



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

“Cefalópodos en la Formación Tamaulipas Inferior, Tlapacoyan Veracruz.”

TESIS

Que para obtener el título de:

Biólogo

Presenta:

Zepeda López Héctor

Firma Vo. Bo.

TUTOR:

Dra. Ana Bertha Villaseñor Martínez.

Firma Vo. Bo.

ASESOR INTERNO:

Dra. Patricia Velasco de León.



Marzo 2015

México, D. F.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Contenido

Agradecimientos.....	iii
Resumen.....	v
1 Introducción.....	1
1.1 Clase Cefalópoda (Cuvier, 1798).....	2
1.2 Subclase Ammonoidea (Zittel, 1884).....	4
1.3 Subclase Coleoidea (Bather, 1888).....	8
1.3.1 Orden Belemnitina (Zittel, 1895).....	8
1.4 Antecedentes de cefalópodos del Cretácico Inferior (Barremiano-Aptiano)	11
1.5 Antecedentes de la Formación Tamaulipas Inferior.....	14
2 Hipótesis.....	17
3 Objetivos.....	17
3.1 General.....	17
3.2 Particulares.....	17
4 Metodología.....	17
4.1 Trabajo de campo.....	18
4.2 Trabajo de gabinete.....	18
5 Área de estudio.....	19
5.1 Localización geográfica.....	19
6 Paleontología sistemática.....	23
6.1 Taxonomía de belemnites.....	23
6.2 Taxonomía de ammonites.....	28
7 Resultados.....	37
7.1 Estratigráficos.....	37
7.2 Paleontológicos sistemáticos.....	37
7.3 Bioestratigráficos.....	38
8 Conclusiones.....	41
9 Bibliografía.....	42

Agradecimientos

Agradezco a la Dra. Ana Bertha Villasenor Martínez, por su apoyo en las salidas de campo y durante la revisión del material y por su tiempo mientras se desarrolló este trabajo, al técnico del laboratorio de paleontología, Sr. Marco Antonio Argáez por su apoyo en las salidas de campo y en el trabajo realizado en el laboratorio. También hago mención al mismo Instituto de Geología al aprobar la beca que ayudo a que el trabajo se realizara en tiempo y forma.

GRACIAS.

Dedicatoria.

Este trabajo va dirigido, a mis papás Alicia López y Florino A. Zepeda, por su apoyo durante los semestres de la carrera, ya que sin sus consejos, no podría haber llegado hasta este punto de mi vida, y a toda mi familia por su apoyo. Además hago una mención a Gloria Sarahi Avila Lara, por ser una parte fundamental en varios proyectos y por su apoyo en los momentos más difíciles.

A los compañeros de laboratorio, Triliana López, José Carlos López, por el tiempo y su apoyo durante el arduo trabajo de laboratorio.

GRACIAS.

Resumen.

En la presente tesis se dan a conocer nuevos datos sobre el contenido de cefalópodos fósiles en una sección antes cartografiada como Formación Pimienta, ahora Tamaulipas Inferior (Cretácico Inferior). La investigación se desarrolló en la localidad de Moyota, en la región de Tlapacoyan, Veracruz.

El estudio estratigráfico se realizó con estricto control, lo que permito reconocer las características litológicas distintivas de la sección (caliza color crema y nódulos de pedernal), y la elaboración de la columna estratigráfica, con el registro de material paleontológico recolectado y observado, y su la distribución estratigráfica.

El estudio sistemático-paleontológico de 16 belemnites y 29 ammonites permitieron el reconocimiento del género *Hibolithes* para los belemnites, y en los ammonites los géneros *Crioceratites*, y *Pseudohaploceras* con la especie *Pseudohaploceras douvillei*, esta última se reporta como primer registro para México en la Formación Tamaulipas Inferior: Del mismo modo el estudio de la fauna permitió asignar una edad barremiana a la sección estudiada correspondiente al Cretácico Inferior.

1 Introducción.

El conocimiento que se tiene acerca del origen y de la estructura geológica de México es aún incompleto; los hallazgos científicos, los avances cartográficos y las nuevas técnicas de exploración ofrecen cada día más información para el desarrollo de esta tarea; sin embargo es todavía difícil lograr una descripción completa de los rasgos geológicos del territorio nacional. Hay que reconocer que la falta de información sobre algunos periodos de la historia geológica del territorio nacional hace difícil la comprensión de la evolución de la geología de México. Algunas de las disciplinas de las ciencias de tierra que han ayudado a entender mejor la historia geológica de una región, son la estratigrafía y la paleontología, las cuales en su conjunto ayudan a describir y explicar la constitución, estructura y funcionamiento del Sistema Tierra (Morán, 1984).

La estratigrafía tiene como objetivo el reconocimiento e identificación de los diferentes tipos de materiales en secuencias de rocas, conociendo su litología, textura, estructura, propiedades físicas, químicas y el contenido fósil se ha podido reconstruir la historia geológica de diversas regiones (Vera, 1994).

La paleontología estudia las evidencias que los seres vivos dejaron en la Tierra en épocas anteriores a la actual, dichas evidencias se denominan como fósiles y se encuentran principalmente en rocas sedimentarias. El estudio de los fósiles, entre muchos otros aspectos, permite determinar la edad relativa de las rocas que los contengan, y como consecuencia se pueden establecer correlaciones bioestratigráficas con otros lugares. Algunos grupos de organismos son ampliamente utilizados como una herramienta en el estudio bioestratigráfico, en particular los ammonites son considerados “Fósiles índice o guía”, y utilizados para delimitar intervalos de tiempo geológico relativamente corto y pueden usarse como criterio de correlación bioestratigráfica si cumplen con ciertas características: **a)** que se trate de especies de evolución relativamente rápida; **b)** que presente una distribución geográfica amplia (Vera, 1994). A continuación se mencionan los grupos fósiles guía de distintas etapas de la historia de la Tierra (Cuadro 1). (Richter, 1989)

Edad.	Fósil Guía.
Cámbrico	Trilobites , Braquiópodos
Ordovícico	Graptolitos , Trilobites, Braquiópodos
Silúrico	Graptolitos , Trilobites, Braquiópodos, Ostrácodos, Nautilus
Devónico	Ammonoideos , Trilobites, Braquiópodos, Corales
Carbonífero	Ammonoideos , Foraminíferos, Braquiópodos, Corales, Plantas
Pérmico	Ammonoideos , Foraminíferos, Braquiópodos, Corales, Plantas
Triásico	Ammonoideos , Bivalvos
Jurásico	Ammonoideos , Ostrácodos, Foraminíferos
Cretácico	Ammonoideos , Belemnites Ostrácodos, Foraminíferos, Bivalvos
Cenozoico	Mamíferos , Foraminíferos, Coleoideos, Bivalvos, Gasterópodos, Plantas

Cuadro 1. Fósiles guía representativos de las edades de la Tierra (En negritas los fósiles guía más usados, Richter, 1989)

El trabajo conjunto de estas dos disciplinas (la estratigrafía y la paleontología), permite entender con mejor claridad algunos procesos geológicos que han ocurrido en distintos ambientes sedimentarios, desde su origen hasta la formación de las rocas y su expresión geomorfológica actual. Además con los estudios paleontológicos podemos conocer la diversidad de fauna que existió en épocas pasadas, conocer sus modos vida, su asociación con otras especies, posibles condiciones climáticas en las que habitaron, eventos ocurridos después de su muerte, etc. Particularmente como una herramienta para obtener la edad relativa de las rocas que los contienen, con base a su primera y última aparición.

Debido a que esta investigación se basó en el estudio de fauna de cefalópodos extintos, ammonites y belemnites, a continuación se presentan las características generales de la Clase Cefalópoda y las subclase Ammonoidea y Coloidea.

1.1 Clase Cefalópoda (Cuvier, 1798).

En la actualidad en esta clase encontramos a los pulpos, calamares, sepias, argonautas y los nautilus, pero también incluye a grupos extintos como son los belemnites y ammonites que vivieron desde el Paleozoico hasta el Mesozoico; en particular con el estudio de los ammonites se fundó la bioestratigrafía de varios periodos del tiempo geológico, debido a que fueron muy abundantes y que presentaron una evolución rápida, siendo considerados excelentes índices estratigráficos. En esta clase se han reconocido las subclases: Nautiloidea

(Cámbrico Superior-Reciente), Endoceratoidea (Ordovícico Inferior-?Silúrico Medio), Actinoceratoidea (Ordovícico Medio-Carbonífero Superior), Bactritoidea (Ordovícico-Pérmico), Ammonoidea (Devónico Inferior-Maastrichtiano), Coleoidea (?Devónico-Reciente). Su diversidad abarca cerca de 650 especies vivas, mientras que las especies extintas sobrepasan 10 000, incluyendo grupos de gran importancia como son los ammonites y belemnites (Rioja Lo Bianco et al., 1961).

Todos los cefalópodos presentan la modificación del pie que da lugar a los tentáculos, los cuales están situados en la cabeza, estos tentáculos en algunos casos prestan ventosas en forma de copa; en la parte central de la cabeza está la boca provista de una rádula junto con un par de mandíbulas, además de notarse dos ojos prominentes; en la parte ventral sobresale un hiponómo que se encuentra modificado en forma de un embudo muscular situado detrás de la cabeza por donde evacuan el agua, además es utilizado para el desplazamiento del animal. (Martínez y Rivas, 2009).

El manto consiste en una cubierta cónica que rodea los órganos internos, en la cavidad del manto, se alojan dos o cuatro branquias u órganos respiratorios a través de los cuales el oxígeno del agua es transferido osmóticamente a la hemolinfa, para luego ser distribuido por el sistema circulatorio que consta de un corazón con cuatro aurículas (Grassé *et al.*, 1985).

En la mayoría de los cefalópodos el manto segrega una concha (reducida o bien desarrollada y con cámaras), en el caso de los pulpos y calamares se presentan de forma interna, mientras que para los ammonoideos y nautiloideos son conchas externas. El comportamiento de los cefalópodos con concha externa es algo complejo, en parte debido a la innovación clave que aportó su dispositivo de flotación, una concha tabicada interconectada a través del sifúnculo, esta innovación facilitó gradientes osmóticos que generaban pérdida o ganancia de densidad hasta alcanzar la favorable para la flotabilidad neutra sin coste energético elevado. (Olóriz y Rodríguez-Tovar en Martínez y Rivas, 2009).

Los hábitats de los cefalópodos fósiles (ammonoideos y belemnoides) fueron mayoritariamente en ambientes neríticos, aunque esto puede deberse a la mayor

probabilidad de su registro en plataformas medias y externas. Se estima que habitaban en profundidades entre los 150-200 metros. En el caso de los ammonoideos del Mesozoico, las aguas que colonizaban correspondían a ambientes variados y la profundidad no debió exceder los ambientes neríticos. (Martínez y Rivas, 2009)

1.2 Subclase Ammonoidea (Zittel, 1884).

Los ammonites constituyen a la extinta subclase de cefalópodos Ammonoidea (Zittel, 1884), es el grupo más abundante de los cefalópodos fósiles y se reconocen cerca de 7 000 especies, vivieron desde el Devónico Temprano hasta finales del Cretácico Tardío, y que remontan más de 450 millones de años de procesos evolutivos (Boyle y Rodhuse, 2005), habitaron los mares epicontinentales y oceánicos. La relación más cercana que se puede hallar en la actualidad es con los nautilus, pues la concha llega a presentar semejanzas con la de los ammonites (Fig. 1). La subclase Ammonoidea presentó episodios de diversificación muy importantes, tales como el del Triásico-Jurásico y Jurásico-Cretácico, a finales del Cretácico Superior fue el período de declive para esta subclase, se nota en el registro fósil el descenso de las poblaciones de ammonites (Hancock y Kennedy, 1967). Wiedmann en 1973, propone que la competencia biológica con otras especies, la deficiencia en la captura de alimento, los procesos de transgresión y regresión de los cuerpos de agua, los cambios en la salinidad y concentración de oxígeno; entre otras características, explican el posible descenso de esta subfamilia durante el Cretácico Tardío, dando lugar a pequeñas extinciones en las poblaciones de ammonites, y la caída de un asteroide que adelantó el proceso de extinción de este grupo (Larson *et al.*, 1997).

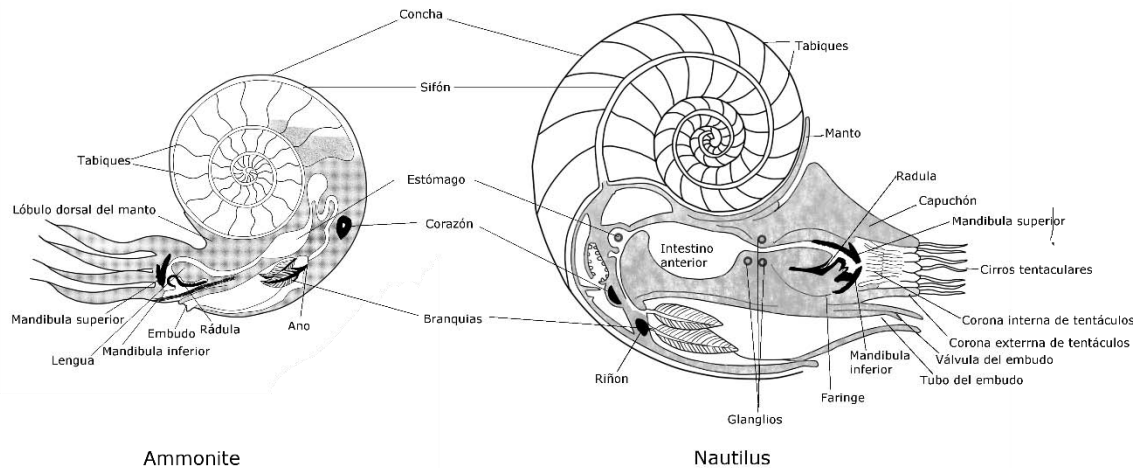


Figura 1. Estructura y comparativa de la posible morfología interna del ammonites y del nautilus. (Editado de Richter, 1989).

Morfología.

La morfología de los ammonoideos, es la típica de los cefalópodos, la ubicación en la cabeza del pie modificado en tentáculos y la morfología de las partes blandas es apenas conocida por diversos hallazgos y el estudio de cortes de ejemplares en conservación favorable (estómago, esófago, bolsa de tinta, etc.), esta deficiencia es comprensible ya que por lo general no se conservan las partes blandas, a diferencia de las partes duras como es la concha. Para la subclase Ammonoidea la concha es de tipo externa, de allí que la principal característica que se utiliza para la sistemática sea la morfología de la concha, y además su registro fósil es común (Martínez y Rivas, 2009).

La composición de la concha es de aragonita, con matriz de conchiolina, una capa interna nacarada y otra externa aporcelanada; la concha se puede dividir en tres partes: (1) la **protoconcha**, de forma esférica u ovalada, de naturaleza aragonítica, es la primera cámara de la concha además de ser la cámara embrionaria, que coincide con las fases ontogénicas más tempranas de la concha (Contreras *et al.*, 1991); (2) el **fragmocono**, que abarca la mayor parte de la concha, constituida por cámaras, unidas por septos opistocélicos (convexos a la abertura) secretados por el manto, en la intersección de los septos con la pared exterior de la concha se halla la línea de sutura; caracterizada por las sillas que son proyecciones adórales y lóbulos que son las proyecciones apicales (Larson *et al.*, 1997); la sencillez o la

complejidad de la línea de sutura se puede observar a lo largo del tiempo, en los ammonoideos primitivos la sutura tiende a ser muy simple (Devónico-Triásico, sutura goniatítica y ceratítica) y llega a ser más complicada para ammonites del Cretácico (sutura ammonítica), aunque se llegan a presentar formas reversivas (Moore *et al.*, 1952) (Fig. 2). En la parte ventral de la concha se puede observar un sifón el cual es un tubo hueco de fosfato que atraviesa todos los septos y las cámaras; por último; (3) la **cámara de habitación** es el lugar donde se aloja las partes blandas del animal; es la última parte de la espiral y no se encuentra subdividida, la longitud de la cámara de habitación puede ser de la mitad de una espira hasta una y media espiras, en general esta cámara no sufre modificaciones en cuanto a su enrollamiento, pero en los heteromorfos, el borde interno de la última espira se separa y corre tangencialmente de manera gradual (Lehmann, 1981).

La morfología de la concha llega a ser variada presentado formas rectas o bien en

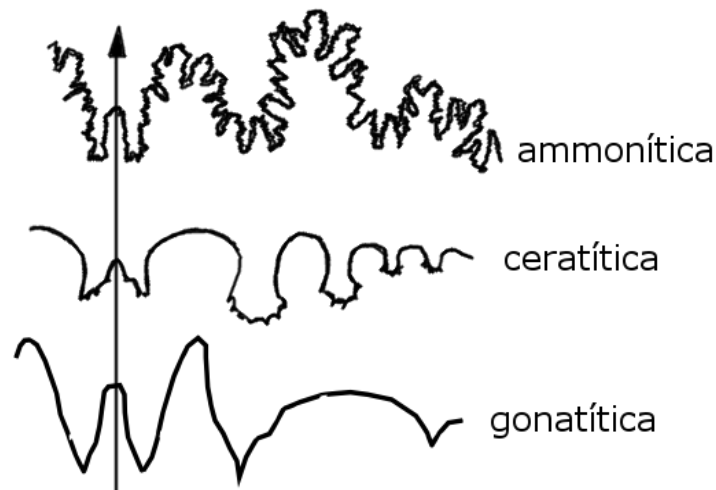


Figura 2. Esquema de las diferentes suturas, modificado de Lehmann, 1981.

enrollamiento exogástrico, de ello dependerá el grado de involución o enrollamiento que presenten las espiras con espiras anteriores, presentan dos tipos: (1) con amplitud mínima de ombligo que se desasigna como concha involuta donde las vueltas de la espirar cubren a las anteriores, y (2) concha de tipo evoluta en donde el recubrimiento de la espira es escaso, con un ombligo más amplio; pero existen

formas intermedias. La forma de la concha llega a ser característica a nivel de familia presentan formas de tipo: oxiconos, codicono, serpenticono, entre otros. Por otra parte, en la superficie de la concha existen ornamentaciones como estrías, costillas, tubérculos, espinas, rodetes, collares o constricciones, carenas y surcos (Richter, 1989, Fig.3)

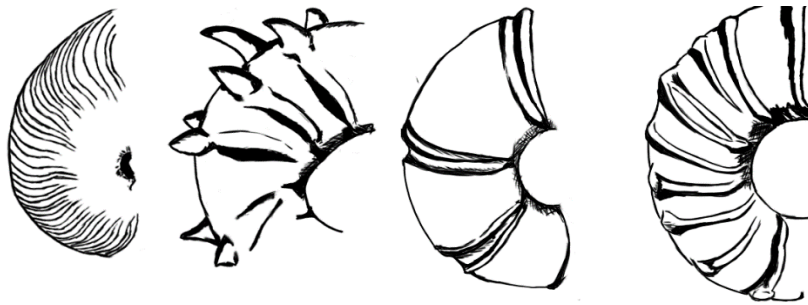


Figura 3. Distintos aspectos ornamentales que se presentan en las conchas de los ammonites (costillas simples, espinas, constricciones, tubérculos, etc.). Modificado de Arkell *et al.* 1957.

Los ammonites generalmente presentaban una estructura opercular de composición aragonítica formada por una sola pieza denominada anaptychus, o por dos piezas aptychus y se han encontrado desde el Jurásico Inferior hasta el momento de la extinción, para representantes de toda la subclase. Las acumulaciones de estas estructuras ocasionalmente forman verdaderos estratos, cuyo origen se halla probablemente en el hecho de que las conchas de los ammonites tienden a ser más solubles y desaparecer durante la diagénesis. (Richter, 1989).

La clasificación de los ammonites se fundamenta en la forma de la concha, llega a ser importante el tipo de enrollamiento, el hecho que la vuelta mayor recubra o no a la penúltima (evoluto, involuta), la sección de la espira, que llega a variar en el transcurso del crecimiento, la ornamentación de la concha, etc. Para la determinación inequívoca de la familia o género se precisa del estudio de la línea de sutura, aunque solo es posible en algunos casos. (Camacho, 1966; Buitrón, 1989). En el Cuadro 2 se muestran los órdenes de la subclase Ammonoidea y su periodo de aparición y extinción (Richter, 1989).

Ordenes que comprende la subclase Ammonoidea.	Alcance estratigráfico
Anarcestida	Devónico Inferior- Devónico Superior
Clymeniida	Devónico Superior
Goniatitida	Devónico Medio-Pérmico Superior
Procelacanitida	Devónico Superior-Triásico Superior
Ceritida	Pérmico Medio-Triásico Superior
Phylloceratida	Triásico Inferior-Cretácico Superior
Lytoceratida	Jurásico Inferior-Cretácico Superior
Ammonitida	Jurásico Inferior-Cretácico Superior

Cuadro 2. Ordenes de la subclase Ammonoidea. Richter, 1989.

1.3 Subclase Coleoidea (Bather, 1888)

La subclase Coleoidea es la más numerosa y mejor conocida de los cefalópodos, comprende a todos los cefalópodos actuales con excepción de nautilus. Poseen dos branquias (Dibranchiata), si bien algunos coleoideos carecen de concha, otros la poseen más o menos desarrollada, aunque su posición en ocasiones es interna de aragonita o externa compuesta de calcita, en la cabeza se presenta un par de ojos muy desarrollados y un número variable de tentáculos (Doyle *et al.*, 1994).

Su registro fósil remonta al Devónico Superior-Holoceno, presentan una gran diversificación durante el Jurásico (Belemnitida) (Bandel *et al.*, 1983; y Sturmer, 1985).

1.3.1 Orden Belemnitina (Zittel, 1895)

El orden Belemnitina es un grupo extinto de cefalópodos, abundantes en los mares del Jurásico y Cretácico, al ser un grupo extinto solo se conoce por la concha interna conocida como rostro. Estos fósiles son poco apreciados tanto por su forma aparentemente simple como por las dificultades que se plantean en el momento de determinar géneros y especies, pero llegan a ser útiles como fósiles índice y son muy utilizados para estudios isotópicos (Martínez y Rivas, 2009).

Morfológicamente los belemnites presentan semejanzas a los calamares actuales, su concha interna está conformada por: (1) **rostro** constituido por láminas orgánicas alternadas con láminas inorgánicas bastante gruesas que forman un cono compacto que termina en punta, además de presentar un surco que es característico en los diferentes géneros; (2) **fragmocono** (equivalente a la concha tabicada de los ammonites) es una concavidad situada en la parte anterior del rostro, en ella se encuentran los septos transversales, cóncavos a la abertura; es de naturaleza aragonítica, en la iniciación del fragmocono se halla la protoconcha; (3) **pro-ostraco** que es la continuidad de la pared de la concha (Fig. 4). (Meléndez, 1977).

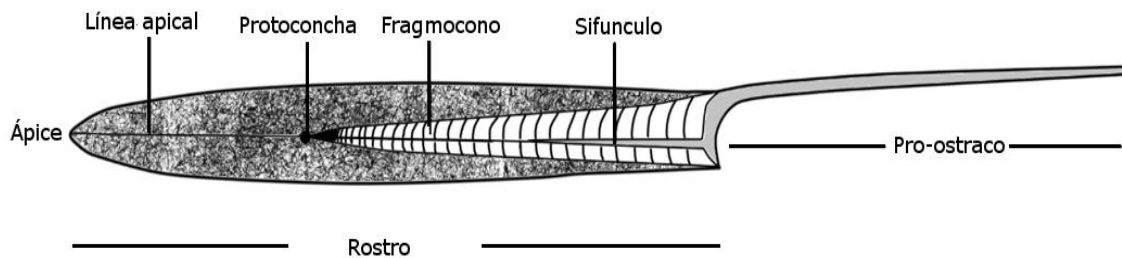


Figura 4. Morfología interna del rostro en de un belemnite (Tomada de Benito y Reolid, 2012).

En el curso de la evolución de los belemnites se llegan a presentar notables variaciones en su morfología, en particular en el rostro, el cual permite distinguir las diversas especies que surgieron en periodos distintos: belemnites del Jurásico Temprano carecen de surcos sobre el rostro, belemnites del Jurásico Medio-Tardío con surco ventral en toda la longitud del rostro, belemnites infracretácicos con surco localizado en la zona alveolar del rostro y belemnites del Cretácico Tardío carente de surco ventral y remplazado por una escotadura ventral (Meléndez, 1977).

El rostro es la estructura sólida que conforma a la concha de los belemnites además de ser común en el hallazgo fósil, muestra algunas particularidades, que son útiles para diferenciar los diversos grupos de belemnites; el morfotipo hastate es doble cónico, también es llamado claviforme o lanceolado, el cónico y el cilíndrico, aunque la presencia de formas intermedias es algo común. Otro carácter que va ligado a la forma del rostro es una sección que se localiza en la parte alveolar o apical se puede presentar como una compresión (lateral) o depresión (dorsoventral), dando lugar a formas circulares, elípticas, piriformes o subcuadradas. El surco (línea de depresión) se llega a presentar en dos tipos: el apical confinado en el ápice que define el suborden Belemnitina y el alveolar limitado a la región alveolar característico del suborden Belemnopseina. Otras características de importancia son las líneas apicales (ortholineado, goniolineado o cyrtolineado) junto con el ángulo de inserción en la región alveolar (Doyle y Kelly, 1988) (Fig. 5).

El orden Belemnitida queda limitado a los tres subórdenes Belemnitina,

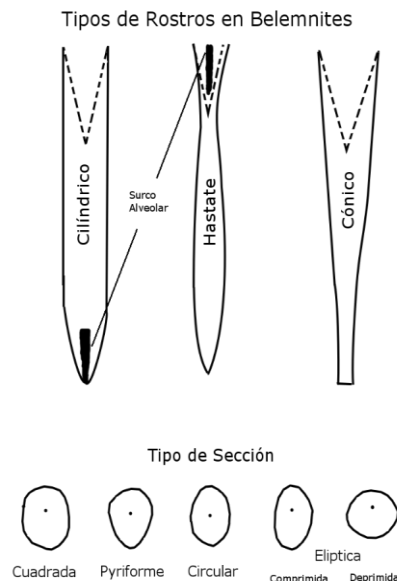


Figura 5. Diversas formas que llega a presentar el rostro y secciones de la concha en belemnites. Modificado de Doyle y Kelly, 1988.

Belemnopseina y Diplobelina. Se cree que los belemnites aparecieron en el Carbonífero Temprano, aunque no se ha podido demostrar la existencia de este orden. Durante el Pérmico y el Triásico se describen especies como *Choanoteuhis antimnioensis*, *Dictyoconithes* sp. y *Metabelemnithes* sp. En el Jurásico Temprano apareció repentinamente una gran variedad de especies (*Acroteuthis*, etc.), a partir

de entonces estuvieron bien representados hasta finales del Cretácico (*Mesohibolites*, *Neohibolites*), se mantuvieron con algunas especies en el Eoceno (*Bayanoteuthis*), y se extinguieron después. Las razones de esta extinción no se conocen con certeza, pero se ha propuesto que el intenso aumento de la competencia alimenticia por parte de peces, los gasterópodos depredadores, los cambios climáticos (Arkell, 1956; Donovan, 1967; e Jeletzky, 1971), gradientes de salinidad (Arkell, 1956; y Imlay, 1965), y la estabilidad ambiental; desempeñaron probablemente un papel importante para la extinción (Buitrón, 1989; Camacho, 1966; y Richter, 1989).

1.4. Antecedentes de cefalópodos del Cretácico Inferior (Barremiano-Aptiano).

El primer trabajo sobre ammonites del Cretácico Temprano (Barremiano-Aptiano) fue el realizado por Böse (1923), quien describe una fauna abundante de la Sierra de Symón en los límites de los estados de Zacatecas y Durango.

Posteriormente, Imlay (1938, 1939), estudia ammonites del Cretácico Temprano en el Cañón del Toboso, estableciendo correlaciones con las localidades de los alrededores de Mazapil, Zacatecas.

Imlay (1944), indica que el Barremiano Inferior puede ser reconocido por la presencia de *Pulchellia*, por el alcance más bajo de *Pseudohaploceras* y rango más alto de *Olcostephanus* y que el Barremiano Superior puede ser reconocido con *Costidiscus* y abundantes *Pseudohaploceras*.

Peña (1964), describe de la región de Durango en las cercanías de San Juan de Guadalupe, fauna de ammonites perteneciente a los géneros *Neocomites*, *Olcostephanus*, *Acanthodiscus*, *Pseudohaploceras* y *Leopoldia* del Cretácico Temprano.

González-Arreola y Carrillo-Martínez (1986), llevan a cabo en la región nororiental del Estado de Querétaro y partes cercanas del Estado de Hidalgo, el reconocimiento de fauna de ammonites en la Fm. Santuario, reconociendo a *Karsteniceras beyrichii* (Karsten), *Anahamulina* cf. *A. lorioli* (Uhlig) y *Pulchellia lindigii* (Karsten), fauna característica del Barremiano Medio.

Cantú-Chapa (1989), realiza un estudio en la Fm. La Peña a través de la perforación del Norte de México, como parte de una exploración petrolera. El estudio fue realizado con ammonites y microfósiles, reporta la presencia de *Kazanskylla*, *Paraholites*, *Dufrenoyia*, *Burckhardtites*, *Chelonicerias*, *Colombicerias*, *Pseudohaploceras* y *Acanthoplites* para el Aptiano.

González-Arreola *et al.* (1996), señalan la presencia de *Pseudohaploceras liptoviense* en asociación con *Palorbitolina lenticularis*, para la parte inferior de la Fm. Cumburindio en las cercanías de Turitzio (Michoacán), lo que les permite interpretar una edad de Aptiano Inferior para esta formación.

Seibertz y Spaeth (1999) estudian sobre la distribución de belemnites en México (Jurásico Medio-Cretácico Tardío) para el Cretácico Temprano señalan un dominio claro del género *Hibolithes*. Para el Cretácico Tardío, el género *Neohibolites* muestra un clara importancia estratigráfica junto con sus especies, *Neohibolites obtusus*, *N. minimus*, y subespecies *N. N. minimus clavaformis*, *N. minimus pingus*, *N. ultimus*, presentes en la parte central de México.

Lehmann *et al.* (1999), describe fauna de la Fm. La Peña en la Sierra de Parras que comprende a ammonites del Aptiano (*Dufrenoyia* spp.).

Barragán (2001), reconoce fauna de ammonites en la Fm. Cupido (Berriasiano-Aptiano inferior), y en la Fm. La Peña (Aptiano medio-superior) perteneciente a los géneros *Dufrenoyia*, *Burckhardtites*, *Rhytidoplites*, *Colombicerias*, *Chelonicerias*, *Pseudohaploceras*, *Acanthoplites*, y *Hypacanthoplites*.

Barragán y Méndez (2005), realizan el estudio de tres secciones estratigráfica del norte de México, reconocen veintisiete especies de ammonites con lo que redefinen un esquema biozonal para el Aptiano, proponen cuatro biozonas de ammonites: la Zona de Rango de *Dufrenoyia justinae* para la parte terminal el Aptiano Temprano (Bedouliano), la Zona de Intervalo *Epicheloniceras cf. subnodosocostatum* *Acanthoplites acutecosta* del Aptiano Medio (Gargasiano) y las Zonas de Rango *Acanthoplites aschiltaensis* e *Hypacanthoplites cf. leanzae*, características del Aptiano Tardío (Clansayesian).

Omaña *et al.* (2005), realiza un estudio en la Fm. San Lucas, compara alcances de foraminíferos y zonas de ammonites y reconocen la zona *Kotetishvilia nicklesi* y zona *Coronites darsi* para el Barremiano Temprano y la zona *Ancyloceras vandenheckii* para el Barremiano Tardío.

Barragán y Melinte (2006), analizan la secuencia de rocas del Barremiano Superior-Aptiano Inferior en el noreste de México y los Cárpatos del sur de Rumania, muestra una similitud tanto paleoambiental como paleobiológica, describiendo el género *Deshayesites* para Rumania y México.

Ramírez (2007), en la tesis de licenciatura investiga la bioestratigrafía del Cretácico Inferior (Barremiano inferior a superior) de la Fm. San Lucas en el área de Huetamo, Michoacán, reconociendo las especies: *Psilotissotia colombiana*, *Psilotissotia cf. malladae*, *Hamulinites sp*; *Hamulinites fragilis*, *Hamulinites parvulus*, *Karsteniceras sp*; *Karsteniceras subtile*, *Karsteniceras pumilum*, *Pseudohaploceras sp*; *Nicklesia pulchella*, *Pulchellia galeata*, *Toxancyloceras vandenheckii*, *Silesites sp*; *Henizia (Gerhardtia) veleziensis*, *Hamulina sp*; *Anahamulina sp*. De éstas algunas se dan a conocer por primera vez para México: *Henizia (Gerhardtia) veleziensis*, *Silesites sp*; y *Psilotissotia cf. malladae*.

Barragán y Maurasse. (2008), realizan estudios paleontológicos detallados de los estratos basales de la Fm. La Peña de una sección estratigráfica del Estado de Nuevo León, en el Noreste de México, revelaron una asociación de ammonites caracterizada por *Pseudohaploceras reesidei*, *Dufrenoyia justinae*, *Burckhardtites nazasensis*, *Burckhardtites ehlers*, *Penaceras rursiradius*, *Colombiceras spathi* y *Kazanskyella aff. arizonica* como fauna del Aptiano.

Arroyo-Cabrales *et al.* (2008), en el trabajo titulado “La diversidad en el pasado”, cataloga la biota de la Cantera Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Puebla (Cretácico Inferior) y reconoce *Neohibolites minimus obtusus*, *N. minimus pinguis*, *N. minimus claviformis*, *N. praeultimus*, *Mesohibolites semicanaliculatus*, *Mortoniceras sp*; *Hysterocheras sp*. *Anisoceras sp*.

Moreno *et al.* (2013), abordan el estudio de ammonites en la sección de la Presa de Francisco Zarco, Durango, reconociendo dos zonas de ammonites: zona *Dufrenoyia*

justinae y *Gargasiceras? adkins* (Aptiano Temprano y Tardío), zona *Caseyella aguillerae* (Aptiano Tardío) y el biohorizonte *Huastecoceras trispinosoides* (Aptiano Tardío).

Espinoza. (2014), estudia “La Cantera de Tlayúa”, localizada en Puebla, e indica que para el Cretácico Inferior se reconoce fauna de belemnites y ammonites del Albiano aunque no precisa ni géneros ni especies.

1.5 Antecedentes de la Formación Tamaulipas Inferior

Originalmente la Fm. Tamaulipas fue descrita por Belt (1925), en el distrito petrolero de Tampico como constituida por una caliza compacta de grano fino bien estratificada, cuyos 200 a 300 metros superiores son de color gris con numerosos lentes y nódulos de pedernal que varían de color blanco a negro. La parte inferior de la Formación es una caliza blanca a crema con ausencia de pedernal. Más tarde, Carrillo (1965) la describe en las áreas del río Chinameca y en los caminos Yatipán Tianguistengo y Cholula, Veracruz, pertenecientes al Anticlinorio de Huayacocotla, allí la Fm. Tamaulipas Inferior está compuesta de calizas de grano fino y color crema grisáceo y crema amarillento en capas medianas y gruesas y nódulos irregulares y de forma esferoidal de color castaño oscuro y gris claro; se observan también, algunos cuerpos de calizas clásticas distribuidos en forma irregular. Esta unidad subyace concordantemente a la Fm. Otates y yace sobre la Fm. Pimienta; según este autor contiene microfauna del Valanginiano–Hauteriviano y del Barremiano Temprano.

Longoria (1975), comenta que la división tripartita de la Caliza Tamaulipas es de fácil reconocimiento en la sierra de Tamaulipas como un área tipo; y a lo que él denomina Miembro Caliza La Borrega, que no es otra cosa que la Fm. Tamaulipas Inferior, la describe como “calizas medianas, de 25 a 30 cm hasta medio metro de espesor, con nódulos y lentes de pedernal color crema y con estilolitos gruesos generalmente paralelos a los planos de estratificación”.

Rodríguez (1954), en el reporte de hidrocarburos en los campos del distrito Ebano-Pánuco describe la Fm. Tamaulipas Inferior, como una caliza cretosa, dura, de color blanco limpio, o crema muy claro, llegado a presentar un cambio lateral de

características litológicas, acompañada de una caliza glauconítica que indica la base de esta formación y por consiguiente la proximidad con la cima del Jurásico Superior.

Castro y Martínez (1977) y Martínez y Bello (1977), dividen a la Fm. Tamaulipas Inferior en siete unidades informales basadas en los caracteres eléctricos, litológicos y en el contenido microfaunístico. De la base a la cima las unidades constan de la siguiente litología:

a) caliza crema a crema grisácea y café claro, criptocristalina y compacta, en partes de aspecto cretoso, ligeramente arcillosa, y con escasos nódulos de pedernal e intercalaciones de bentonita (microfacies de biomicrita, intramicrita y micrita fosilífera).

b) caliza café a café claro y oscuro, ligeramente arcillosa, criptocristalina, y caliza crema con presencia de pedernal y bentonita (microfacies de intrabiomicrita y biomicrita).

c) caliza gris claro a gris cremoso y caliza café a café claro, con escaso pedernal ámbar y café oscuro, bentonita verde y blanca (microfacies de intrapelmicrita fosilífera, intramicrita fosilífera, biomicrita y micrita fosilífera).

d) caliza crema criptocristalina, y café a café claro microcristalina con intercalaciones de bentonita verde claro, y escaso pedernal blanco y negro, ligeramente fracturada (microfacies de biomicrita y micrita fosilífera).

e) caliza gris, gris oscuro y café oscuro, microcristalina compacta, ligeramente arcillosa, presentándose en su parte Inferior una caliza café oscuro a negra y arcillosa (microfacies de biomicrita arcillosa y menos común micrita fosilífera arcillosa).

f) caliza gris a gris claro, con microfracturas, así como escasos nódulos de pedernal gris oscuro a negro (microfacies de biomicrita arcillosa a micrita fosilífera arcillosa).

Barboza *et al.* (2004), describen a detalle la geología de la Sierra de Catorce, reconociendo las unidades más antiguas de la Meseta Central, menciona a la Fm. Tamaulipas Inferior, pero carente de registro de fauna.

Ávila (2005), aporta datos sobre la fauna del Cretácico Temprano en particular para el Aptiano dentro de la Fm. Tamaulipas Inferior, la caracteriza como una secuencia monótona de caliza masiva que representan ambientes de depósito en la parte más externa de la plataforma carbonatada somera, reconociendo diversos géneros para el Aptiano, dentro de los cuales están los géneros, *Pseudohaploceras*, *Cheloniceras*, *Prochelomiceras*, *Burckhardtites*, *Dufrenoyia*, *Acanthohoplites*, *Colombiceras*, *Penaceras*, *Parahoplites*, *Rhytidoplites*.

Edad y fauna de la Fm. Tamaulipas Inferior: Según la revisión del Léxico Estratigráfico (Servicio Geológico Mexicano, 2006), la edad de la Fm. Tamaulipas Inferior va del Neocomiano Inferior al Aptiano Superior, y la fauna reportada es: *Inoceramus*, *Cypirina*, *Terebratula*, *Acanthodiscus* d.gr. *octagonus*, *Puzosia* d.gr. *liptoviensis*, *Parahoplites* sp; (Burckhardt, 1930); *Caucasella hauterivica* (*Subbotina*), *Globigerinelloides ferreolensis* (Longoria, 1975); *Tintinopsella carpathica*, *Nannoconus steinmanni*, *Globochaete alpina*, *Calpionellopsis oblonga*, *Cadosina* sp; *Microcallamoides confusus*, *Nannoconus wassalli*, *Nannoconus bucheri*, *Nannoconus minutus* (Castro y Martínez, 1977 y Martínez y Bello, 1977).

2 Hipótesis

La recolecta del material paleontológico y su análisis sistemático paleontológico, permitirá establecer la edad para la sección estudiada en la región de Tlapacoyan, Veracruz

3 Objetivos

3.1 General

- ❖ Establecer la edad de las rocas aflorantes de una sección estratigráfica localizada en la región de Moyota, Veracruz, basándose en el estudio de la fauna fósil existente.

3.2 Particulares

- ❖ Reconocer la litología y la formación geológica a la que pertenece la sección estudiada, elaborar la columna estratigráfica representativa de la sección.
- ❖ Realizar la descripción y el estudio taxonómico de la fauna de ammonites y belemnites.
- ❖ Establecer con base a los ammonites y belemnites la edad de la sección estudiada.

4 Metodología

Una de las partes importante para la tesis fue la recopilación de bibliografía para el área de estudio (región Tlapacoyan, Veracruz), considerando toda la información geológica y paleontológica existente. Además se buscó la información utilizada en la taxonomía de ammonites y belemnites, para el apartado de ammonites se revisó el Treatise on Invertebrate Paleontology parte L, (Wright *et al.*, 1996) junto con bibliografía especializada referente a la sistemática de los ammonites del Cretácico, y bibliografía relacionada a la distribución de ammonites; para los belemnites, la revisión de los trabajos de Janssen (1997, 2010); Doyle (1987, 1994); y Doyle y Shakides (2004), fueron importantes como apoyo para la taxonomía y distribución bioestratigráfica.

4.1 Trabajo de campo

Esta actividad se llevó a cabo en dos partes, la primera consistió en la evaluación de los sitios propicios para el muestreo, y su potencial en el contenido faunístico, seleccionado el adecuado para la realización de la tesis. En los sitios visitados se colectaron muestras de roca que fueron etiquetadas para su transporte al laboratorio.

Durante la segunda salida, ya con el sitio de estudio seleccionado, se hizo el levantamiento de la sección estratigráfica, la cual está ubicada en las coordenadas 19°54'36.8"N y 97°06'40.6"W (en la región de Tlapacoyan, Veracruz); el levantamiento de la sección se realizó con cinta métrica midiendo y enumerando cada uno de los estratos, describiendo las características litológicas y la presencia o ausencia de fauna en los mismos. Toda esta información se registró en la libreta de campo, y se elaboró un esquema a escala de la sección estratigráfica estudiada. Posteriormente se realizó el muestreo estrato por estrato con ayuda de martillo y cincel, la fauna fósil obtenida, fue envuelta en papel y catalogada, etiquetándola con la siguiente información: nivel perteneciente, orientación de la fauna en relación a la estratificación, fecha y las siglas de la sección, que en este caso está representada por MO (por ser Moyota el poblado más próximo al afloramiento), una vez envuelto el material se empacó en bolsas plásticas y fue acomodado en cajas para su transporte al laboratorio.

4.2 Trabajo de gabinete

El material colectado de la salida de campo, fue limpiado con ayuda de un percutor neumático y se pecó para ponerle sus siglas de perfil, nivel de referencia y año de muestreo. Se seleccionó el material con mejor estado de conservación para realizar la identificación taxonómica, el material fue medido según lo establecido para cada grupo y fotografiado con el proceso de blanqueo con cloruro de amonio.

Como se mencionó en párrafos arriba, para la identificación taxonómica de los belemnites, se revisaron los trabajos de Janssen (1997 y 2010); Janssen y Fozy (2005); Janssen *et al.* (2012); Doyle (1987 y 1994); Doyle y Kelly (1988); Doyle *et al.* (1994); y Doyle y Shakides (2004), referentes a la fauna de belemnites del

Cretácico Temprano. Para la taxonomía de ammonites, se revisó el Treatise on Invertebrate Paleontology. Part L: Mollusca 4. Cephalopoda (Wright *et al*, 1996), junto con los trabajos de Delanoy (1992); y González-Arreola *et al.* (1996), entre otros.

5 Área de estudio

5.1 Localización geográfica

La localidad de estudio se encuentra a unos 23 km. del poblado de Tlapacoyan, Veracruz, siguiendo la carretera de Zaragoza en dirección al poblado de Plan de Arroyos, Veracruz, cerca del km. 21 se encuentra una desviación a la derecha donde se toma un camino de terracería que va hacia el poblado de Moyota, después de 2 km. se ubica la localidad estudiada (coordenadas 19°54'36.8"N 97°06'40.6"W) (Fig. 6), que es una cantera abandonada, el afloramiento no sobrepasa los 11 metros de espesor, con una extensión no mayor a los 14 metros

En el área estudiada afloran no más de 120 m² de rocas calizas color crema que según las coordenadas en la Carta Geológica Altotonga E14-B16 del Servicio Geológico Mexicano, correspondería a la Fm. Pimienta del Jurásico Superior. No obstante, el análisis de la fauna colectada y la descripción de la litología realizada, en el afloramiento corresponden a la Fm. Tamaulipas Inferior. Desafortunadamente no se observan el contacto inferior y superior.

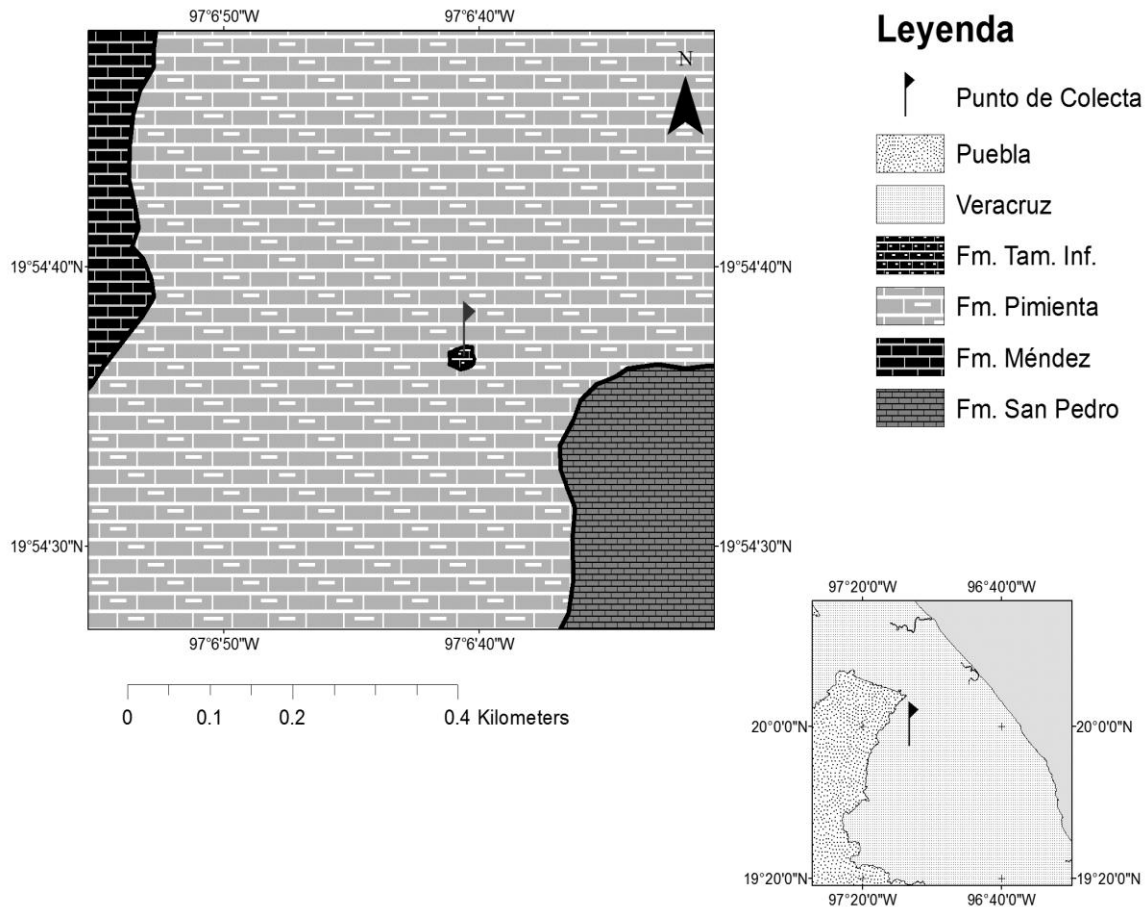


Figura 6. Localización geográfica y mapa geológico simplificado del área de estudio en la región de Tlaplacoyan, Veracruz. Tomado de Servicio Geológico Mexicano Carta Altotonga E14B16, 2010.

La sección estudiada se encuentra rodeada por la Fm. Pimienta, está caracterizada por estratos de caliza de color crema con espesores que van de los 7 a 55 cm, presenta nódulos irregulares de pedernal color café ocre (Fig. 7, 8). En total la sección no superan los 55 estratos, la fauna predominantemente se encuentra a techo de los estratos en las superficies de estratificación, llegan a presentarse estratos donde la concentración de fauna es considerable. Muchas veces en las superficies de estratificación la fauna sólo se presenta en mitades, observándose la conservación de fragmoconos y cámaras habitacionales, también se llegó a encontrar fauna en partes medias del estrato, aunque esto es a aunque esto es mucho menos frecuente.



Figura 7. Fotografía en donde se observan los estratos de la sección estudiada. Fotografía de Zepeda, 2014.

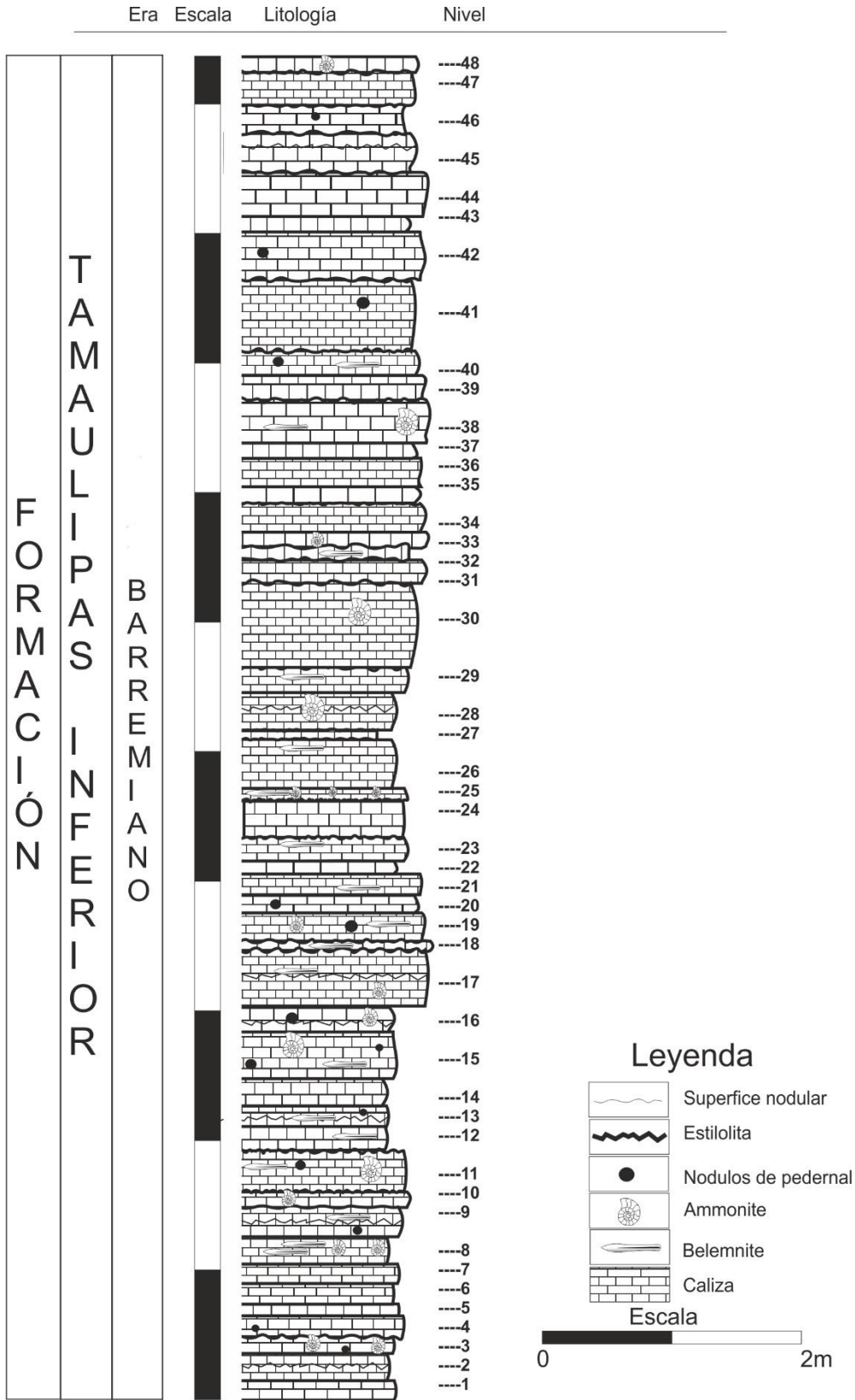


Figura 8. Columna estratigráfica de la sección estudiada.

6 Paleontología sistemática

6.1 Taxonomía de belemnites

Parámetros y abreviaturas de belemnites.

Diversos parámetros usados en la taxonomía de belemnites (Fig. 9).

A (Apertura alveolar).

L (Largo total preservado en mm.).

Dlmax (Diámetro máximo lateral en mm.).

Dvmax (Diámetro máximo dorso-ventral en mm.).

X (Largo del ápice en mm.).

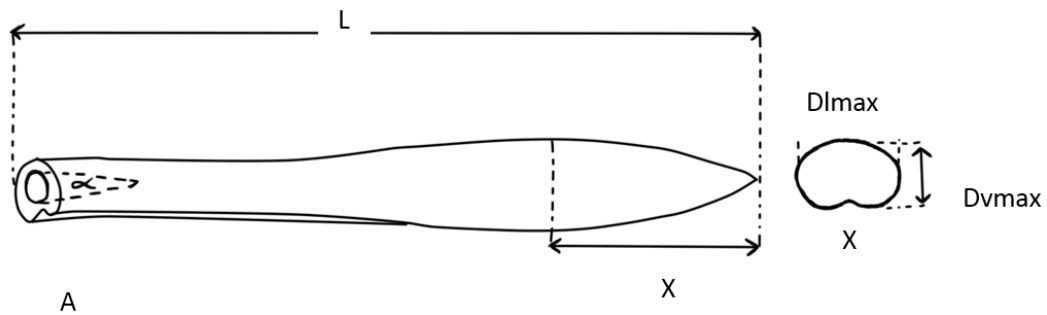


Figura 9. Características usadas en la taxonomía de belemnites.

Filum Mollusca Linnaeus, 1754.

Clase Cephalopoda Cuvier, 1798.

Subclase Coleoidea Bather, 1888.

Orden Belemnitida Zittel, 1895.

Suborden Belemnopseina Jeletzky, 1966.

Familia Mesohibolitidae Nerodenko, 1983.

Género *Hibolithes* Denys de Montfort, 1808.

Especie Tipo: *Hibolithes hastatus* Montfort, 1808.

Diagnosis.

El género se caracteriza por un rostro de tamaño variable, (menor que 140 mm) la sección del rostro llega a ser redondeada a comprimida de forma dorsoventral, en la parte apical del rostro se observa una compresión dorsoventral. La forma en la parte ventral del rostro es semejante al hastate (Fig. 5), en vista lateral el rostro presenta una forma subcilíndrica generalmente terminada en recta (excepto en la parte apical), el lado dorsal es ligeramente curvo hacia el ápice. La profundidad y la distancia del alveolo suelen variar, superan la parte media del rostro. Modificado de Janssen *et al.* (2012).

***Hibolithes* sp.**

(Figura 10, A, B).

Descripción.

El rostro es de tamaño mediano no sobrepasa los 92 mm; presenta una forma alargada de tipo subcilíndrico, en la parte apical es hastate, comprimida hacia la parte alveolar, la sección es redonda comprimida ventralmente, el surco ventral no rebasa la mitad del largo del rostro, mientras que la parte apical es simétrica, del ápice presenta un ángulo de aproximadamente 30°.

Material.

El material que se colectó presenta una mala conservación, se observaron 7 y se colectaron 16 ejemplares fragmentados de conchas, las muestras MO-9-1, MO-32-1, MO-40-1 son aquellas en donde la conservación del rostro es completa, ya que llega a presentar características que describen al género, el resto del material comprende ya sea la parte apical o alveolar del rostro, en el Cuadro 2 se muestran las medidas del material que presenta una conservación total del rostro (la medida se da en milímetros).

Nivel	Ejemplar	L	X	Dl _{mx}	Dv _{mx}
9	MO-9-1	42.4	15.1	9	9.2
32	MO-32-1	71.5	23.6	9.7	9.1
40	MO-40-1	91.8	25.1	10.7	0

Cuadro 3. Medidas de los ejemplares de belemnites.



Figura 10. *Hibolithes* sp. (MO-32-1), Nivel 32. **A)** Vista dorsal del rostro. **B)** Esquema de la sección alveolar.

Discusión y afinidades.

Se comparó el material descrito con las descripciones que de ejemplares pertenecientes al género *Hibolithes* de los trabajos de: Janssen (1997); Janssen y Fozy (2005); y Janssen *et al.* (2012), que describen e ilustran a las especies: *H. ex gr. subfusiformis*, *H. ex gr. jaculiformis*, *H. mirificus* (Lam. 5, Fig. 5-6, Janssen, 1997; Lam. 5 Fig. 14, Janssen y Fozy, 2005); *H. subfusiformis* (Lam. 5, Figs. 7-8, Janssen, 1997); *H. carpaticus* (Lam. 3 Figs. 20-27, Lam. 5 Figs. 15, 17, Janssen y Fozy, 2005);

H. ex gr. subfusiformis (Lam. 1, Figs. 1-4 y Janssen *et al.*, 2012); *H. ex gr. jaculiformis* (Lam. 1 figs. 5-17 y Janssen *et al.* 2012); *H. mirificus* (79 mm). *H. subfusiformis* (90 mm.), comparando la forma hastate y el tamaño del rostro que llegan a ser similares al material que se colectó (MO-40-1, 91 mm), y la presencia del surco alveolar que no tienden a sobrepasar la mitad del rostro, estas comparaciones aseguran que el material colectado pertenece al género *Hibolithes*.

Debido al poco material colectado, se dificulta el reconocimiento de ciertas características distintivas a nivel de especie, pero si se llega a ver cierto parentesco con las especies, *H. ex gr. jaculiformis* y *H. carpaticus*, la especie *H. ex gr. jaculiformis* presenta un surco que apenas llega a la mitad del rostro, mientras que el material aquí estudiado presenta un surco alveolar que no pasa de la mitad del rostro, la forma del rostro llega a ser semejante tanto en la parte apical como en la parte media; la especie *H. carpaticus*, se diferencia solo en la parte apical del rostro que termina en un ángulo más reducido en comparación con el material aquí estudiado; por otra parte la falta de caracteres mensurable del material comparado dificulta la sistemática para determinar a nivel específico el material colectado, por ello sólo se llegó a nivel de género.

Alcance estratigráfico y biogeografía.

Doyle (1987); y Doyle y Kelly (1988), señala la distribución del género *Hibolithes* en el reino Boreal y el reino del Tethys, y su alcance estratigráfico va desde el Jurásico Superior (Bajociano) al Cretácico Inferior (Barremiano), en sus trabajos considera al género *Hibolithes* como un género cosmopolita, pero señala una abundancia en el reino del Tethys para edades del Bajociano al Barremiano en Europa y para el reino Boreal en América y Canadá en edades del Valanginiano al Barremiano con la presencia de la especie *H. jaculoides* para esta región, aunque no detalla las especies reconocidas para esas edades.

Janssen (1997), realiza la descripción de la fauna del Mediterráneo en la región de España, describiendo diversas especies del género *Hibolithes*; para el Cretácico Temprano la especie *H. semisulcatus*, y *H. cf. pilleii* para edades del Berriasiano al Valanginiano, y muestra una mayor variedad de especies en edades del

Hauteriviano-Barremiano, (*H. cf. subfusiformis*, *H. sp. H. mirificus*): En el trabajo realizado en el 2005, por Janssen y Fozy describen una gran variedad de especies del género *Hibolithes*. *H. carpaticus* presenta un registro para el Barremiano Temprano siendo esta edad el máximo alcance para el género *Hibolithes*. Janssen *et al.* (2012), en su artículo “Mediterranean Neocomian Belemnites, part 4: Belemnites...” presentan una detallada descripción y abundancia del género en Francia, incluyendo las especies: *H. ex gr. jaculoides*, *H. aff. jaculoides*, *H. mirificus* y de *H. targovishtensis*, fauna característica para el Barremiano Temprano.

Mutterlose y Baraboshkin (2003), para la región de Rusia señala el género *Hibolithes* con una edad del Barremiano Temprano y Tardío, aunque no precisa las especies pertenecientes. Mutterlose y Wiedenroth en el 2008 realiza una detallada descripción de la fauna de Belemnites en una localidad de Marruecos incluyendo al género *Hibolithes*, dando edades que comprenden el Valanginiano (*H. sp.* y *H. longior*) Hauteriviano Temprano y Hauteriviano Tardío (*H. sp.*; *H. longior*, *H. jaculoides*, *H. subfusiformis*) y para el Barremiano Temprano (*H. sp.*; *H. gr. subfusiformis*). Más reciente en el 2009 para el noroeste de Alemania mencionan a las especies *H. jaculoides* y *H. aff. jaculoides* y las limita a edades del Hauteriviano Temprano al Barremiano Temprano.

En México Seibertz y Spaeth (1999), reporta al género *Hibolithes* para el Hauteriviano sin dar a conocer las especies que utiliza para delimitar la edad.

6.2 Taxonomía de ammonites

Parámetros y abreviaturas en ammonites.

Diversos parámetros usados en la taxonomía de ammonites ilustrados en la Fig. 11.

Dm (Diámetro máximo en mm).

O (Diámetro umbilical en mm).

E (Espesor de la espira mm).

H (Altura de la espira mm).

C (Constricción).

O/D (Grado de involución mm).

H/D (Grado de recubrimiento a diámetro determinado en %).

C/V (Constricción por vuelta).

C/V (Constricción por media vuelta).

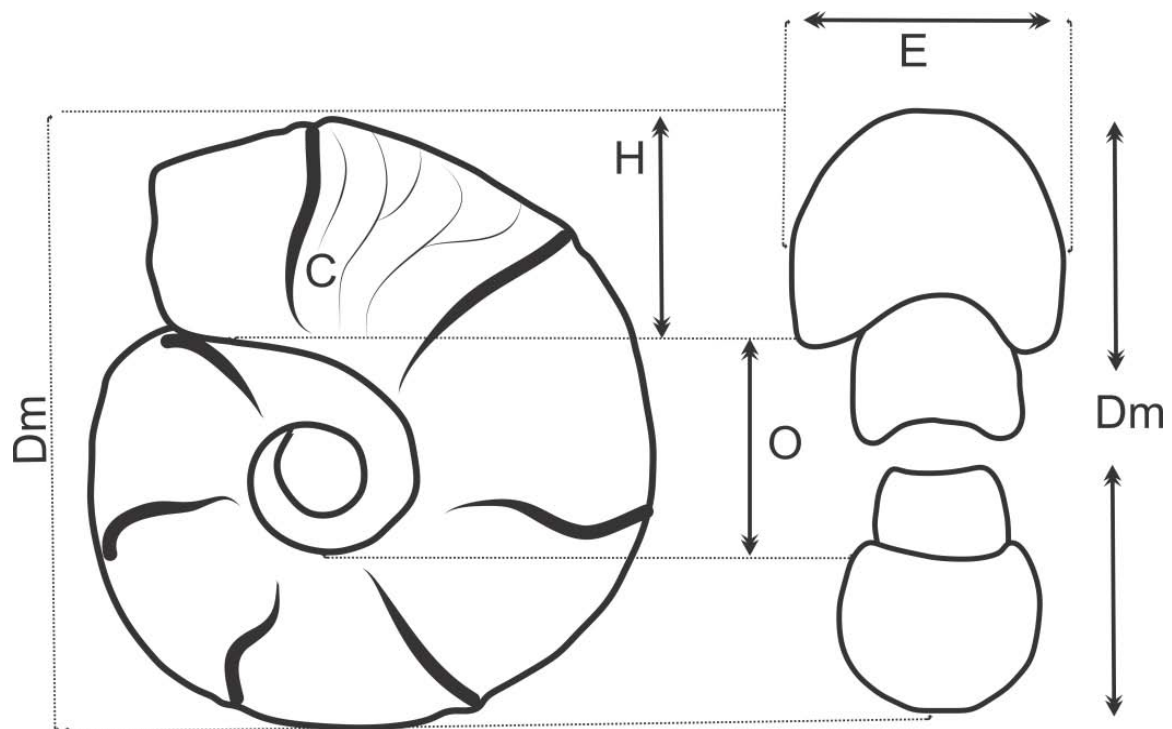


Figura 11. Esquema que muestra los parámetros mensurables usados en la taxonomía de ammonites.

Subclase Ammonoidea Zittel, 1884.

Orden Ammonitida Hyatt, 1889.

Suborden Ancyloceratina Wiedmann, 1960.

Familia Ancyloceratidae Gill, 1871.

Subfamilia Crioceratitinae Gill, 1871.

Género *Crioceratites* Léveillé, 1837.

Diagnosis.

Concha enrollada típicamente en una espira equiangular aunque el ángulo de la espira puede incrementarse con la edad; la sección de la vuelta puede ser oval a subcuadrada con la cima más o menos trapezoidal; costillas generalmente densas, redondeadas, rectas a flexuosas, sencillas o unidas en el borde umbilical, sin tubérculos, con costillas periódicas más fuertes, fortalecidas sobre los hombros o con espinas ventrolaterales o umbilicales, laterales. Pueden presentarse constricciones. Tomado de Wright *et al.* (1996).

***Crioceratites* sp.**

(Figura 12 A, B).

Descripción.

Concha de tipo heteromorfa, tamaño mediano, de enrollamiento crioceratítico, la sección de la vuelta es más alta que ancha, comprimida, subovalada a semicuadrada, de ombligo evolutivo, los flancos son aplanados, la región ventral llega a ser semicuadrada, la ornamentación es sencilla consta de costillas rectas prominentes que aparentemente surgen del borde umbilical, recorren los flancos cruzan la región ventral y forman un arco.

Material.

Se cuenta con una observación y 10 fragmentos de concha y 2 conchas completas todas con una mala conservación, lo que impide reconocer con claridad la ornamentación de la concha (costillas, tubérculos, etc.), solo distinguiéndose claramente el enrollamiento crioceratítico que es característico del género *Crioceratites*, y algunas costillas prominentes. En el cuadro 3 se muestran las mediciones que realizaron a los ejemplares con mejor conservación.

Nivel	Ejemplar	Dm	O	H	E	O/D	H/D	E/D
3	MO-3-3	51.2	23.3	17.9	0	0.455	0.350	0.000
8	MO-8-1	40.7	14.5	13.4	9.4	0.356	0.329	0.231
	MO-8-4	93.1	42.4	34.7	29.6	0.455	0.373	0.318
	MO-8-5	51.8	21.1	19.6	0	0.407	0.378	0.000
	MO-8-6	71.5	28.2	23.1	0	0.394	0.323	0.000

Cuadro 4. Medidas de los ejemplares de ammonites.

Discusión y afinidades.



Figura 12. *Crioceratites* sp. (MO-8-4), Nivel 8. A) Vista del flanco izquierdo. B) Esquema de la sección de la vuelta.

Debido al estado de conservación no se puede llegar a determinar a nivel de especie, pero, si comparar características que presenta el género *Crioceratites* con el material descrito, retomando las descripciones de: Léveillé (1837) describe una concha de tipo crioceratítica, costillas rectas prominentes y una sección oval-alargada, Avram y Gradinaru (1993), Describe la especie *Crioceratites aff. andersoni*, con costillas prominentes y tubérculos intercalados entre las costillas. Avram *et al.* (1995), describen a la especie *Crioceratites lory*, de concha crioceratítica, costillas flexuosas, en etapas iniciales de la concha se observan tubérculos tenues, mientras que en estadios adultos la concha presenta tubérculos que llegan a ser más visibles. Matsukawa y Obata (1993) y Matsukawa *et al.* (2003), describen las características de *Crioceratites (Paracrioceras) asiaticum*, una sección subcuadrada, tubérculos sobre los flancos y concha equiangular. Wright *et al.* (1996), lo describe con una concha equiangular, costillas rectas con accesorio como espinas, tubérculos etc. Cecca *et al.* (1998), describen a *Crioceratites sp.*; y *Crioceratites (Emericiceras) cf. thiollierei*, con costillas prominentes rectas a flexuosas, con presencia de tubérculos. Aly (2006), caracteriza a la especie *Crioceratites (Crioceratites) hammatoptychum* con costillas rectas en ocasiones bifurcadas, una sección subcuadrada a subcircular. Kakabadze y Hoedemaeker (2010), describe a *Crioceratites vermiformi*, con concha crioceratítica, además de la presencia o ausencia de tubérculos o espinas repartidas en los flancos, costillas muy marcadas y fuertes.

Los ejemplares MO-4-1, MO-8-4, presentan características propias al género llegando a observar: costillas prominentes y rectas, una sección subcuadrada y concha de tipo crioceratítica (equiangular), estas características permitieron reconocer al género *Crioceratites*, y que concuerdan con las descripciones mencionadas con anterioridad; al no observarse otras características como tubérculos o espinas, no se pudo hacer una comparación con otras especies ya que estos rasgos son lo que llegan a definir a las especies del género.

Alcance estratigráfico y biogeografía.

El género de *Crioceratites*, es mencionado por Wright (1981), dentro de la Subfamilia Crioceratitinae con un alcance del Valanginiano al Aptiano Tardío. Obata y Matsukawa (1988), reporta la especie *Crioceratites ishiwaarai* en edades del Hauteriviano-Barremiano, un alcance más amplio es reportado por Wright *et al.* (1996), del Valanginiano al Barremiano. El género ha sido reportado para Europa, Sureste de Rusia, el Sur de África, Japón, California y México.

Kakabadze y Hoedemaeker (2004), describe una fauna de ammonites de Colombia, reportan diversas especies del género *Crioceratites* con una distribución para el Barremiano Temprano. Además en el 2010, describen los ammonites heteromorfos de Alemania incluyendo varias especies del género *Crioceratites*, asignándoles una edad del Hauteriviano Tardío.

Cantú-Chapa (2009), reconoce al género *Crioceratites* en la Fm. Tamaulipas Inferior, para edades del Hauteriviano Tardío.

Lukeneder (2012), registra especies del género *Crioceratites* que abarcan edades del Hauteriviano Tardío al Barremiano Tardío.

Suborden Ammonitina Hyatt, 1889.

Familia Desmoceratidae Zittel, 1895.

Subfamilia Puzosiinae Spath, 1922.

Género *Pseudohaploceras* Hyatt, 1900.

Especie tipo: *Pseudohaploceras douvillei* Fallot, 1920.

Diagnosis

Sin diagnosis original, a continuación se presenta la descripción resumida tomada de Bogdanova y Hoedemaeker, (2004).

El tamaño de concha mediana a grande con espiras gruesas, los flancos llegan a ser uniformes presentan una forma convexa, región ventral redondeada, estrecha en las primeras vueltas y aumenta de tamaño en vueltas posteriores con márgenes ventrolaterales indistintos. El cambio del ombligo durante el crecimiento va de bastante estrecho a moderadamente amplio, con una pared alta y borde umbilical redondeada, la sección de la vuelta es comprimida longitudinalmente.

La ornamentación consta de constricciones, collares y costillas intermedias entre los collares. Las constricciones comienzan en el borde umbilical llegan a tomar una forma sigmoidal en los flancos. Después de los 40 mm de diámetro de la concha las costillas se diferencian en principales e intermedias. Dos o tres costillas principales se originan en el borde umbilical, a veces se bifurcan, raramente se trifurcan. Después de 50 mm. de diámetro de concha las costillas que se bifurcan son bastante fuertes, y pueden alcanzar el mismo grosor que los collares. Tomado de Bogdanova y Hoedemaeker, (2004).

***Pseudohaploceras douvillei* Fallot, 1920.**

(Figura 13 A-C).

Sinonimia.

1916 *Puzosia matheroni* (d'Orbigny), Douvillé, p.103, pl.13, Fig.s.1-7.

1920 *Puzosia douvillei* Fallot, p. 259.

1952 *Pseudohaploceras douvillei* (Fallot, 1920), Luppov, p.187, pl. 4, Fig. 3.

1996 *Pseudohaploceras douvillei* (Fallot, 1920), Avram and Melinte, p.1122, pl. 1, Fig. 6.

2004 *Pseudohaploceras douvillei* (Fallot, 1920): Bogdanova y Hoedemaeker, p. 224, Pl. 33, Figs. 1-5; Pl. 34, Fig. 1.

2010 *Pseudohaploceras douvillei* (Fallot, 1920): Bersac, p. 5, pl. 3, Figs. 1-2

Material.

Consta de 4 observaciones y de 17 ejemplares colectados, de los cuales cuatro son moldes externos, los demás son fragmentos y contramoldes la conservación es de buena a mala, ya que el material presenta un estado de erosión y oxidación que dificulta las observación de la ornamentación. El cuadro 3, muestran las medidas que se realizaron en los ejemplares mejor conservados

Nivel	Ejemplar	Dm	O	H	E	O/D	H/D	E/D	C/V	C/V 12
3	MO-3-1	49.6	12.8	19.7	22.3	0.258	0.397	0.450	4	3
	MO-3-2	54.6	18.5	23.4	25.8	0.339	0.429	0.473	5	3
8	MO-8-1	16.5	3.4	22.9	21.4	0.206	1.388	1.297	0	0
	MO-8-2	49.8	23.1	17.7	0	0.464	0.355	0.000	0	0
	MO-8-3	43	27.5	14.6	0	0.640	0.340	0.000	0	0
17	MO-17-1	21.6	6.7	8.2	0	0.310	0.380	0.000	2	2
19	MO-19-1	32.6	9.9	17.4	0	0.304	0.534	0.000	4	2

Cuadro 5. Mediciones realizadas al materia de ammonites.



Figura 13. Concha de *Pseudohaploceras douvillei* (MO-3-2), Nivel. **A)** Vista del flanco derecho, notándose las constricciones y collares característicos de la especie. **B)** Vista de la región ventral de la sección de la vuelta. **C)** Esquema de la sección de la vuelta.

Descripción.

Concha de tipo discoidal, tamaño mediano, con enrollamiento seminvóluto variable ($O/D= 0.25-0.46$), con una pared umbilical vertical, y borde umbilical redondeado, los flancos llegan a ser convexos notándose esta forma más en la última vuelta conservada, el alto de la vuelta va en aumento hacia la parte final de la concha. La región ventral es redondeada presentan constricciones y collares. La sección de la vuelta es redondeada-deprimida lateralmente.

La ornamentación es sencilla, presenta una serie de constricciones notables en la última, al parecer surgen de la región umbilical, estas constricciones van acompañadas por collares que cruzan la región ventral sin interrupción, y se orientan hacia atrás en forma sinuosa, la sección intermedia delimitada por los collares, presentan costillas tenues, sinuosa, se bifurcan sobre la parte media de los flancos.

Discusión y afinidades.

El género *Pseudohaploceras*, llega a presentar cierta dificultad en el momento de asignar el nivel de especie, no obstante las características reconocidas posibilitaron la asignación a la especie *douvillei*.

Lehmann *et al.* (2009), describe y compara las especies *P. liptoviense*, junto con *P. matheroni* y *P. douvillei*, señala que en relación al tamaño llegan a ser semejantes, por lo que toma las características de las constricciones y de las costillas como parámetros diferenciales, para *P. matheroni*, las constricciones son rectas, las costillas son tenues en ciertos puntos y cobran fuerza muy cerca de los flancos claramente separadas, además el ombligo es más amplio; en *P. liptoviense* las costillas y las constricciones llegan a ser variables y más fuertes, y para *P. douvillei* las constricciones que presenta son de forma falcoide además de un ombligo estrecho.

Contreras-Montero *et al.* (1992); y González-Arreola *et al.* (1996) dieron a conocer el registro del género *Pseudohaploceras* en México, en particular reportan la

presencia de *Pseudohaploceras liptoviense*, especie con la cual el material colectado tiene muchas semejanzas como son el tamaño, la forma y profundidad del ombligo, presencia de collares, sin embargo *P. liptoviense* presenta costillas más frecuentes y fuertes en toda la concha.

Bogdanova y Hoedemaeker en el 2004, describe e ilustra un grupo selecto de *Pseudohaploceras* incluyendo a *P. douvillei*, al comparar el material aquí estudiado se puede constatar la similitud con la especie *douvillei*.

En la Figura 14, se muestran la comparación entre las especies *P. douvillei*, *P. liptoviense*, *P. matheroni*, con el material colectado.

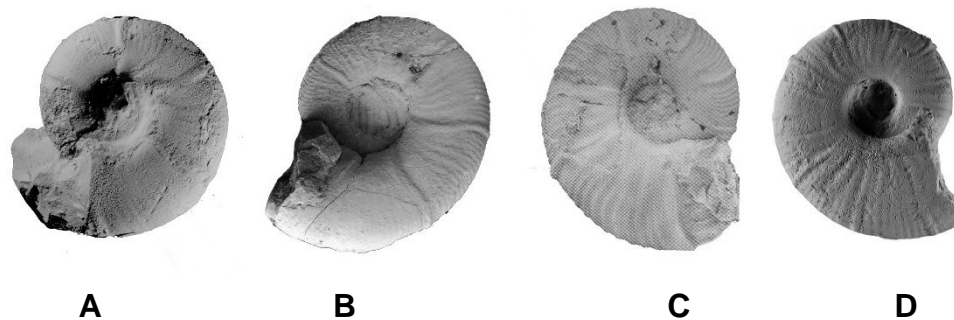


Figura 14. Comparación de las conchas **A)** *P. douvillei*, Foto del material colectado, notándose las constricciones y los collares que le siguen a la constricción, costillas tenues; **B)** *P. matheroni*, la sección de la vuelta es más alta que ancha, costillas tenues, constricciones notables, (tomado de Aguado *et al.* 1997, fig. 5, “a”); **C)** *P. douvillei*, una concha más globosa, constricciones y costillas llegan a ser muy tenues, (Bogdanova y Hoedemaeker, 2004, pl. 33, figs. 5); **D)** *P. liptoviense*, presenta costillas y constricciones abundantes además de ser notables (Grauges *et al.* 2010, fig. 2, “b”).

Alcance estratigráfico y biogeografía

Douvillé (1916), lo considera para el Barremiano. Avram y Melinte (1998), caracteriza la fauna presente en el Barremiano-Aptiano esto para los Alpes en Francia incluyendo *P. douvillei*.

Más reciente Bogdanova y Hoedemaeker (2004), consideran a *P. douvillei* para edades del Barremiano del Sinai; Aptiano Inferior norte del Caucaso, Rumania, Cárpatos; Aptiano Medio (Gargasian) del suroeste de Francia; Barremiano-Aptiano

en Colombia. Bersac *et al.* (2010), lo reportan para el Barremiano Superior de la región de Montagne de Ruth en Francia.

7 Resultados

7.1 Estratigráficos

La litología de la sección estudiada, comprende roca caliza compacta, de color crema a tonalidades grises, espesores de 7-55 cm., nódulos de pedernal, partes recristalizadas de caliza, en los puntos de contacto entre los estratos se llega a observar la presencia de fósiles en mayor número que en el resto del estrato; esta litología concuerda con lo reportado por Castro y Martínez (1977); y Martínez y Bello (1977); Rodríguez (1954), para la Fm. Tamaulipas Inferior. Por lo que la sección estudiada forma parte de esta formación, en el periodo Cretácico Inferior y a la edad barremiana. Lo que concuerda con las edades dadas a secciones de la Formación Tamaulipas Inferior, Valanginiano, Hauteriviano y Barremiano Inferior, por otros autores (Belt, 1925; Castro y Martínez, 1977; y Martínez y Bello, 1977).

No se llega a delimitar el área total que ocupa la sección estudiada, por la exuberante vegetación, aunque se nota una clara diferencia de la litología que rodea a la sección estudiada, que está dada por la Fm. Pimienta (caliza color negro). (Servicio Geológico Mexicano, 2010)

7.2 Paleontológicos sistemáticos

Al final del análisis sistemático de 45 ejemplares, se llegó a reconocer dos grupos de cefalópodos, la Subclase Coleoidea Bather (1888), representada por el registro del género *Hibolithes* sp. y la Subclase Ammonoidea Zittel (1884). De esta última se reconoce la Familia Ancyloceratidae, subfamilia Crioceratitinae Gill (1871), y el género *Crioceratites* Lèveillé (1837), y la Familia Desmoceratidae Zittel (1895), Subfamilia Puzosiinae Spath (1922), con la especie *Pseudohaploceras douvillei* (Fallot, 1920) siendo el primer reporte para México en la edad barremiana.

El hecho de que son pocos los trabajos sobre belemnites realizados en México y que no se ilustra el material, se dificulta su análisis taxonómico e imposibilita la profundización en la interpretación taxonómica y bioestratigráfica. Por otra parte las características de conservación, en particular para el género *Crioceratites* imposibilitaron la asignación a nivel de especie.

Para la especie *Pseudohaploceras douvillei*, su identificación se basó en características muy puntuales a nivel de género y especie; para México se ha reportado *P. liptoviense* (in González-Arreola, 1996), pero el material estudiando permitió el reconocimiento de diferencias en la sección de la vuelta que son características de *P. douville*.

7.3 Bioestratigráficos

En la Fig. 15, se representan la sección estudiada con todos los niveles estratigráficos muestreados y la fauna que se pudo identificar. Particularmente se observó que los niveles 8 y 24 muestran una riqueza de material fósil. Respecto a la distribución estratigráfica de la fauna, el género *Hibolithes* y *Pseudohaploceras douvillei* se distribuyen en toda la columna; por su parte los heteromorfos *Crioceratites*, sólo están en la parte basal y parte media de la sección. La fauna permite la delimitación de edades: *Hibolithes* sp. Hauteriviano Inferior y Barremiano Inferior (Mutterlose y Baraboshkin, 2003), *Crioceratites* sp., se reporta en edades del Hauteriviano-Aptiano (Obata y Matsukawa, 1988), mientras que *Pseudohaploceras douvillei*, tiene un registro Barremiano-Aptiano Inferior (Bogdanova y Hoedemaeker, 2004). Esto permite reafirmar que la sección estudiada pertenece a la Fm. Tamaulipas Inferior, periodo Cretácico Inferior y a la edad barremiana.

Desde el punto de vista bioestratigráfico, se considera que debe realizarse un estudio microfaunístico, para tratar de delimitar más la edad del afloramiento. Lo que sí es un hecho, es que el aplicar una metodología de muestreo estrato a estrato y el estudio taxonómico, se pueden hacer la reinterpretación del afloramiento en

cuestión, mapeado antes como Fm. Pimienta, y en realidad pertenece la Fm. Tamaulipas Inferior.

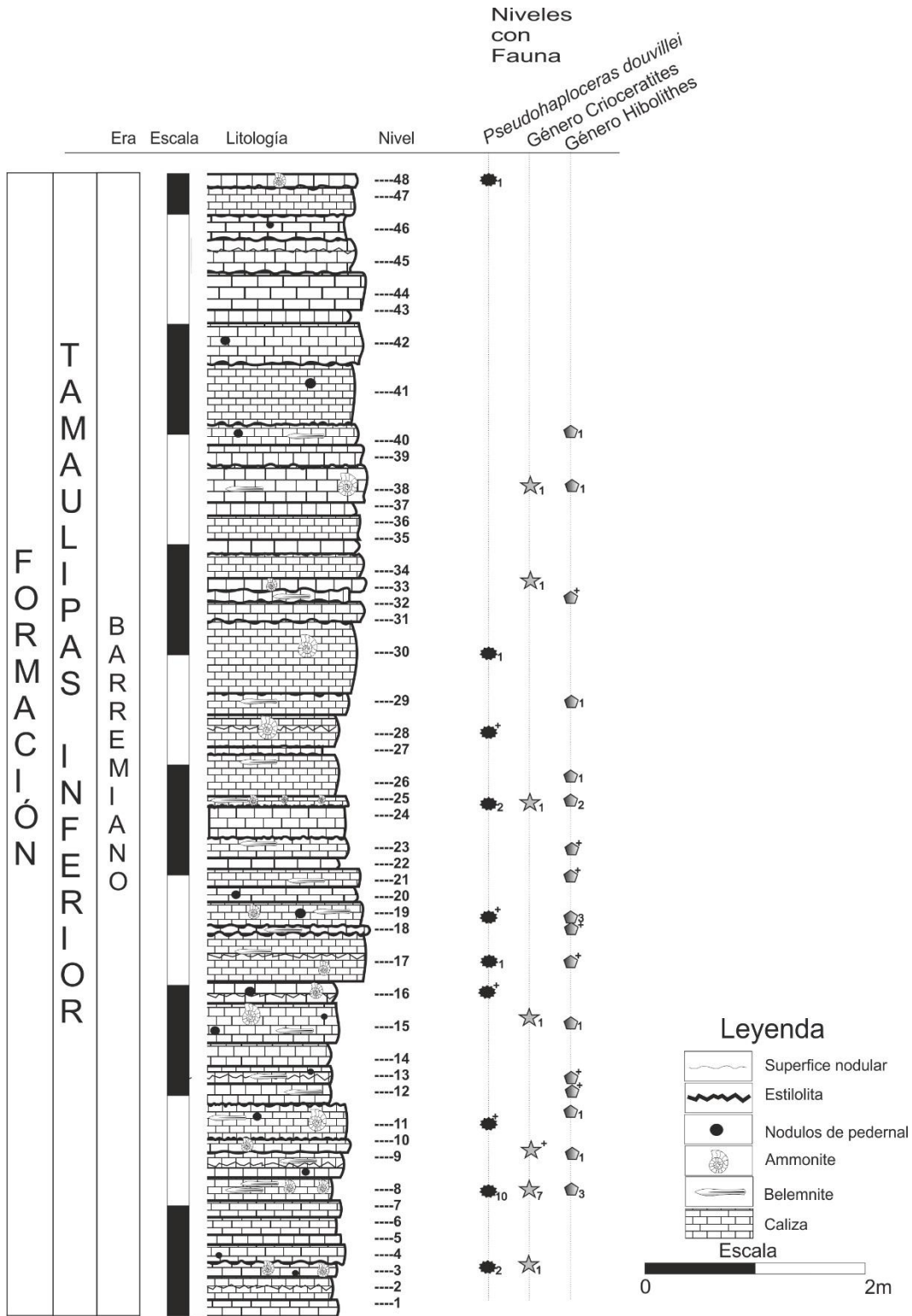


Figura. 15. Sección estratigráfica MO-1, en la localidad de Moyota, Municipio de Tlapacoyan, Veracruz, con el detalle en la litología, y distribución de la fauna. El número indica la cantidad de ejemplares colectados por nivel, mientras que (+) es material observado en campo.

8 Conclusiones

Se llegó a reconocer la litología que caracteriza a la Fm. Tamaulipas Inferior en la sección estudiada, que se ubica en las coordenadas 19°54'36,8"N y 97°06'40.6"W y que la hace perteneciente a dicha formación y no a la Fm. Pimienta, como esta mapeada en la Carta Altotonga del Servicio Geológico Mexicano.

La metodología realizada en campo y el análisis de información paleontológica sistemática, permitió el reconociendo del género *Hibolithes*, el género *Crioceratites*, y la especie *Pseudohaploceras douvillei*, que se reporta para una edad para el Cretácico Temprano, Barremiano. El género *Pseudohaploceras* con la especie *Pseudohaploceras douvillei*, representa el primer reporte para México, en la Fm. Tamaulipas Inferior.

9 Bibliografía

- Aguado, R., Company, M., Sandoval, J. y Tavera, J. M. 1997. Biostratigraphic events at the Barremian/ Aptian boundary in the Betic Cordillera, southern Spain. *Cretaceous Research*, Vol. 18, pp. 309–329.
- Aly, M. 2006. Aptian cephalopods from Gabal Abu Ruqum, North Sinai, *Egyptian Journal of Paleontology*, Vol. 6, pp. 112-115.
- Arkell, W. J. 1956. *Jurassic Geology of the World*. Oliver and Boyd, Edinburgh. 806 p.
- Arkell, W. J., Kummel, B. y Wright, C. W. 1957. Mesozoic ammonoidea. *Treatise on Invertebrate Paleontology. P. L. Mollusca 4 (Cephalopoda, Ammonoidea)*. Geological Society of America and University of Kansas Press, pp. 80-465.
- Arroyo-Cabrales, J., Carreño, A. L., Lozano-García, S. y Montellano-Ballesteros, M. 2008. La diversidad en el pasado. En *Capital natural de México, Conocimiento actual de la biodiversidad*. Vol. 1, CONABIO, México, pp. 227-262.
- Ávila L. J. A. 2005. Análisis bioestratigráfico basado en fauna de Ammonites del Aptiano (Cretácico Inferior) del área del Cañón de la Boca, Nuevo León. México, D. F. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Tesis de Licenciatura, 68 p.
- Avram, E. y Gradinaru E. 1993. A peculiar Upper Valanginian cephalopod fauna from the Carpathian Bend (Codlea Town rea, Romania): Biostratigraphic and Paleobiogeographic Implications. *Jahrbuch Der Geologischen Bundesanstalt*, Vol 136, No.4, 672 p.
- Avram, E., Cecca, F., Company, M., Delanoy, G., Erba, E., Ettachfini, M., Faraoni, P., Hoedemaeker, Ph. J., Kakabadze, M. V., Kotetishvilie., Landra, G., Marini A., Memmi, L., Pallini G., Rakus, M., Rawson, P. F., Ropolo, P., Sandoval, J., Tavera, J. M. y Vasicek, Z. 1995. 3rd Workshop on Early Cretaceous cephalopods. Instituto Poligrafico E Zecca Dello Stato, Roma, pp. 144-149.

Avram, E. y Melinte, M. 1996. Barremian-Aptian boundary in the Dimbovicioara area (Rumanian Carpathians). *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, Teil J*, 1996, pp. 1117-1129.

Bather, F. A. 1888. Professor Blake and shell-growth in cephalopoda. *Annals and Magazine of Natural History*, pp. 421-427.

Barboza, G. J. R., Hoppe M., Gómez-Anguiano, M., y Martínez-Macías, P. R. 2004. Aportaciones para la interpretación estratigráfica estructural de la porción noroccidental de la Sierra de Catorce, San Luis Potosí, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, Vol. 21, No.3, pp. 299-319.

Bandel, K., Reitner, J. y Sturmer, W. 1983. Coleoids from the lower Devonian Black Slate ('Hunsruck-Scheifer') of the Hunsbruck (West Germany). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 165, pp. 397-417.

Barragán Manzo, R. 2001. Sedimentological and paleoecological aspects of the Aptian transgressive event of Sierra del Rosario, Durango, northeast Mexico, *Journal of South American Earth Sciences*, Vol.14, pp. 189-202.

Barragán Manzo, R. y Méndez A. L. 2005. Towards a standard ammonite zonation for the Aptian (Lower Cretaceous) of northern Mexico *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, UNAM, Vol. 22, No. 1, pp. 39-47.

Barragán Manzo, R. y Melinte C. 2006. Palaeoenvironmental and palaeobiologic changes across the Barremian/Aptian boundary interval in the Tethys Realm, Mexico and Romania. *Cretaceous Research*, Vol. 27, No. 4, pp. 529-541.

Barragán Manzo, R., y Maurrasse, F.J-M.R. 2008. Lower Aptian (Lower Cretaceous) Ammonites from the basal strata of the La Peña Formation of Nuevo León state, northeast Mexico: biochronostratigraphic implications, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, UNAM, Vol. 25, No. 1, pp. 145-157.

Belt, B. C. 1925. Stratigraphy of the Tampico District of Mexico, *American Association Petroleum Geologist Bulletin*, Vol. 9, No. 1, pp. 136-144.

Bersac, S., Bert, D. y Delanoy, G. 2010. Description, biostratigraphy and interpretation of the Lower Cretaceous condensed deposits of the Ruth Mountain, at the southeastern extremity of the Castellane paleofault (Alpes-Maritimes, SE of France). *Annales du Muséum d'Historie Naturelle de Nice*, Vol. 25, pp. 1-17.

Benito, M. I y Reolid M. 2012. Belemnite taphonomy (Upper Jurassic, Western Tethys) Part II: fossil-diagenetic analysis including combined petrographic and geochemical techniques *Paleogeography Paleoclimatology Paleoecology*, Vol. 358-360, pp. 89-108.

Böse, E. 1923. Algunas faunas cretácicas de Zacatecas, Durango y Guerrero, *Boletín Instituto Geológico de México*, Vol. 42, 219 p.

Bogdanova T. N. y Hoedemaeker, Ph. J. 2004. Barremian-Early Albian Deshayesitidae, Oppeliidae, Desmoceratidae and Silesitidae of Colombia. *Scripta Geologica*, Vol. 128, pp. 183-312.

Boyle, P. y Rodhuse, P. 2005. *Cephalopods ecology and fisheries*. Blackwell Science Ltd, USA. pp. 41-48.

Buitrón, B.E. 1989. *Paleontología General Invertebrados*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, México D.F. pp. 215-236.

Burckhardt, C. 1930. Etude synthétique sur le Mesozoïque Mexicain. *Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*, Vol. 49, 280 p.

Camacho, H. H. 1966. *Invertebrados Fósiles*. Eudeba Manuales Editorial Universitaria de Buenos Aires. Argentina, pp. 367-397.

Cantú-Chapa, A. 1989. Precisiones sobre el límite Jurásico-Cretácico en el subsuelo del Este de México: *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología*, Vol. 2, No. 1, pp. 26-69.

Cantú-Chapa, A. 2009. Ammonites of the Cretaceous Taraises and lower Tamaulipas formations in eastern Mexico, in C. Bartolini and J. R. Román Ramos

(eds), *Petroleum systems in the southern Gulf of Mexico*.: American Association Petroleum Geologist Memoir, Vol. 90. pp. 191– 216.

Carrillo, B. J. 1965. Estudio Geológico de una parte del Anticlinorio de Huayacocotla. Boletín Asociación Mexicana Geólogos Petroleros, Vol. 17, pp. 73-96.

Castro, M. J. T. y Martínez, R. E. 1977. Estudio del Cretácico de la Franja Tamaulipas y Tamabra al SW de la Faja de Oro entre los ríos Nautla y Cazonas, in Atolón de la Faja de Oro. Etapa estratigráfica y diagenética (B). Instituto Mexicano del Petróleo Subdirección Tecnología de Exploración. Informe inédito, 68 p.

Cecca, F., Faraoni, P. y Marini A. 1998. Latest Hauterivian (Early Cretaceous) Ammonites from Umbria-Marche Apennines (Central Italy). *Palaeontographia Italica*, Vol. 85, pp. 61-110.

Contreras, B., Gómez M.E., Martínez, A. y González, V. 1991. Catálogo de las amonitas de México, Parte 1 Jurásico Superior: Instituto Mexicano del Petróleo, pp. 5-38.

Contreras-Montero, B., Gómez Luna, M. E., Martínez Cortes A. y González Casildo, V. 1992. Catálogo de las amonitas de México, Parte III Cretácico Inferior (Barremian).

Cuvier, G. 1798. *Tableau élémentaire de L'Histoire Naturelle des Animaux*: Paris. Baudouin. 710 p.

Delanoy, G. 1992. Les Ammonites du Barremien Supérieur de Saint-Laurent de l'Escarène (Alpes-Maritimes, Sud-Est de la France). *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle de Nice*, Vol. 9, pp. 1-148.

Donovan, D. T. 1967. The geographical distribution of Lower Jurassic Ammonites in Europe and adjacent areas. In: G. G. Adams and D. V. Ager (Editors), *Aspects of Tethyan Biogeography*. Systematic Association Special Publication, Vol. 7, pp. 111-134.

Doyle, P. 1987. Lower Jurassic Lower Cretaceous belemnite biogeography and the development of the Mesozoic Boreal Realm. *Palaeogeography Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Vol. 61, pp. 237–254.

Doyle, P. 1994. Aspects of the distribution of Early Jurassic Belemnites. *Palaeopelagos Special publication*, Vol. 1, pp. 109–120.

Doyle, P. y Kelly, S. R. A. 1988 The Jurassic and Cretaceous Belemnites of Kong Karls Land, Svalbard. *Skrifter Norsk Polarinstitut*, Vol.189, pp. 1–77.

Doyle, P., Donovan, D.T., y M. Nixon. 1994. Phylogeny and systematics of the coleoidea. *Paleontological contributions, University of Kansas*. Vol. 5, pp. 9-11.

Doyle, P. y Bennett, M.R. 1995. Belemnites in biostratigraphy. *Paleontology*. Vol. 38, pp. 815-829.

Doyle, P. y Shakides E. V. 2004. The Jurassic Belemnite Suborder Belemnitheutina. *Palaeontology*, Vol. 47, pp. 983-998.

Douvillé, M. H. 1916. Les terrains secondaires dans le massif du Moghara, a l'Est de l'isthme de Suez. *Mémoire Academie Institute France*, Vol. 54, No. 2. pp 1-184.

Espinoza, A. L. La cantera de Tlayúa. Recuperado en 9 de octubre de 2014, de <http://www.geologia.unam.mx/iql/index.php/difusion-y-divulgacion/temas-selectos/569-la-cantera-de-tlayua>.

Fallot, P. 1920. La faune des marnes aptiennes et albiennes de la région d'Andraitx (Majourque). *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales Madrid, Serie Geológica*, Vol. 26, pp. 1-68.

Gill, T. 1871. Arrangement of the families of mollusks. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, Vol. 227, 49 p.

González-Arreola, C. y Carrillo-Martínez, M. 1986. Amonitas Heteromorfos del Jurásico Superior (Titoniano Superior) y del Cretácico Inferior (Hauteriviano-

Barremiano) del área de San Joaquín-Vizarrón, Estado de Querétaro., Revista Instituto de Geología, UNAM, Vol. 6., No. 2. pp. 171-177.

González-Arreola, C., Pantoja-Alor, J., Olóriz F., Villaseñor A. B. y García-Barrera P. 1996. Lower Aptian Ammonitina *Pseudohaploceras liptoviense* (ZEUSCHNER) in the Cumburundio Formation (Southwestern Mexico). GEOBIOS, Vol. 29, No. 1, pp. 35-43.

Grassé, P. P., Poisson, R. A. y Tuzet, O. 1985. Zoología Tomo I: Invertebrados, Masson, S. A. Barcelona. España, pp. 440-466.

Grauges, A., Moreno-Bedmar, J. A. y Martínez, R. 2010. Desmocerátidos (Ammonoidea) del Aptiense Inferior (Cretácico Inferior) de la subcuena de Oliete, Cordillera Ibérica Oriental (Teruel, España). Revista Española de Paleontología, Vol. 25 No. 1, 10 p.

Hancock, J. M. y Kennedy, W. J. 1967. Photographs of hard and soft chalks taken with a scanning electron microscope. Proceedings Geological Society London, Vol.1643, pp. 249-252.

Hyatt, A. 1889. Genesis of the Arietitidae: Smithsonian contributions to knowledge. Washington, D.C., No. 11, 283 p.

Hyatt, A. 1900. Cephalopoda, in: Zittel, K. A., Eastman, R. (eds). Textbook of Palaeontology. Macmillan. New York, pp. 502-604.

Imlay, R. W. 1938. Ammonites of the Taraises Formation of northern Mexico. Geological Society America Bulletin, Vol. 47, pp. 1091-1152.

Imlay, R. W. 1939. Upper Jurassic Ammonites from Mexico, Geological Society America Bulletin, Vol. 50, 19 p.

Imlay, R. W. 1944. Cretaceous formations of Central America and Mexican: American Association Petroleum Geologist Bulletin, Vol. 28, pp. 1077-1195.

Imlay, R. 1965. Jurassic marine faunal differentiation in North America. *Journal Paleontology*, Vol. 39, pp. 1023-1038.

Janssen, N. M. M. 1997. Mediterranean Neocomian Belemnites, Part 1: Río Argos sequence (province of Murcia, Spain): the Berriasian-Valanginian and the Hauterivian-Barremian boundaries. *Scripta Geologica*, Vol. 114, pp. 1-55.

Janssen, N. M. M. 2010. Barremian invertebrates from Serre de Bleyton (Drôme, SE France): Belemnite. *Annales Naturhistorie Museum Wiene*. pp. 659-672.

Janssen, N. M. M. y Fozy, I. 2005. Neocomian Belemnites from the Bersek-hegy (Gerecse Mountains, Hungary), part I: Late Valanginian to earliest Barremian, *Fragmenta Paleontologica Hungarica*, Vol. 23, pp.34-46.

Janssen, N. M. M., Clément A. y Bont W. 2012. Mediterranean Neocomian Belemnites, part 4: Belemnites of the Barremian stratotype section, *Carnets de Géologie (Notebooks on Geology) Memoire*, pp. 201-274.

Jeletzky, J. A. 1966. Comparative morphology, phylogeny and classification of fossil Coleoidea. *Palaeontological Contributions of the University of Kansas*, Vol. 42, No. 7, pp. 1–162.

Jeletzky, J. A. 1971. Marine Cretaceous biotic provinces and paleogeography of western and Arctic Canada: illustrated by a detailed study of Ammonites. *Geological Survey Canada*, Vol. 70, No. 22, pp. 70-22.

Kakabadze, M.V. y Hoedemaeker, Ph.J. 2004. Heteromorphic Ammonites from the Barremian and Aptian strata of Colombia. *Scripta Geologica*, Vol. 128, pp. 39-182.

Kakabadze, M.V. y Hoedemaeker, Ph.J. 2010. New data on Early Cretaceous (Hauterivian-Barremian) heteromorphic Ammonites from northern Germany. *Scripta Geologica*, Vol. 140, pp. 1-168.

Larson, N. L., Jorgensen, S. D., Farrar, R. A. y Larson, P. L. 1997. Ammonites and the other Cephalopods of the Pierre Seaway Identification Guide, *Geoscience Press, Inc., United States of America*. pp. 71-92.

Lehmann, U. 1981. *The Ammonites their life and their world*: Press Syndicate of the University of Cambridge, New York, 246 p.

Lehmann, C., Osleger, D. A., y Montañez, I. P. Sliter, W., Arnaud-Vanneau, A. y Banner, J. 1999. Evolution of Cupido and Coahuila carbonate platforms, Early Cretaceous, northeastern Mexico: *Geological Society of America Bulletin*, Vol. 111, No. 7, pp. 1010-1029.

Lehmann J., Heldt M., Bachamann, M. y Negra M. E. H. 2009. Aptian (Lower Cretaceous) biostratigraphy and cephalopods from north central Tunisia. *Cretaceous Research*, Vol. 30, No. 4, pp. 904-910.

Léveillé, C. 1837. Description de quelques nouvelles coquilles fossiles du Département des Basses-Alpes. *Memoires de la Societe Geologique de France*, Series 1. Vol. 2, pp. 312-315.

Linnaeus, C. 1754. *Systeme natural du regne animal: Par classes, familles ou orders, genre et especes avec une notice de tous les animaux. Les mons grecs, latins and vulgaires, que les natureliftes leur ont dunnes*. Paris. J.B. Bauche, 999 p.

Longoria, J. F. 1975. Estratigráfia de la Sierra Comancheana del Noreste de México. *Boletin Sociedad Geologica Mexicana*, Vol. 36, p. 31-59.

Lukeneder, A. 2012. New biostratigraphic data on an Upper Hauteriviane-Upper Barremian ammonite assemblage from the Dolomites (Southern Alps, Italy). *Natural History Museum, Geological-Paleontological Department, Burgring*, Vol. 35, pp. 1-21.

Luppov, N. P. 1952. Nijnemelovie otlojenia Severo-Zapadnogo Kavkaza i ikh fauna (Lower Cretaceous deposits of North-Western Caucasus and their fauna). *Trudy Vsesojuznogo Nauchno-Issledovatelskogo Geologo-Razvedochnogo Neftjanogo Instituta (VNIGRI) (novaya seriya)*, Vol. 65, pp. 1-238.

Martínez, C. M. L y Rivas, P. 2009. Paleontología de invertebrados, Sociedad Española de Paleontología, Instituto Geológico y Minero de España, Universidad de Oviedo, Universidad de Granada, pp. 227-336.

Martínez, R. E. y Bello, M. R. 1977. Estudio del Cretácico de la Franja Tamaulipas y Tamabra al Norte Poniente de la Faja de Oro, entre el Río Cazonés y el Estero La Laja, in Atolón de la Faja de Oro. Etapa estratigráfica y diagenética (B). Instituto Mexicano Petróleo Subdirección Tecnología de Exploración, Informe inédito, 110 p.

Matsukawa, M. y Obata, I. 1993. The Ammonites Crioceratites (Paracrioceras) and Shasticrioceras from the Barremian of southwest Japan. *Palaeontology*, Vol. 36, pp. 249-266.

Matsukawa, M., Obata, I. y Sato, K. 2003. Barremian ammonite fauna of the lower ishido formation, eastern part of the sanchu cretaceous, Jap. *Bulletin of Tokyo Gakugei University, Natural Sciences*, Vol. 59, pp. 77-87.

Meléndez B. 1977, *Paleontología*, Tomo 1. Parte general de invertebrados, segunda edición, Madrid. pp. 423-428.

Morán Z. D. J. 1989. *Geología de la República Mexicana*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (México). México. p. IX.

Moreno B., J. A., Barragán-Manzo R., Company, M., y Bulot, G. L. 2013. Aptian (lower Cretaceous) ammonite biostratigraphy of the Francisco Zarco Dam stratigraphic section (Durango State, northeastern Mexico). *Journal of South American Earth Sciences*, Vol. 4, pp.150-158.

Moore, R.C., Lalicker, C.G., Fischer, A.G., y Mutterlose, J. 1952. Upper Jurassic Belemnites from the Orville Coast, Western Antarctica and their Paleobiogeographical Invertebrate Fossils: New York, McGraw-Hill Company, Inc. pp.766

Mutterlose, J. y Baraboshkin E. J. 2003. Taxonomy of the Early Cretaceous Belemnite species *Aulacoteuthis absolutiformis* (Sinzow, 1877) and its type status. Berliner Paläobiologie Abhandlungen, Vol. 3, pp. 179-187.

Mutterlose, J. y Wiedenroth, K. 2008. Early Cretaceous (Valanginian – Hauterivian) Belemnites from western Morocco: stratigraphy and palaeoecology Cretaceous Research, Vol. 29, pp. 814–829.

Montfort, D. P. 1808. Conchyliologie systématique, et classification méthodique des coquilles. Coquilles univalves, cloisonnées. pp. 1–409

Nerodenko, V. M. 1983. Rannemelovye belemnity yuga SSSR. In: STAROBOGATOV, YA. I. and NESIS, K. N. (Eds.): Sistematika i ekologiya golovonogikh mollyuskov. Akademiya Nauk SSSR, zoologicheskii institut. pp. 42–43.

Obata, I. y Matsukawa, M. 1988. Some Boreal or Subboreal Ammonites in the Japanese Barremian. [Boreale/Subboreale Ammoniten im Barreme Japans.], in: Wiedmann, J. and Kullmann, J. (eds.), Cephalopods - Present and Past. pp. 469-476.

Omaña. L., González-Areola. C. y Ramírez-Garza, B. M. 2005. Barremian planktonic foraminiferal events correlated with the ammonite zone from the San Lucas Formation, Michoacán (SW Mexico). Memoria Especial, Revista Mexicana Ciencias Geologicas, Vol. 22, No. 1, pp. 88-96.

Peña, M. J. 1964. Ammonitas del Jurásico Superior y Cretácico Inferior del extremo oriental del Estado de Durango, México. Paleontología Mexicana, Vol. 20, 33 p.

Ramírez Garza, B. M. 2007. Bioestratigrafía de la Formación San Lucas con base en el estudio de Ammonites del Barremiano Inferior y la parte más baja del Barremiano Superior, en Huetamo, Michoacán. Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencia de la Tierra, UNAM. pp. 3-8.

Richter, A. E. 1989. Manual del Coleccionista de Fósiles. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. pp. 12-23, 177-227.

Rioja Lo Bianco, E., Ruiz Oronoz, M. y Larios R. I. 1961. Tratado elemental de zoología. Editorial Porrúa. México. pp. 401-420.

Rodríguez, V. L. 1954. Hidrocarburos en los Campos del Distrito Ebano-Pánuco., Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Vol. 26, No. 2, 13 p.

Spath, L. F. 1922. On Cretaceous Ammonoidea from Angola, collected by Professor J.W. Gregory, D. Sc., F. R. S. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Vol. 53, pp. 91-160.

Seibertz, E., Spaeth, C. 1999, Range y distribution of Belemnites in the Jurassic and Cretaceous of Mexico a progress report, in Histon, K. (ed.), Abstracts Volume of the V International Symposium: Cephalopods Present and Past: Vienna, Austria, Berichte der Geologischen Bundesanstalt, Vol. 46, 102 p.

Servicio Geológico Mexicano (SGM). 2006. Léxico estratigráfico de México, Tamaulipas Inferior (Cretácico Inferior). Recuperado en 23 de octubre del 2014. <http://mapserver.sgm.gob.mx/lexico/TamaulipasInferior.pdf>

Servicio Geológico Mexicano (SGM). 2010. Carta Geológica-Minera Altotonga E14-B16 Veracruz y Puebla, recuperado en 19 de noviembre del 20013. http://mapserver.sgm.gob.mx/cartas_impresas/productos/cartas/cartas50/geologia50/1916_E14-B16_GM.html

Sturmer, W., 1985. A small coleoid with soft parts from the Lower Devonian discovered using radiography. Nature, Vol. 318, pp. 53–55.

Vera T. J. A. 1994. Estratigrafía Principios y Métodos. Rueda. Madrid. pp. 1-10, 323-334.

Wiedmann, J. 1960. Le Crétacé supérieur de l'Espagne et du Portugal et ses céfalopodes. C. r. Congr. Socs. sav., Dijon 1959: Colloque sur le Crétacé supérieur Français, pp 709-764.

Wiedmann, J. 1973. Ancylocertina (Ammonoidea) at the Jurassic/Cretaceous boundary, in A. Hallam, ed., Atlas of Paleobiogeography: Amsterdam, Elsevier, pp. 309–316.

Wright, C. W. 1981. Cretaceous Ammonoidea, in: The Ammonoidea, Systematics Association (Natural History) Geology, Vol. 31, pp. 341-382.

Wright, C. W., Callomon, J. H. y Howarth, M. K. 1996. Cretaceous Ammonoidea. Treatise on Invertebrate Paleontology. Parte L. No. 4. pp. 1-362.

Zittel, K. A. von. 1884. Cephalopoda, in: K. A. Zittel. Handbuch der Palaeontologie. Munich, Vol. 2, No.1, p. 329-522.

Zittel, K. A. von. 1895. Grundzüge der Palaeontologie (Palaeozoologie). 971 p.