

**PRIMERA PARTE**

**PRESENTACIÓN**

**1**

# **INTRODUCCIÓN**

## 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.

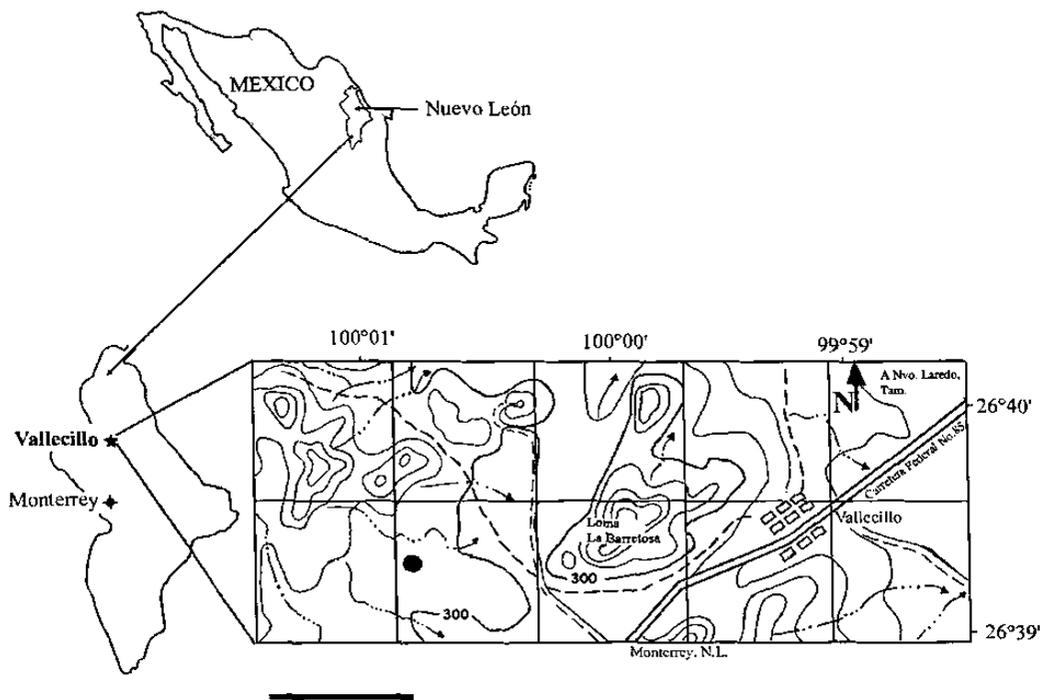


Figura 1.1. Localización geográfica del municipio de Vallecillo, Nuevo León. El círculo negro en el mapa indica la ubicación de las canteras fosilíferas (Modificada de BLANCO ET AL., 2001; BLANCO-PIÑÓN ET AL., 2002). Barra de escala = 1 km.

## 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.

2

## **METODOLOGÍA**

## **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 (CaCO<sub>3</sub>) 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 % CaCO<sub>3</sub>) 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 CaCO<sub>3</sub> 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**

**3**

# **PALEOGEOGRAFÍA**

**27**

## 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).

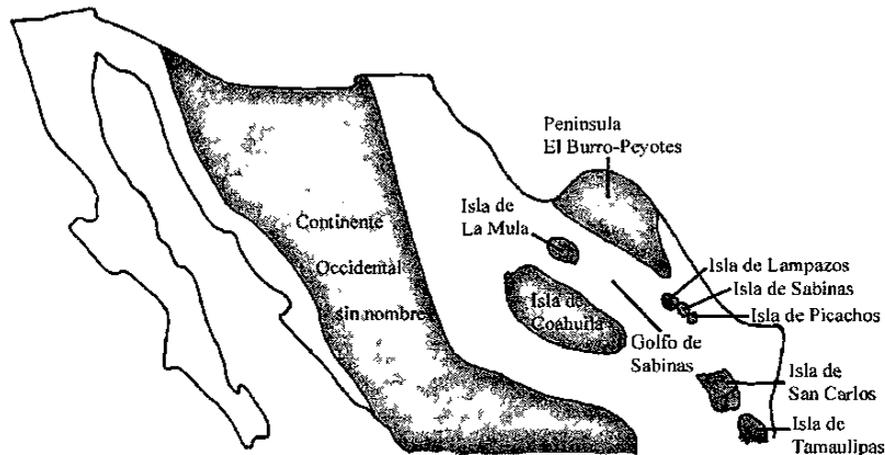
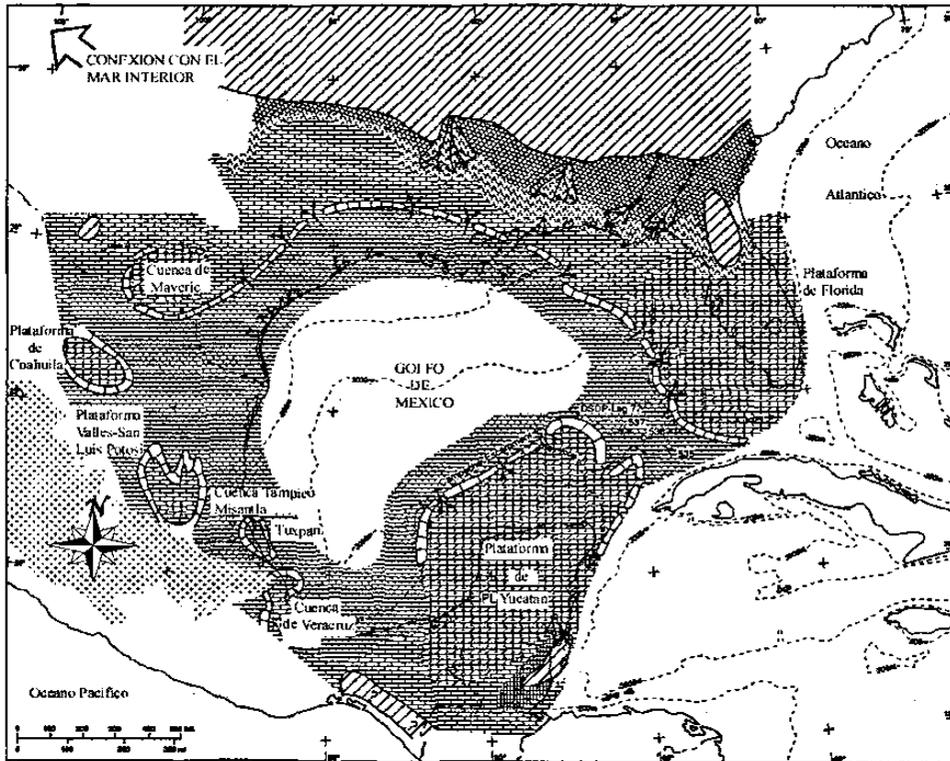


Fig. 3.1. Elementos paleogeográficos en el noreste de México durante el Jurásico (Modificada de SEIBERTZ, 1986).

### 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 lechos rojos, fluvial lacustre, delta	Marino somero playa, nerítico, plataforma externa	Marino profundo Pendiente marina zona batial
T	Conglomerado	[Symbol]	[Symbol]	
	Arenisca	[Symbol]	[Symbol] Predominantemente arenisca	[Symbol]
I	Lutita	[Symbol]	[Symbol] Areniscas y lutitas intercaladas [Symbol] Predominantemente lutita	[Symbol]
	Lutita calcarea			[Symbol]
D	Caliza arcillosa		[Symbol] Caliza arenosa o arenas intercaladas con calizas	[Symbol]
	Calizas		[Symbol] Arrecife [Symbol] Colitas	[Symbol]
R	Dolomitas		[Symbol]	
	Evaporitas		[Symbol] Anhidrita [Symbol] Halita	
Otro tipo de rocas:		volcanicas [Symbol]	lignito [Symbol]	pedernal [Symbol]

Fig. 3.2 Mapa paleogeográfico y litofacies del Albiano 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).

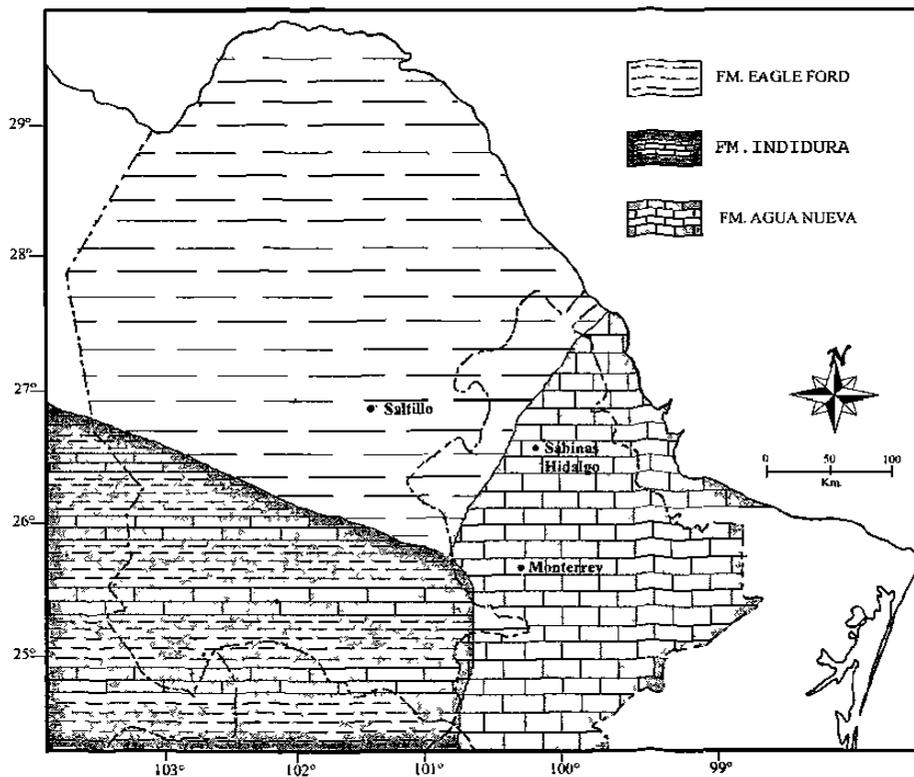


Fig. 3.3. Mapa paleogeográfico del noreste de México durante el Turoniano (Modificado de PADILLA Y SÁNCHEZ, 1982).

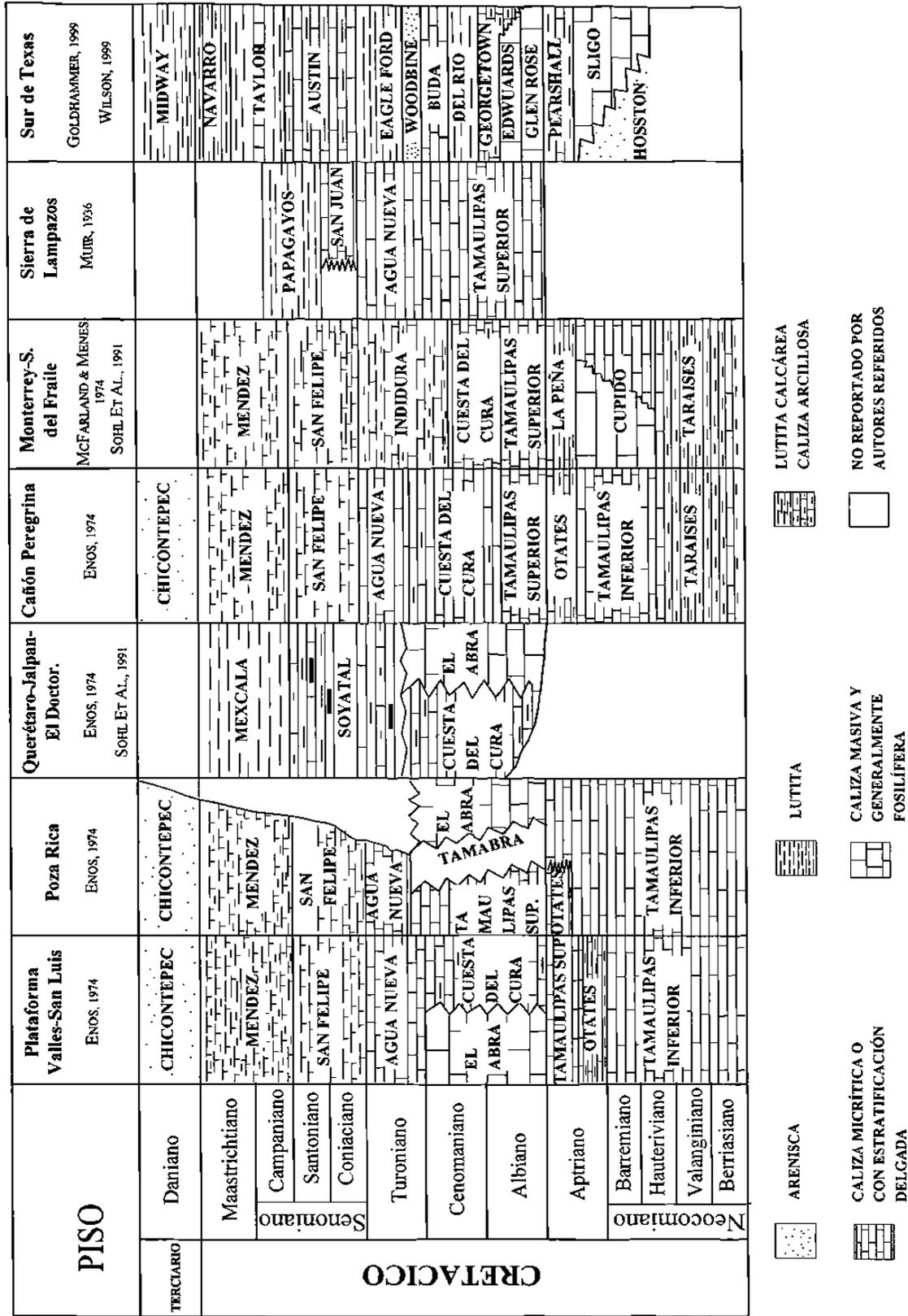


Fig. 3.4. Correlación de las formaciones cretácicas del noreste de México y Texas (Modificada de BLANCO-PINÓN, 1998)

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.

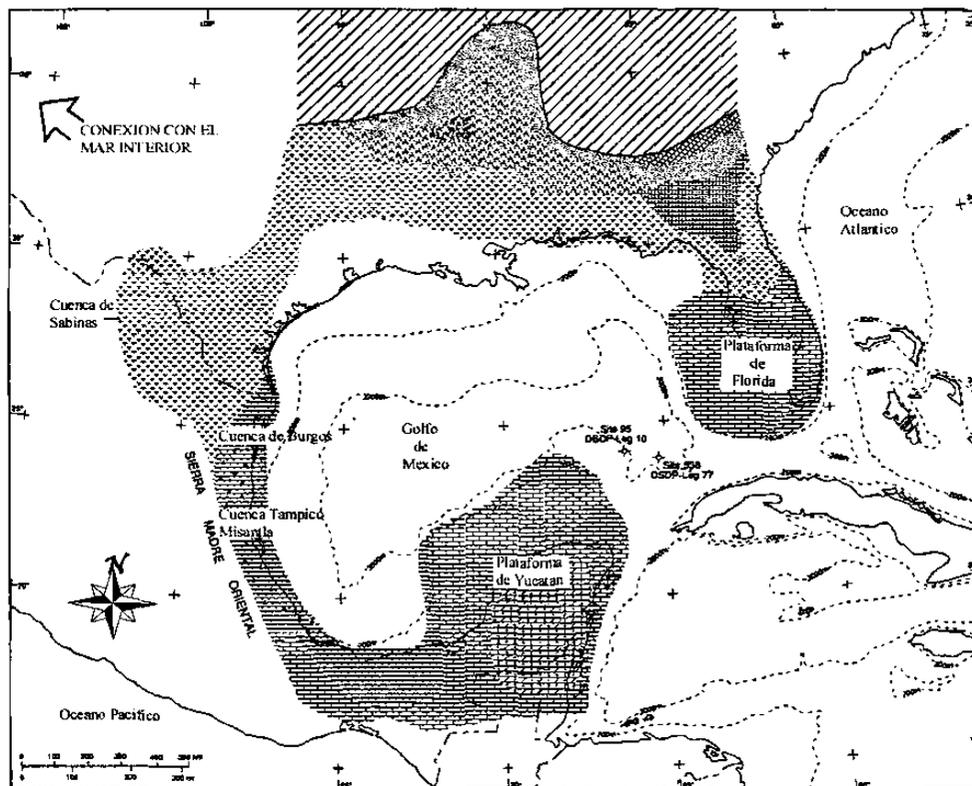


Figura 3.5. Mapa paleogeográfico y litofacies del Coniaciano al Santoniano. Ver figura 2 para simbología (Modificada de SOHL ET AL., 1991).

## CAMPANIANO-MAASTRICHTIANO

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).

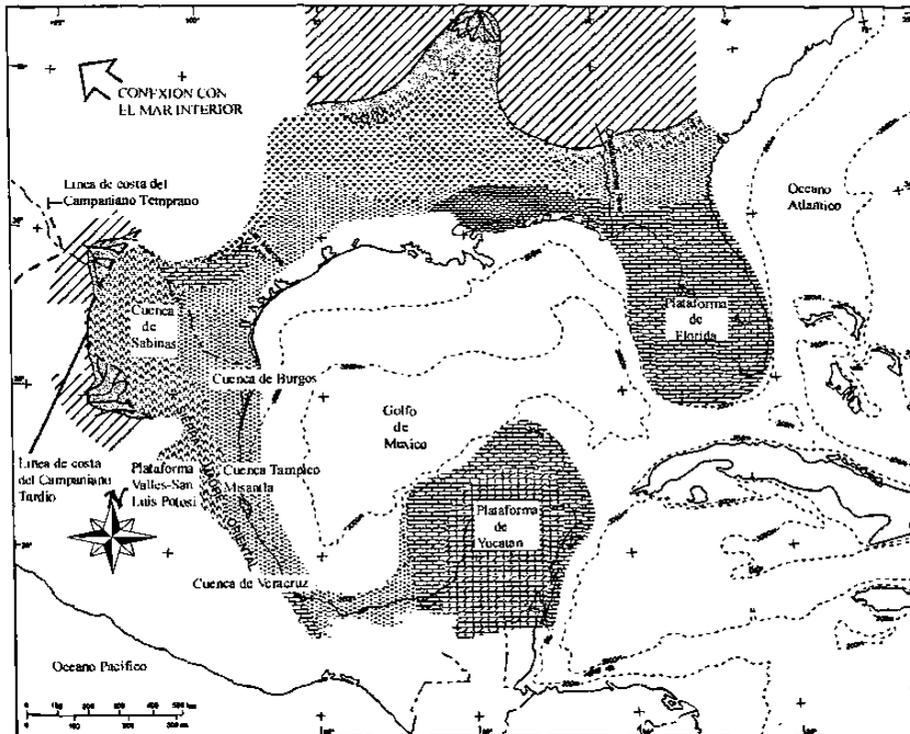


Figura 3.6. Mapa paleogeográfico y litofacies del Campaniano Temprano. Ver Figura 2 para la simbología (Modificado de SOHL ET AL., 1991).

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 laramídicos 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 las Cuencas de Burgos, continuó la depositación 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).

**4**

**MIEMBRO VALLECILLO**

**37**

## **“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°W y una inmersión de N4°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.

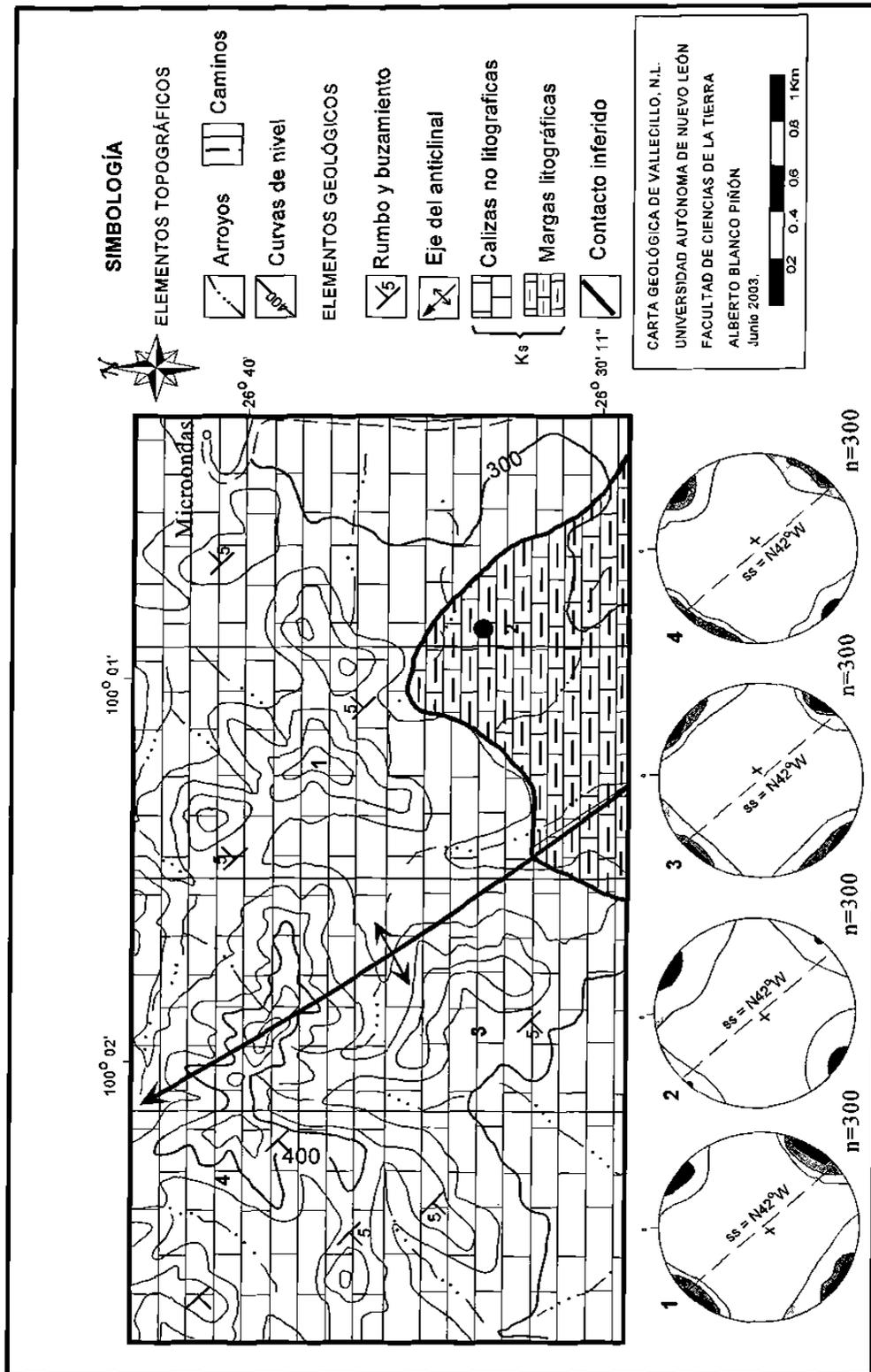


Fig. 4.1. Carta geológica de la región del anticlinal de Vallecillo, Vallecillo, N.L. El círculo negro indica la ubicación de las canteras (Modificada de BLANCO-PIÑÓN, 1998).

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.

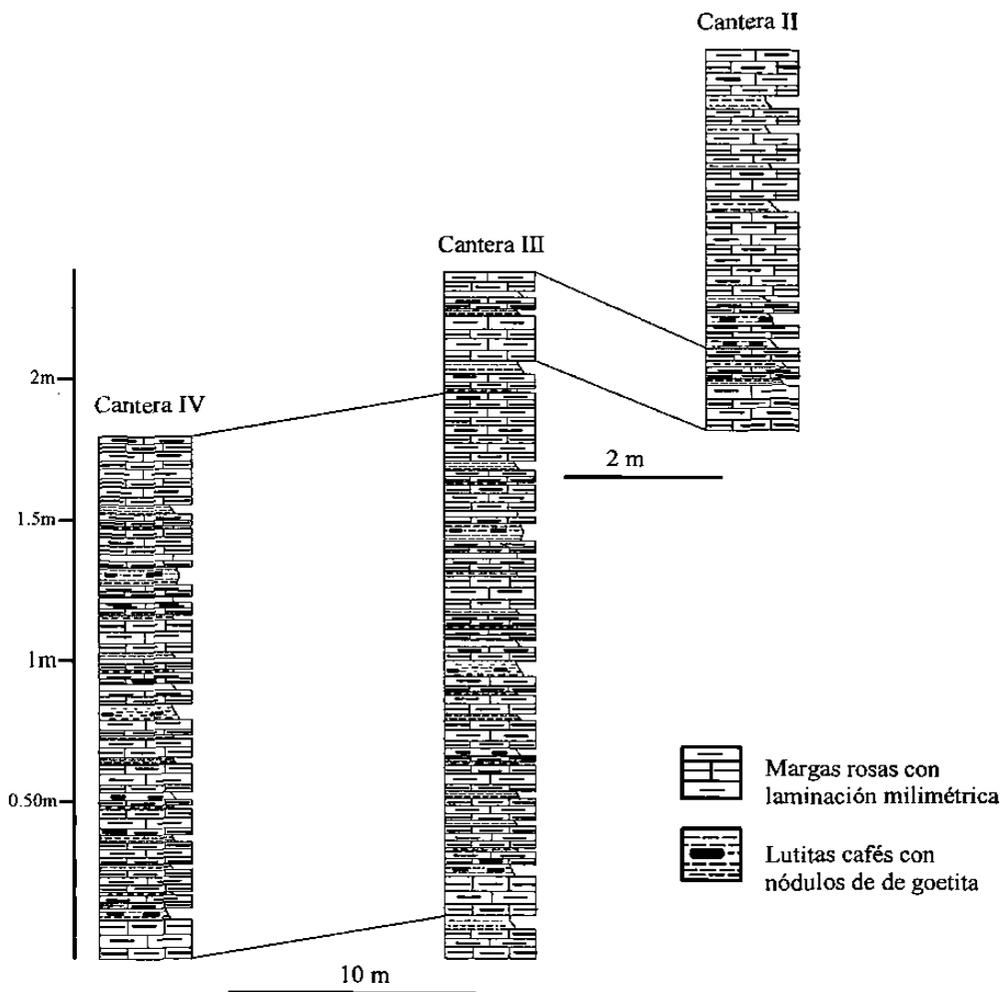


Fig. 4.3 Perfiles litológicos de las capas fosilíferas, Vallecillo, N.L (Modificada de BLANCO-PIÑÓN, 1998).

**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.

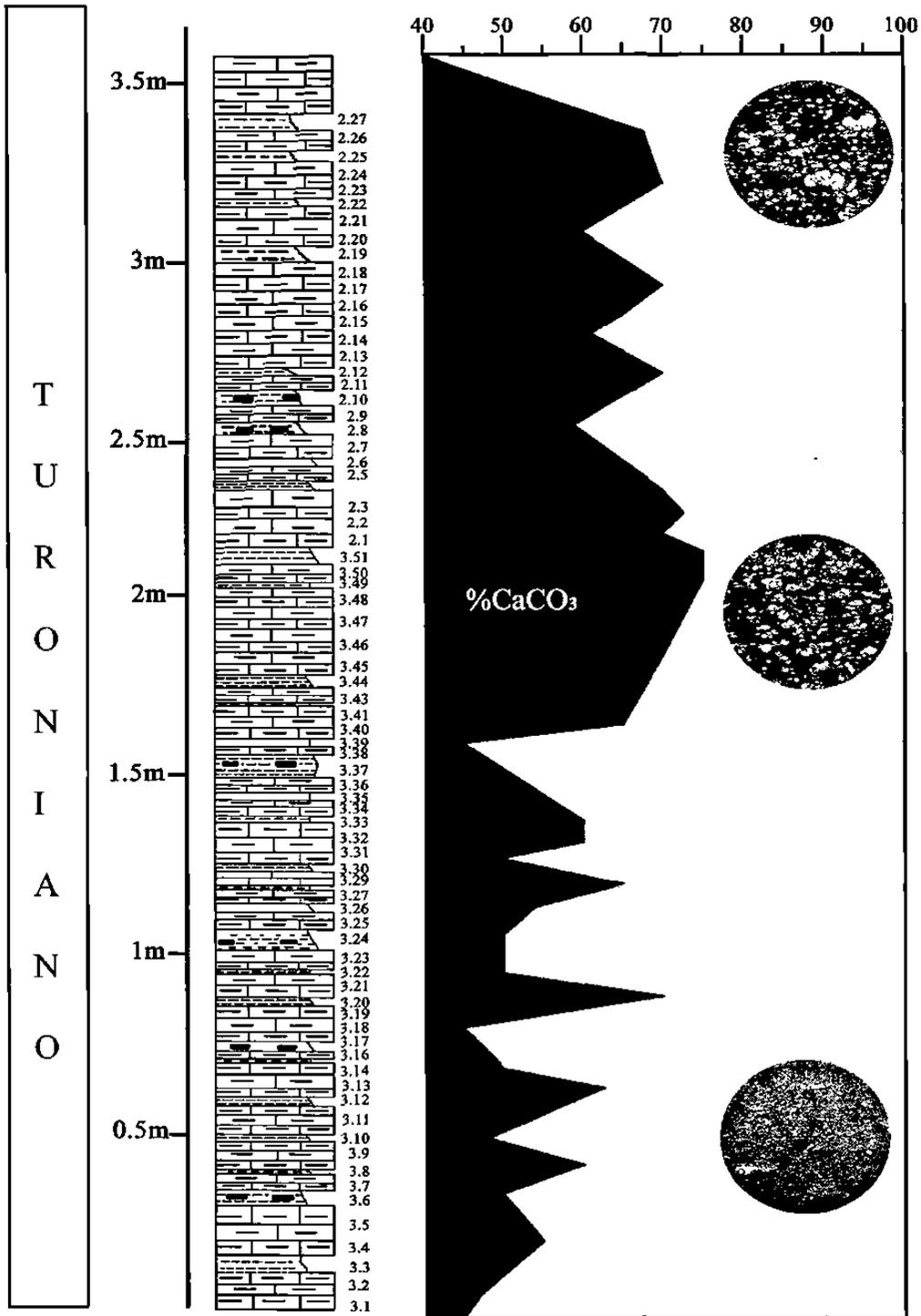


Fig. 4.4. Porcentaje en peso de carbonatos/clásticos en el Miembro Vallecillo. (Todas las muestras analizadas mediante Bomba de Carbonatos, a excepción de 3.15, 2.28, 3.42 y 2.4 que fueron omitidas). Las fotografías ilustran el porcentaje de bioclastos (principalmente foraminíferos planctónicos y calciesferas)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

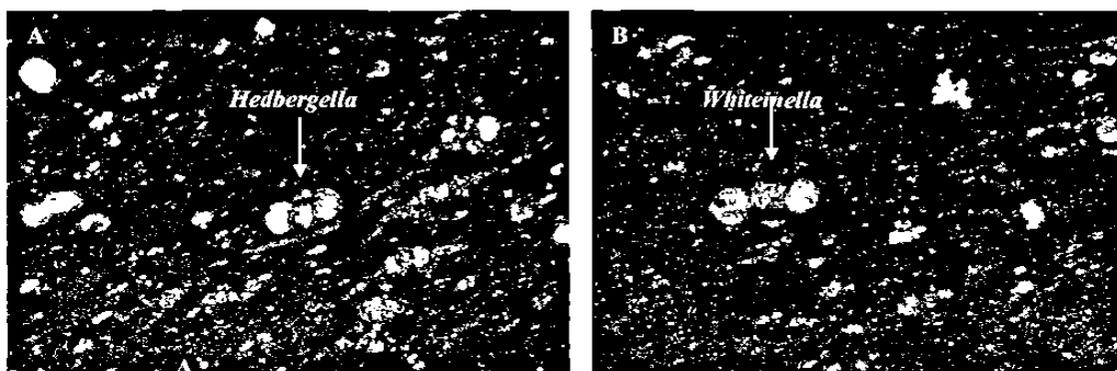


Fig. 4.5. Globotruncánidos del Miembro Vallecillo, Formación Agua Nueva. a) cf. *Hedbergella*, b) cf. *Whiteinella*

**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 ( $\text{CaCO}_3$  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.

### 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**

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 *Goulmimichthys* 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 CLASSE ELASMOBRANCHII**

5

## **ELASMOBRANCHII INDET**

54

**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.

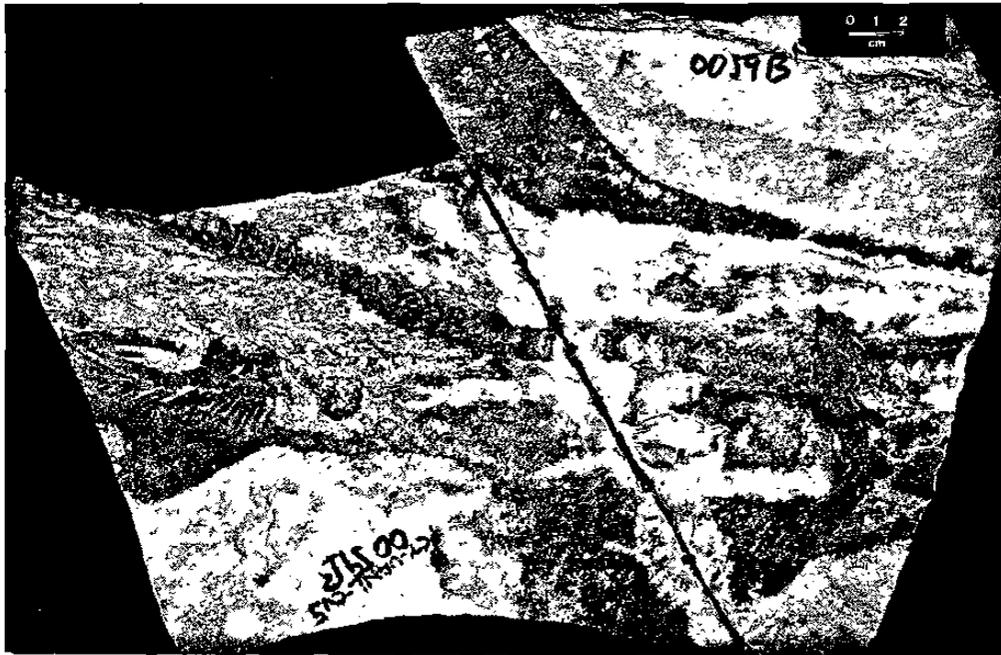


Fig. 5.1. Elasmobranchii indet. (FCT-059), Formación Agua Nueva. Escala ilustrada en la fotografía.

**6**

**ORDEN LAMNIFORMES**

**56**

**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).

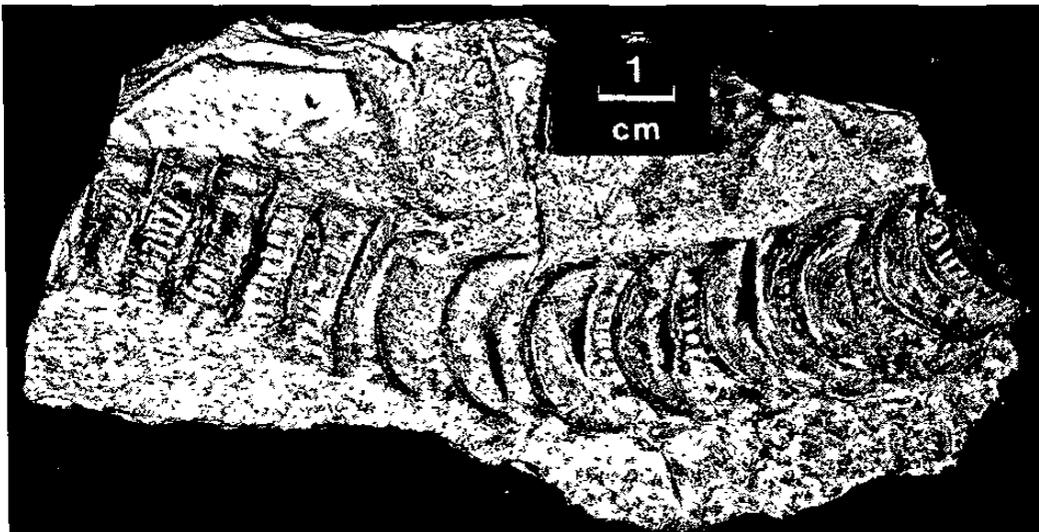


Fig. 6.1. Elementos vertebrales de un tiburón lamniforme no determinado (FCT-133). Escala ilustrada en la fotografía.

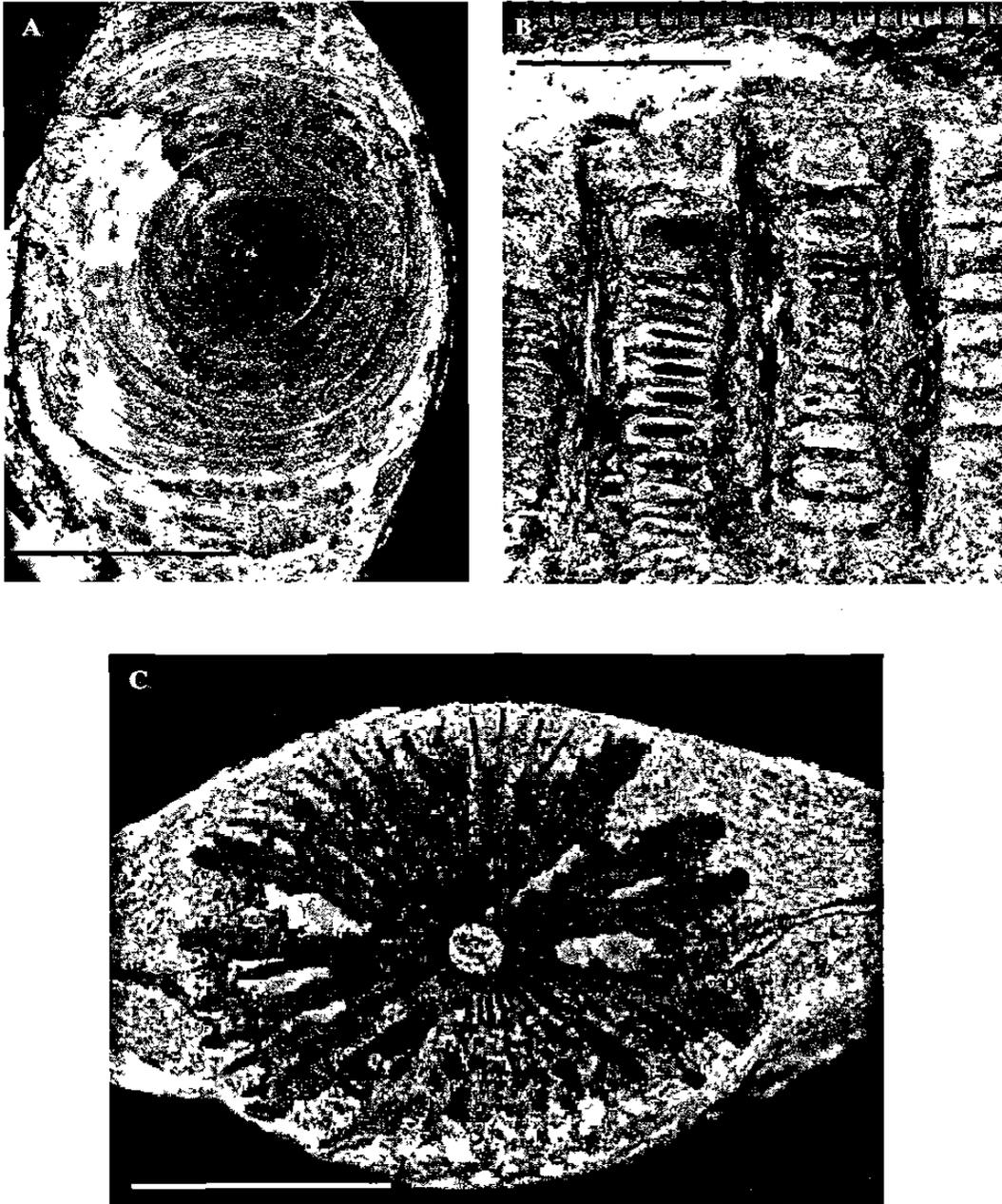


Fig. 6.2. Centros vertebrales de un tiburón lamniforme no determinado. A) Vista frontal mostrando láminas concéntricas. B) Vista dorsal que muestra la disposición en sentido anteroposterior de las láminas radiales y los orificios correspondientes a los arcos. C) Sección transversal de la vértebra exponiendo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

**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.

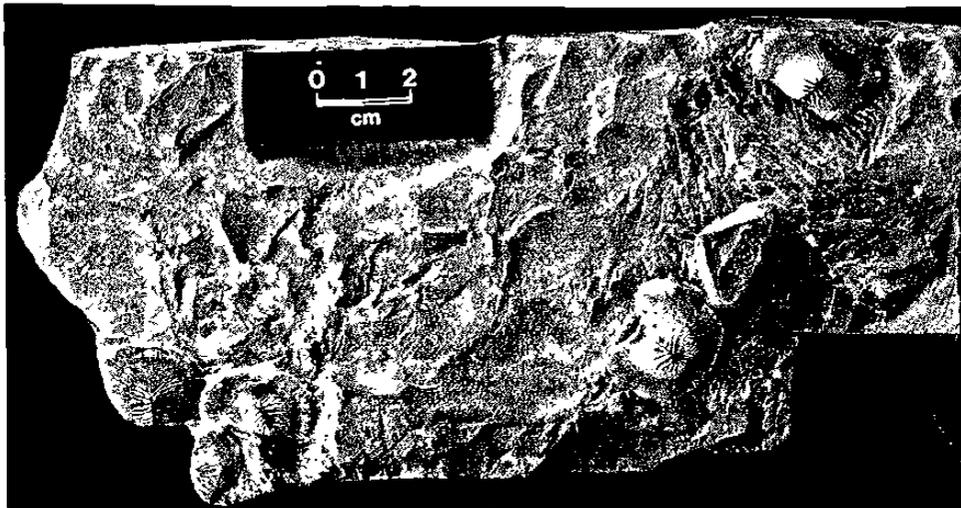


Fig. 7.1. Dientes de *Ptychodus mortoni* (FCT-341), Formación Agua Nueva, Vallecillo, N. L. Escala ilustrada en la fotografía.

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).

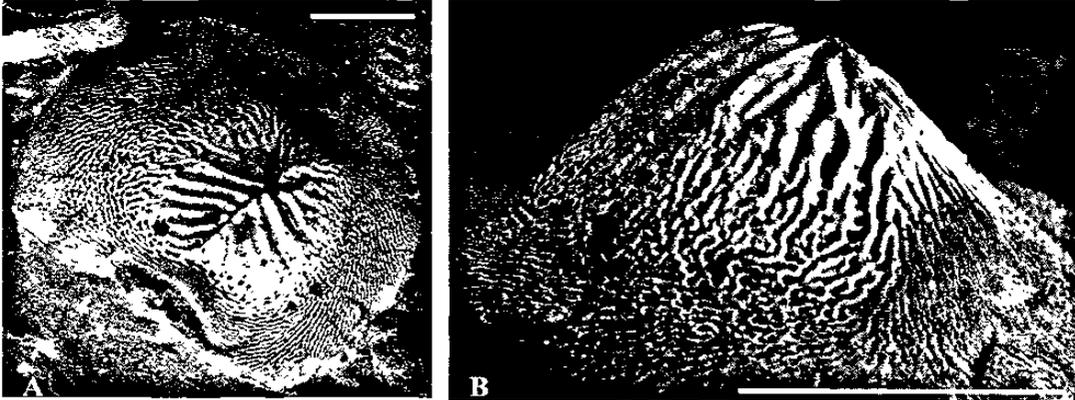


Fig. 7.2. Dientes de *Ptychodus mortoni* (FCT-341). A) Vista oclusal. B) Vista lateral. Barra de escala =5 mm.

## 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.

## **II CLASE “HOLOSTEI”\***

\*No representa a un grupo natural

**8**

**ORDEN PYCNODONTIFORMES**

**65**

**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).**

*“Nursalliine 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.

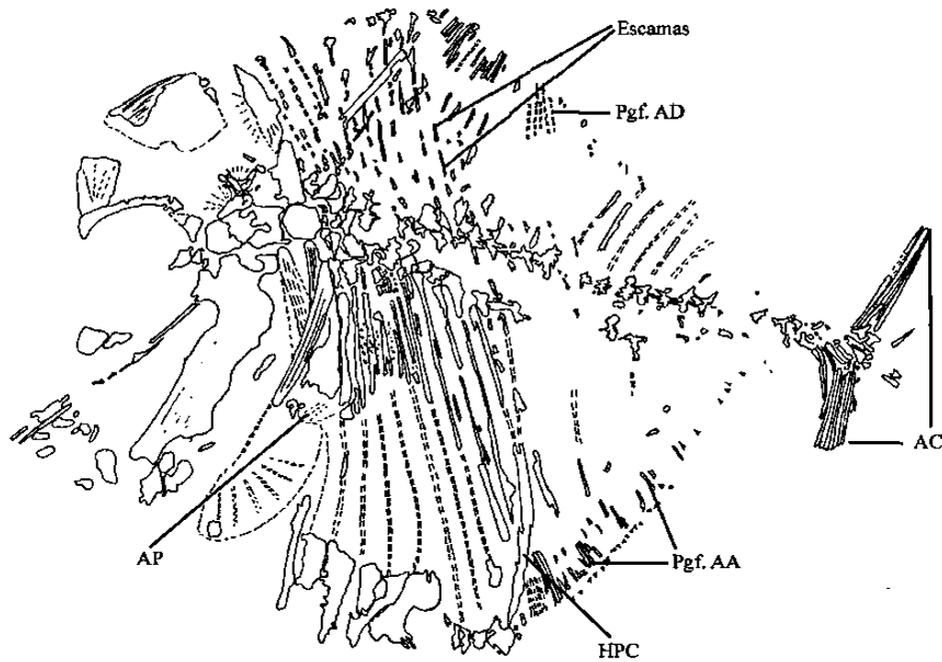
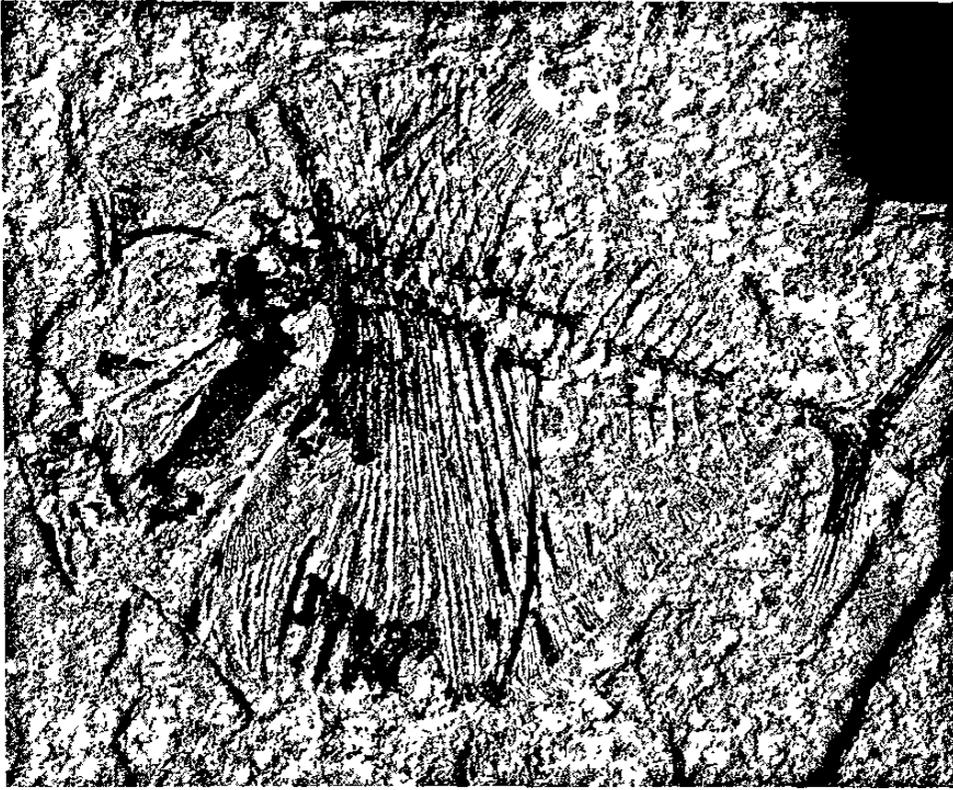


Fig. 8.1. Esqueleto semicompleto con cráneo parcialmente desarticulado de un ejemplar de *N. guttuosum*. (Basado en FCT-074). Barra de escala=10 mm.

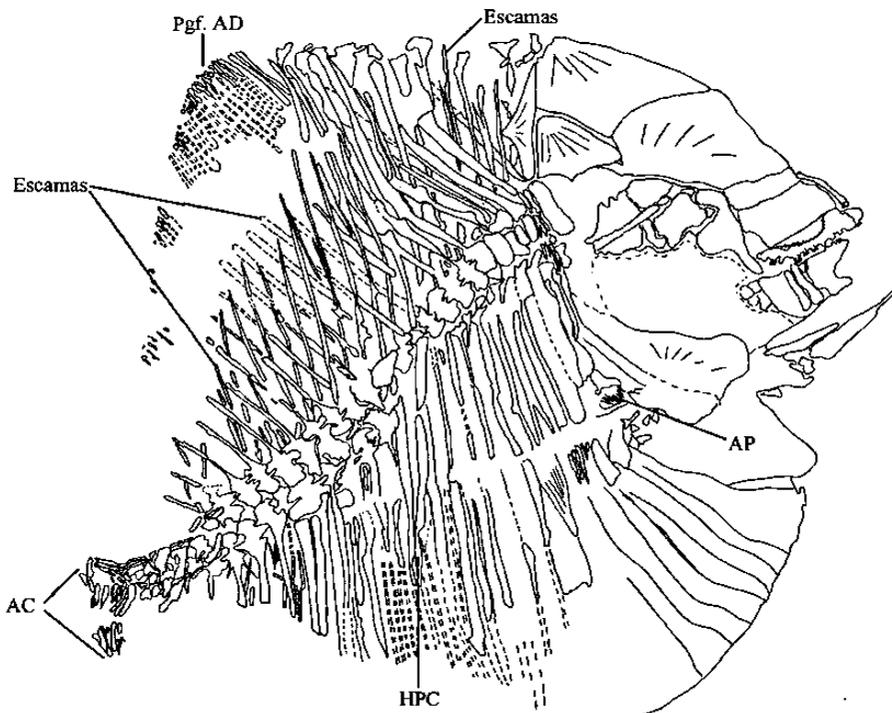
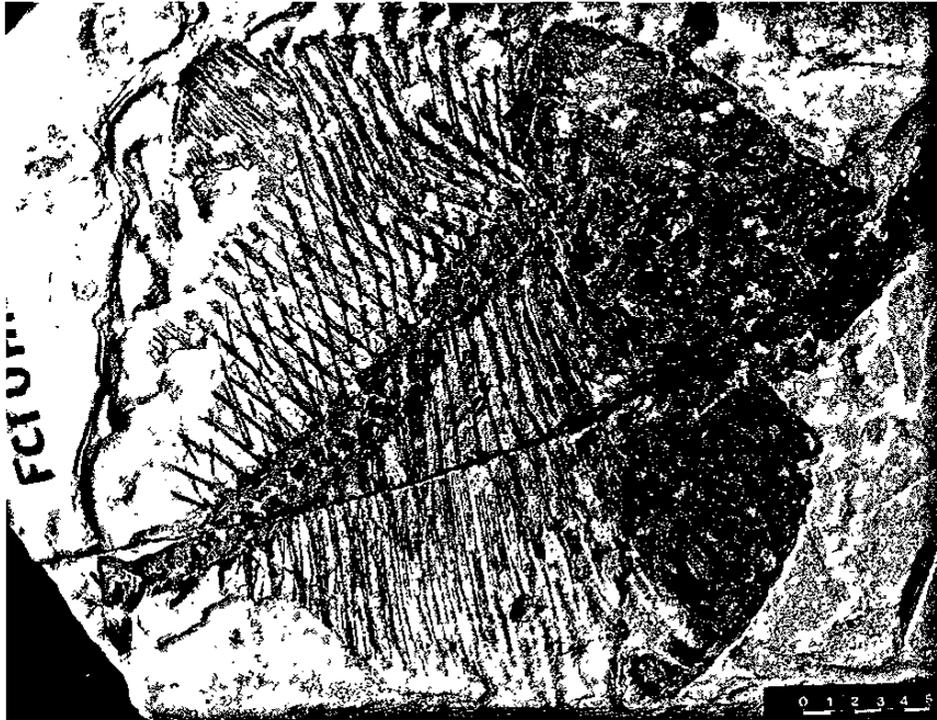


Fig. 8.2. Esqueleto semicompleto de un ejemplar de *N. guttuosum*. (Basado en FCT-080). Escala ilustrada en fotografía.

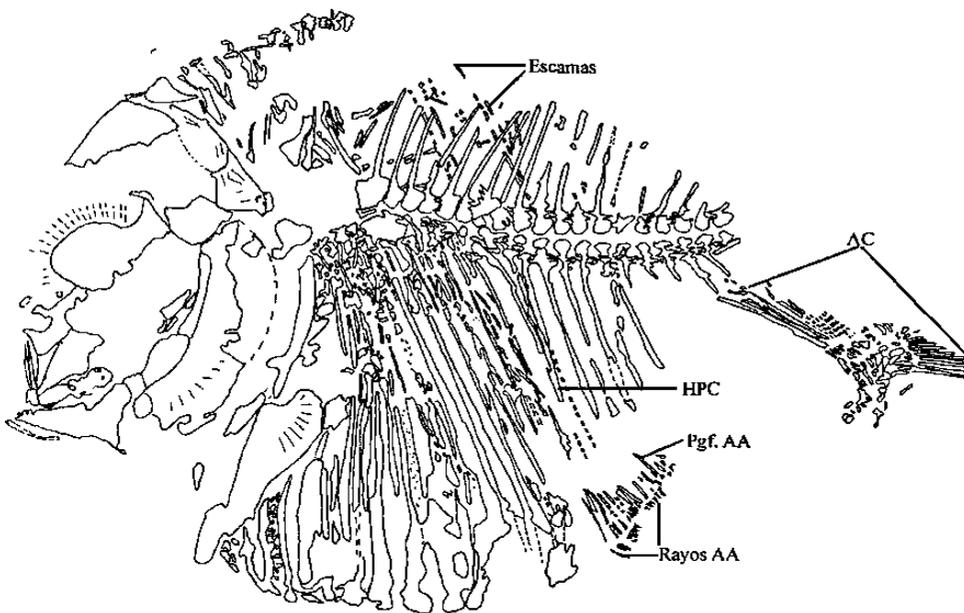
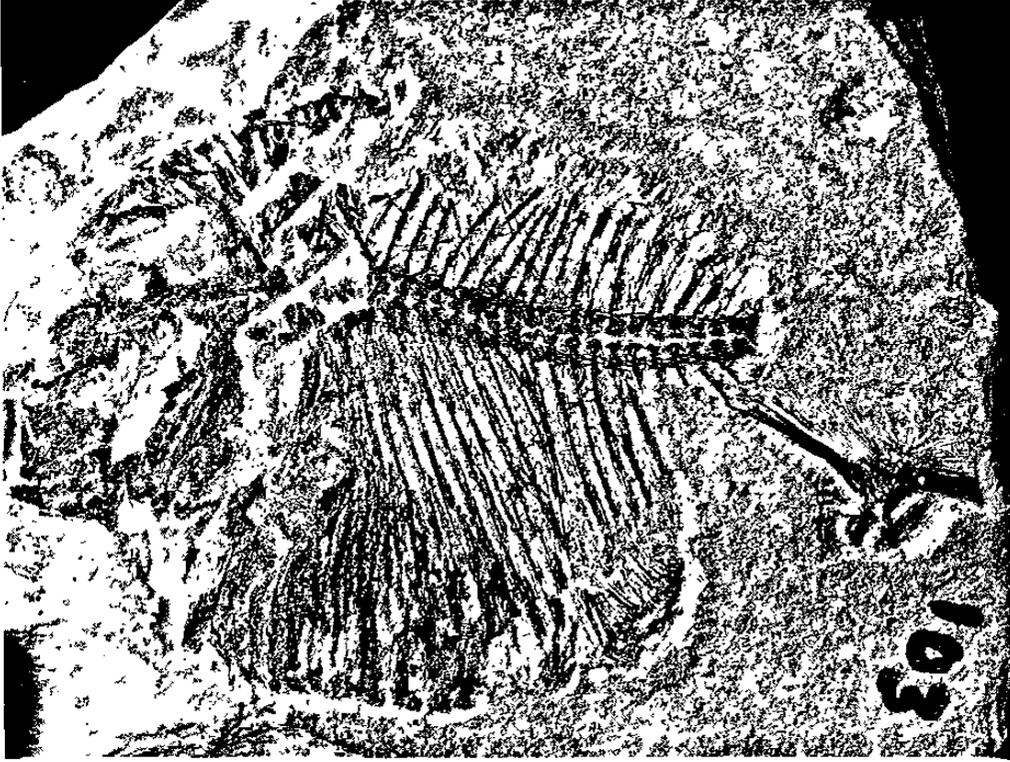


Fig. 8.3. Esqueleto semicompleto con cráneo y aleta caudal parcialmente desarticulados de un ejemplar de *N. guttuosum*. (Basado en FCT-103). Barra de escala=10 mm.

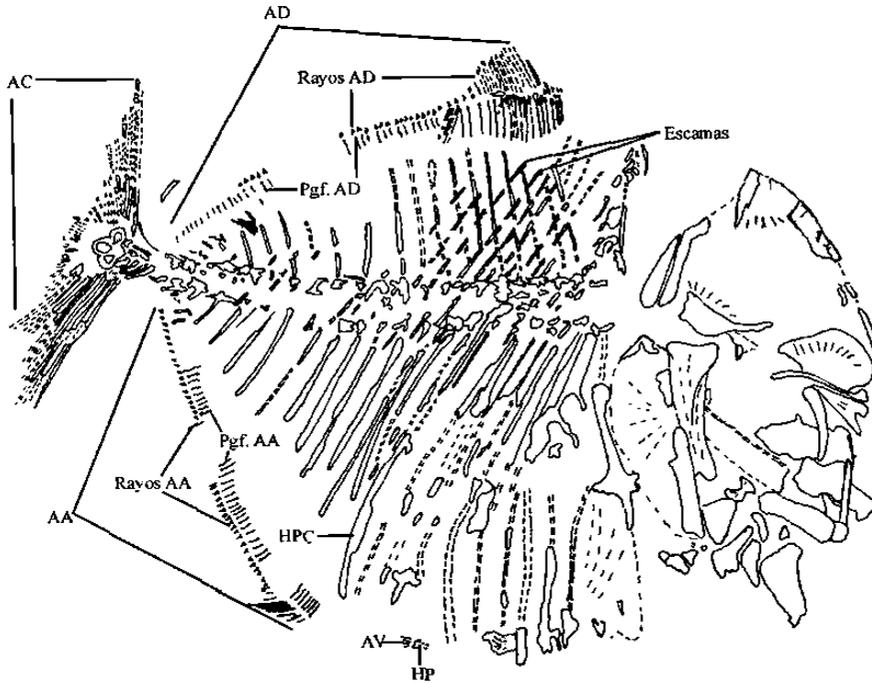
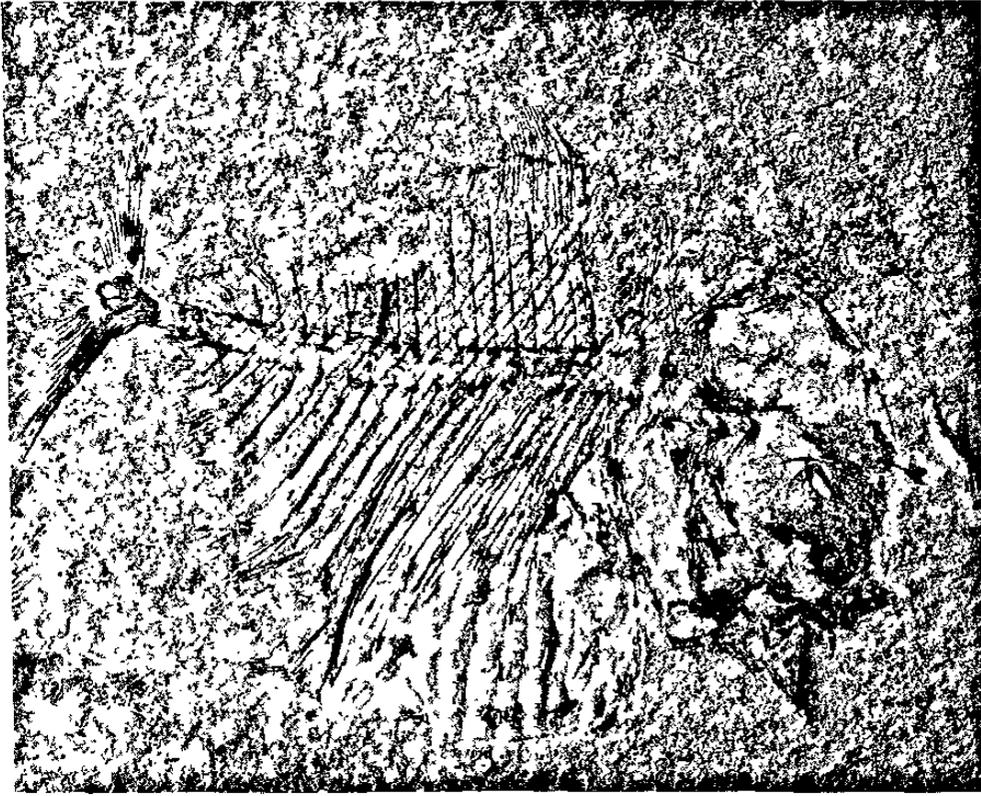


Fig. 8.4. Esqueleto semicompleto con cráneo parcialmente desarticulado de un ejemplar de *N. guttuorosum*. (Basado en FCT-192). Barra de escala=10 mm

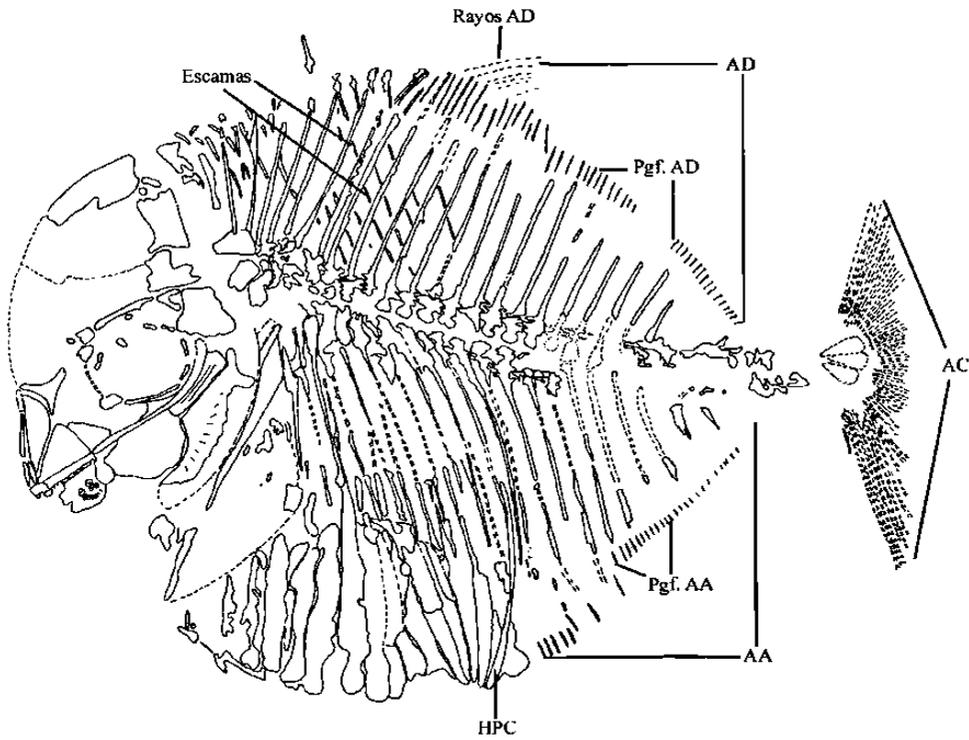
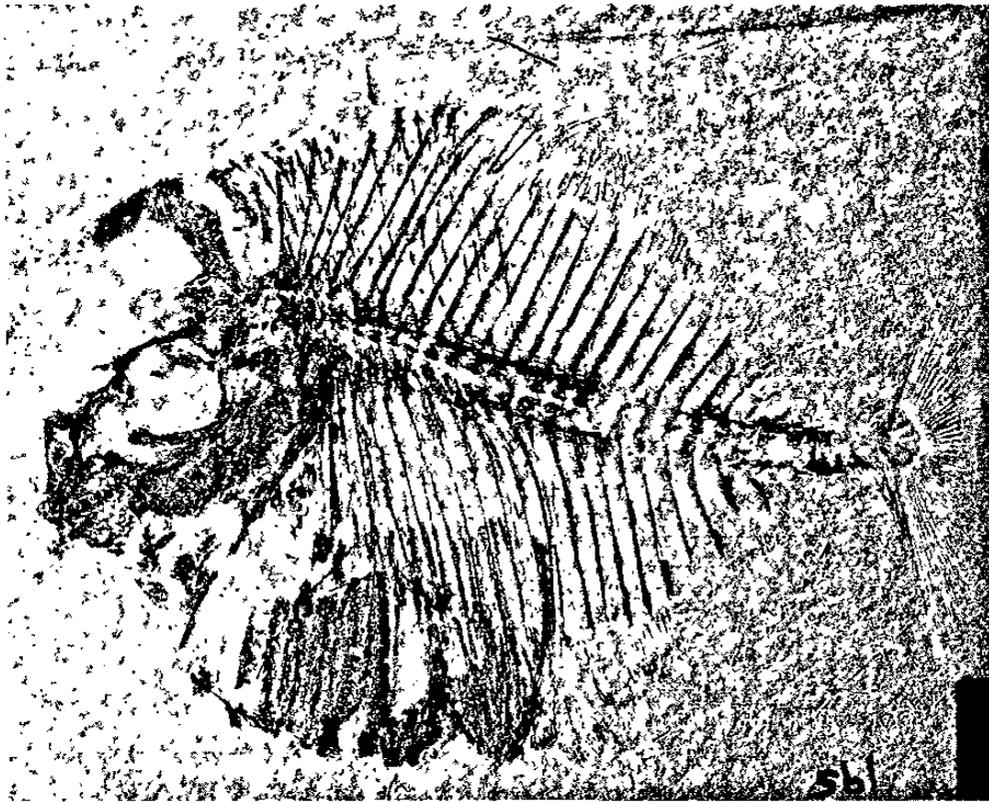


Fig. 8.5. Esqueleto completo de *N. guttuosum*. (Basado en FCT-195). Barra de escala=10mm.

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 "pinculus 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).

### **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.

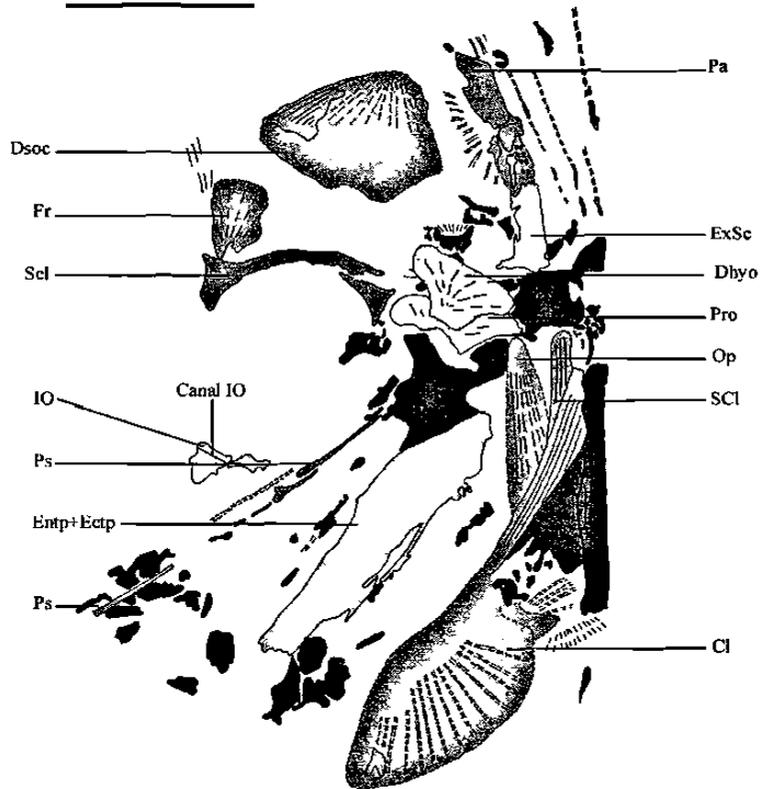


Fig. 8.6. Elementos craneales de *N. gutturosum* basados en FCT-074. Barra de escala=10mm.



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

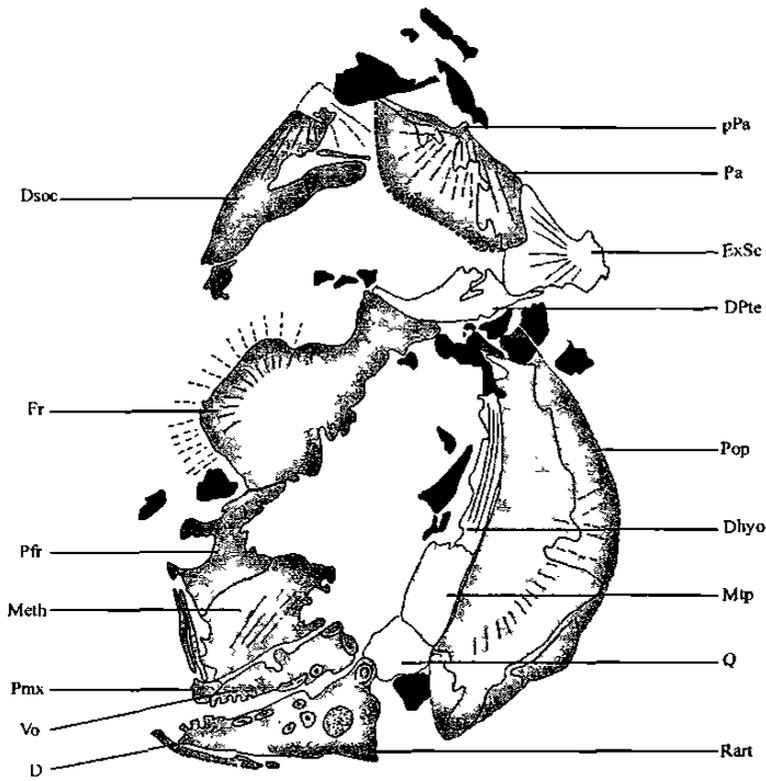


Fig. 8.8. Elementos craneales de *N. guttuosum* basados en FCT-103. Barra de escala=10mm.

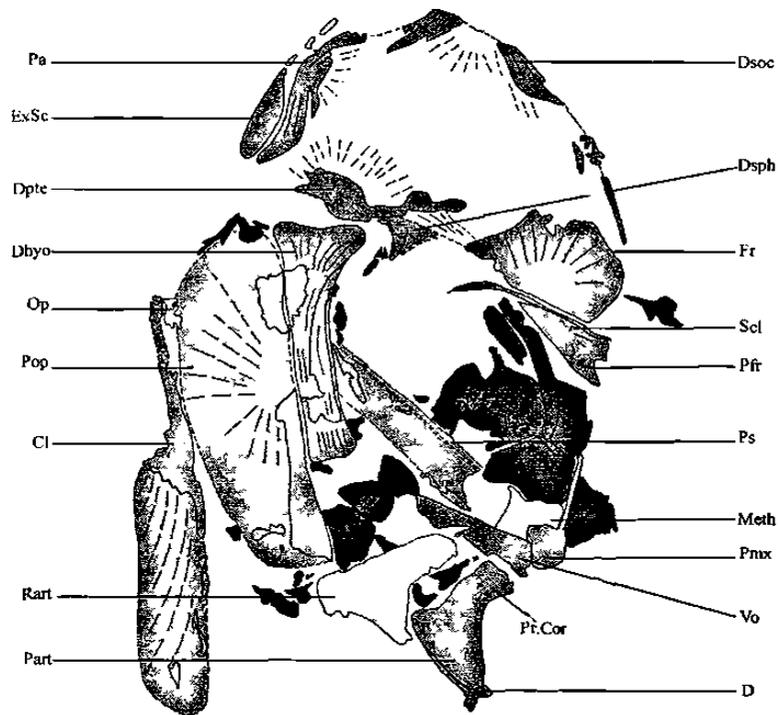


Fig. 8.9. Elementos craneales de *N. guttuosum* basados en FCT-192. Barra de escala=10 mm.

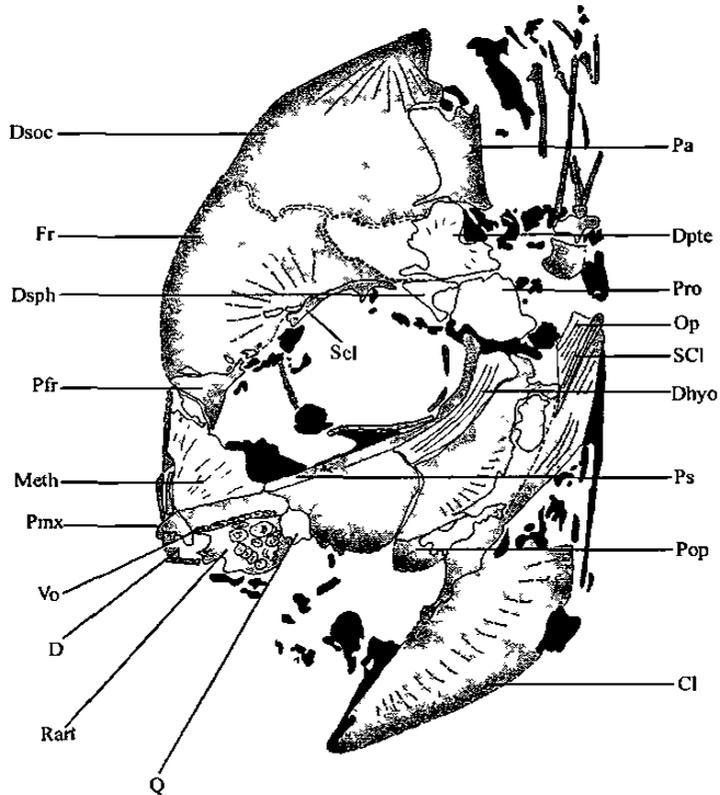


Fig. 8.10. Elementos craneales de *N. guttuosum* basados en FCT-195. Barra de escala=10 mm.

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.

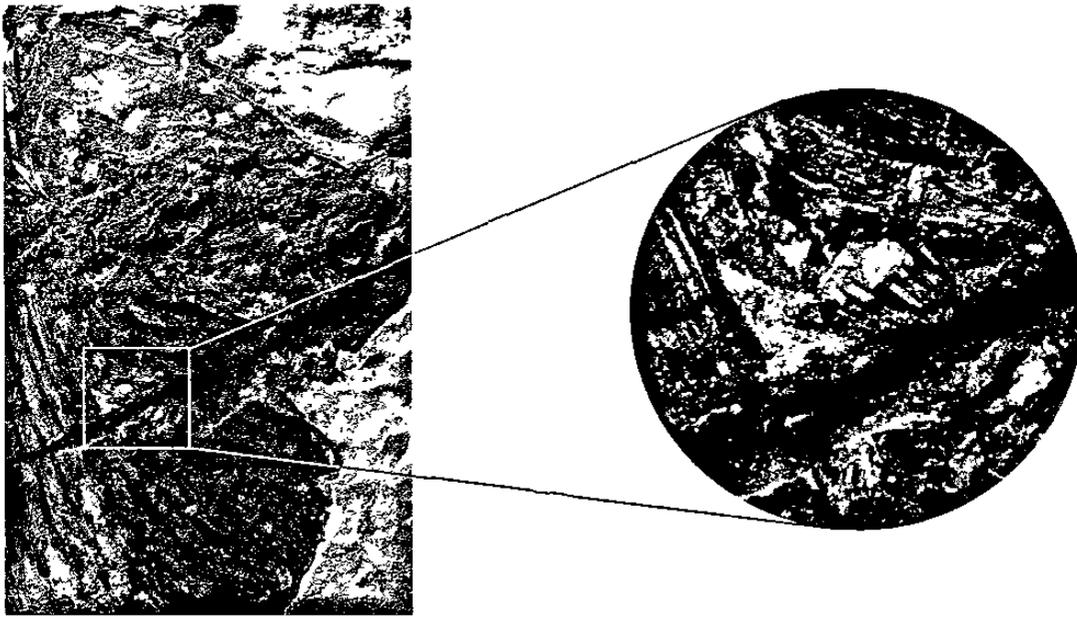


Fig. 8.11. Dientes branquiales en *N. guttuosum* (FCT-080). Barra de escala=10mm.

Los arcocentros 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 arcocentro neural y hemal portan de tres a cuatro espinas agudas que son proyectadas en dirección anterior y posterior imbricándose con las del arcocentro 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 arcocentros 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 arcocentros 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 arcocentros 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.

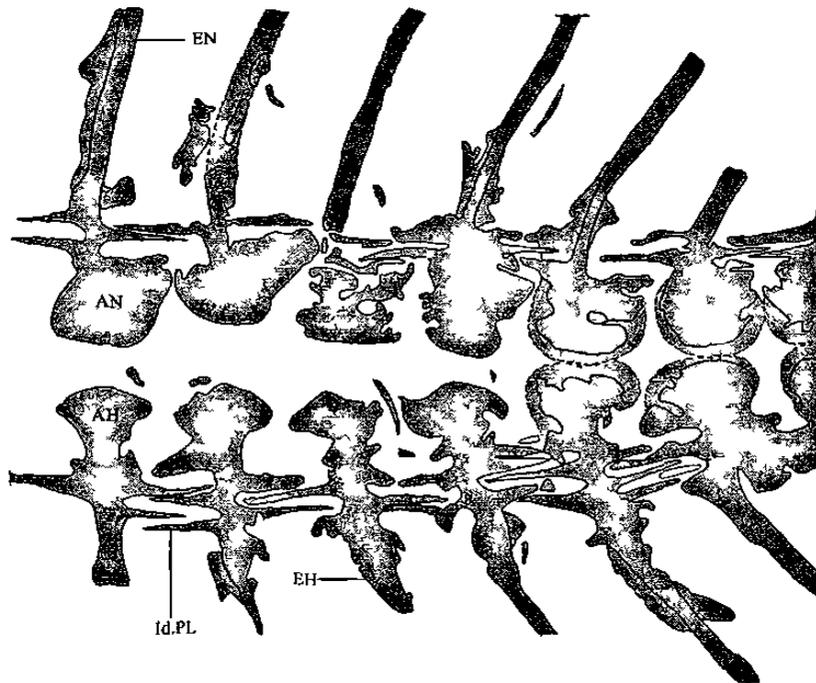
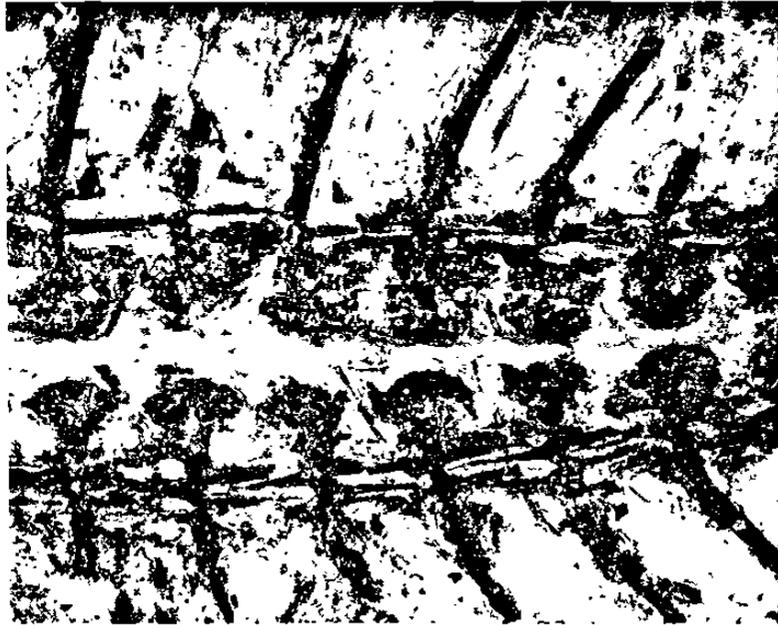


Fig. 8.12. Vértebras precaudales de *N. guttuosum* basadas en FCT-103. Barra de escala=10 mm.

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.

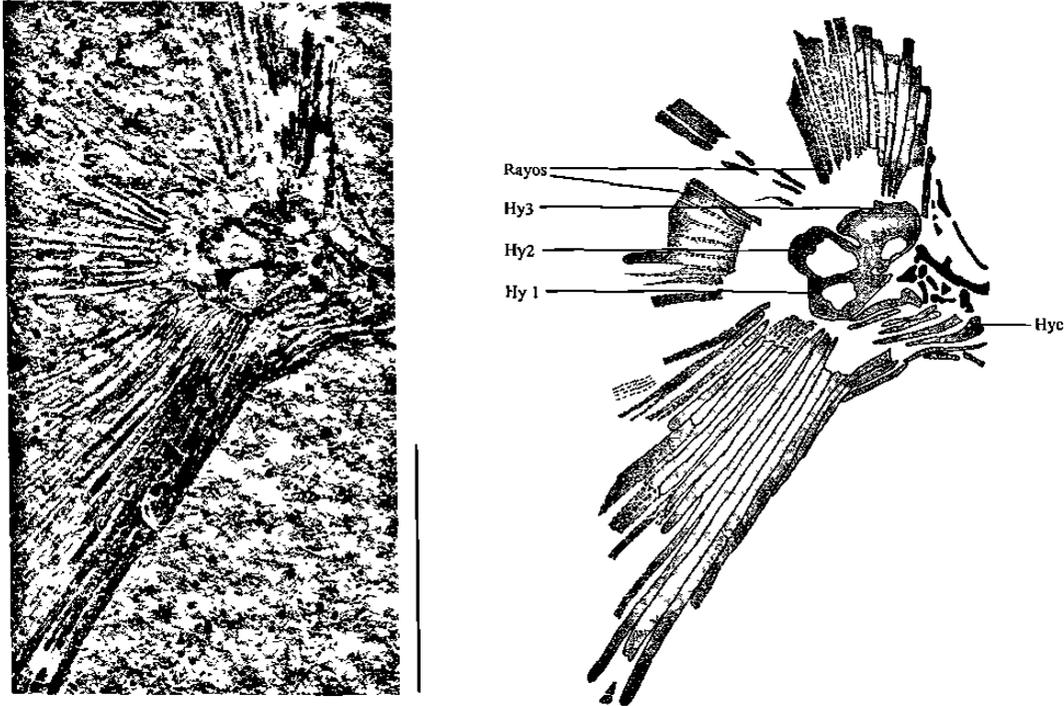


Fig. 8.13. Elementos de la aleta caudal de *N. guttuosum* basados en FCT-192. Barra de escala=10 mm.

### 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 diagnosis 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 diagnosis). 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.