pachyrhizodontidae.

Orden Aulopiformes Rosen, 1973

Este grupo está representado por ejemplares de la familia Dercetidae (Lámina III, 3). Esta familia consiste en peces anguiliformes, de cuerpo lateralmente comprimido y región rostral del cráneo extremadamente alargada.

En Vallecillo se reconocen dos grupos: el primero se distingue por la presencia de premaxilar extremadamente largo y edentado, y dentario que no se extiende hasta la región distal del premaxilar como en *Rhynchodercetis* (Lámina III, figura 3); mientras que el segundo grupo presenta un premaxilar dentado y una mandíbula inferior que se extiende hasta el extremo distal del premaxilar como en *Dercetis* y en *Dercetoides* (no ilustrado).

Orden Tselfatiformes Nelson, 1994

Es el grupo de teleosteos más abundante en Vallecillo. Estos peces tienen longitudes que varían desde 10 cm hasta de 80 cm. Los especímenes de Vallecillo presentan ligamentos bien osificados que conectan el cleithrum con la sínfisis mandibular; aletas dorsal y anal que se extienden respectivamente sobre toda la superficie dorsal y mitad terminal ventral del cuerpo y que presentan respectivamente el quinto y tercer rayo bien desarrollados y oblicuamente segmentados. (Lámina III, 2, Lámina IV). Estas características son conocidas en ejemplares del género *Tselfatia*, descrito por Arambourg (1943).

Orden Pachyrhizodontoidei Forey, 1977

Familia Pachyrhizodontidae Cope, 1872

De este grupo se observan peces de aproximadamente 40 cm de longitud y con cuerpo fusiforme. Otras características presentes son: concavidad en el margen del frontal debajo de la espina del autosfenótico; angular y articular fusionados; maxila y mandíbula largas con una sola hilera de dientes, e hipurales I y II fusionados formando una placa triangular amplia (Lámina III, 4).

Reptiles

La fauna reptiliana consiste en ejemplares semi-completos de aproximadamente 10 cm de longitud de dos especies de tortugas no determinadas (Lámina V).

Invertebrados

La fauna invertebrada consiste en ammonites de los géneros *Mammites*, *Spathites* y *Collignonicerias* y por lo menos dos especies de inocerámidos. Además se ob-

servan ostiones como fauna bentónica perizoal dispuesta sobre la concha de algunos ammonites (Lámina VI). Otros elementos bentónicos tales como bivalvos (a excepción de inocerámidos), braquiópodos, equinoideos, o artrópodos, parecen estar ausentes.

MICROFÓSILES Y EDAD

Los microfósiles consisten en foraminíferos planctónicos y calciesferas. De acuerdo a la presencia de *Heterohelix globulosa*, *Whiteinella archaeocretacea* y *W. paradubia*, se puede asignar un rango del Turoniano Inferior - Coniaciano Inferior para los sedimentos fosilíferos de Vallecillo (Caron, 1985; Nederbragt, 1990). Sin embargo, los géneros *Mammites*, *Spathites* y *Collignonicerias*, muestran su distribución exclusivamente para el Turoniano (Wright et al. 1998), lo que concuerda con los datos bioestratigráficos conocidos de la Formación Agua Nueva en la región (Sohl et al., 1991). Por lo tanto los sedimentos de Vallecillo se consideran de edad Turoniana.

TAFONOMÍA

Vertebrados

La fauna vertebrada consiste tanto de ejemplares completos como de cráneos, aletas caudales, y fragmentos de columnas vertebrales. La fauna presenta un aplanamiento en sentido lateral, como consecuencia de la compactación del sedimento, y se dispone de forma paralela al plano de estratificación. Algunos ejemplares muestran desarticulación y/o fragmentación parcial o completa.

Mineralización

Procesos de mineralización son notorios en los elementos conservados de la fauna fósil. Las partes originales constituidas por fosfato de calcio han sido totalmente reemplazadas por carbonato de calcio. Esto pudo ser comprobado por la reacción positiva que muestran estos elementos al ácido clorhídrico. Las partes óseas conservadas de los vertebrados se caracterizan por presentar color negro. Esto podría sugerir una baja tasa de descomposición en el medio de depósito además de presencia de sulfuros de hierro en sedimentos con bajas concentraciones de oxígeno (Martill, 1987).

Por otra parte, otras estructuras resistentes como dientes, muestran reemplazamiento total y/o parcial por carbonato de calcio. Mientras que en los dientes de *Ptychodus mortoni* se observa un reemplazamiento total de sus componentes originales a carbonato de calcio, los dientes de algunos picnodontes han mantenido la composición original, sin sufrir procesos de reemplazamiento. En la mayoría de los peces, la cavidad de la pulpa y la dentina se encuentran rellenas por carbonato de calcio.

Desarticulación

La fauna vertebrada presenta diferentes grados de desarticulación y fragmentación debido a diferentes procesos de alteración tafonómica (descomposición orgánica, acción de necrófagos, etc).

Las tortugas presentan desarticulación entre sus partes axiales y algunos elementos apendiculares, presentando cuerpos casi completos. Peces de cuerpos alargados (familia Dercetidae principalmente) exponen un mayor grado de fragmentación de la columna vertebral, y desarticulación entre la columna y el cráneo y/o aletas caudales. Además, algunas estructuras tales como aletas dorsales y/o pectorales están totalmente ausentes. Por otro lado, formas de mayor tamaño como pycnodontes,

ichthyodectiformes, pachyrhizodontidos y tselfatiformes, muestran cuerpos completamente articulados o bien con desarticulación menor de estructuras como espinas hemales o neurales de la columna (que quedan dispuestas de forma caótica alrededor de los ejemplares) o espinas de aletas pares e impares.

Elementos dérmicos

Una gran cantidad de peces exhiben buena preservación de escamas, y en algunos casos, como en *cf. Scyliorhinus*, es posible ver contornos corporales debido a la preservación de estos elementos dérmicos (Lámina I, 2). En algunos ejemplares (Tselfatiformes principalmente) las escamas son observadas en su posición original o



Lámina IV.

Pez tselfatiforme (Familia Tselfatiidae) que exhibe quinto rayo de la aleta dorsal (a) y tercer rayo de la aleta anal (b) bien desarrollados y segmentados transversalmente.

in situ, pero generalmente se encuentran dispuestas caóticamente alrededor del espécimen.

Contenido estomacal

En las tortugas, los restos de contenido estomacal (coprolitos) son observados como estructuras mineralizadas oscuras y de forma circular (Lámina V). Esta forma puede ser consecuencia del rompimiento visceral durante los procesos de descomposición. Estructuras similares han sido observadas en peces. En este grupo, los restos estomacales tienen formas elongadas y alcanzan hasta 10 cm de longitud (Lámina VII, 1). Coprolitos aislados de diversos tamaños también han sido encontrados en diferentes niveles de las capas fosilíferas de Vallecillo.

La fauna teleostea muestra evidencia de depre-

ación. Restos de columna vertebral posiblemente de un pez de la familia Dercetidae han sido identificados en el interior de un coprolito de un pez no determinado (Lámina VII, 2).

Invertebrados

Disolución y recristalización

En la fauna invertebrada también se observan diferentes grados de preservación. Mientras que los ammonites presentan una disolución completa de su concha aragonítica, dejando sólo impresiones (Lámina VII, 3), los inocerámidos, los ostiones y los foraminíferos planctónicos presentan sus conchas

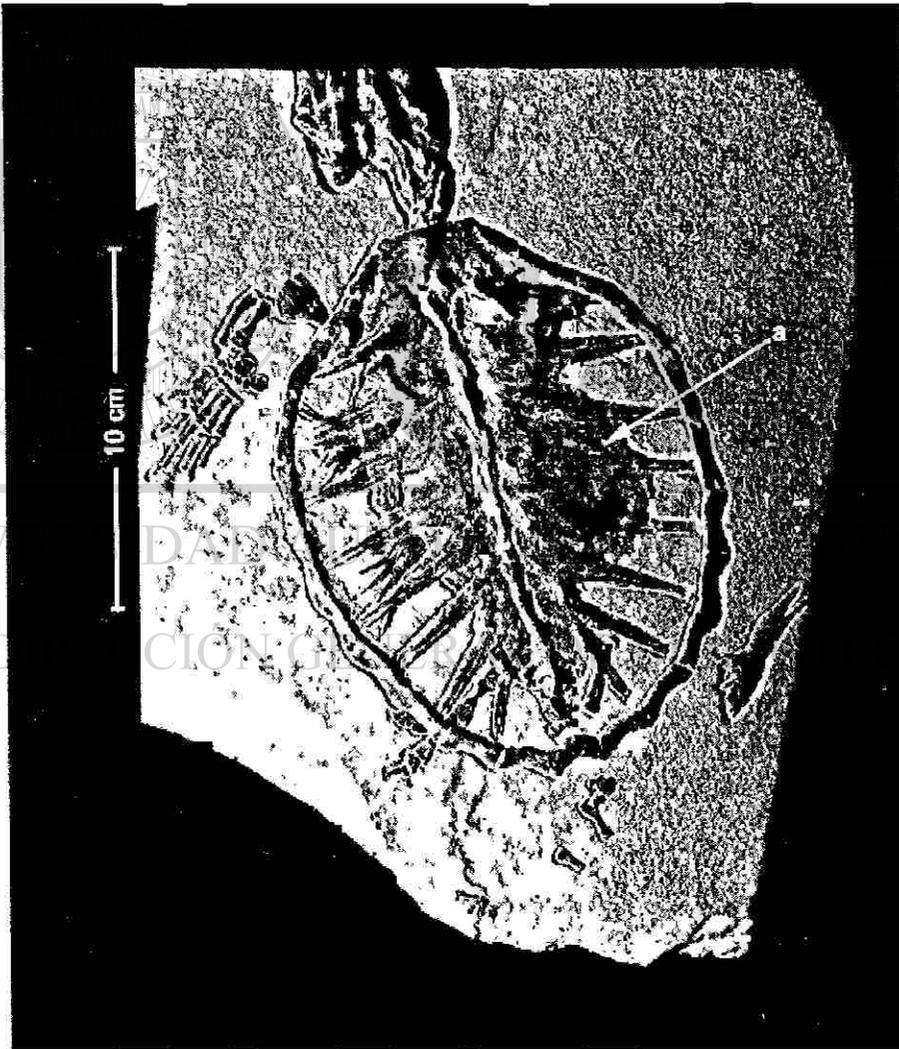


Lámina V.

Tortuga no determinada que muestra una articulación casi completa y presencia de contenido estomacal (a).

calcíticas muy recristalizadas y/o parcialmente disueltas (Lámina VII, 4).

Posiblemente durante la diagénesis temprana, las aguas intersticiales con pH relativamente bajo causaron una disolución total en estructuras formadas por material menos estable como la aragonita, mientras que estructuras formadas por arreglos más estables como la calcita mostraron sólo disolución parcial, y alto grado de recristalización.

Desarticulación

Conchas desarticuladas son observadas en ammonites e inocerámidos. Los ammonites conservan el fragmocono estando la cámara de habitación ausente. Sólo en dos ejemplares del género *Mammites* se han

podido observar ambas estructuras, las cuales se encuentran desarticuladas entre sí. Por otro lado, los inocerámidos generalmente conservan su valva izquierda. Sólo en dos ejemplares adultos se ha podido observar ambas valvas unidas.

Presencia de partes blandas

A excepción del sifón en algunos ammonites, no existe preservación de partes blandas en los invertebrados. Ejemplares del género *Mammites* y de otros ammonites no determinados presentan sifones excelentemente preservados a través de procesos de mineralización (Lámina VII, 3). Estos sifones se encuentran completos y algunos con cierto grado de fragmentación, lo cual podría sugerir actividad de necrófagos (posiblemente peces) en el medio de depósito.



Lámina VI.

Molde externo de ammonite no determinado con preservación de fauna perizoal (a).

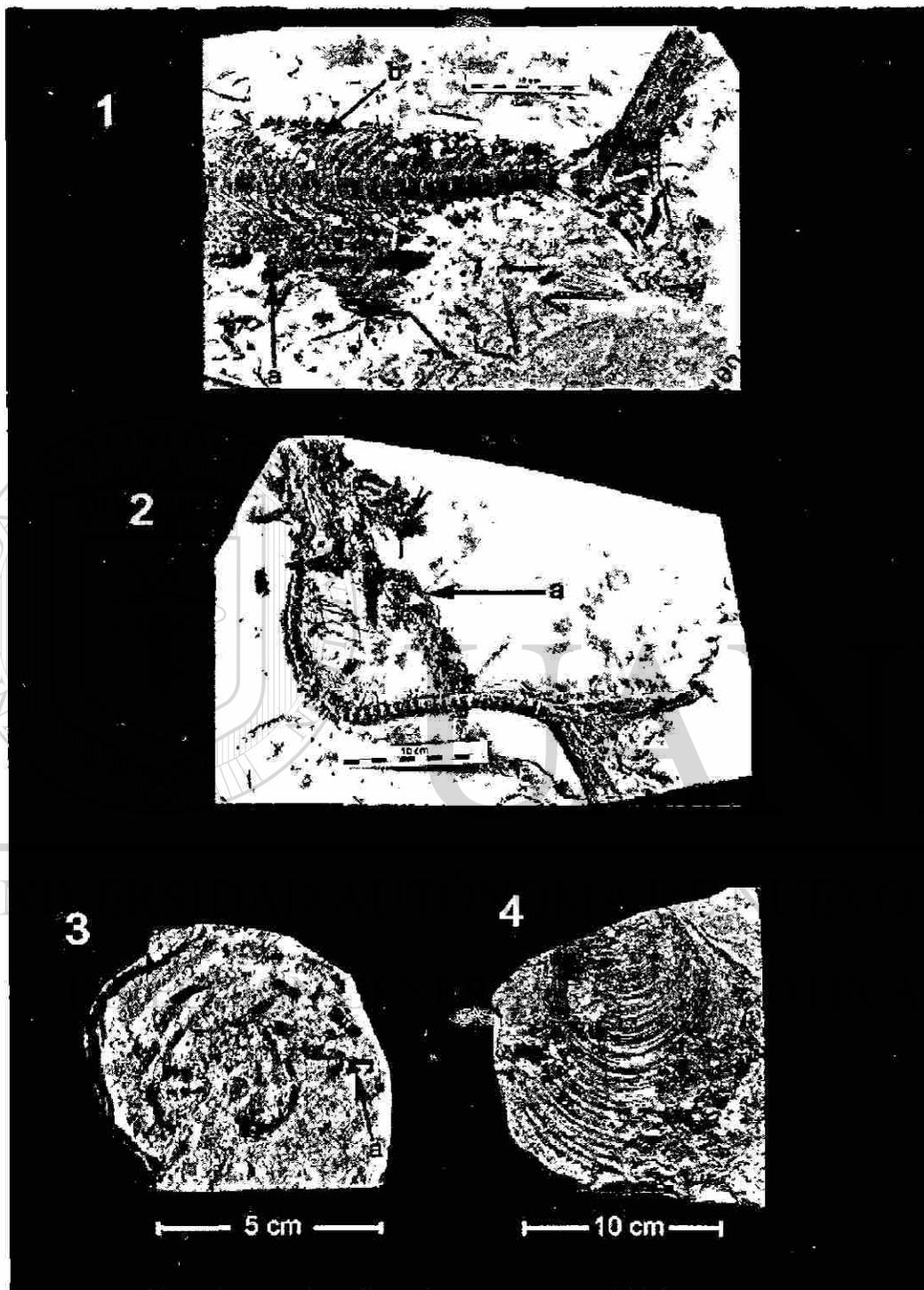


Lámina VII.

1. Pez no determinado que muestra coprolitos (a) y escamas *in situ* (b). La aleta caudal muestra claras señales de actividad necrófaga.
2. Ejemplar no determinado que exhibe pez decrécido como contenido estomacal (a). El cráneo del pez depredador muestra señales de actividad necrófaga.
3. Ammonite que muestra disolución completa de la concha y preservación del sifón.
4. Bivalvo inocerámico con concha parcialmente disuelta y recristalizada.

CAUSAS DE LA PRESERVACIÓN

Generalmente la presencia de partes óseas fragmentadas y desarticuladas, al igual que la distribución caótica de escamas en algunos ejemplares, suelen indicar la existencia de corrientes en el ambiente de depósito. Sin embargo, de acuerdo a Allison (1988a), la descomposición orgánica, y no un posible transporte, es la causa más probable de la desarticulación de esqueletos. Se ha demostrado en laboratorio, que ejemplares que no son expuestos a corrientes con alta energía, suelen sufrir diversos grados de fragmentación y desarticulación, debido a eventos relativamente cortos de descomposición aeróbica. Durante este proceso, las bacterias aeróbicas liberan enzimas que desgastan las partes óseas produciendo la desarticulación e incluso el rompimiento de partes duras como esqueletos (Allison, 1988a). Esto sugiere que la fauna de Vallecillo sufrió procesos de descomposición aeróbica previo a su ingreso al sedimento anóxico. Esto es mostrado por el diverso grado de preservación de la fauna; mientras que algunos ejemplares muestran la excelente preservación de partes blandas tales como el sifón de los ammonites, y la posición *in situ* de escamas y otras estructuras como coprolitos, en peces; otros ejemplares sólo exhiben buena conservación de elementos óseos.

Otro factor que provoca la desarticulación en la fauna es la acción de necrófagos. Algunos ejemplares muestran esqueletos completos que carecen solo de fragmentos en ciertas regiones corporales, por ejemplo, la aleta caudal o el cráneo de algunos Ichthyodectiformes, o la columna vertebral de algunos decrépidos. La ausencia de fauna bentónica y bioturbadores del sedimento podría indicar que la actividad de necrófagos fue realizada por organismos nadadores (probablemente peces) que habitaban en la cuenca.

Por otra parte, también la descomposición anaeróbica pudo causar la pérdida de partes blandas de los vertebrados. Según Allison (1988a), la anoxia es un factor que reduce la tasa de descomposición orgánica, pero no la detiene. Esto indica que aún después de haber ingresado al sedimento anóxico, la fauna de Vallecillo continuó sufriendo procesos de descomposición, y con ello la pérdida de partes blandas. Durante la fase de la diagénesis temprana comenzaron los procesos de mineralización (reemplazamiento de partes originales por CaCO_3), dando inicio a la preservación de los esqueletos y partes blandas no descompuestas. Con esto se hace notar que son los procesos de mineralización, y no la anoxia del medio, la que determina la preservación del material fósil (Allison, 1988b, Allison *et al.* 1990).

AMBIENTE DE DEPÓSITO

¿Cuáles fueron las condiciones ecológicas que permitieron la buena preservación de la fauna de Vallecillo? Los elementos faunísticos presentes tales

como foraminíferos planctónicos, calciesferas y ammonites indican un ambiente de mar abierto. Esta interpretación está confirmada por la ausencia de fauna y flora terrestre, costera y arrecifal o lagunar y por la ausencia de sedimentos detríticos. La situación paleogeográfica de la región también corrobora el ambiente pelágico. Durante el Turoniano el nivel alto del mar llevaba un retiro de la costa hacia la parte central de Texas, la cual se encontraba a aproximadamente 800 km al norte de Vallecillo (Bishop, 1970; Sohl, *et al.* 1991). Estos datos sugieren que las margas de Vallecillo fueron depositadas lejos de la línea de costa, en aguas de mar abierto (ambiente pelágico) probablemente en la parte externa de la plataforma marina. Por lo tanto, la situación paleogeográfica de Vallecillo difiere del ambiente de laguna costera definido para yacimientos de calizas litográficas tales como Solnhofen en Alemania (Barthel, 1978), Montesech en España (Schairer y Janike, 1970; Hemleben y Swinburne, 1991) Gürük, Turquía (Hemleben y Swinburne, 1991), y las canteras de Tlayúa, México (Applegate, 1987, Pantoja Alor, 1992; Espinosa Arrubarrera y Applegate, 1996). Estas localidades presentan características de ambientes lagunares tales como presencia de secuencias evaporíticas y/o sedimentos conglomeráticos, presencia de fauna arrecifal y/o presencia de fauna terrestre tales como reptiles lacertilios, insectos, etc. Estas características están ausentes en los sedimentos de Vallecillo. Sin embargo, existen también otros yacimientos con calizas litográficas que muestran algunas similitudes con las facies expuestas en Vallecillo. Por ejemplo, los depósitos del Haqel y Hjoula en Líbano, fueron depositados bajo un ambiente pelágico (Hemleben, 1977). En este sitio, la naturaleza de los sedimentos (laminación fina, micrita calcárea) y el aspecto pelágico de la fauna sugieren una depositación en una cuenca aislada, bajo condiciones de estancamiento.

En Vallecillo, la depositación estuvo regida por un patrón de sedimentación lenta en un ambiente de baja energía. Esto es indicado por el grano fino de los sedimentos y por la ausencia de gradación y estructuras de turbidez que suelen ser indicadores de corrientes o de eventos tales como tormentas. Igualmente, la presencia de laminación a escala milimétrica y el alto grado de compactación de las margas refleja condiciones de baja energía (Brett y Speyer, 1990; Seilacher, 1990; Hemleben y Swinburne 1991).

Los sedimentos de Vallecillo muestran un alto contenido de goethita, que se formó como consecuencia de procesos de oxidación postdiagenética de piritita en una cuenca anóxica. La piritita sedimentaria o sus productos de oxidación son encontrados frecuentemente como componentes menores en sedimentos anóxicos de grano fino (Allison, *et al.* 1990; Sageman *et al.* 1991).

De acuerdo a lo anterior, y de acuerdo a algunos datos faunísticos es posible sugerir el establecimiento de:

1. Una zona anaeróbica (menos de 0.1mL de oxígeno/

litro de agua), que se encuentra limitada probablemente en la interfase sedimento-columna de agua o bien, pocos centímetros por debajo de este límite. Se caracteriza por la ausencia de fauna bentónica y bioturbadores, y por la presencia de sedimentos laminados (Oschmann, 1991; Bromley, 1996). En Vallecillo, esta zona está representada por margas laminadas, las cuales carecen de fauna bentónica bioturbadora del sedimento. Además, la presencia de láminas milimétricas de goethita sugiere la formación de sulfuros de hierro (pirita) en el ambiente de depósito.

2. Una zona aeróbica (valores superiores a 1.0mL/L) establecida en la columna de agua y posiblemente en la superficie del sedimento anóxico (Savrda et al. 1991). Esta zona es inferida por la presencia relativamente abundante de fauna que exhibe evidencias de actividad necrófaga. La ausencia de bentos sugiere que la actividad necrófaga pudo ser llevada a cabo por fauna nadadora (probablemente peces), la cual pudo haber habitado en los primeros metros de la columna de agua.

CONCLUSIONES

Debido a la excelente calidad de la preservación, la localidad de Vallecillo, N.L. es considerada como una nuevo yacimiento de conservación o "*Konservat-Lagerstätte*" en México. La fauna fue rescatada de margas micríticas de edad turoniana, depositadas en un ambiente pelágico y de baja energía, a diferencia de otras localidades de ambiente lagunar, tales como la cantera de Tlayúa (México) y Solnhofen (Alemania).

Algunos grupos presentes en Vallecillo muestran similitudes con fauna reportada en otras localidades tales como Haqel y Houla (Líbano), Nagrev (Israel), Lawrence, Kansas y varias localidades de Texas (U.S.A) entre otros. Estos datos extienden la distribución geográfica de algunos pycnodontes de la familia Nursallidae y decrétidos hasta México.

Por último, respecto a la tafonomía, se puede resumir en los siguientes eventos:

1. Formación de condiciones de estancamiento (causa desconocida) en la rampa, seguido a la deposición de micrita calcárea, la cual dio origen a las margas fosilíferas. El estancamiento en la cuenca de Vallecillo produjo el establecimiento de una zona deficiente en oxígeno dentro del sedimento, lo que inhibió el desarrollo de fauna bentónica y de bioturbadores del sedimento.
2. Sincrónicamente a la deposición ocurre la muerte (no masiva) de organismos neotónicos (peces, tortugas y ammonites) los cuales pudieron permanecer flotando algunos días e incluso ser transportados por deriva necroplancónica hasta el lugar de enterramiento, sufriendo procesos de descomposición aeróbica. También ocurre la muerte *in situ* de organismos bentónicos (inocerámidos).
3. Reducción de la tasa de descomposición por el ingreso de los cadáveres a un sedimento deficiente en oxígeno. Es posible que previo al enterramiento, algunos cadáveres sufrieron desarticulación y descomposición a través de acción necrófaga.
4. Tras el enterramiento comienza la mineralización del material fósil, iniciándose la preservación de partes blandas y esqueletos.
5. Ocurre la compactación del sedimento debido a los procesos diagenéticos, causando el aplanamiento de los especímenes de Vallecillo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero concedido por la Fundación Volkswagen de Alemania (proyecto No. 1/72888) y por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) (proyectos 056CR14100 y 05614100). Así mismo a la Universidad Autónoma de Nuevo León (Proyecto Paicyt No. CT037-98). Alberto Blanco agradece el apoyo recibido por el Deutscher Akademischer Auslandsdienst (beca No. A/98/14172). El primer autor agradece a Wolfgang Munk, del Museo de Historia Natural de Karlsruhe, al Dr. Lionel Cavin, del Museo de los Dinosaurios, Esperanza, Francia, a la Profra. Gloria Arratia del Museo von Humboldt de Berlín y al Dr. Alexander Mudroch del Instituto de Geología y Paleontología de la Universidad de Hannover por sus valiosas discusiones durante la identificación preliminar de la fauna fósil de Vallecillo. Alberto Blanco también desea agradecer al Dr. Sixto Fernández López del Instituto de Paleontología de la Universidad Complutense de Madrid por sus comentarios en cuanto al desarrollo del capítulo de tafonomía durante esta investigación. También se agradece la colaboración de Stephan Unrein de la Universidad de Karlsruhe en la preparación del material paleontológico usado en el presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agassiz, J.L.R., 1843, (1833-1844) Recherches sur les Poissons fossiles: Neuchâtel, Suiza, Ed. Neuchâtel and Soleure. 5 volumes, 1420p.
- Allison, P.A., 1988a, The role of anoxia in the decay and mineralization of proteinaceous macro-fossils: *Paleobiology*, 14(2), 139-154.
- Allison, P.A., 1988b, *Konservat-Lagerstätten*—cause and classification: *Paleobiology*, 14(4), 331-344.
- Allison, P.A., Lucas J., Révöl L., Tucker M.E., 1990, Diagenesis. in Briggs, D. E.G., Crowther, P. R. (eds.), *Palaebiology (A Synthesis)*: Oxford, Blackwell Scientific Publications, 247-257.
- Applegate, S.P., 1987, A preliminary study of Tlayúa quarry near Tepexi de Rodríguez, Puebla: *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología*, 1, 40-45.
- Arambourg, C., 1943, Note préliminaire sur quelques poissons fossiles nouveaux: *Société Géologique de France, Bulletin*, 5(8).

- 281-288.
- Barthel, K.W., 1978, Solnhofen. Ein Blick in der Erdgeschichte: Basel, Ott Verlag Thun.
- Bardack, D., Sprinkle, G., 1969, Morphology and relationships of saurocephalid fishes: *Fieldiana Geology*, 16(12), 297-340.
- Bishop, B.A., 1970, Stratigraphy of Sierra de Picachos and vicinity, Nuevo León. México: The American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, 54(7), 1,245-1,270.
- Brett, C.E., Speyer, S.E., 1990, Taphofacies, in Briggs, D.E.G., Crowther, P. R. (eds.), *Palaeobiology (A Synthesis)*, Oxford, Blackwell Scientific Publications, 258-263.
- Bromley, R.G., 1996, *Trace Fossils: 2nd ed.*, Oxford, Chapman and Hall, 361 p.
- Caron, M., 1985, Cretaceous planktic foraminifera, in Bolli, H.M., Saunders J.B., Pearce-Nielsen, K. (eds.), *Plankton Stratigraphy*: Cambridge, Cambridge University Press, 17-86.
- Cope, E.D., 1872, On the families of fishes of the Cretaceous formations in Kansas: *Proceedings of the American Philosophical Society*, 12, 327-357.
- Espinosa-Arrubarrena, L., Applegate, S. P., 1996, A paleogeological model of the vertebrate bearing beds in the Tlayúa Quarries, near Tepexi de Rodríguez, Puebla, Mexico, in Arratia, G., Viohl, G. (eds.), *Mesozoic Fishes: München, Friedrich Pfeil*, p. 539-550.
- Forey, P.L., 1977, The osteology of *Notolepis* Woodward, *Rhacolepis* Agassiz and *Pachyrhizodus* Dixon (Pisces: Teleostei): *The Bulletin of the British Museum of Natural History*, 28(2), 125-204.
- Hemleben, C., 1977, Rote tiden und die Oberkretazischen Plattenkalk im Libanon: *Neue Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, 4, 239-255.
- Hemleben, C., Swinburne N.H.M., 1991, Cyclical Deposition of the Plattenkalk Facies, in Einsele, G., Ricken, W., Seilacher, A. (eds.), *Cycles and Events in Stratigraphy*: Berlin, Springer Verlag, 572-591.
- Lehman, J.P., 1966, Actinopterygii, in Piveteau, J. (eds), *Traité de Paléontologie*: Paris, Ed. Mason et Cie, Tome 4, 3, 1-242.
- Martill, D.M., 1987, A Taphonomic and diagenetic case study of a partially articulated Ichthyosaur: *Paleontology*, 30, 543-555.
- Nelson, J.S., 1994, *Fishes of the World: 3rd. ed.*, New York, John Wiley and Sons.
- Nederbragt, A., 1990, Late Cretaceous Biostratigraphy and development of Heterohelicidae (Planktic foraminifera), in *Biostratigraphy and paleoceanographic potential of the Cretaceous planktonic Foraminifera Heterohelicidae*: Amsterdam, Vrije Universiteit te Amsterdam, p. 61-125.
- Oschmann, W., 1991, Anaerobic-Poikiloaerobic-Aerobic: a new facies zonation, in Einsele, G., Ricken, W., Seilacher, A. (eds.), *Cycles and Events in Stratigraphy*: Berlin, Springer Verlag, 565-571.
- Pantoja-Alor, J., 1992, *Geología y paleoambiente de la cantera Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Estado de Puebla*: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, 9(2), 156-169.
- Rosen, D.R., 1973, Interrelationships of higher eutelostean fishes, in Greenwood, P.H., Miles, R. S., Patterson, C. (eds), *Interrelations of fishes*: London, Zoological Journal of the Linnean Society, v. 53, Supplement 1, 1-536.
- Sageman, B.E., Wignall P.B., Kauffman E.G., 1991, Biofacies models for oxygen-deficient facies in epicontinental seas; tool for paleoenvironmental analysis, in Einsele, G., Ricken, W., Seilacher, A. (eds.), *Cycles and events in stratigraphy*: Berlin, Springer-Verlag, 542 - 564.
- Savrdá, C.E., Bottjer D.J., Seilacher A., 1991, Redox-related benthic events, in Einsele, G., Ricken, W., Seilacher, A. (eds.), *Cycles and events in stratigraphy*: Berlin, Springer-Verlag, 525-541.
- Schairer, G., Janicke, V., 1970, *Sedimentologisch-paläontologische Untersuchungen an den Plattenkalken der Sierra der Montesech (Prov. Lérida, NE Spanien)*: Neue Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. 135 (2), 171-189p.
- Seilacher, A., 1990, Taphonomy of fossil-Lagerstätten (an overview), in Briggs, D.E.G., Crowther P.R. (eds.), *Palaeobiology (A Synthesis)*: Oxford, Blackwell Scientific Publications, 226-270.
- Sohl, N.P., Martínez, E. Salmerón-Urena, P., Soto-Jaramillo, F., 1991, Upper Cretaceous, in Salvador, A. (ed.), *The Gulf of Mexico Basin*: Boulder, Geological Society of America, *The Geology of North America*, v. J., 205-544.
- Wright, C.W., Calloman, J. H., Howarth, M.K., 1998, *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part L. Mollusca 4. vol. 4 Cretaceous Ammonoidea*: Boulder, Co., Geological Society of America, The University of Kansas, p 362.

Manuscrito recibido: Febrero 2, 2000.

Manuscrito corregido recibido: Octubre 2, 2000.

Manuscrito aceptado: Septiembre 12, 2001.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Late Cretaceous (Turonian) fish assemblage from Vallecillo, Northeastern Mexico

Alberto Blanco-Piñón, Eberhard Frey, Wolfgang Stinnesbeck, Karlsruhe, and José Guadalupe López Oliva, Linares

With 5 figures

BLANCO-PINÓN, A., FREY, E., STINNESBECK, W. & LÓPEZ OLIVA, J. G. (2002): Late Cretaceous (Turonian) fish assemblage from Vallecillo, Northeastern Mexico. - N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 225: 39-54; Stuttgart.

Abstract: At Vallecillo, in the Mexican state of Nuevo León, fine-grained laminated marlstones of the Turonian Agua Nueva Formation contain a diverse and well-preserved fish fauna. Here we report on the presence of 13 taxa (most of them on a generic or family level) of which most are first occurrences for the Western Tethys during the Turonian. The fauna also suggests that faunal interchange existed between the Western Tethys and the Western Interior Seaway as well as the eastern part of the Tethys.

Zusammenfassung: In der Nähe des mexikanischen Ortes Vallecillo, Nuevo León, stehen laminierte Mergelkalke der oberkretazischen (Turon) Agua Nueva Formation an. Die Schichten sind reich an Makrofossilien und enthalten eine reichhaltige und ausgezeichnet erhaltene Fischfauna, die hier vorgestellt wird. Obwohl die meisten Taxa noch nicht präzise bestimmt wurden, zeichnen sich bereits zahlreiche Erstnachweise für die West-Tethys ab. Andere Fischtaxa weisen auf Faunenzusammenhänge zwischen der West-Tethys und dem nordamerikanischen Western Interior Seaway sowie zur östlichen Tethys hin.

Introduction

In northeastern Mexico, laminated marlstones of the Agua Nueva Formation (Turonian) are exposed in commercial quarries in the vicinity of Vallecillo, N.L., located 120 km north Monterrey (Fig. 1). Commonly, the Agua Nueva Formation consists of layers of dark-gray limestone and shale with individual beds showing a thickness of approximately 300 mm. The unit is rich in microfossils and trace fossils whereas megafossils other than inoceramids are rare (PADILLA Y SÁNCHEZ 1978, 1982; SOHL et al. 1991). At Vallecillo, however, the Agua Nueva Formation includes a member 4 m thick compris-

0077-7749/02/0225-0039 \$ 4.00

© 2002 E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, D-70176 Stuttgart



Fig. 1. Geographic location of Vallecillo, state of Nuevo León, Mexico. The black point on the topographic map section marks the position of the Vallecillo quarries.

unidentified Reptilia were also found at this locality. So far, the majority of vertebrate taxa found at Vallecillo has not been reported for the Cretaceous of Mexico (BLANCO et al. 2001). The present paper focuses on the fishes of Vallecillo, its preliminary taxonomic assignation, and their paleobiogeographic affinities with other coeval faunas of the Tethys Sea.

Lithology

At Vallecillo, the fish-bearing member of the Agua Nueva Formation (Turonian) consists of pink marlstones and interlayered non-fossiliferous red-brown to brown shales (Fig. 2). The marlstone beds range between 50 mm and 80 mm thickness, exhibit millimetric scale lamination, and contain occasional nodules of goethite. Bioturbation and trace fossils are absent (BLANCO et al. 2001). In thin sections, the laminated layers show a micritic matrix with rare to abundant planktonic foraminifera (mudstone-wackestone according to the classification of DUNHAM 1962).

The lithological data (e.g. presence of fine lamination, micritic matrix, presence of goethite) and the fauna (e.g. the absence of benthic fauna and bioturbation, presence of the ammonites *Mammites*, *Collignoniceras* and *Spathites* and of the planktonic foraminifera *Hedbergella delrioensis*, *Whiteinella paradubia*, *Whiteinella archaeocretacea*, *Whiteinella brittonensis* and *Heterohelix globulosa*) suggest that deposition occurred under low energy conditions in an outer shelf setting (BLANCO 2001).

Fish Assemblage

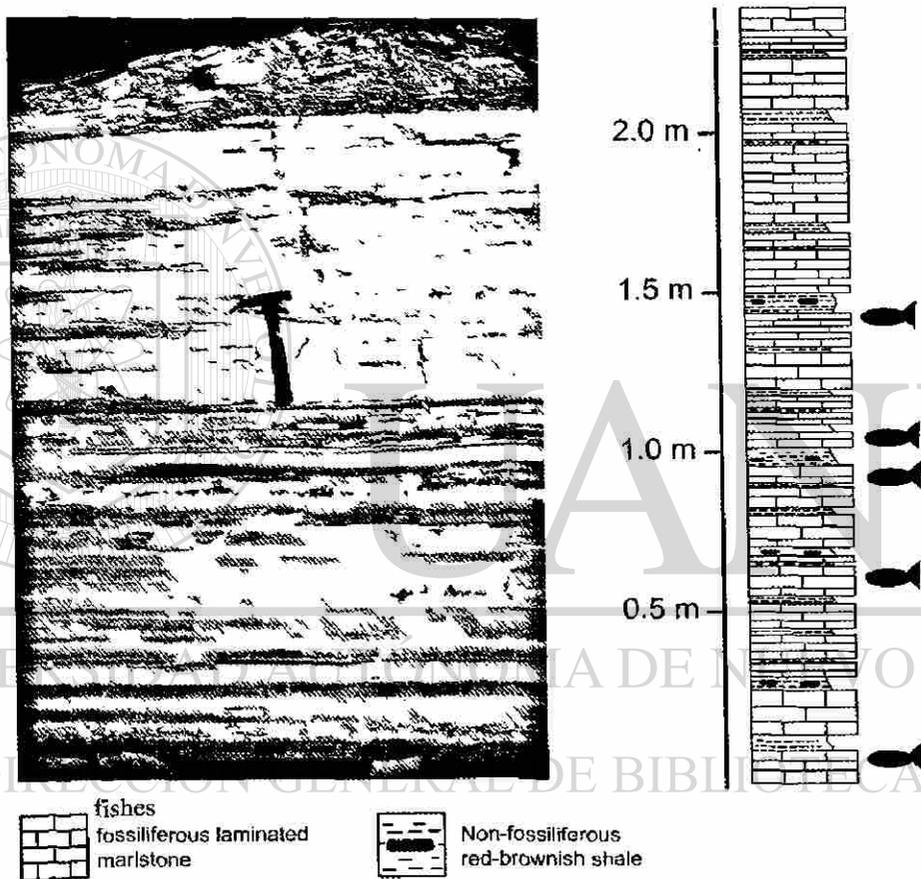
At present, the fish assemblage at Vallecillo consists of approximately 250 recorded specimens that can be assigned to eight groups at different taxonomic levels within Actinopterygii and Elasmobranchii (Fig. 3 and Fig. 4). The material is housed in the Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad de Nuevo León, Mexico. Currently, the taxonomy and taphonomy of the fish assemblage is investigated at the Institut für Regionale Geologie, Universität Karlsruhe, and the Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe (SMNK, State Museum of Natural History Karlsruhe) in Germany.

State of preservation

The vertebrate fauna at Vallecillo is compacted between the marlstone layers and exhibits various degrees of articulation. Most specimens are completely or partially articulated and only a few elements such as fins or some bones of the skull are absent.

Preservation of soft parts is extremely rare. So far only the gills of one specimen of Pycnodontoidei are preserved.

ing finely laminated marlstones with an average marl layer thickness of 60 mm, and 30 mm thick shale interlayers (Fig. 2). This member exhibits well-preserved vertebrate fossils, principally fishes. The invertebrate fauna consists of ammonites and inoceramids with the latter representing the only benthic elements of the Vallecillo fauna. The vertebrate fauna is dominated by a variety of taxa of actinopterygian fishes, but Selachii, Testudines and



 **FISHES**

Fig. 2. Lithology and section of the laminated marlstone of the Agua Nueva Formation, Vallecillo. Note the fine and almost horizontal lamination of the marlstones.

Bones are generally completely replaced by CaCO_3 (calcite). Consequently, the structure and details of bones and sutures and joints of bones are often difficult to identify.

Until now, the fossils are collected by local quarry workers. In consequence, the collection is likely to be selective for the best specimens, and thus not all styles of preservation may be known.

Systematic paleontology

Class Chondrichthyes
 Superorder Euselachii HAY, 1902
 Superfamily Hybodontoidae ZANGERL, 1981
 Family Ptychodontidae JAEKEL, 1898
 Genus *Ptychodus* AGASSIZ, 1835
 Species *P. mortoni* AGASSIZ, 1843

Reference specimen: FCT-341, six complete and isolated teeth (Fig. 3 a).

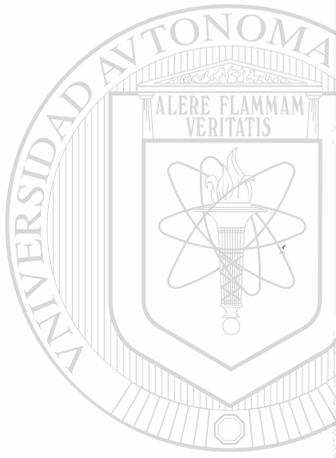
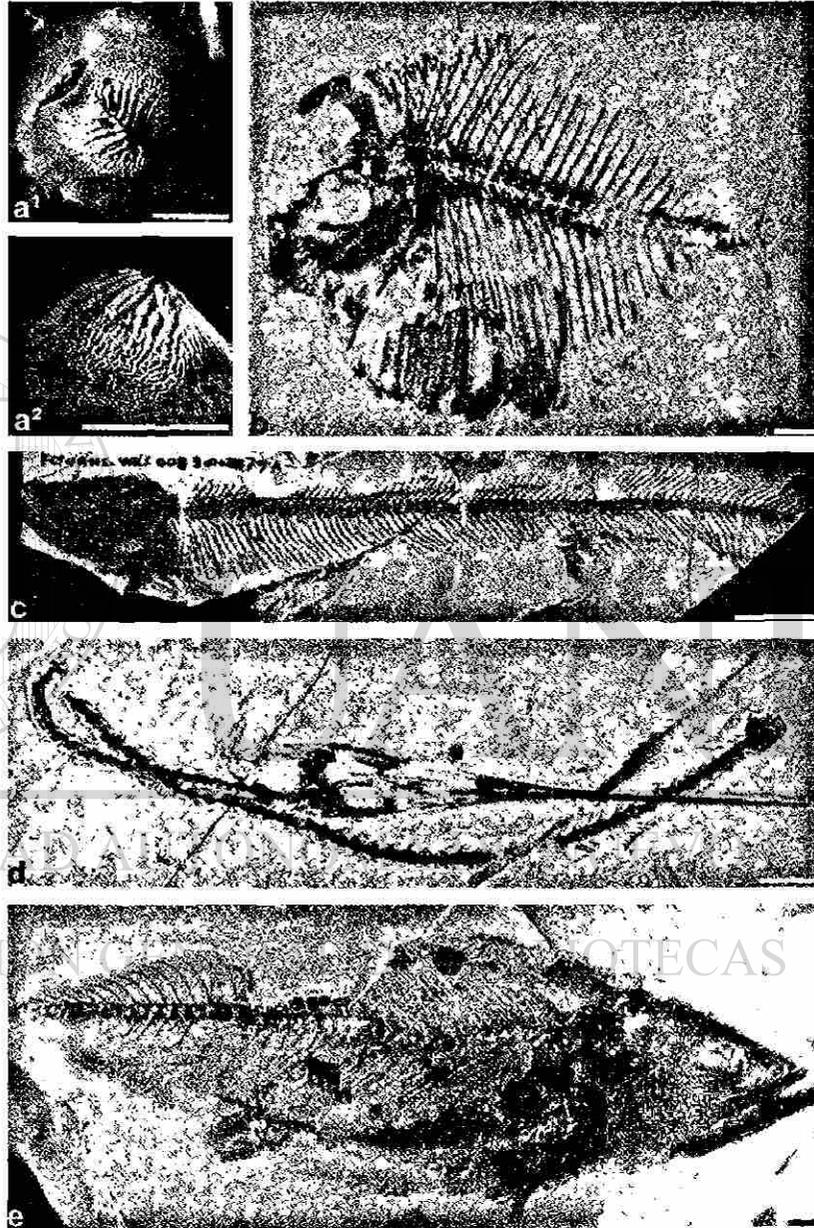
Description: This species is represented by six isolated teeth preserved on a rock fragment. These teeth present diagnostic features for *Ptychodus mortoni* established by AGASSIZ (1843) and cited by CAPPETTA (1987). They are sub-rectangular in occlusal view. The triturating surface of the crown has a high, conical cusp with a sharp crest. This area shows a series of ridges which radiate in all directions from the crest terminating just above the marginal area of the tooth. These radiating ridges distinguish the teeth of *Ptychodus mortoni* from almost any other ptychodontid species (EVERHART & EVERHART 1998).

Order Lamniformes BERG, 1958

Reference specimen: FCT-133, twelve partially articulated vertebrae.

Description: This group is represented by twelve 20 mm long vertebrae that resemble those of lamniform sharks by the presence of concentric and radial lamellae around the primary double-cone of the centra and a pair of pits for the neural arch bases. This character is also cited by SHIMADA (1997) for Lamniformes of the family cf. *Cretoxyrhinidae* and by WILLIAMSON et al (1993) for *Cretoxyrhima mantelli*. In lateral view, the centra exposed a series of lamellae which cross the vertebrae longitudinally.

Fig. 3. Reference specimens from the Vallecillo fish fauna: **a**¹ = *Ptychodus mortoni* occlusal view (MANTELL 1835); **a**² = *Ptychodus mortoni*, lateral view. **b**. *Nursallia* sp. **c**. Ichthyodectiformes. **d**. Dercetidae. **e**. Pachyrhizodontidae. Scale bar: a, b, d and e = 10 mm; c = 100 mm.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Y DOCUMENTACIÓN

Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID



The description and taxonomic determination of this material is currently under work.

Elasmobranchii indet.

Reference specimen: FCT-059, external mould of a partial trunk between pectoralis and ventralis.

Description: The external mould is 300 mm long and consists of the middle part of a trunk; dorsalis, pectoralis and ventralis are visible in this specimen. This specimen exhibits the caudal fragment of the coracoid as well as placoid scales which are located "in situ" along the body. These placoid scales are poorly preserved. Unfortunately, this specimen shows poor diagnostic characters, and can thus not be referred to a lower taxon.

Class Osteichthyes
Infraclass Neopterygii REGAN, 1923
Order Pycnodontiformes LEHMAN, 1966
Family Nursallidae BLOTT, 1987
Genus *Nursallia* BLOTT, 1987

Reference specimens: FCT-103, cranium articulated with vertebral column; the frontal and parietal regions are lacking; caudalis disarticulated. FCT-195, complete and articulated (Fig. 3b). FCT-192, complete and articulated. FCT-074, cranium lacking the frontale, parietale and maxillare; cranium, vertebral column and caudalis complete and articulated. FCT-120, external mould of vertebral column. FCT-257, fragmented and partial articulated skeleton. FCT-048 cranium partially articulated.

Description: At Vallecillo, the reference specimens comprise laterally compressed fishes with a maximum body height of approximately 1.2 times its length. Their cranium is 1.4 times higher than long. The jaw articulation lies in direction of the rostral margin of the orbita. Spleniale and vomer bear globular or peg-like teeth, which are poorly preserved. The parietale is characterized by a peniculus parietalis. In contrast to other groups of Pycnodontiformes, the frontale, parietale and supraoccipitale are in contact without a fossa supratemporale. The maximum height of the peritoneal region is about 60% of the total height of the body. The dorsalis and ventralis extend over the terminal half of the dorsal and ventral margin of the body respectively. The vertebral column is slightly sinuid in dorsoventral direction. The caudalis is triangular and four times higher than long. The hypuralia form subtriangular plates.

According to the diagnostic characters established by BLOTT (1987), the pycnodontids from Vallecillo are clearly referable to the genus *Nursallia* (see BLOTT 1987), but the species level remains unclear at the current state of investigation.

Order Ichthyodectiformes BARDACK & SPRINKLE, 1969
Ichthyodectiformes indet.

Reference specimens: FCT-196, articulated cranium. FCT-079A, articulated cranium with vertebral column, ventralis and caudalis missing (Fig. 3c). FCT-331, specimen with articulated cranium and vertebral column, the caudalis and caudal part of the vertebral column are not present. FCT-127, mandibula and occipital region of the cranium. FCT-332, complete and articulated cranium.

Description: The reference specimens of Vallecillo comprise laterally compressed fusiform fishes. The head length is approximately seven times the body length. The cranium is 1.4 times higher than long. The supraoccipitale bears a prominent triangular crest which is half as high as the neurocranium. Its rostral terminus is thickened and extends onto the skull roof. The articular head of the palatinum is modified into a disc or maleolus. The maxillare and the dentale bear a single row of conical teeth. In the mandibula, the retroarticularis is excluded from the formation of the articular facet for the quadratum. The pectoralis inserts in the bottom third of the body at the pectoral girdle. Its first ray is remarkably long. The vertebrae are as long as they are high. Arcus neuralis et hemalis are autogenous.

This material has not been assigned to a generic or specific level. However, all the characters demonstrated above are coincident with the diagnostics for Ichthyodectiformes as referred to by BARDACK (1965) BARDACK & SPRINKLE (1969) and PATTERSON & ROSEN (1977).

Order Aulopiformes ROSEN, 1973
Family Dercetidae PICTET, 1850

Reference specimens: FCT-113, fragmented cranium and axial skeleton. FCT-008, cranium lacking the premaxillare and axial skeleton lacking the dorsalis, pectoralis and analis. FCT-049, specimen with disarticulated cranium, lacking of fins. FCT-005 (Fig. 3d), specimen with articulated cranium, dorsalis and analis missing; FCT-001, fragmented cranium, FCT-310, articulated cranium.

Description: The reference specimens mentioned above share the majority of the diagnostic characters according to GOODY (1969) and CHALIFA (1989) for Dercetidae. These characters comprise an anguilliform and laterally compressed body. The maximum height of the body goes 24 times in the body length. The cranium is elongated, nine times longer than high, its length goes 2.6 times in the body length. The maxillare bears a single row of conical teeth. Teeth are also found on palatinum and ectopterygoid. The supraorbitale and premaxillare are missing; and an interoperculum is present. Around 60 vertebrae form the vertebral column. The ten cranial and six precaudal vertebrae are 1-5 times longer than the terminal precaudal and caudal vertebrae.

Suborder Pachyrhizodontoidei FOREY, 1977
Family Pachyrhizodontidae COPE, 1872

Reference specimens: FCT-277, cranium and vertebral column complete and articulated, missing dorsalis and caudalis. FCT-280, cranium and vertebral column articulated, dorsalis and caudalis are missing (Fig. 3e). FCT-278, vertebral column and caudalis complete and articulated; cranium missing. FCT-203, vertebral column and caudalis complete and articulated, specimen lacks the cranium and the dorsalis.

Description: The reference specimens comprise 300-400 mm long fusiform fishes. They exhibit a skull roof being laterally convex in the otic region. The margin of the frontale is concave above the autosphenotic spine and the parasphenoid is extended beneath the otic region. The mandibula comprises an anguloarticulare complex and a retroarticulare. Dentale and maxillare show a single row of conical teeth. Hypuralia I and II are fused forming a broad triangular plate. Hypuralia III and IV are fused cranially but the terminal part of this plate is partially divided. According to the diagnosis established by FOREY (1977), the reference specimens of Vallecillo are referred to the Pachyrhizodontidae.

Order Tselfatiiformes NELSON, 1994
Family Tselfatiidae ARAMBOURG, 1943
Genus *Tselfatia* ARAMBOURG, 1943

Reference specimens: FCT-068, complete and articulated. FCT-082, cranium and axial skeleton complete and articulated (Fig. 4a). FCT-121, cranium and vertebral column articulated, maxillare and caudalis missing (Fig. 4b). FCT-122, cranium and vertebral column articulated, dorsalis and caudalis lacking. FCT-340 complete and articulated cranium.

Description: The reference specimens from Vallecillo exhibit most of the diagnostic characters given for *Tselfatia* by BARDACK & TELLER-MARSHALL (1980). These characters comprise a short and deep cranium which is 1.2 times higher than long, with the operculum not included in the cranial length. The superficial bones are ornamented by radial striations. The ligaments connecting the cleithrum and mandibular symphysis are ossified. Approximately 65 vertebrae form the vertebral column, 25-30 of which are caudal. The pleural ribs are very long, representing 76% of the height of the body. The ventral termini of the pleural ribs are in close contact. The insertion point of the pectoralis is clearly below the vertebral column. The ventralis is small, representing 1/60 of the total length of the body. The dorsalis contains about 40 rays, begins close to the caudal margin of the occiput and occupies the entire dorsal margin of the body. The analis consists of about 20 rays. It extends over the terminal half of the ventral margin of the body. The fifth ray of the dorsalis and the third ray of the analis

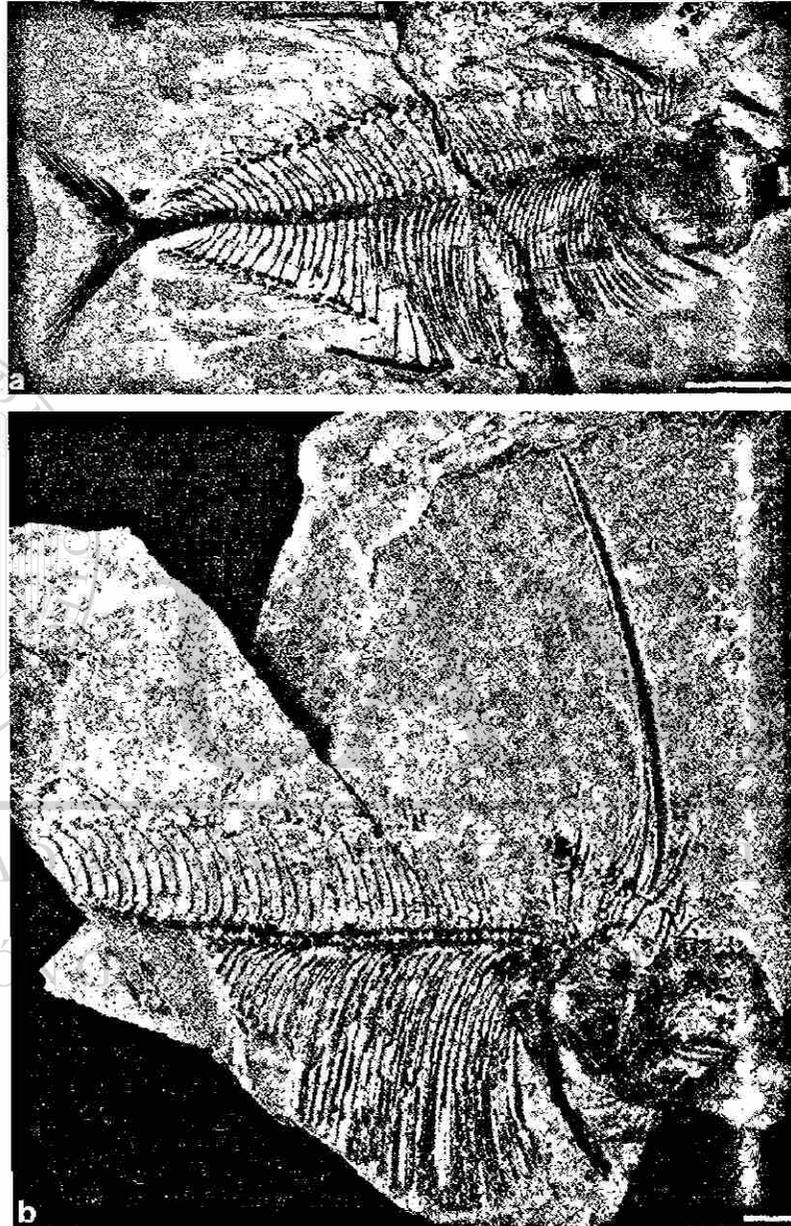


Fig. 4. Reference specimens from the fish fauna: **a** and **b**: *Tselfatia* sp. Scale bar: **a** = 100 mm, **b** = 10 mm.

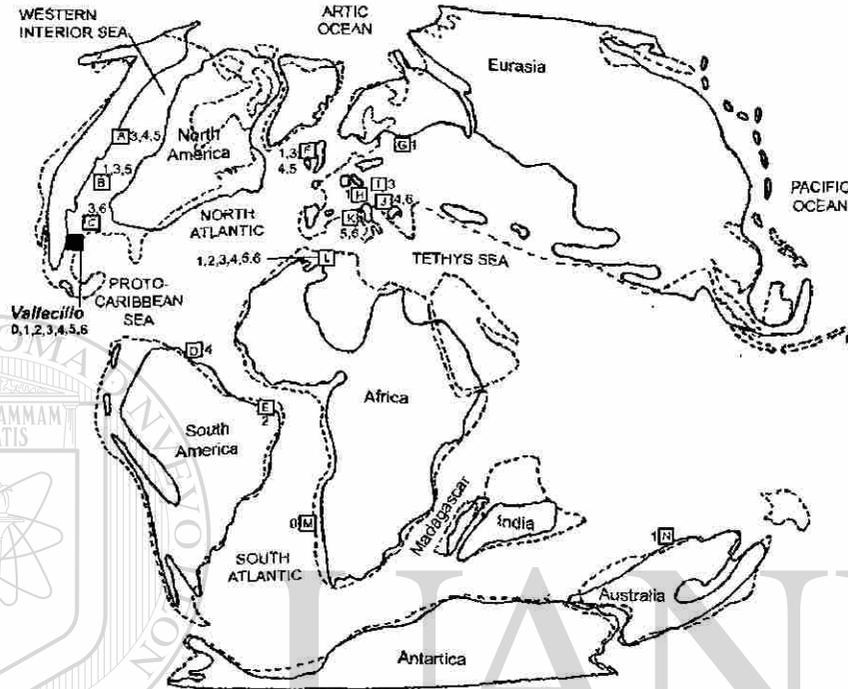


Fig. 5. Paleogeographic distribution of Vallecillo fishes during the Turonian Late Cretaceous. Continental margins modified after SIVERSON (1996). Fishes: 0 = *Ptychodus mortoni*, 1 = Lamniformes, 2 = *Nursaltia*, 3 = Ichthyodectiformes, 4 = Pachyrhizodontidae, 5 = Dercetidae, 6 = *Tselfatia*. Localities: A = Alberta, B = Kansas, C = Texas, D = N Venezuela, E = NE Brazil, F = England, G = SW Russia, H = Central Africa, I = W Africa, J = W Balkan, K = Italy, L = N Morocco, M = SW Africa, N = N Australia.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Turonian of Vallecillo represents the oldest record for this family in North America extending the distribution of this group into the Northern Tethys.

During the Turonian, the family Dercetidae appears to be restricted to the Tethys Sea. This family is well-known from marine sediments in Europe (GOODY 1969, TAVERNE 1987), Canada (WILSON & CHALIFA 1989), Lebanon, Israel (CHALIFA 1989) and Morocco (CAVIN & DUTHEIL 1989). The presence of this family at Vallecillo extends the occurrence of the group into the Western Tethys.

exhibit a cranioventrally-caudodorsally directed segmentation. The hypurals are fused and form a dorsoventrally symmetrical fan-shaped plate.

Recent discoveries

During the preparation of this paper, one specimen of the order Pachycormiformes was identified. A description is not presented here, because the identification is uncertain yet.

Paleobiogeographic affinities

According to present knowledge, the Vallecillo fauna can be grouped in at least eight taxa of different taxonomic levels of which only one group could be assigned to the species level (*Ptychodus mortoni*). In general, the Vallecillo fish assemblage compares well with other Tethyan fish faunas (e.g. Witino, in Alberta; Canada, WILSON & CHALIFA 1989; Goulmima in Morocco, CAVIN 1997; among others) of similar age (Fig. 5).

During late Cretaceous, the sharks of the order Lamniformes are reported from a variety of localities in North America, Europe, North Africa and Australia (WILLIAMSON et al. 1993, SIVERSON 1996, SCHWIMMER et al. 1997). They likely occurred world-wide and their remains are abundant in diverse depositional environments.

Vallecillo fish fauna is notable for the presence of the genus *Nursallia*. The occurrence of this group represents the first record in North America and for the Turonian of the whole American continent. The presence of *Nursallia* at Vallecillo not only extends the distribution of this genus into the Northwestern part of the Tethys Sea, but also suggests that its distribution is not restricted to reefal environments only, as proposed by NURSALL (1996).

The Ichthyodectiformes show a wide distribution throughout the Tethys domain. Different genera of this group were recorded in localities of Europe, North America, Australia (MALDONADO-KOERDELL 1956, BARDACK 1965, WILSON & CHALIFA 1989) and North Africa (CAVIN 1997). According to BARDACK (1965) and WILSON & CHALIFA (1989), Ichthyodectiformes apparently inhabited shallow seas, coastal waters, estuaries and lagoons. The presence of Ichthyodectiformes at Vallecillo is consistent with this generalization.

During the Turonian, the family Pachyrhizodontidae appears to have been restricted to the Tethys Sea. Several genera of this family are recorded from Europe, (TAVERNE 1993), South America (PARAMO-FONSECA 1997) and North Africa (CAVIN 1995). In North America, the family Pachyrhizodontidae is reported only from the Coniacian to Maastrichtian of the Western Interior Seaway in USA. The presence of Pachyrhizodontidae in the

- BARDACK, D. & SPRINKLE, G. (1969): Morphology and relationships of saurocephalid fishes. – *Fieldiana Geol.*, **16** (12): 297-340.
- BARDACK, D. & TELLER-MARSHALL, S., (1980): *Tselfatia*, a Tethyan Cretaceous Teleost: First records from North America and Yugoslavia. – *J. Paleont.*, **54** (5): 1075-1083.
- BLANCO, A., STINNESBECK, W., LÓPEZ-OLIVA, J. G., FREY, E., ADATTE, T., GONZÁLEZ, A. H. (2001): Vallecillo, Nuevo León: Una nueva localidad fosilífera del Cretácico Tardío en el noreste de México. – *Rev. Mex. Cienc. Geól.*, **18** (2): 186-199.
- BERG, L. S. (1958): System der rezenten und fossilen Fischartigen und Fische. – 310 pp; Berlin (Deutscher Verlag der Wissenschaften).
- BLOTT, J. (1987): L'ordre de Pycnodontiformes. Studi e riserche sui giacimenti Terzari di Bolca. – 221 pp.; Verona (Museo Civico di Storia Naturale).
- CAPPETTA, H. (1987): Chondrichthyes II, Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii. – In: SCHULTZE, H. P. (Ed.): Handbook of Paleichthyology: Volume 3B. – 193 pp.; Stuttgart, New York (Gustav Fischer).
- CAVIN, L. (1995): *Goulmimichthys arambourgi* n. g.; n. sp., un Pachyrhizodontidae (Actinopterygii-Telostei) d' une nouvelle localité à nodules fossilifères du Turonien inférieur marocain. – *C. R. Acad. Sci.*, **321**: 1049-1054.
- (1997): New Teleostei from the Lower Turonian locality of Goulmima (Morocco). – *C. R. Acad.*, **325**: 719-724.
- CAVIN, L. & DUTHEIL, D. B. (1999): A new Cenomanian ichthyofauna from southeastern Morocco and its relationships with other early Late Cretaceous Moroccan faunas. – *Geol. en Mijnb.*, **78**: 261-266.
- CHALIFA, Y. (1989): Two new species of longirostrine fishes from the Early Cenomanian (Late Cretaceous) of Ein-Yabrud, Israel, with comments on the phylogeny of the Dercetidae. – *J. Vertebrate Paleont.*, **9** (3): 314-328.
- COPE, E. D. (1872): On the families of fishes of the Cretaceous formations in Kansas. – *Proc. Amer. Phil. Soc.*, **12**: 327-357.
- DUNHAM, R. J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture. – *Mem. amer. Assoc. Petroleum Geol.*, **1**: 108-121.
- FOREY, P. L. (1977): The osteology of *Notolepis* WOODWARD, *Rhacolepis* AGASSIZ and *Pachyrhizodus* DIXON (Pisces: Teleostei). – *Bull. brit. Mus. nat. Hist.*, **28** (2): 125-204.
- EVERHART, M. & EVERHART, P. (1998): A field guide to the marine fossils of the Smoky Hill Chalk Member of the Niobrara Formation (Late Cretaceous of Western Kansas). – 32 pp.; unpubl. Pap.; Lawrence.
- GOODY, P. C. (1969): The relationships of certain Upper Cretaceous teleosts with special reference to the myctophoids. – *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. Geol.*, **7**: 5-255.
- HAY, O. P. (1902): Bibliography and catalogue of the fossil Vertebrata in North America. – *Bull. U. S. geol. Surv.*, **179**: 1-868.
- JAEKEL, O. (1894): Die eozänen Selachier vom Monte Bolca - Ein Beitrag zur Morphogenie der Wirbeltiere. – 176 pp.; Berlin (Springer).
- LEHMAN, J. P. (1966): Actinopterygii. – In: PIVETEAU, J.: *Traité de Paléontologie*: 1-242; Paris (Mason et Cie. Eds.).

- MAISCH, M. W. & LEHMANN, J. (2000): *Tselfatia formosa* ARAMBURG, 1943 (Teleostei) from the Upper Cretaceous of Lower Saxony (Northern Germany). – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **2000**: 499-512.
- MALDONADO-KOERDELL, M. (1956): Peces fósiles de México III. Note preliminar sobre los peces del Turoniano Superior de Xilitla, San Luis Potosí, México. – Ciencia, **16** (13): 31-35.
- NELSON, J. S. (1994): *Fishes of the World*. – 600 pp.; New York (John Wiley & Sons).
- NURSALL, J. R. (1996): Distribution and ecology of pycnodont fishes. – In: ARRATIA, G. & VIOHL, G. (Eds.): *Mesozoic fishes – systematics and paleoecology*: 115-124; München (Dr. Friedrich Pfeil).
- PADILLA Y SÁNCHEZ, R. J. (1978): Geología y estratigrafía (Cretácico Superior) del límite suroeste del estado de Nuevo León. – Rev. Univ. Nac. Autón. México Inst. Geol., **2** (1): 37-44.
- (1982): Geologic evolution of the Sierra Madre Oriental between Linares, Concepción de Oro, Saltillo y Monterrey, México. – 232 pp.; unpubl. Ph. D. thesis (Univ. Texas, Austin).
- PARAMO-FONSECA, M. (1997): *Bachea huilensis* nov. gen., nov. sp., premier Tselfatoides (Teleostei) de Colombie. – Acad. Sci., **325**: 147-150.
- (1997): Les vertébrés marines du Turonien de la Vallée Supérieure du Magdalena, Colombie. – 228 pp.; unpubl. Ph. D. thèse (Univ. Poitiers).
- PATTERSON, C. & ROSEN, D. E. (1977): Review of Ichthyodectiform and other Mesozoic teleost fishes and the theory of classifying fossils. – Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., **158** (2): 81-172.
- PICOT, F. J. (1850): Description des quelques poissons fossiles du Mont Liban. – 59 pp.; Genève (J.-G. Fick).
- REGAN, C. T. (1923): The skeleton of *Lepidosteus*, with remarks on the origin and evolution on the lower neopterygian fishes. – Proc. zool. Soc. London, **1923**: 445-461.
- ROSEN, D. R. (1973): Interrelationships of higher eutelostean fishes. – In: GREENWOOD, P. H., MILES, R. S. & PATTERSON, C.: *Interrelations of fishes*. – Zool. J. Linnean Soc., **53**, Suppl. 1: 397-513.
- SHIMADA, K. (1997): Gigantic lamnoid shark vertebra from the lower Cretaceous Kiowa Shale of Kansas. – J. Paleont., **71** (3): 522-524.
- SCHWIMMER, D. R., STEWARD, J. D., & WILLIAMS, G. D. (1997): Scavenging by sharks of the genus *Squalicorax* in the Late Cretaceous of North America. – Palaios, **12**: 71-83.
- SOHL, N. F., MARTÍNEZ, E., SALMERÓN-URENA, P. & SOTO-JARAMILLO, F. (1991): Upper Cretaceous. – In: SALVADOR, A. (Ed.): *The Gulf of Mexico Basin*. – 204-244; Austin (The Geological Society of North America Inc.).
- SIVERTON, M. (1996): Lamniform sharks of the Mid Cretaceous Alinga Formation and Beedagong Claystone, Western Australia. – Paleontology, **39** (4): 813-849.
- TAVERNE, L. (1987): On the cranial and caudal osteology of the cretaceous marine teleost *Pachyrhizodus* (Pachyrhizodontidae, Crossognatiformes). – Biol. Jb. Donaua 55 (1): 136-145 p.

- TAVERNE, L. (1999): Révision de *Zanclites xenerus*, Téléostéen (Pisces, Tselfatiformes) marin du santonien (Crétacé Supérieur) du Kansas (États-Unis). – *Bel. J. Zool.*, **129**: 421-438.
- (2000): *Tselfatia formosa*, téléostéen marin du Crétacé (Pisces, Actinopterygii), et la position systématique des Tselfatiformes ou Bababogmiformes. – *Geodiversitas* **22** (1): 5-22.
- WILLIAMSON, T. E., KIRKLAND, J. I., & LUCAS, S. (1993): Selachians from the Greenhorn Cyclothem ("Middle" Cretaceous: Cenomanian-Turonian), Black Mesa, Arizona, and the paleogeographic distribution of the Late Cretaceous selachians. – *J. Paleont.*, **67** (3): 447-474.
- WILSON, M. V. H. & CHALIFA, Y. (1989): Fossil marine actenopterygian fishes from the Kaskapau Formation (Upper Cretaceous: Turonian) near Watino, Alberta. – *Canad. J. Earth Sci.*, **26**: 2604-2620.
- ZANGERL, R. (1981): Chondrichthyes: I. Paleozoic Elasmobranchii. – In: SCHULTZE, H. P. (Ed.): *Handbook of Paleoichthyology*, Volume 3. – 115 p.; Stuttgart (Gustav Fischer).

Received by the Munich editors: February 14, 2001.

Modified version received: September 20, 2001.

Accepted: October 08, 2001.

Addresses of the authors:

M. Sc. ALBERTO BLANCO-PIÑÓN and Dr EBERHARD FREY, Staatliches Museum Naturkunde Karlsruhe, Erbprinzenstr. 13, D-76133 Karlsruhe, Germany.

Prof. Dr. WOLFGANG STINNESBECK, Geologisches Institut, Universität Karlsruhe, Kaiserstr. 12, D-76128 Karlsruhe, Germany.

Dr. JOSÉ GUADALUPE LÓPEZ OLIVA, Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Cerro Prieto Km. 8, Linares, N.L. Mexico.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





Available online at www.sciencedirect.com



C. R. Palevol 2 (2003) 299–306



Systematic Palaeontology (Vertebrate Palaeontology)

New Teleostei from the Agua Nueva Formation (Turonian), Vallecillo (NE Mexico)

Alberto Blanco ^{a,*}, Lionel Cavin ^{b,2}

^a Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Erbprinzenstr. 13, 76133 Karlsruhe, Germany

^b Gls PalSédCo, Espérazza–Toulouse, musée des Dinosaurés, 11260 Espérazza, France

Received 21 October 2002; accepted 16 June 2003

Presented by Yves Coppens

Abstract

A new genus and new species of an ichthyodectiform fish, a new species of the pachyrhizodontid *Goulmimichthys*, as well as specimens of *Araripichthys* sp. are described from the Agua Nueva Formation (Turonian) of Vallecillo, State of Nuevo León, NE Mexico. The ichthyodectiform fish shows a combination of characters from different families, warranting the creation of a new genus and questioning the monophyly of these families. We report herein the first record of *Goulmimichthys* and *Araripichthys* in North America. *To cite this article: A. Blanco, L. Cavin, C.R. Palevol 2 (2003).*

© 2003 Published by Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS on behalf of Académie des sciences.

Résumé

Nouveaux Teleostei de la formation Agua Nueva (Turonien), Vallecillo (Nord-Est du Mexique). Un nouveau genre et une nouvelle espèce d'ichthyodectiforme, une nouvelle espèce du pachyrhizodontidé *Goulmimichthys* ainsi que des spécimens d'*Araripichthys* sont décrits, en provenance de la formation Agua Nueva (Turonien) à Vallecillo, État de Nuevo León, au Nord-Est du Mexique. L'ichthyodectiforme montre une combinaison de caractères présents dans différentes familles, ce qui justifie la création d'un nouveau genre et pose la question de la monophylie de ces familles. *Goulmimichthys* et *Araripichthys* sont mentionnés ici pour la première fois en Amérique du Nord. *Pour citer cet article : A. Blanco, L. Cavin, C.R. Palevol 2 (2003).*

© 2003 Published by Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS on behalf of Académie des sciences.

Keywords: Cretaceous; Teleostei; Mexico; New taxa

Mots clés : Crétacé ; Teleostei ; Mexico ; Taxons nouveaux

* Corresponding author.

E-mail address: enchodus@fishhoo.com (A. Blanco).

¹ Current address: Ex-Hacienda de Guadalupe, Carretera a Cerro Pieta Km. 8, Linares, N. L. México.

² Current address: Department of Palaeontology, The Natural History Museum, Cromwell Road, London SW7 5BD, UK.

Version française abrégée

L'ichtyofaune de Valcillo, État de Nuevo León, au Nord-Est du Mexique (Fig. 1), est localisée dans la formation turonienne de Agua Nueva [3,4]. La faune est constituée principalement de téléostéens (Ichthyodectoidei, Dercetidae, Pachyrhizodontidae, Halecoidei, Araripichthyidae et Tselfatiidae), mais également de pycnodontes, de Pachycormidae et de requins (Lamniformes et Ptychodontidae) [4]. Les spécimens décrits dans ce travail ont été préparés à la Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, México, et au Staatliches Museum für Naturkunde, Karlsruhe, Allemagne. Ils sont déposés à la Facultad de Ciencias de la Tierra (FCT).

Vallecillichthys multivertebratum nov. gen. et nov. sp. (Fig. 2) est un Ichthyodectoidei (Ichthyodectiformes) fusiforme, caractérisé par un crâne contenu sept fois dans la longueur totale ; la crête supraoccipitale s'étend postérieurement au-delà du neurocrâne et sa hauteur correspond à la moitié de la hauteur de ce dernier ; les pariétaux fusionnés ne participent pas à la formation de la crête supraoccipitale ; l'angle formé entre les parties orbitale et otique du parasphénoïde est d'environ 150° ; la surface ventrale du parasphénoïde est plate ; le rétroarticulaire ne participe pas à la formation de la facette articulaire pour le carré ; les dents maxillaires et mandibulaires sont anisodontes et d'une hauteur maximale de 6 mm ; les épineuraux de la région antérieure de la colonne vertébrale sont très allongés et atteignent une longueur de 10 vertèbres ; 100 vertèbres au moins forment la colonne vertébrale ; les centra sont aussi longs que hauts ; les nageoires pelviennes sont situées au début du dernier quart de la distance entre les nageoires pectorales et le début de l'anale ; le compte des rayons des nageoires est : P. 8–9, V. 6–8, D. 15, A. 11–13.

Goulimichthys roberti nov. sp. (Fig. 3) est un Pachyrhizodontidae (Pachyrhizodontoides) caractérisé par un vomer édenté, un prémaxillaire avec un processus dorsal, un maxillaire avec un processus arrondi situé dorsalement entre le tiers antérieur et la moitié de la longueur de l'ossification ; la mandibule et le maxillaire portent des dents coniques et recourbées postérieurement, dont les couronnes ne dépassent pas 2 mm de hauteur ; les nageoires pectorales sont implantées obliquement par rapport à la marge ventrale

du corps ; le compte des rayons des nageoires est : P. 15–17, V. 16, D. 21.

Deux spécimens sont des *Araripichthys* sp. (Fig. 4). Les caractères du genre observés sont les suivants : corps haut, avec des nageoires dorsale et anale longues et élevées ; pédoncule caudal étroit (1/18° de la hauteur du corps sans les nageoires) ; nageoire caudale fourchue ; mâchoires édentées ; prémaxillaire avec un processus ascendant bien développé ; maxillaires avec un condyle articulaire pour le vomer bien développé ; présence de supramaxillaires ; ceinture et nageoires pelviennes absentes ; les côtes bien développées et hypuraux libres. Les caractères de la boîte crânienne ne peuvent pas être observés, en raison de l'état de préservation des spécimens.

Vallecillichthys multivertebratum montre la majorité des caractères proposés par Maisey [10] pour caractériser le sous-ordre des Ichthyodectoidei. *V. multivertebratum* offre une combinaison de caractères qui se rencontrent habituellement soit chez les Cladocyclidae (*Cladocyclus*, *Chirocentrites* et *Chiomistus*), soit chez les Ichthyodectidae (*Xiphactinus*, *Ichthyodectes*, *Gillicus* et *Cooyoo*), soit chez les Saurodontidae (*Saurodon*, *Prosaurodon* et *Saurocephalus*), tels que ces taxons sont définis par Maisey [10]. Cette combinaison de caractères ne s'accorde pas mieux à la phylogénie proposée par Taverne et Chanet [23] (ils regroupent l'ensemble de ces genres dans la famille des Ichthyodectidae, au sein de laquelle ils reconnaissent l'existence de deux sous-familles, les Ichthyodectinae [*Gillicus*, *Xiphactinus*, *Ichthyodectes*] et les Saurodontinae [*Saurodon*, *Saurocephalus*]). Cette association de caractères justifie la création d'un genre considéré comme un Ichthyodectoidei *incertae sedis*, et remet en cause la monophylie des deux ou trois clades généralement reconnus au sein des Ichthyodectiformes crétacés [10,23]. Parmi ces caractères, l'absence de prédentaire et la présence d'une centaine de vertèbres méritent d'être signalés. La présence d'une centaine de vertèbres sépare *V. multivertebratum* des Cladocyclidae, qui ne présentent jamais plus de 90 vertèbres [1,2,10,15,17]. L'absence de prédentaire distingue *V. multivertebratum* des Saurodontidae, chez lesquels cette structure se présente sous la forme d'une ossification triangulaire édentée [2,18].

Le pachyrhizodontidé de Valcillo partage de nombreux caractères avec *Goulimichthys arambourgi*, décrit par Cavin [5,7] et avec une nouvelle espèce

colombienne, non nommée, de *Goulimimichthys*, décrite par Páramo-Fonseca [14]. Ces caractères le distinguent d'autres pachyrhizodontidés, tels que *Greenwoodella tokensis* [21], *Rhacolepis buccalis* [9], différentes espèces de *Pachyrhizodus* [9,20,24] et *Elopopsis* [9,19,22]. Les caractères diagnostiques du genre observés sont les suivants : le bord latéral du frontal présente une dépression au-dessus de la pointe de l'autosphénotique ; l'épiotique et le ptérotique forment des pointes dirigées postérieurement ; l'os pelvien porte un processus antérieur fin et allongé, sa région ischiale est bien développée et la région iliaque présente une expansion latérale ; environ 50 vertèbres sont présentes ; les hypuraux I–II et III–IV sont respectivement fusionnés entre eux et forment deux larges plaques triangulaires. *G. roberti* diffère de *G. arambourgi* par un vomer édenté, par la présence d'un processus sur le maxillaire et par le port des nageoires pectorales, qui sont inclinées plutôt qu'horizontales. *G. roberti* constitue la première mention de ce genre en Amérique du Nord.

La présence d'*Araripichthys* sp. à Vallecillo constitue la première mention de ce genre en Amérique du Nord. Jusqu'alors, le genre était signalé dans l'Albien du Brésil [12,13,16], dans l'Aptien du Venezuela [13] et dans le Turonien du Maroc [6,13]. Les espèces vénézuélienne (*A. axelrodi*) et marocaine (*A. corythophorus*) vivaient dans les eaux peu profondes d'une mer épicontinentale, alors que l'espèce brésilienne (*A. castilhoi*) occupait un environnement restreint de bassin intérieur [11]. L'*Araripichthys* sp. mexicain se rencontre dans des sédiments déposés au Turonien, sur la marge externe d'une plate-forme peu profonde.

1. Introduction

Since the first report of the Vallecillo fish assemblage [3], located in the Mexican State of Nuevo León, northeastern Mexico (Fig. 1), the pinkish laminated marlstone unit of the Agua Nueva Formation has been recognized as a low-energy environment of sediments deposited within an outer part of a shallow shelf during the Turonian [3,4]. In this locality, the fish fauna is represented mainly by teleosteans, such as Ichthyodectoidei, Dercetidae, Pachyrhizodontidae, Halecoidei, Araripichthyidae and Tselfatiidae, but non-teleost bony fishes, such as pachycormids and mursalliins, as



Fig. 1. Location map of the fossiliferous quarries (black circle) near the Village of Vallecillo, State of Nuevo León, Mexico.

Fig. 1. Localisation de la carrière fossilifère (point noir) près du village de Vallecillo, État de Nuevo León, Mexique.

well as lamniform and ptychodontid sharks, are also present [4].

The teleosteans described in this paper represent a new genus and new species of Ichthyodectoidei, a new species of Pachyrhizodontidae and the first occurrence of the genus *Araripichthys* in North America.

The specimens were mechanically prepared in the Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, México, and in the Staatliches Museum für Naturkunde, Karlsruhe (SMNK), Germany. The referred specimens belong to the Palaeontological Collection of the Facultad de Ciencias de la Tierra (FCT) and are momentarily housed in the collection of the SMNK.

2. Systematic palaeontology

Order ICHTHYODECTIFORMES Bardack & Sprinkle, 1969

Suborder ICHTHYODECTOIDEI Maisey, 1991

Family *incertae sedis*

Vallecillichthys nov. gen.

Diagnosis. Fusiform ichthyodectoidei fish reaching a standard length of approximately 1220 mm. Cranium length is contained about seven times in the total length of the body. Supraoccipital crest projecting posteriorly beyond the posterior margin of the occiput being half as high as the neurocranium. Parietals are fused and do not participate in the formation of the supraoccipital crest. Mean angle between the orbital and otic part of the parasphenoid is about 150°. Ventral surface of the

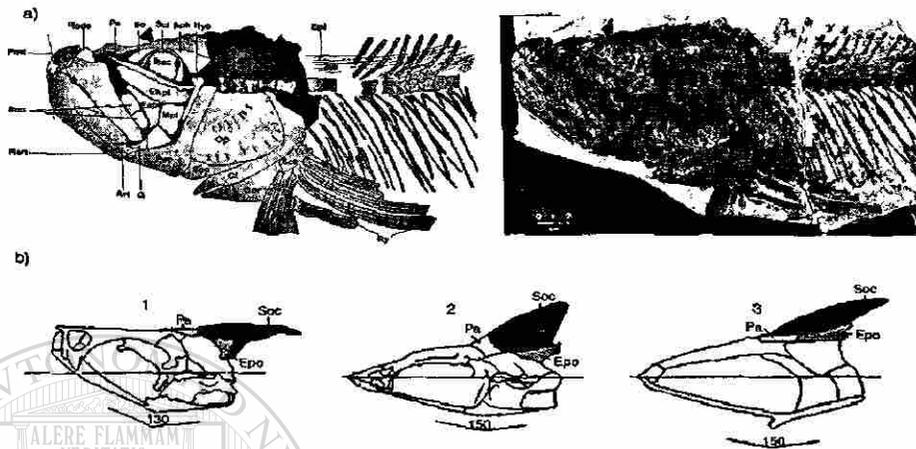


Fig. 2. *Vallecillichthys multivertebratum* gen. nov. sp. nov. (a) Holotype (FCT-79). Drawing and photograph of the cranial elements. Colour scale: light grey: doubtful elements; dark grey: recognized elements; black-greyish: non-recognized elements. (b) Comparison of the skulls of *Cladocyclus* (1), *Ichthyodectes* (2) and *Vallecillichthys* (3) (drawings of *Cladocyclus* and *Ichthyodectes* modified from [10]). Abbreviations: Ang, angular; Art, articular; Bsc, basal sclerotic bone; Cl, cleithrum; Cor, coracoid; D, dentary; Ecpt, ectopterygoid; Enpt, entopterygoid; Epo, epioccipital; Epi, epineural bone; Fr, frontal; Hyo, hyomandibula; Mtp, metapterygoid; Mx, maxilla; Op, opercle; Pa, parietal; Pmx, premaxilla; Pop, preopercle; Ps, parasphenoid; Q, quadrate; Rart, retroarticular; Rode, rostrodermethmoid; Ry, fin rays; Sca, scapula; Scl, sclerotic ring; Smx, supramaxilla; So, supraorbital; Soc, supraoccipital; Sop, subopercle; Sph, sphenotic.

Fig. 2. *Vallecillichthys multivertebratum* gen. nov. sp. nov. (a) Holotype (FCT-79). Dessin et photographie du crâne. Échelle des gris : gris clair, éléments douteux ; gris foncé, éléments reconnus ; gris sombre, éléments non reconnus. (b) Comparaisons des crânes de *Cladocyclus* (1), *Ichthyodectes* (2) et *Vallecillichthys* (3) (dessins de *Cladocyclus* et *Ichthyodectes*, modifiés d'après [10]). Abréviations : Ang, angulaire ; Art, articulaire ; Bsc, ossification sclérotique basale ; Cl, cleithrum ; Cor, coracoïde ; D, dentaire ; Ecpt, ectoptérygoïde ; Enpt, entoptérygoïde ; Ep, épioccipital ; Epi, ossification épineurales ; Fr, frontal ; Hyo, hyomandibulaire ; Mtp, métaptérygoïde ; Mx, maxillaire ; Op, opercule ; Pa, pariétal ; Pmx, prémaxillaire ; Pop, préopercule ; Ps, parasphénoïde ; Q, carré ; Rart, rétroarticulaire ; Rode, rostro-dermethmoïde ; Ry, rayons ; Sca, scapula ; Scl, anneau sclérotique ; Smx, supramaxillaire ; So, supraorbitaire ; Soc, supraoccipital ; Sop, subopercule ; Sph, sphénotique.

parasphenoid is flat rather than convex. Retroarticular does not participate in the formation of the facet for the quadrate. Maxilla and mandibular teeth anisodont and never longer than 6 mm in crown height. Occipital epineurals long, extending over 10 vertebrae in the anterior part of the vertebral column. At least 100 vertebrae in the vertebral column. Centra are as long as they are high. Pectoral fins with 8–9 rays. Dorsal fin with 15 rays. Pelvic fins with 6–8 rays. Pelvic fins situated at the beginning of the last fourth of the distance between the pectoral fin and the anterior origin of the anal fin. Anal fin with 11–13 rays.

Derivatio nominis. From the small village of Vallecillo and from *ichthys*, fish.

Vallecillichthys multivertebratum nov. sp.

Diagnosis. As for the genus, only species.

Holotype. FCT-079, specimen with articulated cranium and vertebral column, lacking the caudal fin and posterior part of the vertebral column (Fig. 2a).

Paratypes. FCT-127, mandibula and occipital region of the cranium. FCT-162, articulated cranium and anterior part of the axial skeleton. FCT-196, articulated cranium. FCT-331, articulated cranium and vertebral column, all fins missing. FCT-332, complete and articulated cranium.

Locus typicus. Vallecillo, Nuevo León, México

Age. Turonian. The dating rests on the presence of the ammonite *Mammites* and *Pseudoaspidosceras*.

Derivatio nominis: *multivertebratum* meaning "a lot of vertebra".

Suborder PACHYRHIZODONTOIDEI Forey, 1977

Family PACHYRHIZODONTIDAE Cope, 1872

Genus *Goulmimichthys* Cavin, 1995

Goulmimichthys roberti nov. sp.

Diagnosis. *Goulmimichthys* reaching 300–400 mm in total length. Edentulous vomer. Premaxilla with a dorsal process. Maxilla with a rounded process situated on its dorsal margin at level of the half of its

length. Conical and posteriorly recurved teeth of 2 mm in crown height on maxilla and mandible. Pectoral fin held obliquely to the ventral margin of the body rather than horizontally. Pectoral fins with 15–17 rays. Dorsal fin consists of about 21 rays. Ventral fin consists of 16 rays.

Holotype. FCT-280, cranium and vertebral column articulated, dorsal fin and caudal fin are missing (Fig. 3).

Paratypes. FCT-251, cranium partially articulated. FCT-277, cranium and vertebral column complete and articulated, missing dorsal and caudal fins. FCT-278, vertebral column and caudal fin complete and articulated; cranium missing. FCT-281, disarticulated cranium.

Additional material. FCT-003, cranium totally disarticulated.

Locus typicus. Vallecillo, Nuevo León, México.

Age. Turonian. The dating rests on the presence of the ammonite *Mammites*.

Derivatio nominis. Species dedicated to Don Roberto González, for his contribution to the rescue of the fossils from Vallecillo.

Suborder PROTOBRAMOIDEI Cavin, 2001

Family ARARIPICHTHYIDAE Silva Santos, 1985

Genus *Araripichthys* Silva Santos, 1985

Reference specimens. FCT-340, cranium disarticulated. Postcranial skeleton complete and articulate (Fig. 4). FCT-341 Postcranial skeleton complete and articulated.

Description. The reference specimens from Vallecillo (FCT-340 and FCT-341) are equal in size. They consist of 90 mm in length (with caudal fin included) deep fishes, showing characters of the genus *Araripichthys* [6,12,13,16]. The diagnostic characters are: deep-bodied fishes with a long and deep dorsal and anal fins; narrow caudal peduncle (contained 18 times on the total height of the body without the fins) and forked caudal fin; jaws edentulous; premaxilla with a well developed ascending process (protusible); maxilla with large a condylar articulation for the vomer; supramaxillae present; pelvic girdle and fins absent; well-developed ribs and hypurals separate from their respective centrum. The features of the braincase were not observed in the specimens from Vallecillo because of preservation.

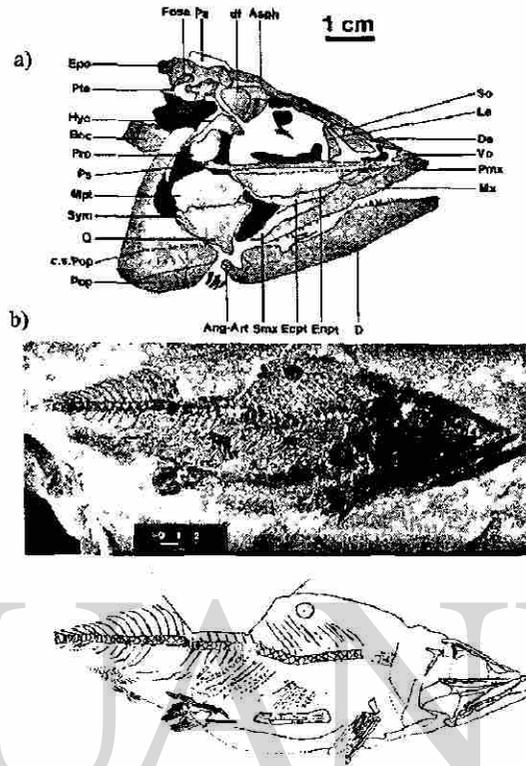
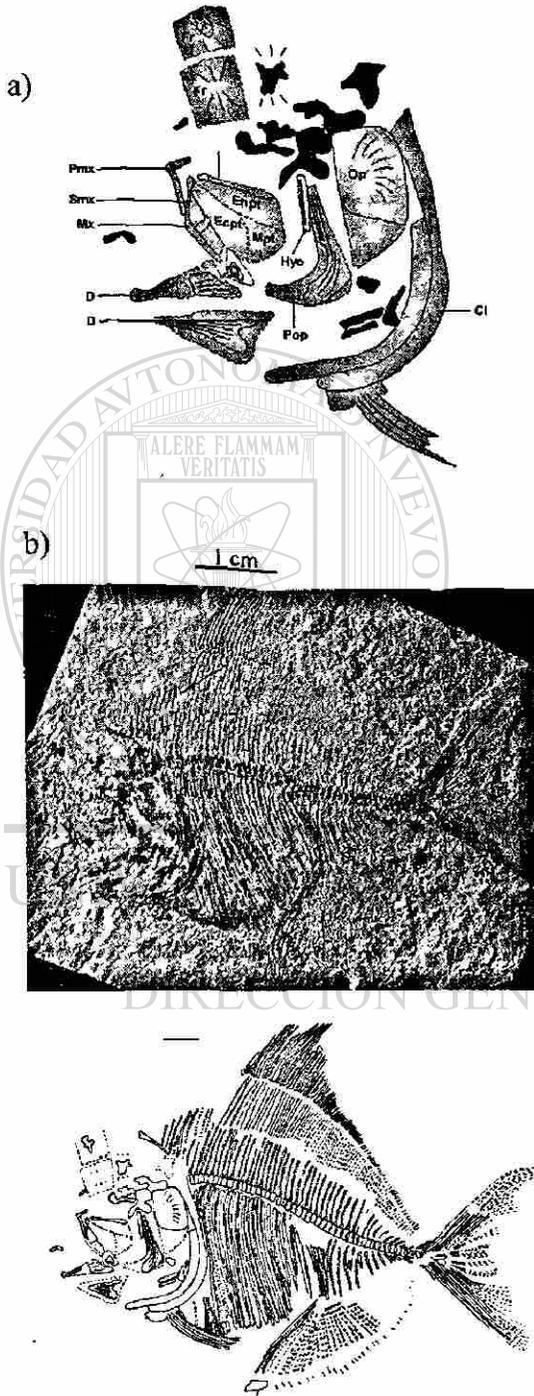


Fig. 3. *Goulmimichthys roberti* sp. nov. Holotype (FCT-280). (a)

Drawing of the cranial elements. (b) Photograph and drawing of the complete specimen. Colour scale: light grey colour, doubtful elements; dark grey colour, recognized elements; black-greyish colour, non-recognized elements. Abbreviations: An-Art, anguloarticular; Asph, autosphenotic; Boc, basioccipital; c.s.Pop, preopercular sensory canal; D, dentary; De, dermethmoid; df, fossa dilatator; Ecpt, ectopterygoid; Enpt, entopterygoid; Ep, epioccipital; Fosa, post-temporal fossa; Hyo, hyomandibula; Mtp, metapterygoid; Mx, maxilla; Pa, parietal; Pmx, premaxilla; Pop, preopercle; Pro, prootic; Ps, parasphenoid; Pte, pterotic; Smx, supramaxilla; So, supraorbital; Sym, symplectic; Vo, vomer.

Fig. 3. *Goulmimichthys roberti* sp. nov. Holotype (FCT-280). (a) Dessin du crâne. (b) Photographie et dessin du spécimen complet. Échelle des gris : gris clair, éléments douteux ; gris foncé, éléments reconnus ; gris sombre, éléments non reconnus. Abréviations : An-Art, angulo-articulaire ; Asph, autosphénotique ; Boc, basioccipital ; c.s.Pop, canal préoperculaire ; D, dentaire ; De, dermethmoïde ; df, fossa dilatator ; Ecpt, ectoptérygoïde ; Enpt, entoptérygoïde ; Ep, épioccipital ; Fosa, fosse post-temporale ; Hyo, hyomandibulaire ; Mtp, métaptérygoïde ; Mx, maxillaire ; Pa, pariétal ; Pmx, prémaxillaire ; Pop, préopercule ; Pro, prootique ; Ps, parasphénoïde ; Pte, ptérotique ; Smx, supramaxillaire ; So, supraorbitaire ; Sym, symplectique ; Vo, vomer.



3. Discussion

Vallecillichthys multivertebratum exhibits most of the characters proposed by Maisey [10] for the suborder Ichthyodectoidei: presence of a high and triangular supraoccipital crest with the parietals displaced forward; angular bone contributes to the articular facet for the quadrate; enlarged coracoid meeting each other in a midventral symphysis; pectoral fins insert in the bottom third of the body at the pectoral girdle; neural and hemal arcs autogenous; premaxilla articulates posteriorly with maxilla; and deep dentary symphysis. The diagnostic characters of the ichthyodectoid from Vallecillo represent a mixture among those characters present in Cladocyclidae (*Cladocycclus*, *Chirocentrites* and *Chromistus*), in Ichthyodectidae (*Xiphactinus*, *Ichthyodectes*, *Gillicus* and *Cooyoo*) and in Saurodontidae (*Saurodon*, *Prosaurodon* and *Saurocephalus*) according to the phylogeny proposed by Maisey [10]. The association of characters does not fit better with the phylogeny proposed by Taverne and Chanet [23] (they gathered all the genera in a single family, the Ichthyodectidae, in which they recognised two subfamilies: the Ichthyodectinae [*Gillicus*, *Xiphactinus*, *Ichthyodectes*] and the Saurodontinae [*Saurodon*, *Saurocephalus*]). This fact warrants the placement of the specimens from Vallecillo into an independent genus (and species) regarded as an ichthyodectoid *incertae sedis*, and questions the monophyly of the two or three clades recognized within the Cretaceous ichthyodectiforms. Of those characters, the absence of a premental and the presence of 100 vertebrae are most notorious characters. The presence of 100 vertebrae separate V.

Fig. 4. *Araripichthys* sp. (FCT-341). (a) Drawing of the cranial elements. (b) Photograph and drawing of the complete specimen. Colour scale: light grey colour, doubtful elements; dark grey colour, recognized elements; black-greyish colour, non-recognized elements. Abbreviations: Cl, cleithrum; D, dentary; Ecpt, ectopterygoid; Enpt, entopterygoid; Fr, frontal; Hyo, hyomandibula; Mtp, metapterygoid; Mx, maxilla; Op, opercle; Pmx, premaxilla; Pop, preopercle; Ps, parasphenoid; Q, quadrate; Smx, supramaxilla.

Fig. 4. *Araripichthys* sp. (FCT-341). (a) Dessin du crâne. (b) Photographie et dessin du spécimen complet. Échelle des gris : gris clair : éléments douteux ; gris foncé : éléments reconnus ; gris sombre : éléments non reconnus. Abréviations : Cl, cleithrum ; D, dentaire ; Ecpt, ectoptérygoïde ; Enpt, entoptérygoïde ; Fr, frontal ; Hyo, hyomandibulaire ; Mtp, métaptérygoïde ; Mx, maxillaire ; Op, opercule ; Pmx, prémaxillaire ; Pop, préopercule ; Ps, parasphénoïde ; Q, carré ; Smx, supramaxillaire ; So, supraorbitaire.

multivertebratum from Cladocyclidae and Ichthyodecidae, which never expose more than 90 vertebrae [1,2,10,15,17]; the absence of prenodal separates the specimens from Vallecillo from Saurodontidae, in which this structure is exposed as a toothless triangular and well-developed bone [2,18].

The pachyrhizodontids from Vallecillo share more characters with *Goulimichthys arambourgi* described by Cavin [5,7], and with a new unnamed Colombian species of *Goulimichthys* described by Páramo-Fonseca [14], than with other genera such as *Greenwoodella tockensis* [21], *Rhacolepis buccalis* [9], different species of *Pachyrhizodus* [9,20,24] and *Elopopsis* [9,19,22]. These diagnostic characters are: lateral margin of the frontal with a depression above the autosphenotic; frontal bearing a lamina projecting laterally to reach the spine of the autosphenotic; epiotic and pterotic form posteriorly pointed spines; presence of an edentulous ectopterygoid; pelvic bone extend anteriorly with a thin bony process, with a very expanded ischial region and with a lateral expansion of the iliac region; about 50 vertebrae in the column. *G. roberti* differs from *G. arambourgi* by an edentulous vomer, the presence of a process on the maxilla and the pectoral fin held obliquely forming variable angle with the ventral margin of the body. *Goulimichthys roberti* represents the first record of this genus in Cretaceous sediments of North America [8].

The presence of *Araripichthys* sp. in Vallecillo represents the first occurrence of this genus in sediments of North America. At present, this genus was only known from the Albian of Brazil [12,13,16], the Aptian of Venezuela [13] and the Turonian of Morocco [6,13]. The Venezuelan (*A. axelrodi*) and Moroccan (*A. corythophorus*) species occur in shallow epicontinental seas, whereas the Brazilian species (*A. castilhoi*) is recorded in restricted interior basin environment [11]. The Mexican *Araripichthys* occurs in sediments deposited within an outer part of a shallow shelf during the Turonian.

Acknowledgements

The authors are deeply grateful to the González Family (Vallecillo, México), especially Don Roberto González, who permitted the access to the Vallecillo quarries, and for their collaboration during this research. We kindly acknowledge the pictures by V.

Griener (Karlsruhe, Germany) and additional preparation of the specimens used for this paper by Victor Beraza, Andrés Ramos, Pedro Rodríguez and Adalberto Treviño (Linares, México) and Stephan Unrein (Karlsruhe, Germany). We are grateful to Dr L. Taverner (Brussels) for reviewing the manuscript. Financial Support was provided by the Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD, A/98/14172) and DFG (FR1314/4–1) Germany (AB) and by the Swiss National Science Foundation (grant n° 8220–56521) and a Marie Curie Individual Fellowship funded by the Swiss Federal Office for Education and Science (grant No. 02.0335) (LC).

References

- [1] D. Bardack, Anatomy and evolution of chirocentrid fishes, Univ. Kansas Paleontol. Contrib. Vertebrata 10 (1965) 1–88.
- [2] D. Bardack, G. Sprinkle, Morphology and relationships of saurocephalid fishes, Fieldiana Geology 16 (12) (1969) 297–340.
- [3] A. Blanco, W. Sinnesbeck, J.G. López-Oliva, E. Fray, T. Adatte, A.H. González, Vallecillo, Nuevo León: una localidad fosilífera del Cretácico Tardío en el noreste de México, Rev. Mex. Cien. Geol. 18 (2) (2001) 185–198.
- [4] A. Blanco, E. Frey, W. Sinnesbeck, J.G. López-Oliva, Late Cretaceous (Turonian) fish assemblage from Vallecillo, Northeastern Mexico, N. Jahrb. Geol. Paläont. Abh. 225 (1) (2002) 39–54.
- [5] L. Cavin, *Goulimichthys arambourgi* n. g. n. sp. un Pachyrhizodontidae (Actinopterygii, Teleostei) d'une nouvelle localité à nodules fossilifères du Turonien inférieur marocain, C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. IIa 321 (1995) 1049–1054.
- [6] L. Cavin, New Teleostei from the Lower Turonian locality of Goulimima (Morocco), C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. IIa 325 (1997) 719–724.
- [7] L. Cavin, Osteology and phylogenetic relationships of the teleost *Goulimichthys arambourgi* Cavin, 1995, from the Upper Cretaceous of Goulimima, Morocco, Eclog. geol. Helv. 94 (2001) 509–535.
- [8] E.D. Cope, On the families of fishes of the Cretaceous formations in Kansas, Proc. Am. Phil. Soc. 12 (1872) 327–357.
- [9] P.L. Forey, The osteology of *Notelaps* Woodward, *Rhacolepis* Agassiz and *Pachyrhizodus* Dixon (Pisces: Teleostei), Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.) 28 (2) (1977) 125–204.
- [10] J.G. Maisey, *Cladocycetus* Agassiz, 1841, in: J.G. Maisey (Ed.), Santana Fossils. An illustrated Atlas, T.F.H. Publications, Neptune City, NJ, 1991, pp. 190–207.
- [11] J.G. Maisey, Continental break-up and the distribution of fishes of Western Gondwana during the Early Cretaceous, Cretac. Res. 21 (2000) 281–314.
- [12] J.G. Maisey, S. Blum, *Araripichthys* Silva Santos, 1985, in: J.G. Maisey (Ed.), Santana Fossils. An illustrated Atlas, T.F.H. Publications, Neptune City, NJ, 1991, pp. 208–217.

- [13] J.G. Maisey, J.M. Moody, A review of the problematic teleost fish *Araripichthys*, with a description of a new species from the Lower Cretaceous of Venezuela, *Am. Mus. Novit.* 3324 (2001) 1–27.
- [14] M. Páramo-Fonseca, Les vertébrés marins du Turonien de la vallée supérieure du Magdalena, Colombie, PhD, University of Poitiers, France, 1997, pp. 228.
- [15] C. Patterson, D.E. Rosen, Review of Ichthyodectiform and other Mesozoic teleost fishes and the theory and practice of classifying fossils, *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 158 (2) (1977) 81–172.
- [16] R. Da Silva Santos, *Araripichthys castilhoi* novo gênero e espécie de Teleostei da Formação Santana, Chapada do Araripe, Brasil, *Colet. trab. Paleont. brasil, D.N.P.M.*, 1985, pp. 133–139.
- [17] R. Silva Santos Da, Posição Taxinômica do *Cladocyclus woodwardi* (Silva Santos) do Cretaco do Brasil, *An. Acad. bras. Ciênc.* 58 (2) (1986) 229–231.
- [18] J.D. Stewart, A new genus of Saurodontidae (Teleostei: Ichthyodectiformes) from Upper Cretaceous rocks of the Western Interior of North America, in: G. Arratia, H.-P. Schultze (Eds.), *Mesozoic Fishes 2, Systematics and Fossil Record*, Dr. Friedrich Pfeil Verlag, München, 1999, pp. 335–360.
- [19] L. Taverne, À propos d'*Elopopsis microdon* Heckel, J. J. 1856, du Crétacé moyen d'Afrique et d'Europe et des affinités systématiques de la famille fossile des Pachyrhizodontidae au sein des Téléostéens primitifs, *Rev. Zool. afr.* 90 (2) (1976) 487–496.
- [20] L. Taverne, On the cranial and caudal osteology of the Cretaceous marine teleost *Pachyrhizodus* (Pachyrhizodontidae, Crossognathiformes), *Biol. Jahrb. Dodonaea* 55 (1) (1987) 136–145.
- [21] L. Taverne, *Greenwoodella tockensis* Taverne and Ross, 1973 from the Marine Lower (Töck) of Helgoland (West Germany), the oldest known Pachyrhizodontid fish (Teleostei, Crossognathiformes), *Geol. Jahrb. A.* 120 (1991) 305–309.
- [22] L. Taverne, Oséologie et affinités du téléostéen crétacique *Elopopsis microdon* (Pisces, Crossognathiformes, Pachyrhizodontidae), *Biol. Jahrb. Dodonaea* 61 (1994) 172–192.
- [23] L. Taverne, B. Chanet, *Faugichthys loryi* n. gen. n. sp. (Teleostei, Ichthyodectiformes) de l'Albien terminal (Crétacé inférieur marin) du vallon de la Fauge (Isère, France) et considérations sur la phylogénie des Ichthyodectidae, *Geodiversitas* 22 (1) (2000) 23–34.
- [24] S. Wenz, C. Fricot, Présence de *Pachyrhizodus salmoneus* (Günther), Pisces, Teleostei, Pachyrhizodontidae, dans l'Albien moyen de l'Aube (France), *Bulletin d'informations géologiques du bassin de Paris* 22 (4) (1985) 7–10.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



