



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

CARRERA DE BIOLOGÍA

**AMMONITES DEL APTIANO SUPERIOR-ALBIANO INFERIOR
(CRETÁCICO INFERIOR) DE LA SECCIÓN DE CERRO CHINO DEL
ESTADO DE CHIHUAHUA, NOROESTE DE MÉXICO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

PRESENTA:

OVANDO FIGUEROA JOSÉ ROBERTO

DIRECTOR DE TESIS:

JOSEP ANTON MORENO BEDMAR

2015

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

Agradecimientos

A mi Padres que siempre me han dado su apoyo y respaldo y que mi vida nunca seria esta sin ellos.

Para Josep Anton Moreno Bedmar faltarían palabras para agradecerle su ayuda, confianza, paciencia y exigencias guiándome en la culminación de esta etapa de mi vida.

Agradezco a toda la gente que conforma el Instituto de Geología por permitirme realizar este trabajo en sus instalaciones.

Gracias a las profesoras María del Rosario Fernández Barajas y Leticia Martínez López, así como a los profesores Oscar González León por sus acertados comentarios que hicieron de este un mejor trabajo.

A la FES Iztacala y a sus profesores que me permitieron acceder a todo su conocimiento.

Al proyecto PAPIIT IN-103214 cuyo apoyo económico permitió la realización de esta tesis de licenciatura.

A Angélica Oviedo y Miguel Franco Rubio por su inestimable ayuda en la campaña de campo donde se muestrearon los ammonites de la sección de Cerro Chino.

Aprecio la ayuda de Violeta Romero Mayén y al Dr. Jesús Alvarado Ortega que me permitieron la consulta y acceso a los ammonites estudiados por Burckhardt (1925) que se hallan conservados en el Museo María del Carmen Perrilliat M., Colección Nacional de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM, México D.F.

Gracias a Keith Minor por las numerosas fotografías y dibujos de líneas de sutura de los ammonites estudiados por Scott (1940) y Young (1974) que ayudaron a mejorar e ilustrar el trabajo taxonómico de esta tesis.

Índice

Índice de Figuras	5
Resumen	8
1.- Introducción	9
1.1.- Generalidades de los moluscos	9
1.2.- Generalidades de los cefalópodos	9
1.3.- Generalidades de los ammonites	11
1.4.- Unidades bioestratigráficas y biozonación	22
1.5.- Aplicación bioestratigráfica	25
1.6.- Definición de especie	26
1.7.- Dimorfismo sexual	27
2.- Antecedentes	28
3.- Justificación	31
4.- Área de Estudio	31
5.- Estratigrafía de Cerro Chino	33
5.1.- Descripción de la sección de Cerro Chino	35
6.- Hipótesis	37
7.- Objetivos	37
8.- Materiales y Métodos	37
8.1.- Trabajo de campo	37
8.2.- Trabajo de laboratorio	38
9.- Abreviaturas empleadas	42
10.- Resultados taxonómicos	42
10.1.- Análisis taxonómico	44
Género <i>Huastecoceras</i> Cantú-Chapa C.M., 1976	44
<i>Huastecoceras?</i> sp.	46
Género <i>Eodouvilleiceras</i> Casey, 1961	47
<i>Eodouvilleiceras</i> sp.	48
Género <i>Douvilleiceras</i> Grossouvre, 1894	49
<i>Douvilleiceras</i> sp.	50
Género <i>Hypacanthoplites</i> Spath, 1923	51
<i>Hypacanthoplites</i> sp.	53
<i>Hypacanthoplites?</i> sp.	54
Género <i>Immunitoceras</i> Stoyanow, 1949	55
<i>Immunitoceras</i> cf. <i>umbilicostatus</i> Scott, 1940	57

<i>Immunitoceras</i> sp. _____	59
Género <i>Kazanskyella</i> Stoyanow, 1949 _____	60
<i>Kazanskyella minima</i> Scott, 1940 _____	63
<i>Kazanskyella</i> cf. <i>minima</i> Scott, 1940 _____	65
<i>Kazanskyella</i> cf. <i>spathi</i> Stoyanow, 1949 _____	66
Género <i>Quitmanites</i> Scott, 1940 _____	68
<i>Quitmanites ceratitosus</i> Scott, 1940 _____	70
<i>Quitmanites</i> sp. _____	71
11.- Bioestratigrafía _____	72
11.1.- Comparación bioestratigráfica de Cerro Chino con trabajos previos _____	74
11.2.- Limite Aptiano-Albiano _____	77
12.- Conclusiones _____	78
13.- Bibliografía _____	79
Lámina 1 _____	87
Lámina 2 _____	89
Lámina 3 _____	91
Lámina 4 _____	93
Anexo 1 _____	95

Índice de Figuras

Figura 1: Ilustración del molusco ancestral. Imagen modificada de Barnes, 1989.	9
Figura 2: A la izquierda ejemplos de cefalópodos extintos Orthoceras y Belemnites, a la derecha fotografía de un Octópodo (pulpo).	10
Figura 3: Concha de nautilo: de izquierda a derecha, corte transversal, dibujo esquemático de un corte transversal con el nombre de las principales estructuras y concha completa.	11
Figura 4: Reconstrucción de un ammonite (González-Arreola <i>et al.</i> , 2014).	12
Figura 5: Fotografía de un aptychus de ammonite encontrado dentro de la cámara habitación.	12
Figura 6: Fotografía de un <i>Cleoniceras</i> del Albiano inferior de Madagascar con concha original nacarada de composición aragonítica.	13
Figura 7: A la izquierda molde interno de un ammonite y al centro y a la derecha moldes externos.	13
Figura 8: Subdivisión de las diferentes partes de la concha. Dibujos modificados de Pictet y Campiche, 1858-1860.	14
Figura 9: Enrollamientos planoespirales, involuto (A) y evolutivo (B). Imágenes modificadas de d'Orbigny 1840-1842 y Anthula, 1899.	15
Figura 10: Ejemplos de diferentes formas de enrollamiento en los ammonites heteromorfos. A: criocerático; B: macroscafitido; C: ancylocerático; D: turrilítico; E: heterocerático, F: nipponítico, G: ptychocerático y H: baculítico. Imágenes modificadas de A-D, G-H1 d'Orbigny 1840-1842, E Kilian, 1888, F Roman, 1938, H2 Lasswitz, 1904.	15
Figura 11: Diferentes secciones de vuelta: comprimida (A), deprimida (B), cuadrada (C), elíptica (D), lanceolada (E), ojival (F), poligonal (G), rectangular (H), redondeada (I) y ovalada (J). K: Variación de la sección de la vuelta durante la ontogenia de un ammonite: K1: subcuadrangular, K2: rectangular y K3: elíptica. Imágenes modificadas de: A, Hyatt, 1903; B, Eichwald, 1871; C: Roman, 1938; D, E, H, J: d'Orbigny, 1840-1842; F: Pictet y Campiche, 1858-1860; G: Gabb, 1869 e I: Eichwald, 1865.	16
Figura 12: Diferentes tipos de regiones ventrales: A: aguda, B: aquillada, C: cóncava, D: tricarenada, F: tabular, G: surcada y H: tectiforme. Dibujos modificados de d'Orbigny, 1840-1842.	17
Figura 13: Ejemplos de diferentes tipos de costulación en conchas de ammonites, Falcooides (A), Bifurcadas (B), Constricciones (C) y Estrías (D). Imagen modificada de Wright <i>et al.</i> 1996.	18
Figura 14: Diferentes tipos de ornamentaciones en ammonites, A: costillas, B, C: tubérculos, D: quilla o carena, E, F: espinas y G: cuernos. Dibujos modificados de d'Orbigny, 1840-1842.	18
Figura 15: Ejemplo de sutura goniática.	19
Figura 16: Ejemplo de Sutura ceratítica.	20
Figura 17: Ejemplo de sutura amonítica.	20
Figura 18: Comparación de los tres tipos de líneas de suturas. Imagen modificada de Hyatt, 1900.	20
Figura 19: Línea de sutura ceratítica dibujada sobre la fotografía de <i>Paragonoceras bassei</i> del Albiano inferior de España donde se indican las sillas las cuales son bífidas y los lóbulos de forma dentada. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Moreno-Bedmar, 2014.	21
Figura 20: Elementos de una línea de sutura goniática con sus respectivas subdivisiones para su posterior comparación. Zona externa o ventral (E), la zona entre la región ventral y los flancos (A), laterales (L), zona umbilical (U), sillas (S) y los lóbulos (I). Imagen modificada de Bylund, 2013.	22
Figura 21: Ejemplo de biozona de intervalo.	23
Figura 22: Ejemplo de biozona de apogeo.	24
Figura 23: Ejemplo de biozona de extensión.	24
Figura 24: Ejemplo de biozona de conjunto.	25

Figura 25: Cuadro bioestratigráfico empleando ammonites del intervalo Aptiano-Albiano en la provincia Tetisiana, Europa. Imagen tomada de Reboulet <i>et al.</i> , 2014.....	26
Figura 26: Ejemplos de microconchas (=m) y macroconchas (=M) en ammonites del Jurásico. Imágenes modificadas de Callomon, 1963.	28
Figura 27: Ubicación geográfica del estado de Chihuahua, el círculo azul indica la localización del área de estudio del Cerro Chino.	32
Figura 28: Fotografía satelital de la zona de Cerro Chino el cual está enmarcado en el círculo. Escala gráfica de 2 Km.	32
Figura 29: Fotografía de Cerro Chino.	33
Figura 30: Cartografía geológica de las formaciones de la localidad de Cerro Chino. Imagen modificada del mapa del SGM, San Eduardo H13-C29, coordenadas 29° 36' 55.48"N, 105° 3' 30.37" O. La zona donde se localiza la sección estratigráfica estudiada está señalada con el círculo naranja. Escala gráfica 1km.	34
Figura 31: Sección estratigráfica estudiada en el Cerro Chino con fotografías de los estratos.....	36
Figura 32: Escala de una vara de Jacob junto a varios ammonites incrustados en roca.	38
Figura 33: Moldes empleados para reproducir la sección de la vuelta (A1 y B1). Moldes de la sección de la vuelta ya cortados y pulidos, siendo una subrectangular (A2) y subredondeada (B2). Escala gráfica de 1cm. Imagen hecha por Ovando-Figueroa.....	40
Figura 34: Fotografías comparativas de <i>Immunitoceras</i> sp. parcialmente blanqueado, izquierda, y completamente blanqueado, derecha, con sal de amonio. Escala gráfica 1cm.	41
Figura 35: Fotografía de <i>Immunitoceras</i> sp. editada completamente en escala de grises. Escala gráfica 1cm.	42
Figura 36: Holotipo de <i>Huastecoceras trispinosoides</i> , vistas laterales y ventrales del ejemplar IGM-1896. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Ovando-Figueroa.	45
Figura 37: Holotipo de <i>Huastecoceras? mexicanum</i> , vistas laterales y ventrales del ejemplar UMMP-17715. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Moreno-Bedmar.	46
Figura 38: <i>Huastecoceras? sp.</i> vistas laterales y ventrales del ejemplar AS-3-1. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Ovando-Figueroa.	47
Figura 39: Ejemplar de <i>Eodouvilleiceras</i> sp. procedente del estado de Sonora, vista lateral, ventral y de la sección de la vuelta. Los triángulos señalan las diferentes filas de tubérculos. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Ovando-Figueroa.	48
Figura 40: Holotipo de <i>Hypacanthoplites chihuahuensis</i> , vista lateral y ventral del ejemplar UT-44613. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Keith Minor.	53
Figura 41: Holotipo de <i>Hypacanthoplites cragini</i> , vista lateral y ventral del ejemplar BEG-21798. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Keith Minor.	54
Figura 42: Holotipo de <i>Immunitoceras trinitensis</i> , vista lateral y ventral del ejemplar BEG-34848. Escala gráfica 2cm. Imagen hecha por Keith Minor.	57
Figura 43: Línea de sutura del holotipo de <i>Immunitoceras trinitensis</i> BEG-34848 dibujada a un diámetro de 132 mm. Imagen hecha por Keith Minor.....	57
Figura 44: Holotipo de <i>Immunitoceras? umbilicostatus</i> , vista lateral y ventral del ejemplar BEG-34817. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Keith Minor.	59
Figura 45: Línea de sutura del ejemplar de <i>Immunitoceras</i> sp., CC-R1-6. Dibujada a una en una sección de vuelta de 40 mm. Imagen hecha por Ovando-Figueroa.	60
Figura 46: Holotipo de <i>Kazanskyella minima</i> , vista lateral y ventral del ejemplar BEG-34287 con una ilustración de su sección de la vuelta. Escala gráfica 1 cm. Imagen hecha por Keith Minor.	61
Figura 47: <i>Kazanskyella spathi</i> , vista lateral y ventral del ejemplar UT-44573. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Keith Minor.	62
Figura 48: Holotipo de <i>Kazanskyella? cuchillensis</i> , vista lateral y ventral del ejemplar BEG-34822. Escala gráfica 2cm. Imagen hecha por Keith Minor.	63
Figura 49: Línea de sutura de <i>Parahoplites melchioris</i> . Imagen modificada de Mikhalova, 1957.....	63

Figura 50: Línea de sutura de <i>Kazanskyella spathi</i> , ejemplar UT-44573, dibujada a 48 mm. de diámetro. Imagen hecha por Keith Minor.....	64
Figura 51: Línea de sutura del holotipo de <i>Kazanskyella minima</i> , BEG-34287, dibujada a un diámetro de 70 mm. Imagen hecha por Keith Minor.	65
Figura 52: Fotografía de la cámara habitación del ejemplar CC-R1-3 (A). Se marca con un contorno rojo (B) la posición del ostreido encontrado en la cámara de habitación del ejemplar. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Ovando-Figueroa.....	67
Figura 53: Vista lateral, ventral y adoral de un ejemplar de <i>Kazanskyella spathi</i> UT-44576 de la Universidad de Texas. Escala gráfica 1 cm. Imagen hecha por Keith Minor.	68
Figura 54: <i>Quitmanites ceratitosus</i> , vista lateral y ventral del ejemplar UT-44557. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Keith Minor.....	70
Figura 55: Holotipo de <i>Quitmanites fosteri</i> , vista lateral y ventral del ejemplar BEG-34826. Escala gráfica 1 cm. Imagen hecha por Keith Minor.	70
Figura 56: Holotipo de <i>Quitmanites ceratitosus</i> , vista lateral, ventral y dorsal del ejemplar BEG-34823. Escala gráfica 2cm. Imagen hecha por Keith Minor.	72
Figura 57: Línea de sutura del ejemplar de <i>Quitmanites ceratitosus</i> , CC-R1-1. Dibujada a una en una sección de vuelta de 32 mm. Imagen hecha por Ovando-Figueroa.	73
Figura 58: Distribución de los ammonites y análisis bioestratigráfico de la sección de Cerro Chino.....	75
Figura 59: Comparación del esquema biozonal obtenido con otros esquemas Europeos y Americanos...	78
Figura 60: Tabla de las unidades bioestratigráficas que cuentan con la presencia del género <i>Huastecoceras</i>	79
Figura 61: comparación de los alcances estratigráficos de las especies de <i>Hypacanthoplites</i> en Europa y América.	80

Resumen

En el norte de México hay numerosos estudios de ammonites del Aptiano pero para la transición Aptiano-Albiano son más escasos. De la sección de Cerro Chino, que es el objeto de estudio de este trabajo, se analiza una asociación de ammonites del cambio Aptiano-Albiano. En Cerro Chino se obtuvo una sección estratigráfica con una potencia de 109 metros que abarca la parte media y superior de la Formación Cuchillo (94.5 metros) y la parte basal de la Formación Coyame (14.5 metros). Se lograron identificar los siguientes doce taxones de ammonites: Se lograron identificar los siguientes doce taxones de ammonites: *Eodouvilleiceras* sp., *Douvilleiceras* sp., *Hypacanthoplites* sp., *Kazanskyella minima*, *Kazanskyella* cf. *minima*, *Kazanskyella* cf. *spathi*, *Quitmanites ceratitosus*, *Quitmanites* sp., *Immunitoceras* cf. *umbilicostatus* e *Immunitoceras* sp. así como posibles *Hypacanthoplites?* sp. y *Huastecoceras?* sp. El análisis bioestratigráfico del registro de ammonites ha permitido caracterizar las siguientes tres biozonas: *Kazanskyella minima*, *Hypacanthoplites* sp. y *Douvilleiceras* sp. junto con una subbiozona *Huastecoceras?* sp. El esquema biozonal de Cerro Chino se comparó con esquemas preexistentes de México y del extranjero, observándose que los *Hypacanthoplites* presentan un alcance más amplio en América que en Europa donde se extinguen en la primera biozona del Albiano inferior. Entre los taxones identificados es destacable la presencia de géneros endémicos Americanos como por ejemplo: *Kazanskyella*, *Quitmanites* e *Immunitoceras*. La presencia de estos tres taxones tiene consecuencias bioestratigráficas, puesto que le confieren a la biozonación aquí propuesta elementos diferenciadores con otras biozonaciones preexistentes como son la Tetisiana y la Boreal.

1.- Introducción

1.1.- Generalidades de los moluscos

Los moluscos son organismos de cuerpo blando y formas diversas, comúnmente protegidos por una concha de carbonato de calcio (Fig. 1). Son el segundo grupo de invertebrados más diversos después de los artrópodos y se encuentran en todos los ambientes acuáticos y terrestres. Están presentes desde el Cámbrico inferior hasta nuestros días, teniendo alrededor de 100 000 especies vivas y 35 000 extintas las cuales están divididas en ocho clases: caudofoveata, solenogaster, monoplacophora, polyplacophora, scaphopoda, Pelecypoda, Gastropoda y cephalopoda (USGS, 2014). Estos últimos son de gran interés para el humano por sus características paleontológicas, geológicas, nutricionales, ornamentales y médicas.

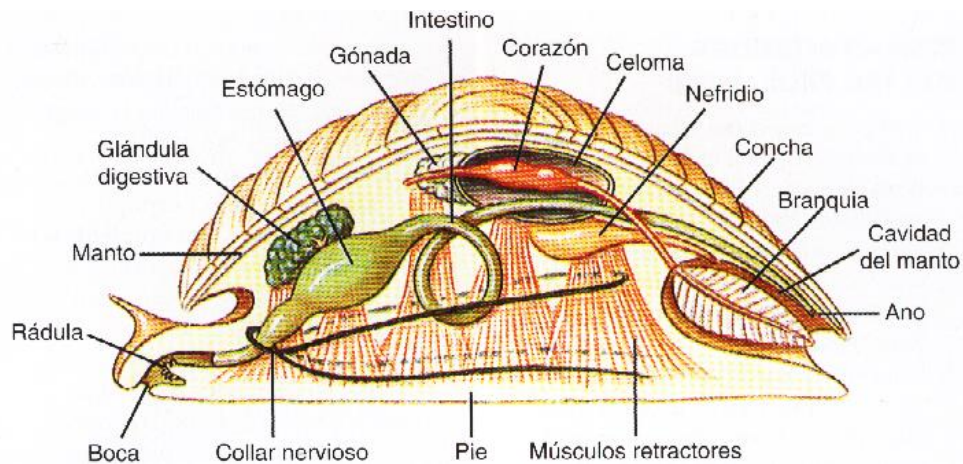


Figura 1: Ilustración del molusco ancestral. Imagen modificada de Barnes, 1989.

1.2.- Generalidades de los cefalópodos

Los cefalópodos (del griego *κεφαλή* (*kephale*), "cabeza" y *ποδός* (*podós*), "pie" → pies en la cabeza) se diferencian de las otras clases de moluscos por el anillo de brazos que poseen alrededor de la boca que se originan directamente de su cabeza, volviéndose muy desarrollada, así como las funciones particulares de su concha y el pie que se convierte en un sifón. Poseen la mayor capacidad locomotora entre los moluscos gracias a sus brazos y su sistema de propulsión a chorro, que consiste en expulsar el agua de la cavidad del manto a gran presión para moverse de forma horizontal (Campbell y Reece, 2007). Estos moluscos aparecieron durante la mitad del Cámbrico poseyendo conchas que en apariencia se asemejaban mucho a la de los demás moluscos, pero que además de servir de protección desarrollaron un papel de flotabilidad similar al que desarrolla la vejiga natatoria en los peces (Parker y Haswell, 1991). En los cefalópodos actuales, por ejemplo, calamares y pulpos (Fig. 2) se ha perdido casi por completo la concha, pero en el pasado la situación era opuesta dominando las formas con concha como por ejemplo, ammonites y orthoceratoides (Fig. 2). Los registros fósiles más abundantes que existen

de los cefalópodos consisten en los nautiloideos, orthocéridos, belemnoides y ammonoideos. La concha que poseían estos cefalópodos se puede observar funcionalmente en uno de sus órdenes supervivientes: los nautilidos (Olóriz y Rodríguez-Tovar, 2009).



Figura 2: A la izquierda ejemplos de cefalópodos extintos Orthoceras y Belemnites, a la derecha fotografía de un Octópodo (pulpo).

El sistema de flotabilidad y locomoción empleado por los ammonites se cree es muy parecido al de los nautilidos por las estructuras presentes en las conchas de estos dos órdenes (Monks & Palmer, 2002). La concha de los nautilus está compuesta por dos partes: cámara habitación y fragmocono (Fig. 3), este último subdividido por tabiques o septos cóncavos que separan las cámaras internas de la cámara habitación. Además, estas cámaras están interconectadas entre sí por un sifúnculo. Las cámaras del fragmocono pueden ser llenadas de agua o gas por el nautilo a través del sifúnculo permitiendo controlar su peso y flotabilidad. También poseen un opérculo que cierra la cámara habitación del organismo en caso de peligro. Para su locomoción los nautilidos usan como mecanismo la propulsión a chorro, la cual utiliza el agua que el organismo introduce en la cavidad del manto al momento de oxigenar sus branquias y que puede expulsar a gran presión utilizando su sifón, generando de esta forma un movimiento horizontal (Campbell y Reece, 2007).

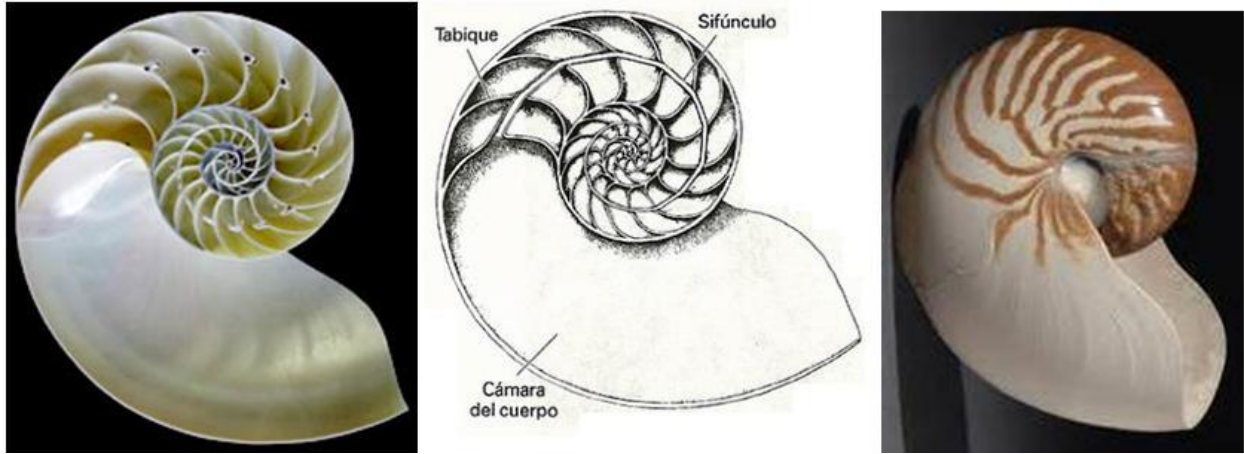


Figura 3: Concha de nautilo: de izquierda a derecha, corte transversal, dibujo esquemático de un corte transversal con el nombre de las principales estructuras y concha completa.

1.3.- Generalidades de los ammonites

Los ammonites formaron parte del grupo de los cefalópodos y poseían una concha que se enrollaba en espiral (Fig. 4). Aparecieron en el Devónico, hace más de 380 millones de años, logrando habitar la totalidad de los mares hasta hace 65 millones de años, al final del Cretácico (González-Areola *et al.*, 2014), extinguiéndose junto con los dinosaurios y otros grupos durante la crisis del Cretácico/Terciario asociada a la caída de un meteorito en la Península de Yucatán (Gass *et al.*, 1980). El registro fósil de los ammonites se conforma principalmente por su concha fosilizada, aunque también es posible encontrar otro elemento denominado *aptychus* (Fig. 5), el cual es una estructura calcárea similar al opérculo de los nautilidos, que tradicionalmente se creía tenía función de opérculo, pero recientemente se les está considerando como parte de la mandíbula (Monks & Palmer, 2002). Al igual que en el nautilido la concha de los ammonites está conformada por dos partes principales: la cámara de habitación, que es ocupada por el organismo y el fragmocono que tiene como función el control de su flotabilidad. Una diferencia importante con el nautilido es que el sifúnculo se halla muy cercano a la región ventral del ammonite mientras que en el nautilido está ubicado aproximadamente en el centro del septo. Otra diferencia notable es que los tabiques que separan las cámaras son más complejos en los ammonites (Olóriz y Rodríguez-Tovar, 2009).

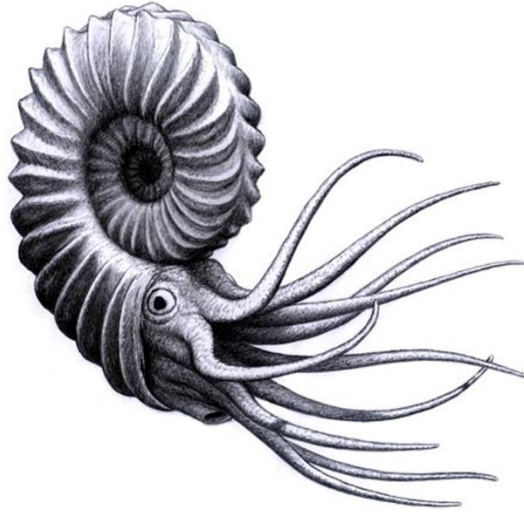


Figura 4: Reconstrucción de un ammonite (González-Arreola *et al.*, 2014).



Figura 5: Fotografía de un aptychus de ammonite encontrado dentro de la cámara habitación.

Durante su fosilización los ammonites pueden quedar conservados de diferentes modos, ya sea manteniendo la concha original aragonítica o en su caso la concha recristalizada en un mineral más estable, como la calcita (Fig. 6). Una de las conservaciones más habituales es en forma de moldes internos, los cuales se originan cuando los sedimentos rellenan las partes huecas de la concha del organismo para posteriormente, cuando el sedimento cemente y se convierta en roca, generar un molde de la parte interna de la concha que fue rellenada (González-Arreola *et al.*, 2014). Del mismo modo también fosilizan en forma de moldes externos que son el resultado de la litificación del sedimento que cubre la superficie de la concha conservándose así la morfología externa de la misma (Fig. 7). De forma menos común se pueden encontrar moldes mixtos, los cuales son

moldes internos con parte de la morfología externa de la concha sobrepuesta. Esto ocurre debido a que los materiales litificados del molde interno son sometidos a esfuerzos de compactación muy intensos. Debido a esto el molde interno se aplasta contra el molde externo adquiriendo así unas características mixtas entre el molde interno original y el molde externo.



Figura 6: Fotografía de un *Cleoniceras* del Albiano inferior de Madagascar con concha original nacarada de composición aragonítica.

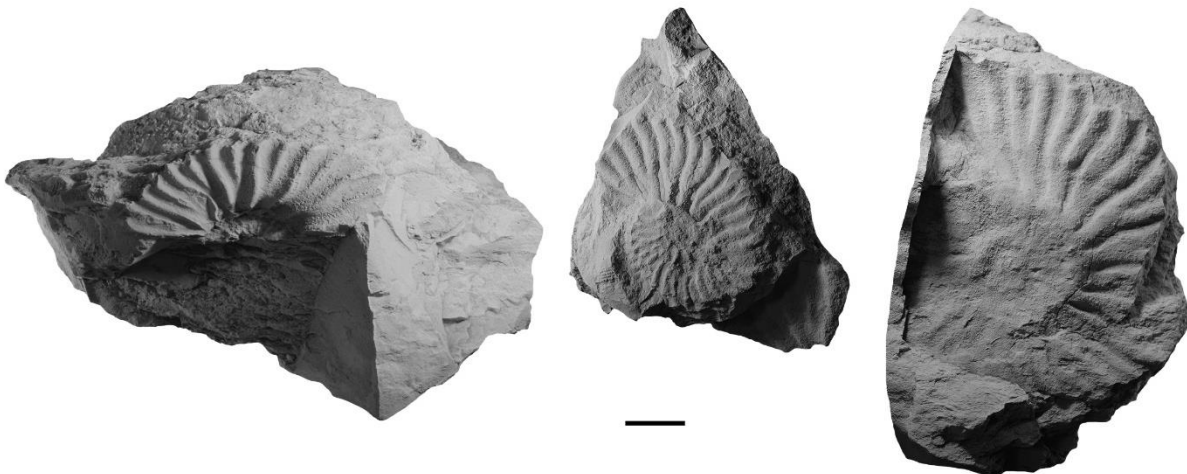


Figura 7: A la izquierda molde interno de un ammonite y al centro y a la derecha moldes externos.

La taxonomía de los ammonites se basa únicamente en las características morfológicas de su concha debido a que esta es el elemento que fosiliza comúnmente. Entre estas características las externas son las más importantes y son esenciales para la identificación de los diferentes géneros y especies. Las características internas como es la línea de sutura también tiene valor taxonómico pero generalmente a nivel de familias o subfamilias aunque en algunas ocasiones se puede emplear para identificar géneros. A continuación se presentan las diferentes características externas e internas de la concha:

Para describir las características externas de las conchas de los ammonites primeramente es necesario conocer las diversas regiones de la misma (González-Arreola *et al.*, 2014). La concha de los ammonites puede ser subdividida en: el flanco, el cual es el lateral derecho o izquierdo de la concha que a su vez se divide en tres zonas: el tercio inferior, medio y superior. La región umbilical que comprende las vueltas iniciales del ammonite. La zona ventral es la parte más alejada del eje de enrollamiento y en su parte media se ubica la región sifonal, bajo la cual se encuentra el sífunculo (Fig. 8).

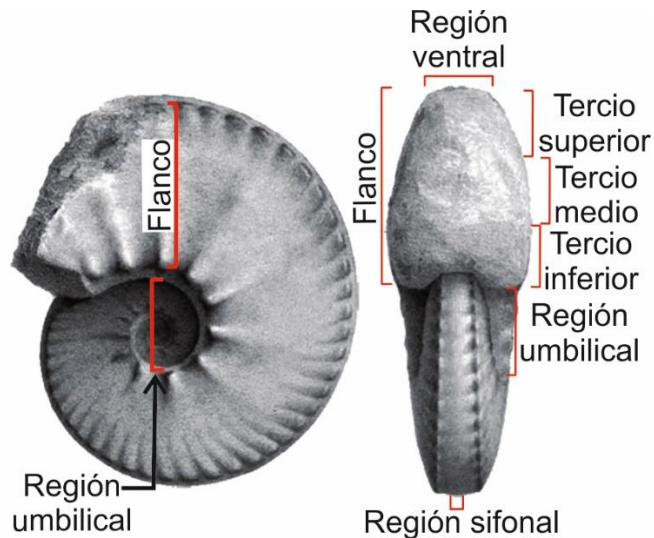


Figura 8: Subdivisión de las diferentes partes de la concha. Dibujos modificados de Pictet y Campiche, 1858-1860.

Otra característica importante es el tipo de enrollamiento que se divide en dos grandes grupos, el planoespiral (Fig. 9) donde existen dos tipos de enrollamiento: el involuto, donde la última vuelta cubre a las anteriores y el evolutivo, donde se pueden observar todas las vueltas que integran la concha. El otro tipo de concha es el de apariencia desenrollada conocidos como ammonites heteromorfos (Fig. 10).

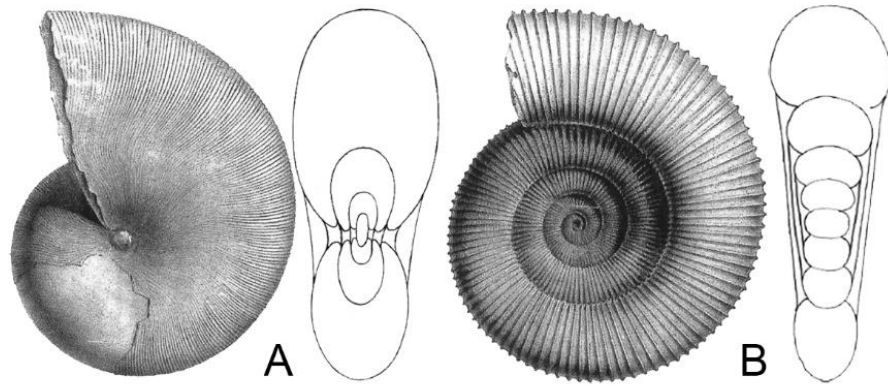


Figura 9: Enrollamientos planoespirales, involuto (A) y evolutivo (B). Imágenes modificadas de d'Orbigny 1840-1842 y Anthula, 1899.

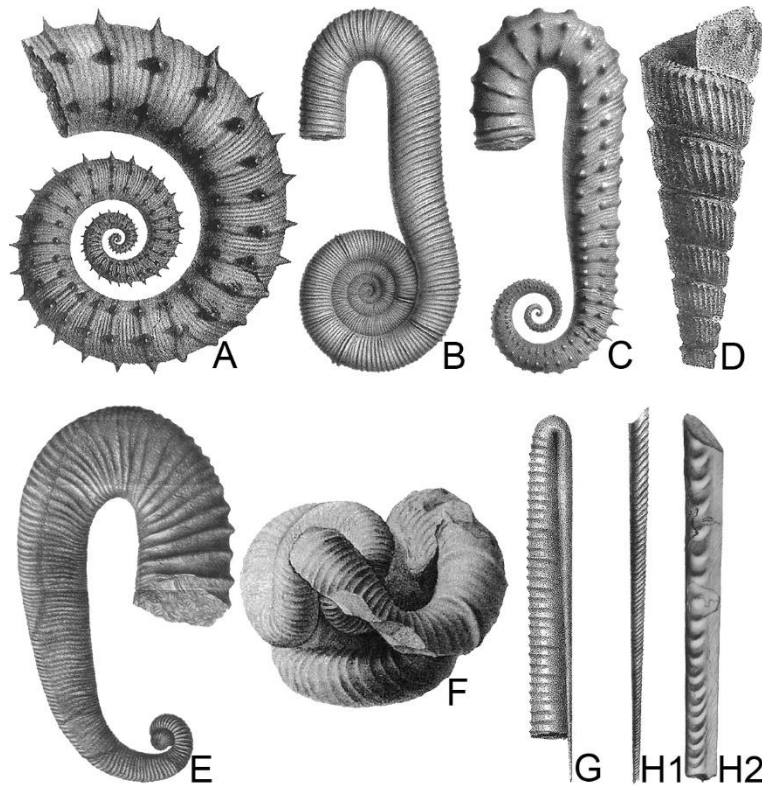


Figura 10: Ejemplos de diferentes formas de enrollamiento en los ammonites heteromorfos. A: criocerátido; B: macroescafitido; C: ancylocerátido; D: turrilitido; E: heterocerátido, F: nipponítico, G: ptychocerátido y H: baculítido. Imágenes modificadas de A-D, G-H1 d'Orbigny 1840-1842, E Kilian, 1888, F Roman, 1938, H2 Lasswitz, 1904.

La sección de vuelta de los ammonites y la zona ventral son dos características taxonómicas de suma importancia ya que se emplean para diferenciar entre géneros que comparten muchas similitudes en la ornamentación. Esto es debido a que hay una variedad considerable de secciones de la vuelta y regiones ventrales (Fig. 11, A-J y Fig. 12). Sin embargo hay que tener presente que en ocasiones la sección de la vuelta puede ir cambiando a lo largo del desarrollo ontogenético del ammonite (Fig. 11, K) hecho que añade un cierto grado de dificultad taxonómica pues la sección de la vuelta varía dependiendo del estadio ontogenético de los ammonites. Otro elemento que puede llegar a generar una dificultad adicional en una adecuada caracterización de la sección de la vuelta es la deformación de la concha por la compactación extrema de las rocas por actividad tectónica. Sin embargo es relativamente sencillo percatarse de la presencia o no de una deformación debido a que las conchas de los ammonites, así como su ornamentación, tienen una simetría bilateral. Si la simetría bilateral se ha visto alterada se puede deducir que algunos de estos eventos de deformación habrán modificado sustancialmente la forma de la concha y en ese caso hay que ser muy cauteloso con la caracterización de la sección de la vuelta.

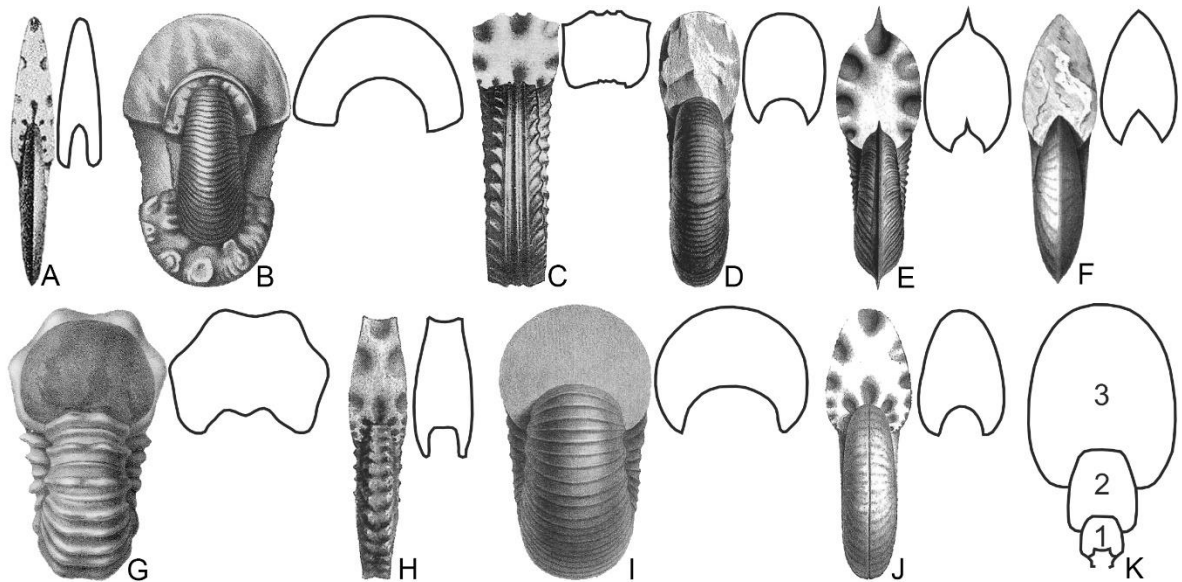


Figura 11: Diferentes secciones de vuelta: comprimida (A), deprimida (B), cuadrada (C), elíptica (D), lanceolada (E), ojival (F), poligonal (G), rectangular (H), redondeada (I) y ovalada (J). K: Variación de la sección de la vuelta durante la ontogenia de un ammonite: K1: subcuadrangular, K2: rectangular y K3: elíptica. Imágenes modificadas de: A, Hyatt, 1903; B, Eichwald, 1871; C: Roman, 1938; D, E, H, J: d'Orbigny, 1840-1842; F: Pictet y Campiche, 1858-1860; G: Gabb, 1869 e I: Eichwald, 1865.

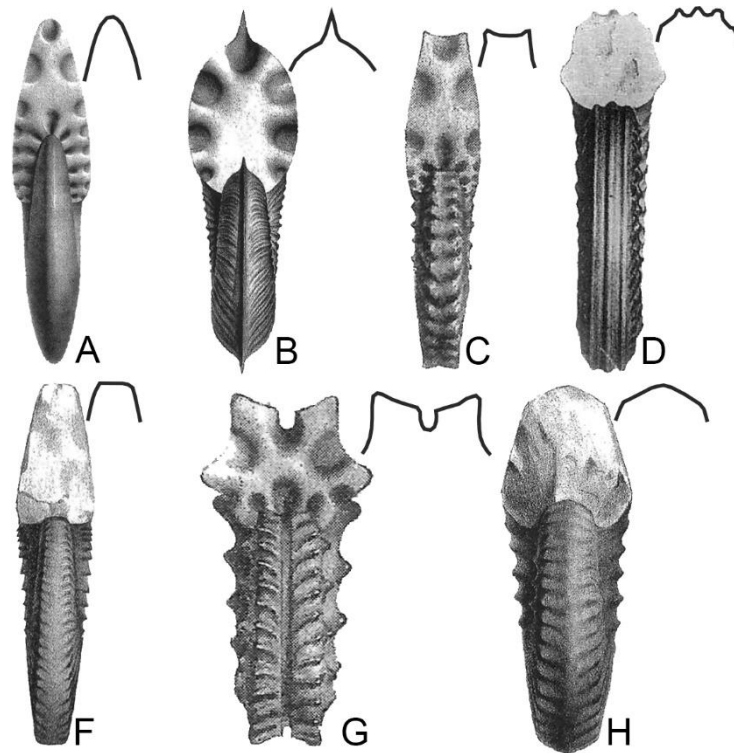


Figura 12: Diferentes tipos de regiones ventrales: A: aguda, B: aquillada, C: cóncava, D: tricarenada, F: tabular, G: surcada y H: tectiforme. Dibujos modificados de d'Orbigny, 1840-1842.

Un elemento de gran importancia el cual generalmente permite la identificación de las diferentes especies es la ornamentación, la cual puede llegar a ser muy diversa. Uno de estos elementos que presenta numerosas variaciones son las costillas (Fig. 13). Estas pueden presentar diferentes trazados (o el recorrido que realiza la costilla en el flanco) como por ejemplo sigmoidales o rectas. Las costillas de un ammonite no suelen tener todas ellas la misma morfología y por ello se pueden agrupar en costillas primarias, que son más largas y generalmente más robustas y costillas secundarias, que son más cortas y generalmente menos robustas. Debido a la presencia de costillas primarias y secundarias un elemento a considerar es la relación entre ellas. Las costillas secundarias pueden estar bifurcadas o intercaladas entre las primarias y ser iguales o más finas que las costillas primarias.

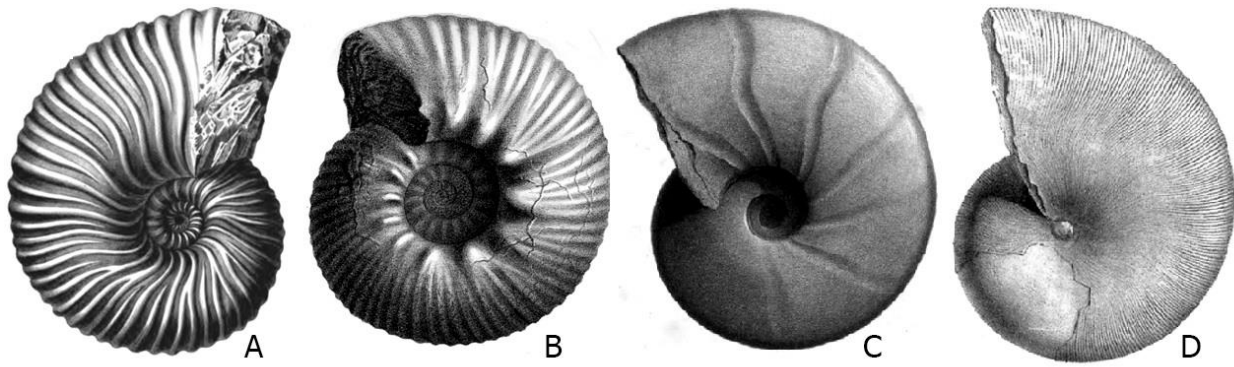


Figura 13: Ejemplos de diferentes tipos de costulación en conchas de ammonites, Falcooides (A), Bifurcadas (B), Constricciones (C) y Estrías (D). Imagen modificada de Wright *et al.* 1996.

Otro elemento ornamental bastante común e importante en los ammonites son los tubérculos (Fig. 14), que son protuberancias de la concha ubicados en diferentes zonas de la misma que según su tamaño y forma también pueden denominarse nodos, cuando son pequeños, bullas, cuando son alargados y están ubicados en la región flanco-umbilical, espinas, cuando son muy alargados y de apariencia aguda, o incluso pueden llamarse cuernos, cuando son muy grandes y se encuentran en posición flanco-ventral. Otro elemento ornamental más escaso son las quillas o carenas, que se asemejan a las quillas de los barcos y se cree tenían un papel estabilizador tal como en las embarcaciones (González-Arreola *et al.*, 2014).

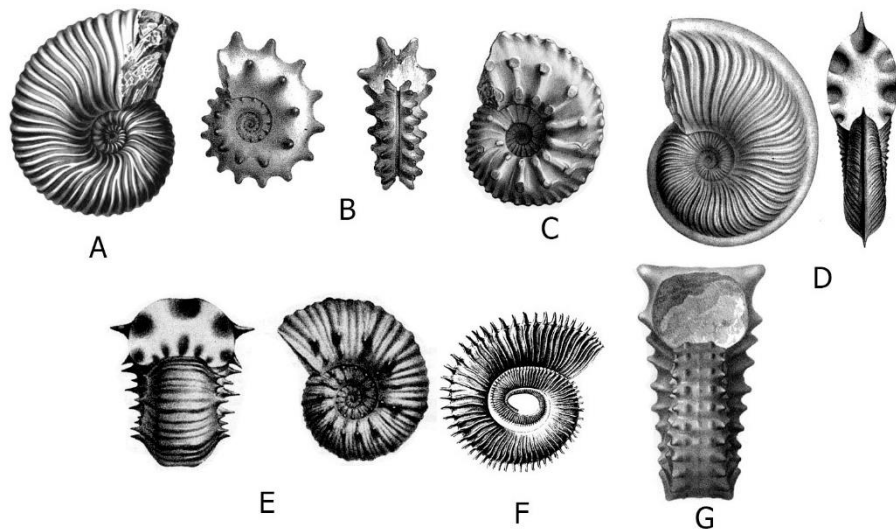


Figura 14: Diferentes tipos de ornamentaciones en ammonites, A: costillas, B, C: tubérculos, D: quilla o carena, E, F: espinas y G: cuernos. Dibujos modificados de d'Orbigny, 1840-1842.

En ocasiones los moldes internos de los ammonites conservan una estructura interna de la concha que es de gran importancia, la línea de sutura. Esta línea es el trazado que deja el contacto entre la parte terminal de los septos y la parte interna de la concha. Las líneas de sutura en los ammonites suelen ser complejas debido a que los septos se pliegan y repliegan de forma progresiva desde su centro hacia las paredes internas de la concha conforme el ammonite aumenta de tamaño. Clásicamente se creía que los plegamientos en los septos tenían como función dar refuerzo a las paredes para poder sumergirse a mayores profundidades evitando de esta forma el implosionar por culpa de la presión del agua. Sin embargo, actualmente se cree que su función principal era dar mayor solidez a la concha sin tener que incrementar sustancialmente el grosor de la misma. Las líneas de sutura complejas permitían tener una concha delgada y liviana pero muy resistente la cual resultaba muy útil en el caso de que algún organismo intentara depredar al ammonite.

La línea de sutura fue cambiando conforme los ammonites iban evolucionando, siendo que los más antiguos presentan una línea de sutura de tipo goniatítica (Fig. 15) la cual es poco compleja y de pocos pliegues. Este tipo de línea de sutura tan sencilla se asemeja a la que tienen actualmente los nautilídeos. En el Triásico la línea de sutura paso a ser de tipo ceratítica (Fig. 16), presentando pliegues más complejos y numerosos que la línea de sutura goniatítica. Posteriormente aparece la línea de sutura amonítica que es la de mayor complejidad por la gran cantidad de pliegues que la conforman (Fig. 17). Esta tendencia filogenética de aumentar la complejidad sutural (Fig. 18) se ve alterada en el Cretácico Inferior terminal y durante el Cretácico Superior donde varios grupos de ammonites presentan una línea de sutura de tipo ceratítica, por lo que a esta reaparición se le nombra pseudoceratítica.



Figura 15: Ejemplo de sutura goniatítica.

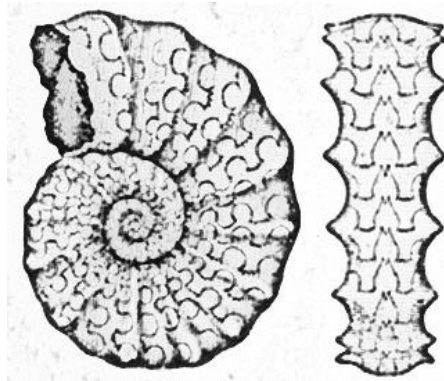


Figura 16: Ejemplo de Sutura ceratítica.



Figura 17: Ejemplo de sutura amonítica.

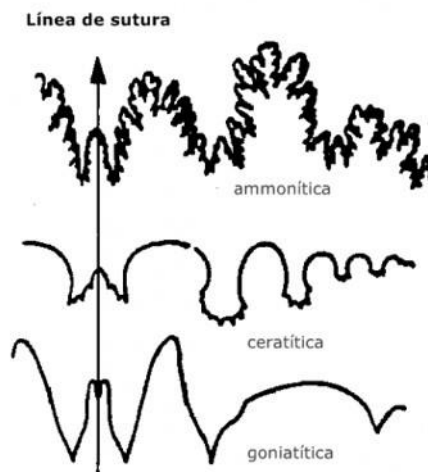


Figura 18: Comparación de los tres tipos de líneas de suturas. Imagen modificada de Hyatt, 1900.

El estudio detallado de la línea de sutura permite reconocer la filogenia a nivel de familia, además de permitir diferenciar géneros de ammonites con concha y ornamentación muy similares (Woods, 1958). Para el análisis y comparación de la línea de sutura se estudia

la forma y patrón que esta tenga por lo que se suele dibujar o fotografiar para facilitar su estudio y descripción (Fig. 19). La subdivisión empleada comúnmente para caracterizar y describir la línea de sutura ubica los elementos de la misma en las diferentes partes de la concha: zona externa o sifonal (E), la zona entre la región sifonal y los flancos (A), la parte correspondiente a los laterales (L) y la zona umbilical (U). Los elementos que se utilizan para describir la línea de sutura son: las sillas (S), que son los pliegues que se dirigen hacia la apertura de la concha, y los lóbulos (l) que son los plegamientos entre las sillas y que van en dirección contraria a las sillas (Fig. 20). La cantidad de sillas y lóbulos depende del tipo de sutura que posean y van aumentando en número en relación al tamaño del ammonite e incluso pueden llegar a incrementar su complejidad conforme el organismo se va desarrollando (Bylund, 2013).

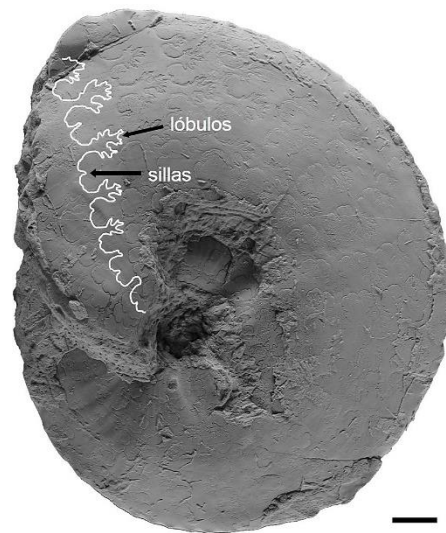


Figura 19: Línea de sutura ceratítica dibujada sobre la fotografía de *Parengonoceras bassei* del Albiano inferior de España donde se indican las sillas las cuales son bífidas y los lóbulos de forma dentada. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Moreno-Bedmar, 2014.

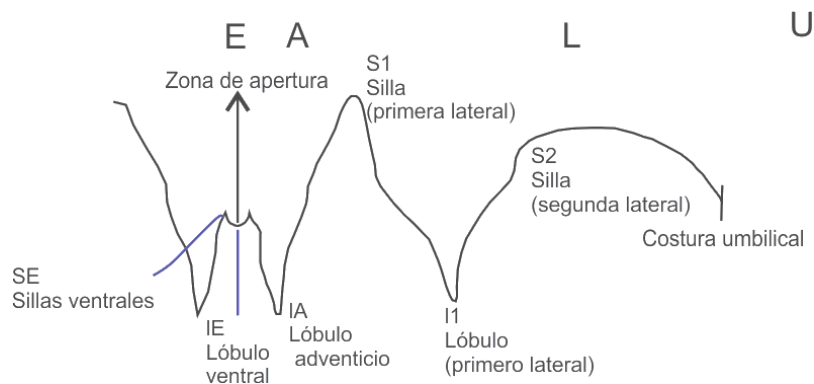


Figura 20: Elementos de una línea de sutura goniática con sus respectivas subdivisiones para su posterior comparación. Zona externa o ventral (E), la zona entre la región ventral

y los flancos (A), laterales (L), zona umbilical (U), sillas (S) y los lóbulos (I). Imagen modificada de Bylund, 2013.

1.4.- Unidades bioestratigráficas y biozonación

Una unidad estratigráfica es un cuerpo de roca o de material rocoso que se distingue de los cuerpos de roca adyacentes con base en una o varias propiedades definidas. Comúnmente, dichas propiedades comprenden composición, textura, fósiles incluidos, firma magnética, radiactividad, velocidad sísmica y edad (Barragán, *et al.*, 2010). Por esto existen diferentes unidades estratigráficas clasificadas de acuerdo a sus rasgos particulares. Una de las más comunes son las unidades litoestratigráficas que son un conjunto de rocas que comparten las mismas propiedades litológicas (composición, textura, color, etc.). Otras unidades son las cronoestratigráficas que se caracterizan por pertenecer al mismo intervalo de tiempo independientemente de sus características litológicas. Con un carácter similar a las unidades cronoestratigráficas están las unidades bioestratigráficas que son estratos o conjuntos de estratos que se caracterizan por su contenido fosilífero (Dabrio-González y Hernándo-Costa, 2003).

Para el estudio de las unidades litoestratigráficas se suele usar como unidad fundamental la formación. Una formación es un cuerpo de roca que se identifica por sus características líticas y por su posición estratigráfica. Si las propiedades litológicas cambian ligeramente en una parte de la formación esta unidad litoestratigráfica se puede subdividir en miembros. Por ejemplo una formación puede estar compuesta por una alternancia de areniscas y lutitas. Sin embargo, las areniscas pueden ser más abundantes en la base de la formación, mientras que las lutitas son predominantes en la parte superior. Es posible entonces reconocer dos miembros diferentes dentro de la misma formación. Para el estudio de varias formaciones se pueden utilizar una unidad litoestratigráfica de rango superior: el grupo. Esta unidad puede estar completamente constituida por formaciones nombradas o formales, o puede estarlo parcialmente por formaciones no nombradas o informales. La única limitante de un grupo es que las diversas formaciones que lo constituyen respondan a la evolución de un mismo ambiente sedimentario (Barragán, *et al.*, 2010).

La bioestratigrafía estudia la distribución de los fósiles en el registro estratigráfico y rige la clasificación de los cuerpos de roca o material rocoso en unidades bioestratigráficas con base en su contenido fósil (Barragán, *et al.*, 2010). Dentro de estos conjuntos litológicos se puede observar la aparición y desaparición de organismos de acuerdo al principio de sucesión faunística. Este principio se basa en la irreversibilidad de la evolución biológica: una vez que una especie se ha extinguido, esta no vuelve a aparecer (Vera-Torres, 1994). El principio de sucesión faunística fue desarrollado por el geólogo William Smith (1816), que elaboró la idea de que cada periodo geológico de la tierra tiene

un registro fósil particular que no se repite. Estableció con ello las bases de la bioestratigrafía, utilizando los fósiles como herramienta para caracterizar, subdividir y correlacionar estratos de regiones diferentes y, principalmente, ordenarlas en una secuencia temporal relativa (Winchester, 2001). Con este principio se puede subdividir a una formación en biozonas. Las biozonas se definen como el conjunto de rocas sedimentarias que se caracterizan por la presencia de fósiles no reelaborados de un determinado taxón o taxones. Estos taxones deben poseer las características esenciales de los fósiles guía: de amplia abundancia y distribución geográfica, de fácil determinación y de alcances estratigráficos cortos (SGM, 2014). De acuerdo a la ocurrencia y/o abundancia a la primera y última aparición de dichos taxones se pueden establecer diferentes tipos de biozonación. Los cuales son:

Las biozonas de intervalo (Fig. 21) son definidas como la primera aparición de un taxón, el cual le da nombre a la biozona, y la primera aparición del taxón subsecuente. Entre la última aparición del primer taxón y la primera aparición del taxón subsecuente puede existir un intervalo en el que ya ha desaparecido un taxón y aún no ha aparecido otro.

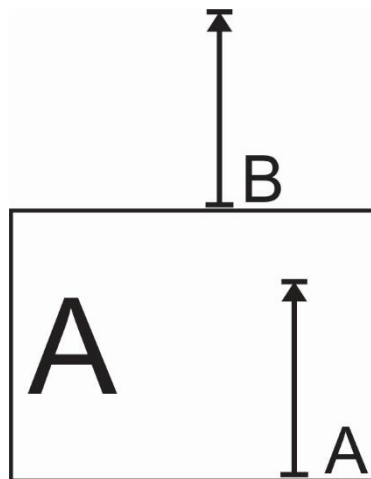


Figura 21: Ejemplo de biozona de intervalo.

Las biozonas de apogeo (Fig. 22) se definen por la máxima abundancia relativa de determinado taxón y no por la extensión total del mismo.

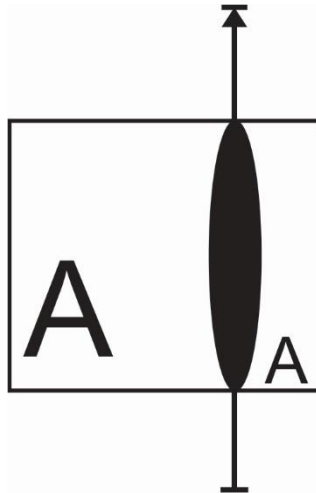


Figura 22: Ejemplo de biozona de apogeo.

Biozonas de extensión o de rango total (Fig. 23) la cual representa el alcance del registro estratigráfico conocido de un taxón individual cuyos límites vienen marcados por la primera y última aparición del mismo.

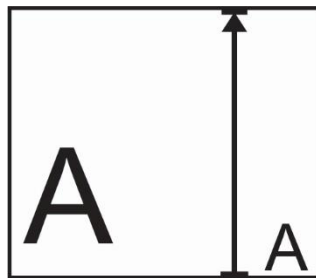


Figura 23: Ejemplo de biozona de extensión.

Las biozonas de conjunto o cenozonas (Fig. 24) son varios taxones determinados que forman una agrupación característica que los diferencia de los estratos adyacentes.

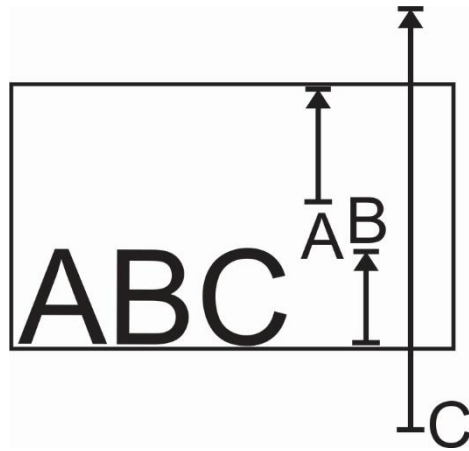


Figura 24: Ejemplo de biozona de conjunto

Estos diferentes tipo de biozonaciones se nombran de acuerdo a uno o dos taxones característicos de la misma por ejemplo “Biozona *Kazanskyella minima*”, la cual puede abreviarse en menciones sucesivas como: “Zona de *K. minima*”. A su vez la biozona se puede dividir en dos unidades menores: subbiozonas u horizontes. Un horizonte es una capa que contiene fósiles con un rango estratigráfico muy corto y que puede estar dentro de la biozona o coincidir en los límites de esta. Estos horizontes son más cortos que las subbiozonas y se nombran de acuerdo al taxón que lo caracteriza (Murphy y Salvador, 1999).

1.5.- Aplicación bioestratigráfica

Para realizar un análisis bioestratigráfico se necesitan de fósiles índices para el reconocimiento y ordenamiento de las unidades litológicas de un área geográfica. Los ammonites son fósiles que cumplen ampliamente con estas características. Por lo que desde los inicios de la paleontología como ciencia los ammonoideos empezaron a adquirir gran importancia en estudios bioestratigráficos, lo cual persiste hasta la actualidad. El uso más común de los ammonites desde el siglo XIX es el fechamiento de formaciones estratigráficas u otras unidades litoestratigráficas, esto fue de suma importancia en ese momento por que se estaban definiendo el nombre de los pisos cronoestratigráficos. En el Mesozoico los ammonites fueron especialmente diversos y abundantes, por ello las biozonaciones basadas en ammonites para el Jurásico y Cretácico suelen ser muy precisas (Mora-Villalobos, 1998; Fig. 25).

Stages		Zones	Subzones
Albian	Upper	<i>Arrhaphoceras briacensis</i> <i>Mortoniceras perinflatum</i> <i>Mortoniceras rostratum</i> <i>Mortoniceras fallax</i> <i>Mortoniceras inflatum</i> <i>Mortoniceras pricei</i> <i>Dipoloceras cristatum</i>	
	Middle (7)	<i>Euhoplites lautus</i> <i>Euhoplites loricatus</i> <i>Hoplites dentatus</i>	<i>Hoplites spathi</i> <i>Lyelliceras lyelli</i>
	Lower (7)	<i>Douvilleiceras mammillatum</i> <i>Leymeriella tardefurcata</i>	<i>Lyelliceras pseudolyelli</i>
Aptian	Upper	<i>Hypacanthoplites jacobi</i> <i>Acanthohoplites nolani</i> <i>Parahoplites melchioris</i> <i>Epicheloniceras martini</i>	<i>Diadochoceras nodosocostatum</i> <i>Epicheloniceras buxtorfi</i> <i>Epicheloniceras gracile</i> <i>Epicheloniceras debile</i>
	Lower	<i>Dufrenoyia furcata</i> (6) <i>Deshayesites deshayesi</i> (6) <i>Deshayesites forbesi</i> (6) <i>Deshayesites oglanlensis</i> (6)	<i>Dufrenoyia dufrenoyi</i> <i>D. furcata</i> <i>Deshayesites grandis</i> <i>Roloboceras hambrovi</i> <i>Deshayesites luppovi</i>

Figura 25: Cuadro bioestratigráfico empleando ammonites del intervalo Aptiano-Albiano en la provincia Tetisiana, Europa. Imagen tomada de Reboulet *et al.*, 2014.

Dentro del Cretácico Inferior hay numerosos estudios taxonómicos y bioestratigráficos centrados en el intervalo Aptiano-Albiano que son dos pisos cronoestratigráficos de gran importancia por los cambios paleoceanográficos y climáticos de gran magnitud y complejidad que tuvieron como consecuencia el incremento de la temperatura global durante gran parte del Cretácico (Skelton, *et al.*, 2013). Estos cambios fueron resultado de los denominados eventos anóxicos oceánicos (EAO) los cuales afectaron principalmente la vida oceánica del Cretácico. El estudio de este intervalo de tiempo geológico a través de los ammonites contribuye a un mejor entendimiento de las causas y consecuencias que dieron lugar a estos eventos (Skelton, *et al.*, 2003). Esto es posible ya que los ammonites son el grupo fósil que por su abundancia y distribución presenta la biozonación más precisa para estos estratos y por lo tanto permiten disponer un buen control temporal de los diferentes eventos que tuvieron lugar durante el EAO.

1.6.- Definición de especie

En el contexto paleontológico hay dos conceptos de especie que han sido los más utilizados: morfológico y evolutivo. La especie morfológica se entiende como “el conjunto de individuos morfológicamente similares, generalmente asociados entre sí por una distribución geográfica definida y separados de otros conjuntos por discontinuidades en su morfología” (Caín, 1954). El concepto de especie evolutiva “es un linaje (una secuencia ancestro-descendiente) de poblaciones u organismos que mantienen su identidad de otros linajes y que poseen sus propias tendencias históricas y evolutivas” (Wiley, 1978). Sin embargo, la definición de especie morfológica puede dar lugar a muchas especies ya que no tiene en cuenta la variedad interpoblacional que pueden tener dichas especies debido a la distancia geográfica y a un factor muy importante como la magnitud del tiempo. En el caso de la especie evolutiva este incluye un fuerte control temporal pero en algunas ocasiones es complicado delimitar donde empieza una nueva especie y donde termina otra (Mayr, 1996). En este trabajo se utiliza el concepto de especie morfológica, ya que gracias a la alta tasa evolutiva de los ammonites se dispone de un control temporal muy preciso que en gran medida evita la problemática temporal del concepto de especie morfológica.

1.7.- Dimorfismo sexual

Una de las características que se toman en cuenta durante el estudio e identificación de las diferentes especies de ammonites para evitar identificaciones erróneas es la posible presencia del dimorfismo sexual. La presencia del dimorfismo sexual puede ser definida como la existencia de dos morfologías diferentes durante la etapa adulta en una misma especie (Davis *et al.*, 1996). Estos adultos o dimorfos son llamados microconcha (=m) para la forma pequeña que se asigna al macho y macroconcha (=M) para la forma de mayor tamaño atribuida a la hembra (Moreno Bedmar *et al.*, 2014). Las microconchas se caracterizan por ser conchas evolutas con una ornamentación muy marcada, mientras que las macroconchas son formas involutas con una ornamentación menos marcada como en la microconcha (Fig. 26; Callomon, 1963, Davis *et al.*, 1996).

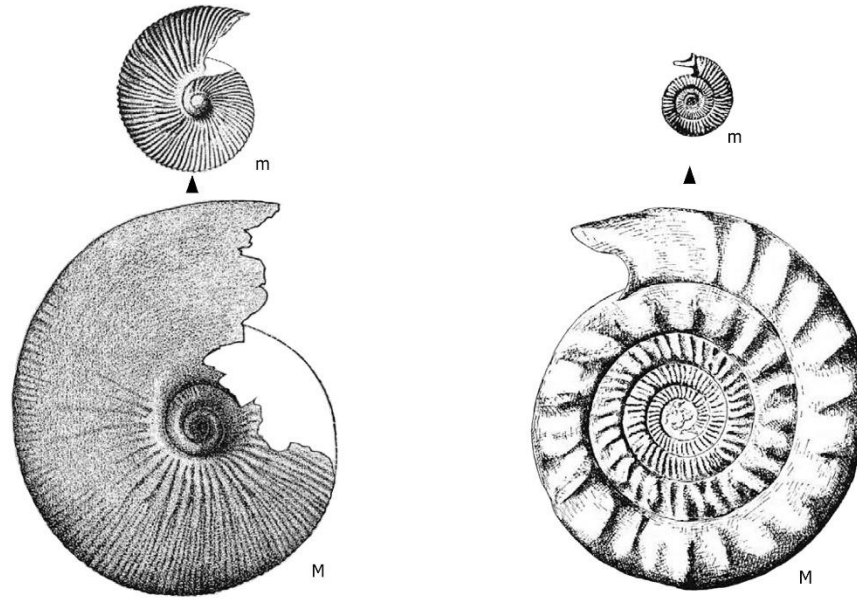


Figura 26: Ejemplos de microconchas (=m) y macroconchas (=M) en ammonites del Jurásico. Imágenes modificadas de Callomon, 1963.

2.- Antecedentes

El estudio de los ammonites del Aptiano-Albiano del norte del país empezó con los trabajos de Burckhardt, 1906, 1912 y 1925. Estos trabajos pioneros consistieron en la descripción de especies del Jurásico y Cretácico en los estados de Durango y Zacatecas, en Durango identificó y describió de manera detallada 23 especies de ammonites aptianos comparándolos también con localidades europeas. Trabajos posteriores fueron los de Böse y Cavins (1928) en Nuevo León y Coahuila y parte de Texas, reportando ammonites del Cretácico Inferior comparables con la fauna europea. Estos autores concluyeron que durante el Aptiano-Albiano el norte del país pasó por un proceso de subsidencia importante. Imlay en 1936 y 1937, define a la Formación La Peña al oeste y centro de la Sierra de Parras, Coahuila. En 1938 Imlay estudió una secuencia estratigráfica del Sistema Cretácico donde extiende sus estudios de la Formación La Peña antes limitada al estado de Coahuila, además identifica dentro de esta formación ejemplares del género *Haploceras*. En 1944 Imlay llevo a cabo una investigación sobre las formaciones pertenecientes al Cretácico de Centroamérica y México donde incluye las formaciones Cupido y La Peña, reportando los géneros *Chelonicerias*, *Dufrenoyia*, *Hypacanthoplites* y *Parahoplites* pertenecientes al Aptiano-Albiano. Humphrey en 1949 realizó un estudio de la Sierra de los Muertos, estados de Coahuila y Nuevo León, redefiniendo la Formación La Peña descrita inicialmente por Imlay en 1936 y describió una buena cantidad de ammonites del Aptiano. Cantú Chapa, A. (1963) en su tesis doctoral correlaciona la parte superior de la Formación La Peña con el horizonte Clansayense de Francia, basándose en las asociaciones faunísticas representadas por los géneros: *Acantohoplites*, *Burckhardtites*, *Colombicerias*, *Chelonicerias*, *Dufrenoyia* y

Penaceras. Posteriormente, su hermano, Cantú Chapa C. M., 1968 estudió las localidades de San José Purúa y Arrollo de La Laja, Michoacán del Aptiano-Albiano identificando los géneros *Acanthohoplites*, *Chelonicerias*, *Colombicerias*, *Hypacanthoplites* y *Uhligella*. El mismo autor en 1976 realiza una investigación estratigráfica de la Formación La Peña expuesta en el estado de Nuevo León reportando *Burckhardtites*, *Colombicerias*, *Dufrenoyia* y *Rhytidoplites*, describiendo dos géneros nuevos: *Huastecoceras* y *Caseyella*. En el mismo trabajo se proponen dos biozonas para *Dufrenoyia justinae* y *Caseyella reesidei* para el Aptiano de México. Peña Muñoz (1964) estudió en el estado de Durango ammonites pertenecientes al Jurásico Superior y al Cretácico Inferior caracterizando 25 especies, complementando así los estudios realizados por Böse y Cavins (1928) y los de Imlay (1936, 1937). Charleston (1966) en su tesis de maestría estudia de los ammonites hallados en Serranías del Burro, Coahuila y Valle de Nazas, Durango pertenecientes a la Formación La Peña atribuyéndolos al Aptiano y Albiano. Young (1969) examina las formaciones pertenecientes al Cretácico del norte del estado de Chihuahua, especialmente aquellas de edad Aptiano-Albiano, realizando una biozonación preliminar para el área. Contreras y Montero (1977) realizó un estudio bioestratigráfico en base a los ammonites de las localidades de La Goleta, estado de Coahuila y Minillas, estado de Nuevo León, perteneciendo esta última a la Formación La Peña dividiéndola en dos unidades, la de *Rhytidoplites robertsi* y la de *Acanthoplites* sp. Cantú Chapa, A. (1989, 1992) realiza varias aportaciones sobre la Formación La Peña mediante sondeos de pozos reportando parte de la fauna de ammonites procedentes de los mismos. Contreras y Montero *et al.* (1992) realizaron un catálogo de ammonites de México que incluye el Cretácico Inferior. Herrera *et al.* (1984) estudiaron la localidad de Lampazos, Sonora encontrando abundantes moluscos, entre ellos ammonites, atribuyendo estos materiales de Lampazos a parte del Aptiano superior-Albiano en base a los fósiles ahí colectados. Mora Villalobos (1998) realizó en su tesis de licenciatura un estudio en Sonora para el Área de Lampazos y Cerro de las Conchas encontrando ocho géneros de ammonites pertenecientes al Aptiano-Albiano. Barragan (2000) en su tesis doctoral estudia la sección de la Presa Francisco Zarco, estado de Durango, y propone cuatro biozonas en base a ammonites del Aptiano del Noreste de México: 1) La Zona de Extensión de Taxón de *Dufrenoyia justinae* para la parte tardía del Aptiano Inferior; 2) La Zona de Intervalo de *Burckhardtites nazasensis/Rhytidoplites robertsi* para el Aptiano Medio; 3) La Zona de Extensión de Taxón de *Chelonicerias inconstans*, correspondiente a la parte temprana del Aptiano tardío y 4) La Zona de Extensión de Taxón de *Hypacanthoplites* cf. *leanzae* para la parte terminal del Aptiano tardío. Barragan (2001) realizó un estudio de microfacies y geoquímica caracterizando así una transgresión marina de la Formación La Peña sobre la Formación Cupido. En este trabajo el registro de ammonites de la Formación La Peña se utiliza para calibrar la edad de esta transgresión. Méndez Franco (2003) en su tesis de licenciatura realiza un trabajo detallado de microfacies, así como un análisis taxonómico y bioestratigráfico de los ammonites de la secuencia estratigráfica del Cañón de la Huasteca en Nuevo León del Aptiano. Lawton *et al.* (2004) reportan algunos ammonites del Aptiano de la Formación Mural en el norte del estado de Sonora. Barragán-Manzo y Méndez Franco en 2005

proponen cuatro biozonas formales de ammonites: La Zona de Rango *Dufrenoyia justinae* para la parte terminal del Aptiano inferior (Bedouliano), la Zona de Intervalo *Epicheloniceras* cf. *subnodosocostatum*/*Acanthohoplites acutecosta* representativa del Aptiano medio (Gargasiano) y las Zonas de Rango *Acanthohoplites aschiltaensis* e *Hypacanthoplites* cf. *leanzae*, características del Aptiano superior (Clanseyesiano). Dicho trabajo pretende desarrollar un esquema estandarizado para realizar correlaciones más precisas con los esquemas biozonales desarrollados para Inglaterra y el área Mediterránea. Ávila Licona (2005) en su tesis de licenciatura se focaliza en el estudio de ammonites en el Cañón de La Boca, Nuevo León, reportando especies índice pertenecientes a la Formación La Peña reconociendo ammonites de parte del Aptiano temprano y tardío. Barragán y Szives (2007) trabajaron en el Cañón de la Huasteca, Nuevo León, encontrando numerosos ejemplares de ammonites del Aptiano y entre ellos se reportó por primera vez para México el género *Mathoceras* describiendo dos nuevas especies: *Mathoceras celestinae* y *Mathoceras neoleonensis*. Barragán y Maurrasse (2008) estudiaron la parte basal de la Formación La Peña en el Cañón de la Huasteca, Nuevo León, encontrando numerosos ammonites índice del Aptiano. Señalando también que la transgresión aptiana, que en literatura previa se había atribuido a la base del Aptiano superior, tuvo lugar durante el Aptiano inferior. Moreno-Bedmar *et al.* (2012) correlacionaron la transgresión del Aptiano inferior registrada en México con la misma transgresión Tetisiana de España en base a la distribución bioestratigráfica del género *Dufrenoyia* y la confluencia del evento transgresivo. Moreno-Bedmar y Delanoy (2013) revisan la atribución genérica de la especie *Megatyloceras casei* perteneciente al Aptiano del estado de Coahuila que fue descrita por Humphrey. Moreno-Bedmar *et al.* (2013) realizaron un estudio detallado de la distribución bioestratigráfica del registro de ammonites de la sección de la Presa Francisco Zarco, Estado de Durango, proponiendo formalmente una zonación de ammonites consistiendo en las biozonas de *Dufrenoyia justinae*, *Gargasicerias? adkinsi* y *Caseyella aguilerae* y un biohorizonte *Huastecoceras trispinosoides*. La biozonación propuesta abarca el Aptiano temprano y el inicio del Aptiano tardío. Estos autores plantean la necesidad de crear una biozonación propia para la provincia faunística del Atlántico central. Moreno-Bedmar *et al.* (2015) en la localidad de Mina Texali, estado de Puebla, estudian por vez primera el registro de ammonites de un equivalente lateral de la Formación San Juan Raya y proponen dos biozonas: *Dufrenoyia justinae* y *Caseyella* sp. y un horizonte *Huastecoceras trispinosoides*. En este trabajo también reportan por primera vez en México a los géneros *Pseudosaynella*, *Xerticeras* y al nautiloideo *Heminautilus*. Ovando-Figueroa *et al.* (2015) en su estudio de los ammonites de la Formación La Peña en la Sierra de Parras, estado de Coahuila, reportaron por vez primera en México una macroconcha de *Dufrenoyia*. A su vez, mediante el estudio de material tipo de varias colecciones de Estados Unidos y de México revisan las especies '*Gargasicerias? adkinsi* y *Rhytidoplites robertsi* y enmiendan la concepción del género Albiano *Rhytidoplites* el cual se había empleado incorrectamente para formas del Aptiano.

A pesar de la gran cantidad de estudios realizados para el norte de México, la localidad de Cerro Chino que es el objeto de estudio del presente trabajo, apenas ha sido

mencionada o estudiada. Esta sección fue señalada por Imlay (1944) en su descripción de las formaciones de México y América Central pertenecientes al Cretácico. King y Adkins (1946) en un estudio estratigráfico del Valle de Conchos colectaron en la Formación Cuchillo ejemplares de *Dufrenoyia justinae*, *Dufrenoyia* sp., *Hypacanthoplites* y *Chelonicerias?* sp., los cuales fueron identificados por Imlay, dentro del mismo trabajo de King y Adkins (1946). Esta asociación de ammonites fue atribuida al Aptiano y Albiano inferior. A pesar de que hubiera sido adecuado poder comparar los ejemplares colectados por estos autores con recolectados en esta tesis esto, lamentablemente, no ha sido posible debido a que no se fueron figurados y tampoco se proporcionó información de donde fueron depositados.

3.- Justificación

Debido al alto endemismo de géneros y especies ammonites en México ausentes en la provincia faunística Tetisiana, perteneciente a Europa, se ha propuesto que México y, posiblemente, la parte sur de Estados Unidos junto con Venezuela pertenecen a la provincia faunística del Atlántico central (Moreno-Bedmar *et al.*, 2013, 2015 y Reboulet *et al.*, 2014). El estudio de los ammonites de Cerro Chino, además de dar a conocer el registro fósil que posee, podrá contribuir a la construcción de la provincia faunística del Atlántico central. Esta provincia necesita de la máxima cantidad de datos que se puedan obtener, siendo la información bioestratigráfica que proporciona la sección de Cerro Chino de especial interés pues la mayoría de trabajos de México están centrados en el intervalo Aptiano inferior y base del Aptiano superior (e.g. C.M. Cantú-Chapa, 1976, Moreno-Bedmar *et al.*, 2013, 2015 y Ovando-Figueroa *et al.*, 2015) mientras que la sección aquí estudiada abarca la parte media del Aptiano superior hasta el Albiano inferior. Permitiendo con esto comparar Cerro Chino con otras regiones del país y del extranjero.

4.- Área de Estudio

El área de estudio, Cerro Chino, se localiza en el noroeste de México, en el estado de Chihuahua. La vía de acceso al área de estudio es por la carretera federal número 16 que une a las ciudades de Chihuahua y Ojinaga. La ubicación de la sección de Cerro Chino es en las coordenadas 29° 36' 55.48"N, 105° 3' 30.37" O (Fig. 27 y 28). Debido a su clima seco con lluvias torrenciales y suelo deleznable el área de estudio genera cañadas bastante excavadas, que junto a la escasa vegetación permite disponer de afloramientos rocosos que dan la oportunidad de realizar estudios detallados de su registro fósil (Fig. 29 y 30).

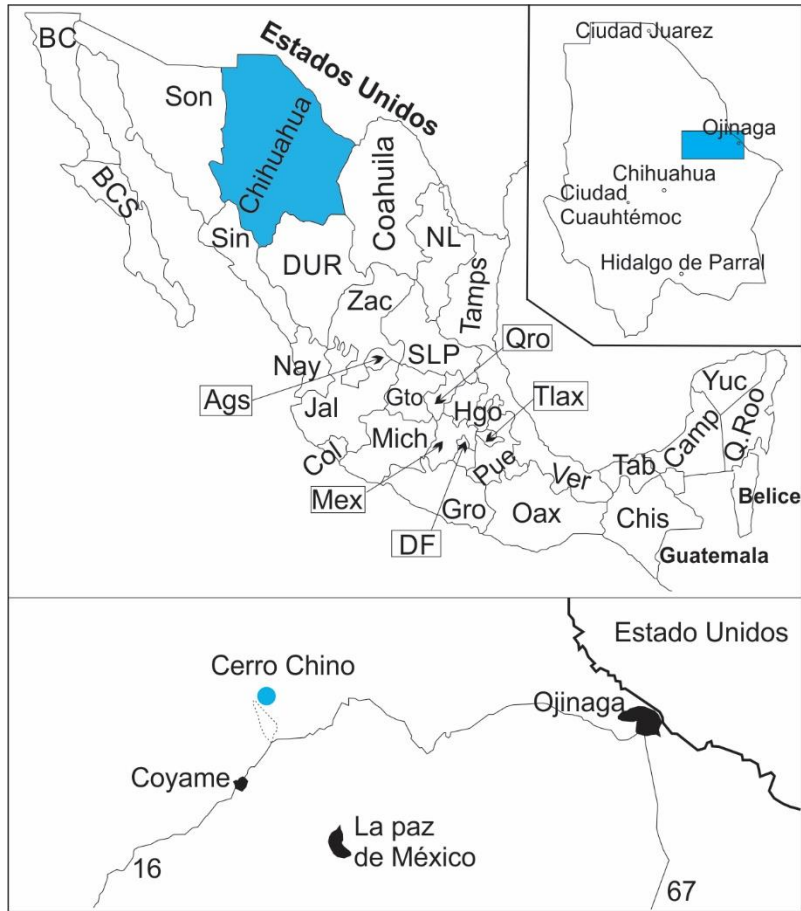


Figura 27: Ubicación geográfica del estado de Chihuahua, el círculo azul indica la localización del área de estudio del Cerro Chino.

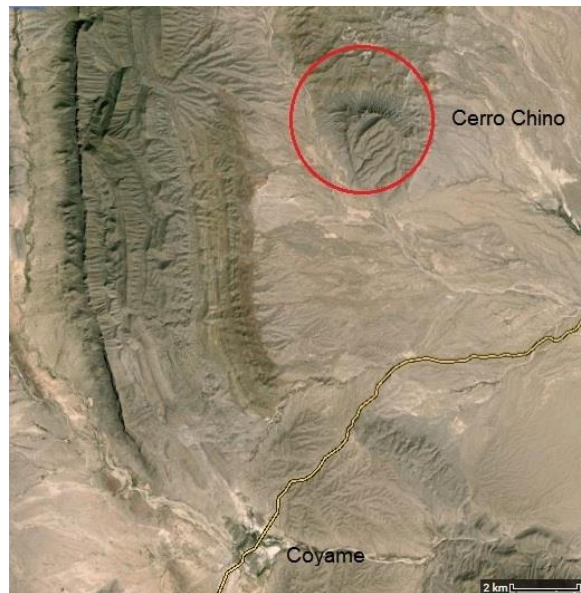


Figura 28: Fotografía satelital de la zona de Cerro Chino el cual está enmarcado en el círculo. Escala gráfica de 2 Km.



Figura 29: Fotografía de Cerro Chino.

5.- Estratigrafía de Cerro Chino

La localidad de Cerro Chino se encuentra dentro de la Sierra de Cuchillo Parado, la cual pertenece a la provincia geológica Chihuahua. En la zona afloran las siguientes formaciones del Cretácico inferior: La Virgen, Cupido, Cuchillo, Coyame y Glen Rose (Fig. 30). La Formación La Virgen que es conformada por una serie alternada de yeso-anhidrita granular y caliza fosilífera perteneciente al Hauteriviano tardío-Barremiano. Estos materiales sedimentaron en un ambiente de depósito transicional con variaciones periódicas del nivel del mar. Por encima encontramos la Formación Cupido, teniendo un grosor de 300-535 m. aproximadamente estando compuesta por una sucesión de calizas de plataforma marina somera carbonatada de color gris en estratos delgados, medianos y gruesos que poseen en ocasiones pirita y pedernal. Esta formación tiene un rango de edad entre el Hauteriviano tardío y el Aptiano inferior (Imlay, 1937 y Humphrey y Díaz, 1956) presenta dos ambientes de depósito, la parte baja corresponde a un ambiente marino somero de plataforma carbonatada y la parte alta, conocida como Cupidito (Wilson & Piali, 1977), a un ambiente más profundo que se interpreta como el inicio de una transgresión marina (Nuñez-Useche & Barragán, 2012). Suprayaciendo la Formación Cupido encontramos a la Formación Cuchillo que está constituida por una alternancia de limonita de color gris oscuro con yesos, y en menor cantidad con calizas y areniscas, volviéndose abundantes en la parte superior de la formación. La potencia es muy variable de 183-610 metros aproximadamente, con abundancia de fósiles en la base y techo de esta (Monreal y Longoria, 1999). La edad de la formación está comprendida entre el Aptiano inferior y Albiano inferior. Presenta bastantes variaciones de facies pero los ambientes sedimentarios se correspondieron a aguas marinas profundas a moderadamente profundas. Hay materiales que sedimentaron en el borde de talud de plataforma, otros sedimentaron en la plataforma externa y puntualmente encontramos materiales que se depositaron en condiciones de energía de moderada a alta que están asociados a canales o eventos de tormenta (Ramírez y Acevedo, 1957). La Formación Coyame está formada por una alternancia rítmica de estratos de calizas marinas y estratos de margas y puntualmente areniscas. Esta formación posee una potencia aproximada de 300 metros ricos en fósiles que permiten atribuirle una edad de Albiano inferior (Beltramo, 2003). Tiene una única facies de mar abierto de poca energía con poco

aporte terrígeno. Por último, la Formación Glen Rose, compuesta de calizas de estratos delgados y medianos que alternan con margas y calizas margosas. Dicha unidad litoestratigráfica está por encima de la Formación Coyame, y posee una potencia variable de 183-457 metros con abundancia de fósiles. Fue sedimentada en un ambiente de depósito de aguas poco profundas con algunos parches de carácter arrecifal. La formación es del Albiano medio (Humphrey y Díaz, 1956 y Ramírez y Acevedo, 1957). En esta sucesión de formaciones se observan varios ambientes de depósito que van de zonas de transición marino-continentales a aguas marinas profundas acabando con una plataforma marina carbonatada. Esto refleja cambios del nivel del mar que muestran en su base la parte terminal regresiva de un ciclo seguido de un ciclo transgresivo y regresivo completo.

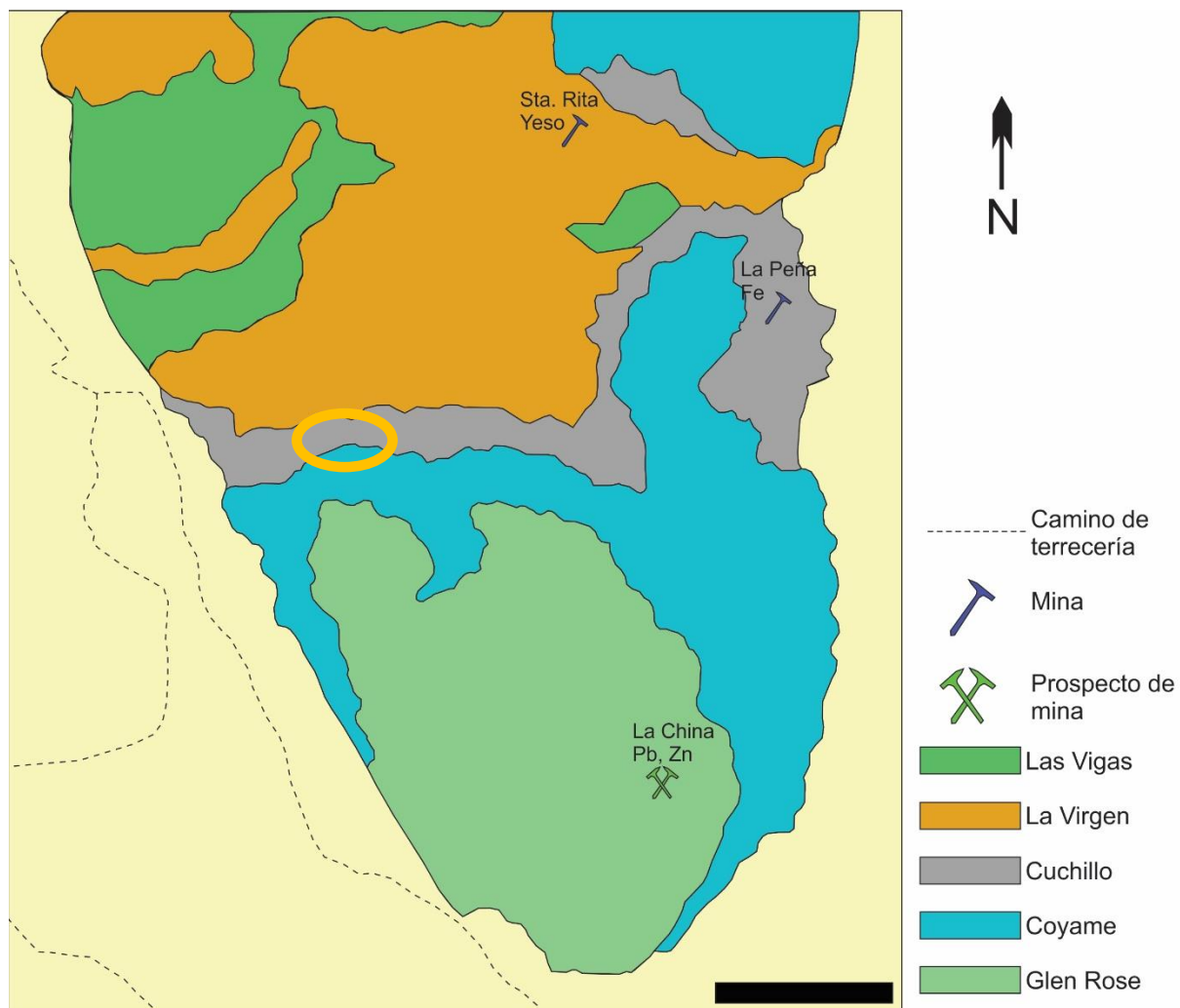


Figura 30: Cartografía geológica de las formaciones de la localidad de Cerro Chino. Imagen modificada del mapa del SGM, San Eduardo H13-C29, coordenadas 29° 36' 55.48"N, 105° 3' 30.37" O. La zona donde se localiza la sección estratigráfica estudiada está señalada con el círculo naranja. Escala gráfica 1km.

5.1.- Descripción de la sección de Cerro Chino

La sección estratigráfica está ubicada en las coordenadas 29° 36' 55.48"N, 105° 3' 30.37" O y posee una potencia de 109 metros (Fig. 31). Estratigráficamente abarca la parte media y superior de la Formación Cuchillo (94.5 metros) y la parte basal de la Formación Coyame (14.5 metros).

Los primeros 33 metros correspondientes a la Formación Cuchillo están conformados por calizas y margas de color gris oscuro las cuales se encuentran semitapadas en casi la totalidad de este estrato por suelos de muy poco espesor. En el primer metro de este estrato tiene unas condiciones de afloramiento excelentes, las cuales permitieron la colecta de numerosos ammonites de este nivel (CC-1). Por encima de este primer estrato de 33 metros encontramos unos niveles de calizas, packstones, de apenas dos metros de potencia, estos estratos son muy notables en el paisaje debido al cambio brusco de litología y a su coloración blanquecina. El tercer nivel, de 18 metros de potencia, está constituido por calizas nodulosas de coloración grisácea. El cuarto nivel de la Formación Cuchillo sigue con un nivel predominantemente margoso de seis metros de potencia donde se intercalan niveles de caliza nodulosa. Prosigue con un estrato calizo predominantemente constituido por packstones. Este nivel presenta amplios intervalos de cubiertos constituidos por suelos y derrubios de pie de monte. La sección estratigráfica finaliza con 14.5 metros de una alternancia rítmica de margas y calizas de color gris. Los bancos calizos tienen espesores que oscilan entre 30 a 80 centímetros. Estos materiales pertenecen a la Formación Coyame.

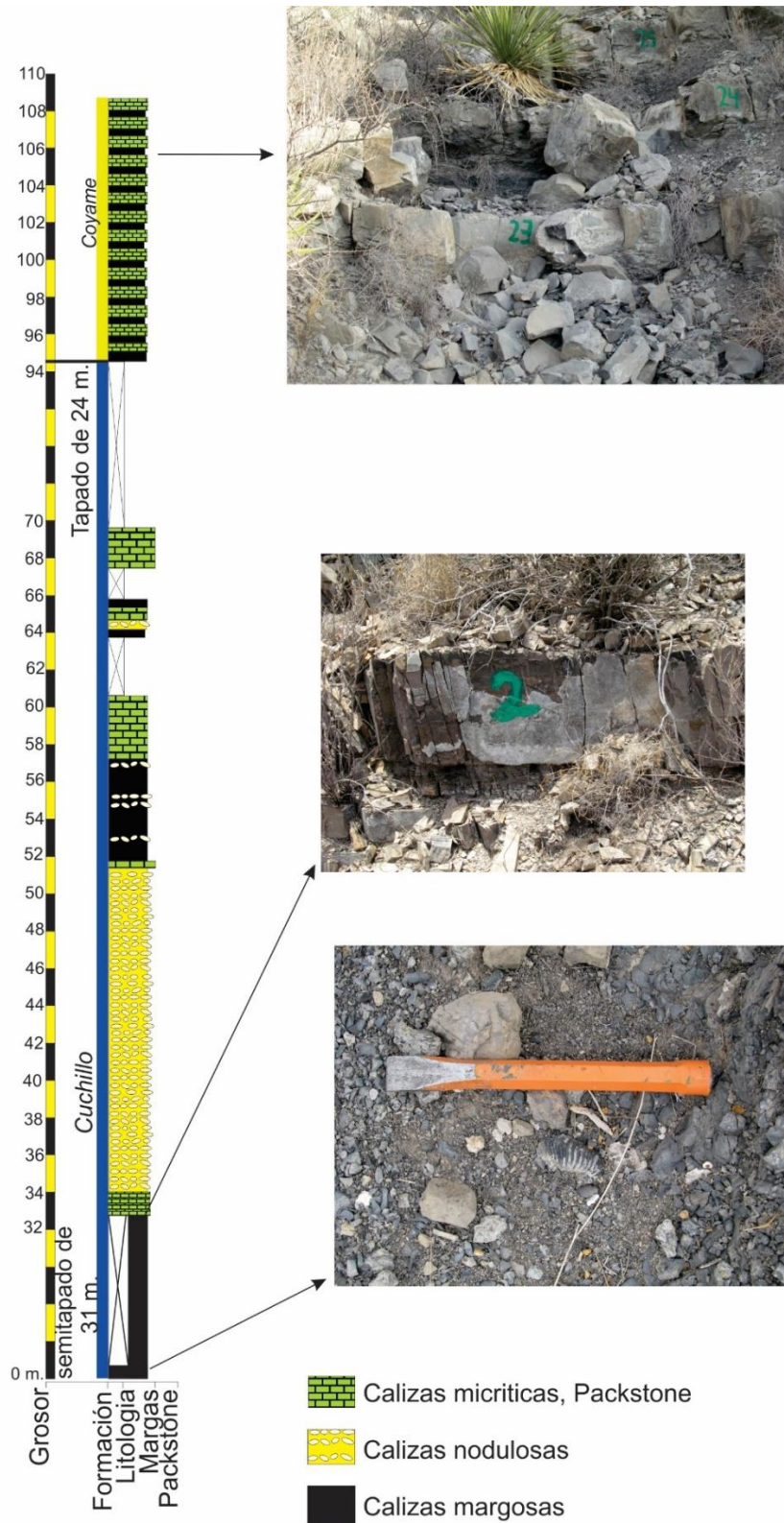


Figura 31: Sección estratigráfica estudiada en el Cerro Chino con fotografías de los estratos.

6.- Hipótesis

- El registro de ammonites del Cerro Chino es suficientemente abundante y característico para permitir obtener una buena resolución bioestratigráfica.
- La calidad del registro de ammonites de Cerro Chino puede permitir, con un adecuado estudio del mismo, que dicha sección sea utilizada como referencia bioestratigráfica para otras regiones de México.

7.- Objetivos

General

- Estudiar desde el punto de vista taxonómico y estratigráfico la sección de Cerro Chino y contribuir a la elaboración de la provincia faunística del Atlántico Central.

Particulares

- Determinar taxonómicamente a los ammonites de Cerro Chino.
- Realizar una biozonación local para la región de Cerro Chino.
- Comparar la biozonación local obtenida contra los esquemas biozonales preexistentes, nacionales e internacionales.
- Utilizar la biozonación local del Cerro Chino para la construcción biozonal de la provincia faunística del Atlántico central.

8.- Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en dos etapas: trabajo de campo y el trabajo de laboratorio.

8.1.- Trabajo de campo

Consistió, inicialmente, en la exploración del área para ubicar buenos afloramientos que mantuvieran la máxima continuidad estratigráfica posible. Mientras se realizaba esta prospección también se iban localizando restos fósiles para marcar posibles puntos de extracción. Ya localizado un buen afloramiento se prosiguió al levantamiento de la sección estratigráfica midiendo la potencia de los estratos con ayuda de una vara de Jacob (Fig. 32), se caracterizó la litología presente y posteriormente se realizó la búsqueda y colecta de ammonites capa por capa. Conforme se fueron obteniendo fósiles, se les asignó números de campo dependiendo del estrato donde se recolectaron, posteriormente fueron rotulados y preparados o embalados para su transporte. Durante el proceso se realizó un registro fotográfico de forma sistemática de la sección así como de los estratos particulares de donde se localizaron y recolectaron los ammonites.



Figura 32: Escala de una vara de Jacob junto a varios ammonites incrustados en roca.

8.2.- Trabajo de laboratorio

El trabajo de laboratorio fue efectuado en el Departamento de Paleontología de Invertebrados del Instituto de Geología de la UNAM. En primer lugar se inició con el desembalaje del material fósil para su nueva rotulación. Las siglas utilizadas en la rotulación son CC (=Cerro Chino) para la localidad, seguido del número del estrato correspondiente donde fue extraído el ejemplar y finalmente se coloca el número de ejemplar [CC-1-1= CC (Cerro Chino)-1 (muestra 1)-1 (ejemplar 1)]. Para cada estrato se numeraron todos los ejemplares del 1 hasta la n para mantener su registro bioestratigráfico. Durante el trabajo de campo se recogieron ejemplares rodados que en su etiqueta indica el número de formación más próximo de donde fueron recolectados. Por ejemplo los ammonites rotulados como CC-R1 que corresponden a los ammonites rodados recolectados cerca del estrato 1. Otro ejemplo son los ammonites etiquetados como CC-RC los cuales son ejemplares rodados procedentes de la Formación Coyame. Posteriormente a su rotulación se procedió a la limpieza del material de forma mecánica. Comenzando, si la cantidad de material rocoso sobrante es muy grande, con cincel y martillo. Posteriormente con un lápiz percutor se removió el pequeño excedente de roca

de los ejemplares de forma más precisa. Ya limpios los ejemplares puede ser necesario volver a marcar los especímenes debido a que el proceso de limpieza llega a afectar el siglado original, haciendo posible el perder su control stratigráfico. Ya rotulados y limpiados los ammonites fueron determinados en base al análisis detallado de los caracteres morfológicos que presentan. Este análisis consistió en figurar el organismo en base a los caracteres de los ammonites tales como tipo de concha y la ornamentación que presentan.

La sección de la vuelta es uno de los elementos de la concha que se usan para diferenciar entre géneros de ammonites. Para poder estudiar este carácter de forma precisa se realizaron moldes mediante la metodología que se expone a continuación. De los ejemplares que preservan su forma y volumen original se realizaron moldes madre en forma de anillos para rodear a la sección de la vuelta (Fig. 13). Estos moldes madre se elaboraron con material odontológico Ultrasil. Se seleccionó este producto por su mínima deformación después de la toma del molde conservando su forma por más tiempo y siendo altamente resistente al desgarre. Posteriormente se rellenaron estos moldes madre con yeso odontológico de tipo IV. Este yeso fue escogido por su mínima expansión durante el fraguado, su densidad y resistencia. Este tipo de yeso odontológico está constituido por partículas muy finas que le confieren una gran precisión de copiado e incorpora en su composición resina la cual le concede una dureza anómalamente elevada para un yeso. Los moldes de yeso obtenidos se cortaron y pulieron con el fin de obtener secciones de vuelta totalmente perpendiculares y representativas de cada ejemplar (Fig. 33). A partir de estos moldes de sección de la vuelta se realizaron dibujos de las mismas, los cuales se hallan en las láminas de este trabajo permitiendo ilustrar de forma muy precisa este carácter taxonómico. Algunos de los ammonites recolectados son moldes externos por lo que se realizaron contramoldes con Ultrasil para realizar un mejor análisis morfológico de la concha.

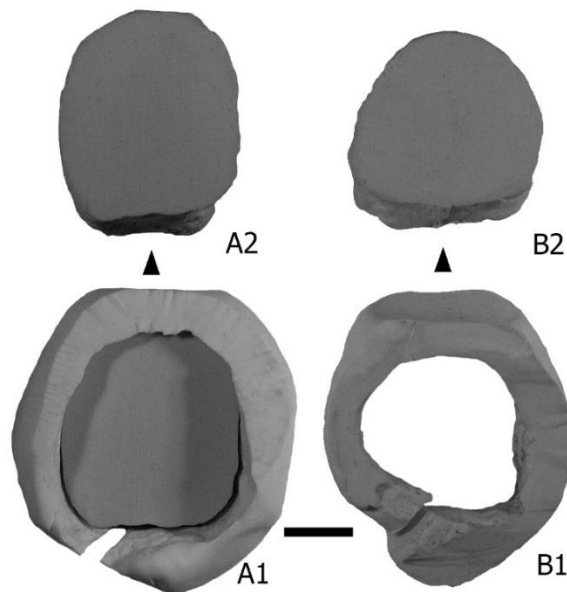


Figura 33: Moldes empleados para reproducir la sección de la vuelta (A1 y B1). Moldes de la sección de la vuelta ya cortados y pulidos, siendo una subrectangular (A2) y subredondeada (B2). Escala gráfica de 1cm. Imagen hecha por Ovando-Figueroa.

Los ejemplares del Cerro Chino estudiados en este trabajo y los contramoldes elaborados con Ultrasil fueron fotografiados con el fin de ilustrarlos. Este proceso de fotografiado pretende resaltar la ornamentación con ayuda del contraste que se genera entre zonas iluminadas y no iluminadas. Para lograr este enfatizado se empleó una técnica de blanqueado que consiste en cubrir el ammonite con cloruro de amonio, o sal de amonio, la cual se caracteriza por ser intensamente blanca (Fig. 35). Este procedimiento inicia con la colocación de cloruro de amonio en el interior de un tubo de pyrex engrosado de un extremo para hacer caber una cierta cantidad de esta sustancia. El tubo de pyrex ya con la sal en su interior se calienta provocando que la sal pase del estado sólido al estado gaseoso, proceso conocido como sublimación. La misma presión del vapor hace que este salga proyectado hacia adelante pues el extremo opuesto del tubo se tapa permitiendo conducir así todo el gas hacia una sola dirección. Este vapor es dirigido hacia los ejemplares los cuales son cubiertos por el cloruro de amonio que al entrar en contacto con la superficie más fría del ammonite se adhiere a la misma pasando de nuevo al estado sólido. Esto le confiere al ammonite un color blanco de forma uniforme. La homogeneidad de color obtenida ayuda a resaltar los elementos ornamentales de la concha de forma muy notoria gracias al contraste que se genera entre las zonas iluminadas y las sombreadas conseguidas con ayuda de una o dos fuentes de luz (Fig. 34), en la mayoría de los casos. La sal de amonio después se elimina fácilmente con agua pues es altamente soluble. Las fotografías se realizan siempre con una escala gráfica para disponer de un control del tamaño del ejemplar.



Figura 34: Fotografías comparativas de *Immunitoceras* sp. parcialmente blanqueado, izquierda, y completamente blanqueado, derecha, con sal de amonio. Escala gráfica 1cm.

Después del fotografiado de los ammonites se inicia el proceso de edición digital empleando el programa Adobe Photoshop CS6. Esta edición incluye el reescalado de la imagen, continuando con el borrado del fondo y pasar la imagen a escala de grises para su mejor apreciación, y durante el realizado de las respectivas láminas se homogenizan y corrigen los tonos de gris entre fotografías (Fig. 35). Debido a que el borrado del fondo elimina la escala gráfica con la que fue fotografiado el ammonite se dibuja una adicional que respeta la escala original y que no será afectada por la posterior edición de la foto. Esta nueva escala servirá para el posterior reescalado de la imagen que puede ser hecha a tamaño real o a un tamaño mayor al original en caso de que el ejemplar sea muy pequeño. Ya realizado lo anterior se lleva a cabo la desaturación de la imagen (=escala de grises) para una mejor apreciación de la ornamentación. Sin embargo durante el proceso de fotografiado la luz empleada para realzar la ornamentación no suele ser exactamente la misma en todos los ejemplares. El último paso en la realización de una lámina es volver lo más uniformemente posible los tonos de grises de las diferentes fotografías. Esto se logra aumentando o disminuyendo digitalmente el brillo y contraste de los ejemplares más oscuros y más brillantes obteniéndose así un tono de gris más homogéneo en toda la lámina.

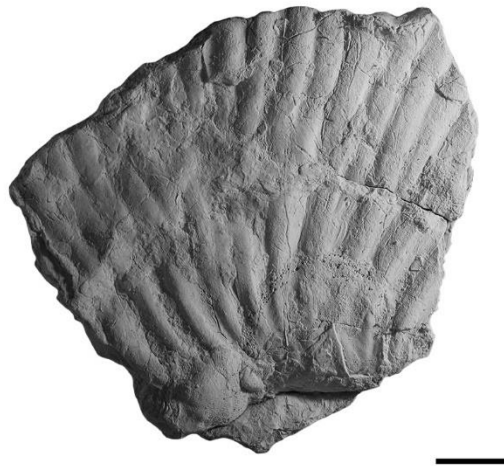


Figura 35: Fotografía de *Immunitoceras* sp. editada completamente en escala de grises. Escala gráfica 1cm.

Para la determinación de los ejemplares a nivel de familia y género se utilizó la última edición de Wright *et al.*, 1996 "Treatise of Invertebrate Paleontology". Para la identificación de los géneros endémicos de México y el sur de Estados Unidos tales como *Kazanskyella*, *Immunitoceras* y *Huastecoceras* fue necesario la consulta de bibliografía sobre ammonites americanos como los trabajos de Scott, 1940, Stoyanow, 1949 y Cantú-Chapa C.M., 1976. Para la determinación a nivel de especie se han empleado biografía específica de México y el sur de Estados Unidos: Burckhardt, 1925, Scott, 1940,

Humphrey, 1949, Stoyanow, 1949, Young, 1974, Cantú-Chapa C.M., 1976, Barragan, 2001, Barragán y Maurrasse, 2008, Moreno-Bedmar *et al.*, 2015, entre otros.

Para realizar una mejor determinación taxonómica se consultaron ejemplares tipo, holotipos, lectotipos, así como otros especímenes de especial interés para su comparación con los ammonites estudiados en el presente trabajo. Este material procede de las colecciones nacionales como la IGM e internacionales como son las BEG y UMMP. Por otro lado se utilizó material que actualmente se encuentra en estudio de la región de Lampazos (AS). El material más completo y destacable de las diferentes colecciones fue fotografiado para la comparación y análisis de su ornamentación y, en algunos casos, la línea de sutura.

9.- Abreviaturas empleadas

IGM= Museo María del Carmen Perrilliat Montoya, Colección Nacional de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM, México D.F.

BEG= Bureau of Economic Geology de la University of Texas.

UMMP= University of Michigan, Museum of Paleontology.

CC= Cerro Chino, Estado de Chihuahua

AS= Agua Salada, región de Lampazos, Estado de Sonora.

10.- Resultados taxonómicos

Se colectaron un total de 50 ammonites en la localidad estudiada, los cuales son listados con su correspondiente siglación e identificación en el anexo 1. Únicamente en tres ejemplares la mala conservación y condición fragmentaria impidió una identificación más allá de la clase Ammonoidea. El análisis taxonómico de estos ejemplares ha permitido determinar para la sección de Cerro Chino siete géneros y cuatro especies los cuales se listan a continuación.

Phyllum Mollusca Linné, 1754

Clase Cephalopoda Leach, 1817

Orden Ammonoidea Zittel, 1884

Suborden Ammonitida Hyatt, 1889

Superfamilia Ancylocerataceae Gill, 1871

Familia Ancyloceratidae Gill, 1871

Subfamilia Ancyloceratinae Gill, 1871

Género *Huastecoceras* Cantú-Chapa C.M., 1976

***Huastecoceras?* sp.**

Suborden Ancyloceratina Wiedmann, 1966

Superfamilia Douvilleicerataceae Parona & Bonarelli, 1897

Familia Douvilleiceratidae Parona & Bonarelli, 1897

Subfamilia Douvilleiceratinae Parona & Bonarelli, 1897

Género *Eodouvilleiceras* Casey, 1961

***Eodouvilleiceras* sp.**

Género *Douvilleiceras* Grossouvre, 1894

***Douvilleiceras* sp.**

Superfamilia Deshayesitaceae Stoyanow, 1949

Familia Parahoplitidae Spath, 1922

Subfamilia Acanthohoplitinae Spath, 1922

Género *Hypacanthoplites* Spath, 1923

***Hypacanthoplites* sp.**

***Hypacanthoplites?* sp.**

Género *Immunitoceras* Stoyanow, 1949

***Immunitoceras* cf. *umbilicostatus* Scott, 1940**

***Immunitoceras* sp.**

Superfamilia Deshayesitaceae Stoyanow, 1949

Familia Parahoplitidae Spath, 1922

Subfamilia Parahoplitinae Spath, 1922

Género *Kazanskyella* Stoyanow, 1949

***Kazanskyella minima* Scott, 1940**

***Kazanskyella* cf. *minima* Scott, 1940**

***Kazanskyella* cf. *spathi* Stoyanow, 1949**

Género *Quitmanites* Scott, 1940

***Quitmanites ceratitosus* Scott, 1940**

***Quitmanites* sp.**

10.1.- Análisis taxonómico

A continuación se presenta el listado taxonómico en extenso con las características sistemáticas y morfológicas de los géneros y especies de ammonites reconocidos en la localidad de Cerro Chino:

Superfamilia Ancylocerataceae Gill, 1871

Familia Ancyloceratidae Gill, 1871

Subfamilia Ancyloceratinae Gill, 1871

Género *Huastecoceras* Cantú-Chapa C.M., 1976

Especie tipo: *Crioceras trispinosoides* Burckhardt, 1925, p. 42, Lám. 7, figs. 24-26.

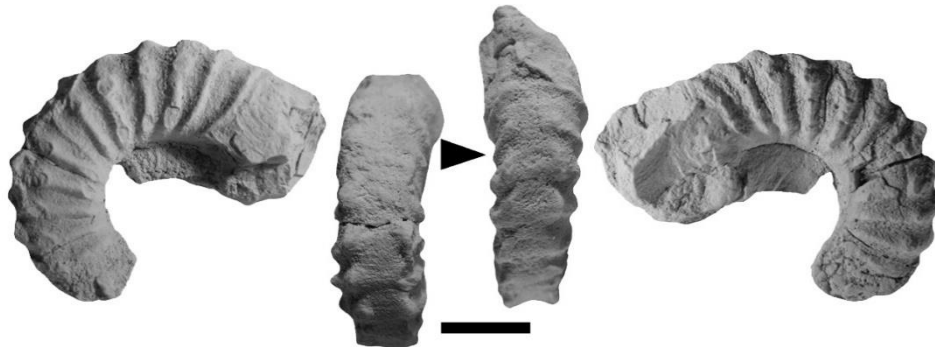


Figura 36: Holotipo de *Huastecoceras trispinosoides*, vistas laterales y ventrales del ejemplar IGM-1896. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Ovando-Figueroa.

Diagnosis: Concha de enrollamiento evolutivo con sección de vuelta subcuadrangular. Zona ventral aplanada al igual que los flancos. La ornamentación está constituida por unas fuertes costillas rectirradiadas espaciadas entre sí. Algunas especies pueden presentar algunas costillas secundarias menos marcadas que las primarias. Las costillas presentan dos filas de tubérculos, un flanco ventral y otro ventral además de la presencia de bullas incipientes.

Especies pertenecientes al género: *Huastecoceras trispinosoides* (Burckhardt, 1925), *Huastecoceras? durangense* (Burckhardt, 1925) y *Huastecoceras? mexicanum* (Imlay, 1940).

Discusión: El género *Huastecoceras* Cantú-Chapa C.M., 1976 es muy similar a los ancylocerátidos en lo que respecta a la ornamentación con las tres filas de tubérculos. Sin embargo, difiere en enrollamiento evolutivo que posee *Huastecoceras* al contrario de *Ancyloceras* que es un ammonite de tipo heteromorfo. Hay dos especies que posiblemente deban asignarse al género *Huastecoceras* (*Huastecoceras? durangense* y *Huastecoceras? mexicanum*, Fig. 37), actualmente estas formas están siendo objeto de revisión.



Figura 37: Holotipo de *Huastecoceras? mexicanum*, vistas laterales y ventrales del ejemplar UMMP-17715. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Moreno-Bedmar.

En trabajos de campo que se han estado realizando en la región de Lampazos del Estado de Sonora se han hallado ejemplares que muestran las características del género *Huastecoceras* (Fig. 38), mostrando únicamente algunas diferencias que parecen tener valor a nivel de especie. A pesar de que a nivel genérico estas formas sonorenses parecen ser perfectamente atribuibles al género *Huastecoceras* creemos que las mismas deben ser objeto de revisión pues hay una diferencia de edad con las formas de *Huastecoceras* anteriormente mencionadas. El rango de la especie *Huastecoceras trispinosoides* es de la parte terminal del Aptiano inferior y parte basal del Aptiano superior (Cantú-Chapa C.M., 1976, Moreno-Bedmar *et al.*, 2013 y Moreno Bedmar *et al.*, 2015). En cambio tanto las formas sonorenses como las encontradas en Cerro Chino parecieran estar restringidas a un intervalo estratigráfico en torno el límite Aptiano-Albiano. La falta de registro de *Huastecoceras* entre la base del Aptiano superior y el techo del mismo (en torno el límite Aptiano-Albiano) abre la posibilidad de que en realidad se trate de una convergencia morfológica con los Cheloniceratidos por ello denominamos a estas formas del Aptiano superior terminal como *Huastecoceras* con un interrogante. Si esta hipótesis es correcta los *Huastecoceras?* del Aptiano superior terminal serían atribuibles a un nuevo género.

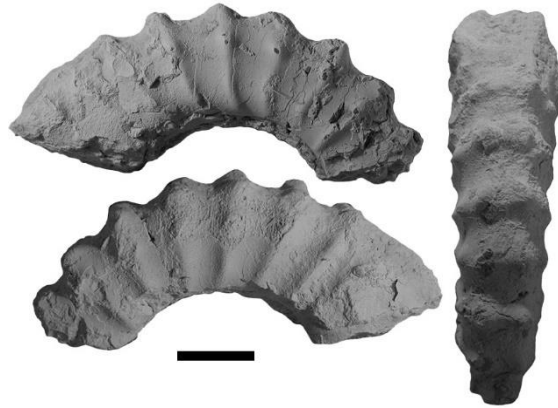


Figura 38: *Huastecoceras?* sp. vistas laterales y ventrales del ejemplar AS-3-1. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Ovando-Figueroa.

Distribución geográfica: México, estados de: Durango, Nuevo León, Puebla, Chihuahua, Sonora.

Distribución cronoestratigráfica: parte terminal del Aptiano inferior a parte baja del Aptiano superior y Aptiano superior terminal muy cercano al límite Aptiano-Albiano

Huastecoceras? sp.
Lámina 4, figuras A, D, F

Material: Se colectaron cuatro ejemplares en forma de moldes externos calizos, uno rodado, CC-R4-1, y tres en el cuarto nivel, CC-4-4, CC-4-5, CC-4-7.

Descripción: concha evoluta con sección de la vuelta cuadrangular. Flancos y región ventral aplanados. La ornamentación consiste en costillas rectirradiadas y gruesas con dos filas de tubérculos laterales y una tercera en la zona ventrolateral. Las costillas están bien espaciadas confiriendo ello una baja densidad de costulación.

Discusión: los ejemplares a pesar de su conservación permiten observar los caracteres principales del género *Huastecoceras* tales como el trazado rectilíneo de las costillas, la baja densidad de costulación y las tres filas de tubérculos. Sin embargo, tal como se ha comentado anteriormente ponemos un interrogante a la asignación genérica debido a que se trata de una forma del Aptiano superior terminal.

Distribución geográfica: México: Estado de Chihuahua.

Distribución cronoestratigráfica: Aptiano superior terminal muy cercano al límite Aptiano-Albiano.

Superfamilia Douvilleicerataceae Parona & Bonarelli, 1897

Familia Douvilleiceratidae Parona & Bonarelli, 1897

Subfamilia Douvilleiceratinae Parona & Bonarelli, 1897

Género *Eodouvilleiceras* Casey, 1961

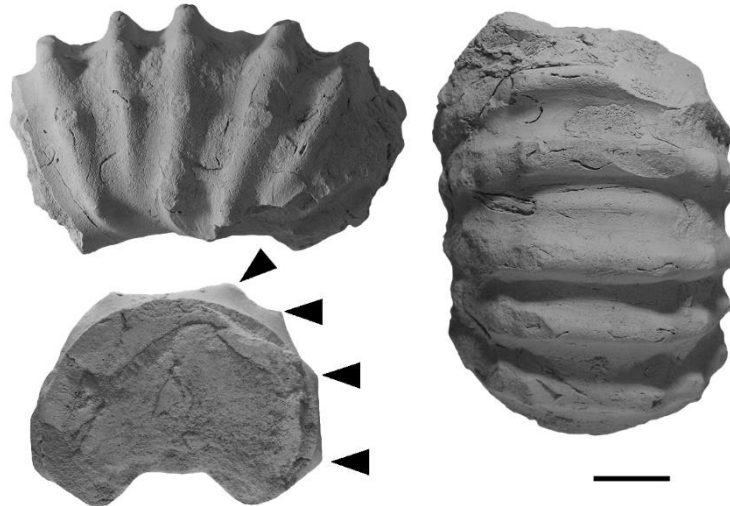


Figura 39: Ejemplar de *Eodouvilleiceras* sp. procedente del estado de Sonora, vista lateral, ventral y de la sección de la vuelta. Los triángulos señalan las diferentes filas de tubérculos. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Ovando-Figueroa.

Especie tipo: *Douvilleiceras horridum* Riedel, 1938, p. 29, Lám. 6, figs. 1-2.

Diagnosis: concha semi-involuta y sección de la vuelta poligonal. Zona ventral redondeada al igual que los flancos. Costillas primarias predominantes pero raramente presenta costillas secundarias. Las costillas primarias poseen tres filas de tubérculos, umbilicales, en medio del flanco y flanco ventrales, siendo los más débiles los umbilicales. Los tubérculos ventrales son de tipo mamilar y a medida que los ejemplares crecen empiezan a diferenciarse hasta un máximo de tres tubérculos. Las costillas en la región ventral se atenúan.

Especies pertenecientes al género: *Eodouvilleiceras adkinsi* Scott, 1940, *Eodouvilleiceras aphanasievi* Egoian, 1969, *Eodouvilleiceras badkhyzicum* Urmanova, 1962, *Eodouvilleiceras clansayense* Jacob, 1905, *Eodouvilleiceras extenuatum* Egoian, 1969, *Eodouvilleiceras horridum* Riedel, 1938, *Eodouvilleiceras kumaense* Matsumoto & Tamura, 1982, *Eodouvilleiceras matsumotoi* Obata, 1969, *Eodouvilleiceras pedrocarvajai* Etayo-Serna, 1979, *Eodouvilleiceras planum* Eristavi, 1955, *Eodouvilleiceras? submammilatum* Eristavi, 1955, *Eodouvilleiceras subquadratum* Kvantaliani & Sharikadze

in Kotetishvili *et al.*, 2005, *Eodouvilleiceras tequendamai* Etayo-Serna, 1979 y *Eodouvilleiceras trituberculatum* Sakharova, 1985.

Discusión: *Eodouvilleiceras* difiere de *Epicheloniceras* Casey, 1961 por la forma en que los tubérculos se desarrollan, ya que en *Eodouvilleiceras* son tubérculos mamilares que permanecen unidos hasta estadios ontogenéticos subadultos donde se separan formando una o dos filas adicionales de tubérculos que son usualmente del mismo tamaño. En el caso de *Epicheloniceras* los tubérculos están bien diferenciados desde un inicio, y los tubérculos ventrales son los más grandes. Otra diferencia es que en las macroconchas del género *Epicheloniceras* las costillas secundarias son muy abundantes, cosa que no sucede en el género *Eodouvilleiceras*. También es muy destacable que la característica de la depresión sifonal del género *Epicheloniceras* nunca está presente en *Eodouvilleiceras*.

Distribución geográfica: California, noreste del Cáucaso, Colombia, Daguestán, Francia, Georgia, Turkmenistán, Venezuela.

Distribución cronoestratigráfica: Aptiano superior a Albiano inferior.

Eodouvilleiceras sp.
Lámina 2, figura B.

Material: se colectó un único ejemplar fragmentario numerado como CC-4A-3, el cual es un molde interno calizo.

Descripción: concha evoluta. La ornamentación consiste en costillas primarias con tres filas de tubérculos visibles intercalándose escasas costillas secundarias sin tubérculos. Las costillas primarias son rectas y no muy robustas. Los tubérculos de las costillas primarias se hallan en la zona umbilical, en medio del flanco y en posición flanco-ventral. Los interespacios son más grandes que las costillas confiriéndole esto una baja densidad de costulación.

Discusión: a pesar de ser tan fragmentario, la prácticamente ausencia de costillas secundarias y la presencia de únicamente tres filas de tubérculos en el flanco permite atribuir este ejemplar al género *Eodouvilleiceras*. La posición estratigráfica de este ejemplar en torno al límite Aptiano-Albiano es congruente con la asignación genérica del mismo.

Distribución geográfica: México: Estado de Chihuahua.

Distribución cronoestratigráfica: Aptiano superior terminal muy cercano al límite Aptiano-Albiano.

Superfamilia Douvilleicerataceae Parona & Bonarelli, 1897

Familia Douvilleiceratidae Parona & Bonarelli, 1897

Subfamilia Douvilleiceratinae Parona & Bonarelli, 1897

Género *Douvilleiceras* Grossouvre, 1894

Especie tipo: *Ammonites mammillatus* Schlotheim, 1813, p. 111.

Diagnosis: concha semi-evoluta con una sección de vuelta de poligonal a circular. En estadios ontogenéticos juveniles la sección de la vuelta es poligonal y se va tornando de forma progresiva a una sección de la vuelta circular a medida que los ejemplares crecen. Zona ventral redondeada a ligeramente aplanada con laterales convexos. La ornamentación consiste en costillas fuertes en los laterales que van atenuándose en la región ventral. En la región ventral la mayoría de las especies presenta una depresión sifonal. Las costillas poseen de seis a ocho pares de tubérculos de tipo mamilar. Poseen costillas secundarias menos robustas que las primarias y sin tubérculos. En ejemplares adultos de grandes dimensiones la tuberculación se pierde por completo.

Especies pertenecientes al género: *Douvilleiceras abozagloi* Etayo-Serna, 1979, *Douvilleiceras albense* Spath, 1923c, *Douvilleiceras alternans* Casey, 1962, *Douvilleiceras aurarium* Anderson, 1938, *Douvilleiceras benonae* Besaire, 1936, *Douvilleiceras charshangense* Mirzoyev, 1967, *Douvilleiceras cheloniceratiforme* Tavani, 1949, *Douvilleiceras clementium* d'Orbigny, 1941, *Douvilleiceras cuchillence* Scott, 1940, *Douvilleiceras? dunalpi* Scott, 1940, *Douvilleiceras euzebioi* Maury, 1937, *Douvilleiceras inaequicostatum* Chiriach, 1981, *Douvilleiceras inaequinodum* Quenstedt, 1846, *Douvilleiceras? irregulare* Stahlecher, 1935, *Douvilleiceras ivernoisi* Coquand, 1866, *Douvilleiceras leightonense leightonense* Casey, 1962, *Douvilleiceras leightonense pringlei* Casey, 1962, *Douvilleiceras magnodosum* Casey, 1962, *Douvilleiceras mammillatum aequinodum* Quenstedt, 1846, *Douvilleiceras mammillatum baylei* Spath, 1923c, *Douvilleiceras mammillatum mammillatum* von Schlotheim, 1813, *Douvilleiceras mammillatum praecox* Casey, 1962, *Douvilleiceras monile* Sowerby, 1816, *Douvilleiceras multinodosum* Rhein Hubach, 1931, *Douvilleiceras? muralense* Stoyanow, 1949, *Douvilleiceras offarcinatum* White, 1887, *Douvilleiceras orbigny* Hyatt, 1903, *Douvilleiceras paucicostatum* Parona & Bonarelli, 1897, *Douvilleiceras perchoisense* Destombes, 1979, *Douvilleiceras pseudinaequinodum* Collingnon, 1963, *Douvilleiceras postulosum* Casey, 1962, *Douvilleiceras quitmanense* Scott, 1940, *Douvilleiceras reesidei*, Scott, 1940, *Douvilleiceras restitutum* Anderson, 1938, *Douvilleiceras rex* Scott, 1940, *Douvilleiceras scabrosum* Casey, 1962, *Douvilleiceras sergipense* Beurlen, 1969, *Douvilleiceras solitae* d'Orbigny, *Douvilleiceras spathi* Scott, 1940, *Douvilleiceras spiniferum* Whiteaves, 1876, *Douvilleiceras spinosum* Tavani, 1942, *Douvilleiceras*

subleightonense Mirzoyev, 1976, *Douvilleiceras tarapacaense* Etayo-Serna, 1979 y *Douvilleiceras variable* Tavany, 1949.

Discusión: *Douvilleiceras* posee similitudes en la ornamentación con *Eodouvilleiceras*, ya que los dos géneros poseen tubérculos de tipo mamilar en la región ventral, sin embargo, en *Douvilleiceras* los tubérculos son más numerosos tanto en el flanco como en la región ventral. Y así como tienen similitudes poseen diferencias sustanciales, debido a que *Douvilleiceras* posee frecuentemente costillas secundarias, contrario al género *Eodouvilleiceras* en donde son escasas. Por último las especies del género *Douvilleiceras* casi siempre presentan una depresión sifonal mientras que en los *Eodouvilleiceras* esta característica nunca está presente.

Distribución geográfica: norte de Alemania, Angola, noreste de Brasil, Bulgaria, Cárpatos Ucranianos, Cáucaso norte, Cerdeña, Colombia, Crimea, Egipto, Francia, Georgia, India, Madagascar, Mangyshlak (Kazakstán), México, Sur de Inglaterra, Pakistan, Perú, Suiza, Turkmenistán, Estados Unidos de América (Texas), Venezuela.

Distribución cronoestratigráfica: Albiano inferior y parte inferior del Albiano medio.

Douvilleiceras sp.
Lámina 3, figuras B, C1-2

Material: se colectaron dos ejemplares rodados y fragmentarios de este género procedentes de la Formación Coyame los cuales están conservados en caliza y numerados como CC-RC-1 y CC-RC-4.

Descripción: de concha evoluta y sección de la vuelta redondeada. La región ventral y los flancos están redondeados. La ornamentación consiste en costillas primarias y secundarias. Las costillas primarias son rectas y robustas, poseyendo dos filas de tubérculos en los flancos, una umbilical y tres filas ventrolaterales. Las costillas secundarias se originan en el tercio inferior son finas, rectas y no poseen tubérculos. Ambos tipos de costillas cruzan la zona ventral de forma recta y perdiendo fuerza, siendo fácilmente distinguibles entre sí, ya que las primarias poseen tubérculos y una ligera depresión en la región sifonal, contrario de las secundarias donde esto no sucede. Posee una baja densidad de costulación ya que los interespacios son casi del mismo grueso que las costillas.

Discusión: a pesar de su condición fragmentaria los ejemplares pueden ser asignados al género *Douvilleiceras* por las numerosas filas de tubérculos que poseen. Otra característica son las costillas secundarias, que son bastante claras en el ejemplar de mayor tamaño y de intercalado constante, lo cual les distingue del género *Eodouvilleiceras* el cual casi no presenta costillas secundarias.

Distribución geográfica: México: Estado de Chihuahua.

Distribución cronoestratigráfica: Albiano inferior.

Superfamilia Deshayesitaceae Stoyanow, 1949

Familia Parahoplitidae Spath, 1922

Subfamilia Acanthohoplitinae Spath, 1922

Género *Hypacanthoplites* Spath, 1923

Especie tipo: *Acanthoceras milletianum* (d'Orbigny) var. *plesiotypica* Fritel, 1906, p. 254, fig. 2.

Diagnosis: Concha semi-evoluta a semi-involuta con una sección de la vuelta de rectangular a oval. Durante la ontogenia la sección de la vuelta cambia de formas poligonales (subcuadrangular a rectangular) a formas ovales en ejemplares adultos. Región ventral aplanada. Los flancos son también planos, hecho que permite diferenciar claramente la región ventral de los flancos. Posee costillas primarias y secundarias intercaladas. Las costillas pueden ser de rectilíneas a falciformes según la especie y en general presentan engrosamientos umbilicales y adelgazan rápidamente en el flanco. Existen especies con una, dos y raramente tres costillas secundarias intercaladas. Las costillas pasan por la zona ventral de manera recta y no se distinguen entre primarias y secundarias. En las vueltas iniciales posee tubérculos laterales en medio del flanco que desaparecen rápidamente.

Especies pertenecientes al género: *Hypacanthoplites anglicus anglicus* Casey, 1950, *Hypacanthoplites anglicus audax* Casey, 1950, *Hypacanthoplites anglicus rigidus* Casey, 1999, *Hypacanthoplites asper* Glazunova, 1953, *Hypacanthoplites asper spissa* Glazunova, 1953, *Hypacanthoplites bakeri* Scott, 1940, *Hypacanthoplites bifrons* Saveliev, 1973, *Hypacanthoplites? buloti* Latil, 2011, *Hypacanthoplites burckhardti* Breistroffer, 1947, *Hypacanthoplites chihuahuaensis* Young, 1974 (Fig. 40), *Hypacanthoplites clavatus* Fritel, 1906, *Hypacanthoplites clavatus evanidus* Breistroffer, 1947, *Hypacanthoplites clavatus monocostatus* Casey, 1965, *Hypacanthoplites comalensis* Scott, 1940, *Hypacanthoplites orrugatus* Casey, 1965, *Hypacanthoplites cragini* Scott, 1940 (Fig. 41), *Hypacanthoplites discoidalis* Chiriac, 1982, *Hypacanthoplites? dognaliciae* Etayo-Serna, 1979, *Hypacanthoplites elegans* Fritel, 1906, *Hypacanthoplites evolutus* Sinzow, 1908, *Hypacanthoplites falloti* Besaire & Collignon, 1962, *Hypacanthoplites hanovrensis* Collet, 1907, *Hypacanthoplites hirtzi* Collignon, 1962, *Hypacanthoplites incognitus* Kvantaliani, 1974, *Hypacanthoplites inflatus* Sornay, 1955, *Hypacanthoplites inflatus betieri* Sornay, 1955, *Hypacanthoplites jacobi* Collet, 1907, *Hypacanthoplites jacobi obsoleus* Breistroffer, 1947, *Hypacanthoplites jacobi presulus* Glazunova, 1953, *Hypacanthoplites karlukensis* Luppov, 1961, *Hypacanthoplites kawakamii* Obata & Futakami, 1992, *Hypacanthoplites kopetdaghensis* Glazunova, 1953, *Hypacanthoplites leanze* Huphrey, 1949, *Hypacanthoplites*

malgachensis Breistroffer in Besaire, 1936, *Hypacanthoplites mananae* Kvantaliani, 1974, *Hypacanthoplites microtuberculatus* Egoian, 1969, *Hypacanthoplites milletianus* d'Orbigny, 1841, *Hypacanthoplites milletoides* Casey, 1961^a, *Hypacanthoplites newintony* Casey, 1965, *Hypacanthoplites rodosicostatus* Fritel, 1906, *Hypacanthoplites rolaniformis* Glazunova, 1953, *Hypacanthoplites paucicostatus* Breistroffer, 1953, *Hypacanthoplites peroni* Jacob, 1905, *Hypacanthoplites plsiotypicus* Fritel, 1906, *Hypacanthoplites pricei* Casey, 1965, *Hypacanthoplites propinquus* Casey, 1965, *Hypacanthoplites quitmanensis* Scott, 1940, *Hypacanthoplites restricus* Egoian, 1965, *Hypacanthoplites? robertii* Latil, 2011, *Hypacanthoplites rochi* Breistroffer, 1974, *Hypacanthoplites rubricosus papillosus* Casey, 1950, *Hypacanthoplites rubricosus rubricosus* Casey, 1950, *Hypacanthoplites rubricosus tenuiformis* Casey, 1950, *Hypacanthoplites rugosus* Scott, 1940, *Hypacanthoplites sarasini* Collet, 1907, *Hypacanthoplites sellardsi* Scott, 1940, *Hypacanthoplites shepherdii* Casey, 1965, *Hypacanthoplites sigmoidalis* Casey, 1965, *Hypacanthoplites simmsi* Forbes, 1845, *Hypacanthoplites sinzowi* Roch, 1927a, *Hypacanthoplites spathi* Dutertre, 1938, *Hypacanthoplites subcurnuerianus* Shimzu, 1931, *Hypacanthoplites subelegans* Breistroffer in Besaire, 1936, *Hypacanthoplites trivialis cauwillensis* Destombes, Juignet & Rioult, 1974, *Hypacanthoplites trivialis trivialis* Breistroffer, 1947, *Hypacanthoplites tscharlokensis* Glazunova, 1953, *Hypacanthoplites tuberculatus* Egoian, 1969, *Hypacanthoplites turgidus* Chiriach, 1981, *Hypacanthoplites uhligi* Anthula, 1900, *Hypacanthoplites uhligi sekiskhanensis* Glazunova, 1953 e *Hypacanthoplites xizangensis* Chao, 1976.

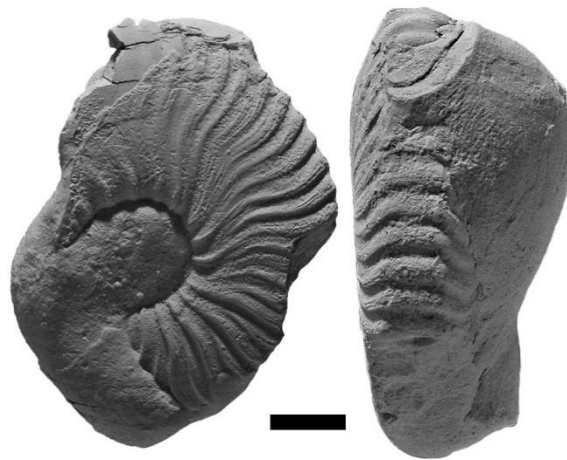


Figura 40: Holotipo de *Hypacanthoplites chihuahuensis*, vista lateral y ventral del ejemplar UT-44613. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Keith Minor.

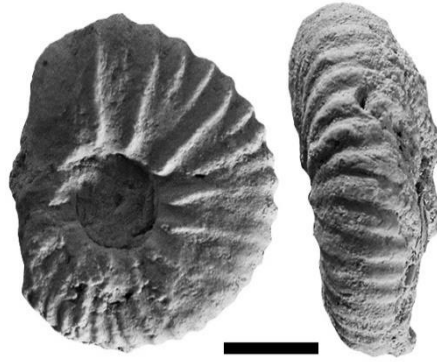


Figura 41: Holotipo de *Hypacanthoplites cragini*, vista lateral y ventral del ejemplar BEG-21798. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Keith Minor.

Discusión: El género *Hypacanthoplites* es muy parecido al género *Acanthohoplites* Sinzow, 1949 por el tipo de concha y ornamentación que poseen en su forma adulta. Siendo distinguibles entre sí por la zona ventral la cual es redondeada en *Acanthohoplites* mientras que *Hypacanthoplites* es aplanada. Otra diferencia está en la presencia de tubérculos laterales, los cuales están muy desarrollados en *Acanthohoplites* mientras que en *Hypacanthoplites* estos no son tan marcados y desaparecen en las primeras etapas de la ontogenia, al contrario de *Acanthohoplites* quien los mantiene durante más tiempo. En realidad existe una discusión intensa sobre el género *Hypacanthoplites* debido a que se cree que al menos dos géneros de la subfamilia Acanthohoplitinae han sido incorrectamente colocados dentro del mismo debido al parecido morfológico de sus formas adultas. Sin embargo, son fácilmente diferenciables en ejemplares juveniles donde es bastante claro la presencia o no de tubérculos laterales, siendo esta la característica diagnóstica para identificar al auténtico género *Hypacanthoplites* el cual posee dichos tubérculos laterales. En América no se conoce bien la ontogenia de *Hypacanthoplites* por lo que se maneja la concepción de este género en el sentido amplio.

Distribución geográfica: África del norte, Norte de Alemania, Bulgaria, Crimea, Cáucaso Norte, Colombia, Daguestán, Francia, Georgia, Inglaterra, Irán, Madagascar, Mangyshlak (Kazakstán), México, Turkmenistán, Tajikistan, Estados Unidos de América (California, Texas).

Distribución cronoestratigráfica: parte terminal del Aptiano superior - Albiano inferior.

Hypacanthoplites sp.

Lámina 1, figura E; Lámina 2, figuras D, E; Lámina 4, figura C.

Material: se colectaron cinco ejemplares fragmentarios conservados en material calizo encontrados en el cuarto nivel y numerados como CC-4A-1, CC-4-1, CC-4-2, CC-4-4, CC-4-6.

Descripción: sección de la vuelta rectangular más alta que ancha. Zona ventral y flancos aplanados. La ornamentación consiste en costillas primarias y secundarias. Las primarias son finas en un inicio ganando rápidamente robustez y anchura con lo que poseen un aspecto ligeramente espatular. El trazado de las costillas es ligeramente flexuoso. Las costillas secundarias nacen en la mitad de los flancos con una apariencia similar a las primarias presentando también una ligera flexión. El intercalamiento de las costillas es muy regular con una relación 1:1. Ambos tipos de costillas pasan por la zona ventral rectilíneamente y sin perder fuerza y no son distinguibles entre sí. Los interespacios son ligeramente más pequeños que las costillas confiriéndole una densidad de costulación alta.

Discusión: los ejemplares colectados en general son muy fragmentarios y no pueden ser determinados a nivel de especie. Sin embargo la atribución al género *Hypacanthoplites* no es problemática debido a la presencia de la región ventral aplanada claramente bien diferenciada de los flancos y su ornamentación típica de los acanthoplítidos. La posición estratigráfica de estos ejemplares es coherente con la asignación de los mismos al género *Hypacanthoplites*.

Distribución geográfica: México: Estado de Chihuahua.

Distribución cronoestratigráfica: en torno al límite Aptiano-Albiano.

Hypacanthoplites? sp.

Lámina 2, figuras A, C, G; Lámina 4, figura E.

Material: se colectaron cuatro ejemplares fragmentarios conservados en material calizo encontrados en el segundo y cuarto nivel y numerados como CC-2-1, CC-2-2, CC-2-3, CC4A-2.

Descripción: se infiere que la sección de la vuelta rectangular más alta que ancha. La ornamentación consiste en costillas primarias y secundarias. De flancos aplanados. Las primarias son finas en un inicio ganando rápidamente robustez, de aspecto ligeramente espatular. Las costillas tienen un trazado ligeramente flexuoso. Las costillas secundarias nacen en la mitad de los flancos de apariencia similar a las primarias. El intercalamiento de las costillas es irregular. Los interespacios son ligeramente más anchos que las costillas confiriéndole una densidad de costulación baja.

Discusión: los ejemplares colectados son muy fragmentarios y no pueden ser determinados a nivel de especie. Pero pueden ser atribuidos al género *Hypacanthoplites* ya que comparte la ornamentación y posición estratigráfica. Sin embargo, a esta

atribución se le coloca un interrogante puesto que es dudosa ya que no es posible observar la región ventral aplanada que es un importante elemento diagnóstico en este género.

Distribución geográfica: México: Estado de Chihuahua.

Distribución cronoestratigráfica: en torno al límite Aptiano-Albiano.

Superfamilia Deshayesitaceae Stoyanow, 1949

Familia Parahoplitidae Spath, 1922

Subfamilia Acanthohoplitinae Spath, 1922

Género *Immunitoceras* Stoyanow, 1949

Especie tipo: *Immunitoceras immunitum*, Stoyanow, 1949, p. 117, Lám. 20, fig. 8-15.

Diagnosis: De concha evoluta a involuta, sección de la vuelta redondeada en vueltas iniciales pasando a ser ovalada en ejemplares subadultos o adultos. La región ventral es redondeada a ligeramente cóncava y con flancos ligeramente curvados. La ornamentación consiste en costillas primarias y secundarias, ambas de trazado inicial robusto perdiendo fuerza conforme se acercan a la región ventral. Además tienen una ligera flexión en su trazado. El intercalado es generalmente regular en relación primarias y secundarias en 1:2. Presentan bullas muy marcadas y alargadas junto con una alta densidad de costulación siendo estas características muy particulares de este género.

Especies pertenecientes al género: *Immunitoceras? anthulai* (Kazansky, 1914), *Immunitoceras? compressum* (Kazansky, 1914), *Immunitoceras immunitum* Stoyanow, 1949, *Immunitoceras pruvostsi* Cantú-Chapa, 1963, *Immunitoceras? trinitensis* Scott, 1940 (Fig. 42 y 43), *Immunitoceras umbilicostatus* Scott, 1940 e *Immunitoceras? whitneyi* Scott, 1940.

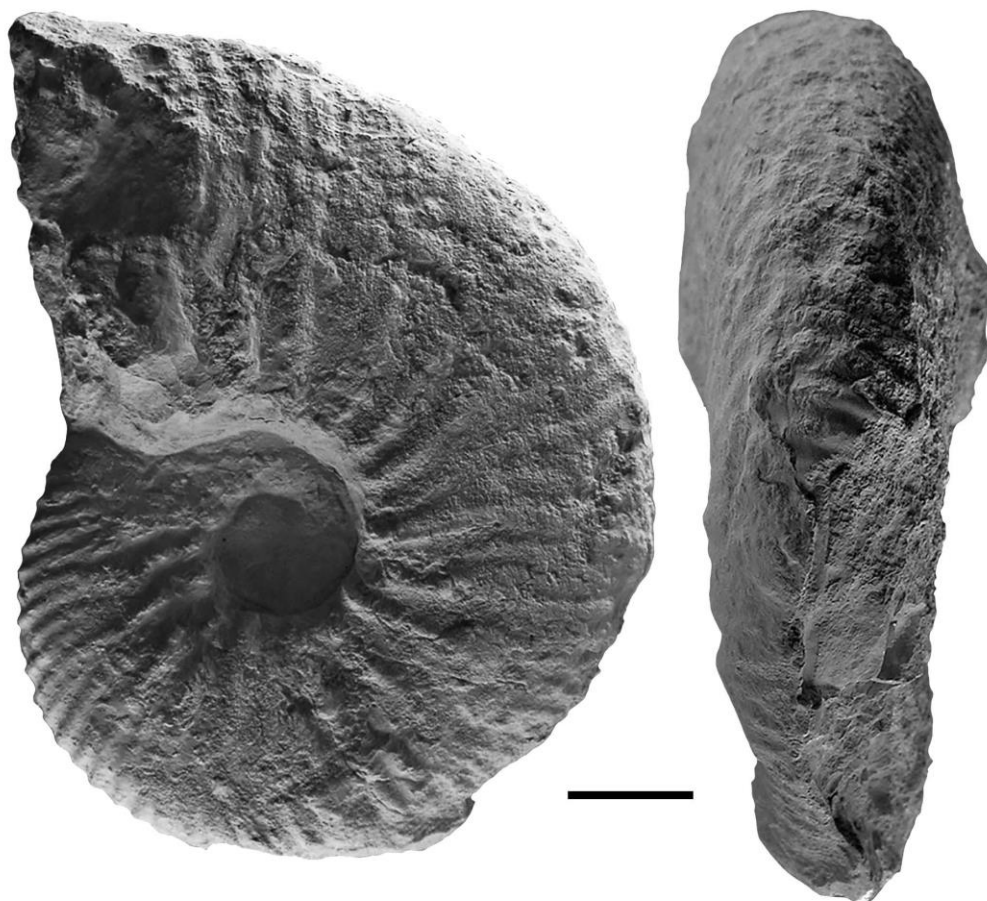


Figura 42: Holotipo de *Immunitoceras trinitensis*, vista lateral y ventral del ejemplar BEG-34848. Escala gráfica 2cm. Imagen hecha por Keith Minor.

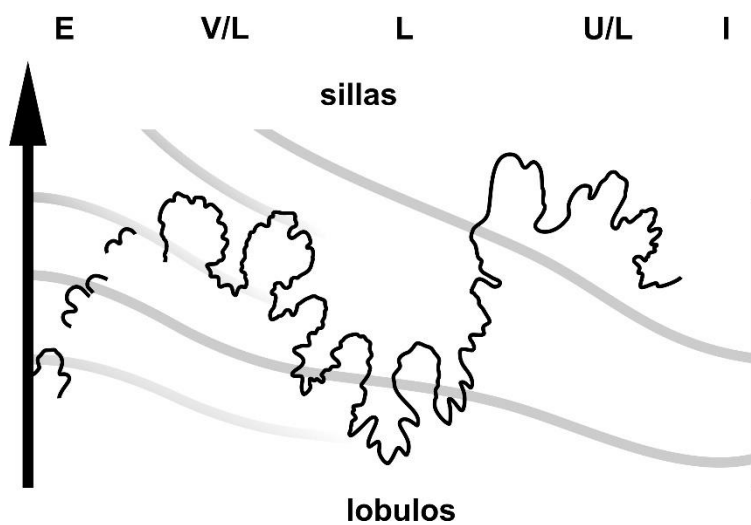


Figura 43: Línea de sutura del holotipo de *Immunitoceras trinitensis* BEG-34848 dibujada a un diámetro de 132 mm. Imagen hecha por Keith Minor.

Discusión: aunque el género *Immunitoceras* es muy similar a *Hypacanthoplites* en la forma de la concha se pueden distinguir por la forma de la sección de la vuelta, siendo ovalada para *Immunitoceras* y rectangular en *Hypacanthoplites*. También se puede observar que las costillas son menos marcadas en *Immunitoceras* y que en *Hypacanthoplites* son más desarrolladas. La diferencia más notable entre ambos géneros es la presencia de bullas, que en *Immunitoceras* están a lo largo de todo su desarrollo ontogenético mientras que *Hypacanthoplites* solo las presenta en sus etapas juveniles. También es destacable que muchas especies de *Hypacanthoplites* en estadios ontogenéticos juveniles presentan además de estas bullas tubérculos laterales y ventrolaterales los cuales no están nunca presentes en el género *Immunitoceras*.

En la diagnosis del género *Immunitoceras* se señala que las conchas pueden ser tanto evolutas como involutas. Esta característica se observa en muchos géneros de la familia Parahoplitidae y posiblemente sea debido a la presencia de dimorfismo sexual morfodimensional. Las conchas más evolutas sería atribuibles a microconchas y las más involutas a macroconchas.

Distribución geográfica: Estados Unidos de América: Arizona, Texas y México: Sonora y Chihuahua.

Distribución cronoestratigráfica: Aptiano superior.

Immunitoceras cf. *umbilicostatus* Scott, 1940

Lámina 1, figuras A, F, G, J; Figura 44

1940* *Parahoplites umbilicostatus* Scott, p. 1029, Lám. 62, fig. 8, pi. 63, fig. 10.

1963 *Peñaceras umbilicatus* Cantú-Chapa, p. 55.

1974 *Hypacanthoplites umbilicostatus* Young, Lám. 13, fig. 1, 6, text-fig. 6b (=Scott, 1940, Lám. 62, fig. 8, Lám. 63, fig. 10), non Lám. 16, fig. 8 (= ?*Neodeshayesites inti*)

2002 *Neodeshayesites umbilicostatus* Robert, p. 169, Lám. 25, fig. 1 (=Scott, 1940, Lám. 63, fig. 10), figs. 2, 3, 4, 5, 6, Lám. 27, fig. 1.

2002 *Neodeshayesites umbilicostatus* Robert *et al.*, p. 270, Lám. 4, fig. 1 (=Robert, 2002, Lám. 25, fig. 2)

2005 *Neodeshayesites umbilicostatus* Robert & Bulot, p. 612, fig. 3.1, 3.2, fig. 3.3 (=Robert, 2002, Lám. 25, fig. 2), fig. 3.4, fig. 3.5, 3.6, 3.7 (=specimen Robert, 2002, Lám. 25, fig. 4, 5)

2013 *Neodeshayesites umbilicostatus* Klein & Bogdanova, p. 206.

Holotipo: *Parahoplites umbilicostatus* Scott, 1940, p. 1029, Lám. 62, fig. 8, Lám. 63, fig. 10.

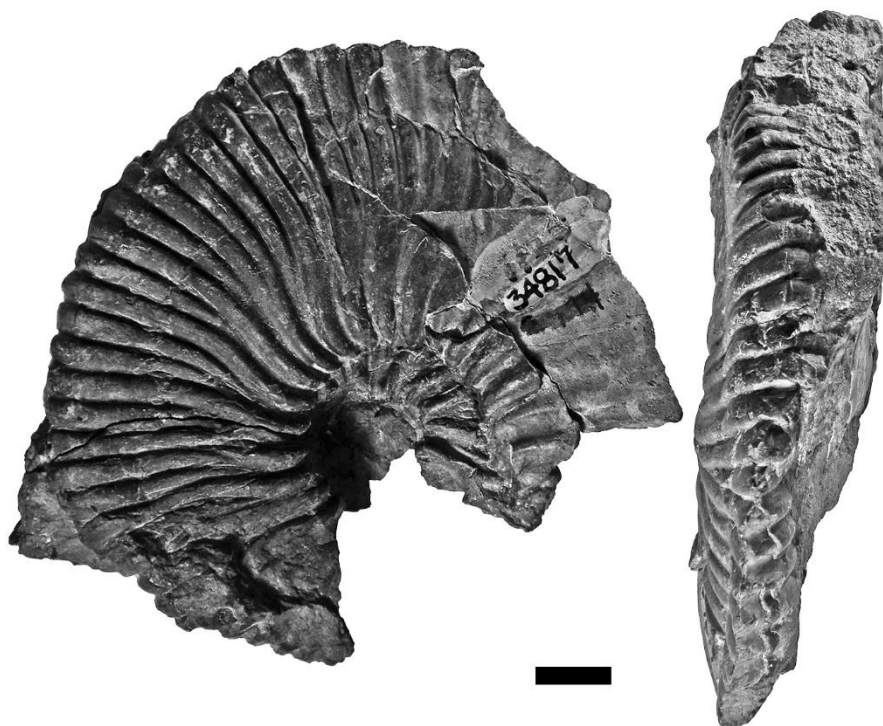


Figura 44: Holotipo de *Immunitoceras? umbilicostatus*, vista lateral y ventral del ejemplar BEG-34817. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Keith Minor.

Material: se recolectaron cuatro ejemplares fragmentarios y aplastados del primer estrato, numerados como CC-1-1, CC-1-18, CC-1-19, CC-1-22. Los ejemplares están conservados como moldes internos calcáreos. La mayoría de ejemplares conservan la concha recristalizada en calcita negra debido a la gran cantidad de materia orgánica.

Descripción: concha involuta y sección de la vuelta ovalada más alta que ancha. La región ventral es redondeada y los flancos son ligeramente convexos, lo que le da la apariencia ovalada a la concha. La ornamentación consiste en costillas primarias y secundarias. Las costillas primarias son ligeramente flexuosas, su trazado inicia desde la zona umbilical siendo robustas en un inicio y perdiendo fuerza gradualmente. Las costillas secundarias son flexuosas y nacen a la mitad y del tercio inferior de los flancos estando muy cerca de las primarias dando apariencia de que se bifurcan. El intercalado es irregular y es posible hallar dos o tres costillas secundarias entre las primarias. Ambos tipos de costillas cruzan la zona ventral sin poder distinguirse una de otra. Presentan bullas alargadas, los interespacios son más estrechos que las costillas confiriéndole una alta densidad de costulación.

Discusión: Los ejemplares colectados a pesar de su estado fragmentario y que se hallan aplastados pudieron ser asociados al género *Immunitoceras* sin problema ya que conservan la sección de la vuelta tipo ovalada y la presencia de bullas bien desarrolladas.

Las características ornamentales de la costulación se corresponde a la especie *Immunitoceras umbilicostatus*. Especialmente la alta densidad de costulación que posee es una característica a nivel específico muy diagnóstica.

Distribución geográfica: México: Sonora y Chihuahua.

Distribución cronoestratigráfica: Aptiano superior.

Immunitoceras sp.
Lámina 3, figura A1-3; Figura 45.

Material: se recolectó un ejemplar ligeramente meteorizado y conservado en material calcáreo rodado cerca del primer estrato numerado como CC-R1-6.

Descripción: concha evoluta y sección de la vuelta ovalada ligeramente más alta que ancha. La región ventral es redondeada al igual que los flancos. La ornamentación consiste en costillas primarias y secundarias. Las costillas primarias son ligeramente flexuosas, su trazado inicia desde la zona umbilical siendo robustas en la región flanco umbilical y perdiendo fuerza gradualmente hacia la zona flancoventral. Las costillas secundarias son de forma y apariencia similar a las primarias naciendo a la mitad de los flancos. El intercalado de las costillas primarias con las secundarias es irregular. Ambos tipos de costillas cruzan la zona ventral sin poder distinguirse entre sí. Presentan bullas alargadas con interespacios estrechos dando como resultado una mayor densidad de costulación. La línea de sutura (Fig. 53) muestra la silla ventral muy desarrollada tal como sucede con la especie *I. trinitensis* (Fig. 51) pero difiere en que la silla ventral también amplia se divide en dos menores en el ejemplar aquí estudiado (Fig. 53).

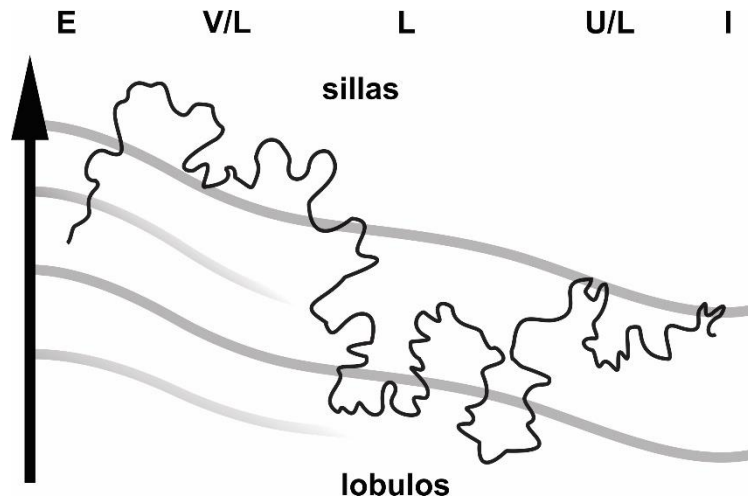


Figura 45: Línea de sutura del ejemplar de *Immunitoceras* sp., CC-R1-6. Dibujada a una en una sección de vuelta de 40 mm. Imagen hecha por Ovando-Figueroa.

Discusión: el ejemplar colectado no pudo ser identificado a nivel de especie por su estado fragmentado y estar bastante desgastado. Pero si se puede apreciar la concha evoluta y una sección de la vuelta ovalada. Aunque las costillas primarias y secundarias están muy desgastadas todavía se puede ver buena parte del trazado de las mismas, además de apreciarse de forma bastante clara la presencia de bullas. Por estos caracteres el ejemplar puede ser atribuido al género *Immunitoceras*, sin embargo por el desgaste que posee no puede ser asignado con seguridad a ninguna de las especies conocidas de este género.

Distribución geográfica: México: Chihuahua.

Distribución cronoestratigráfica: Aptiano superior.

Superfamilia Deshayesitaceae Stoyanow, 1949

Familia Parahoplitidae Spath, 1922

Subfamilia Parahoplitinae Spath, 1922

Género *Kazanskyella* Stoyanow, 1949

Nueva especie tipo: *Kazanskyella minima* Scott, 1940, p. 1060, Lám. 66, fig. 2, Lám. 67, Fig. 7, text-fig. 172. El ejemplar tipo se refigura a continuación en la Figura 46.

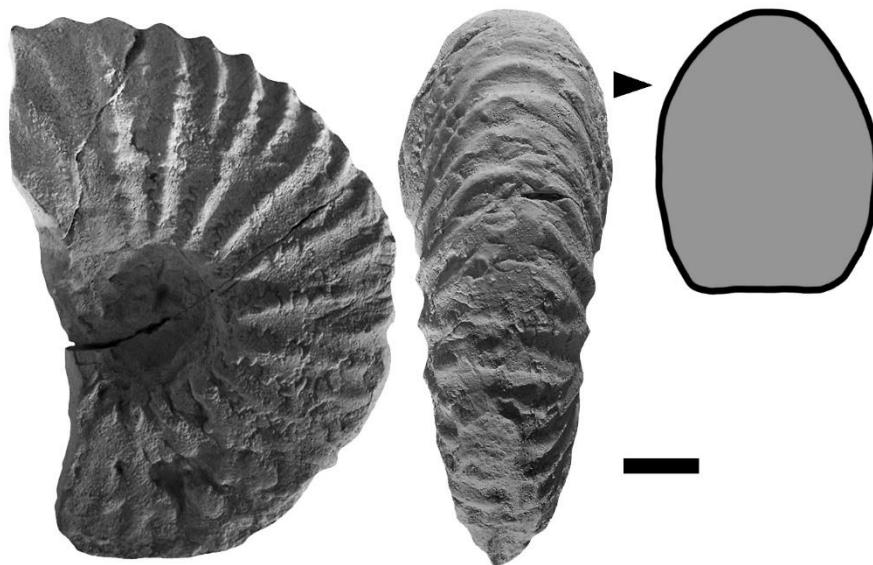


Figura 46: Holotipo de *Kazanskyella minima*, vista lateral y ventral del ejemplar BEG-34287 con una ilustración de su sección de la vuelta. Escala gráfica 1 cm. Imagen hecha por Keith Minor.

Diagnosis: Concha involuta con sección de la vuelta generalmente subredondeada a elíptica con su espesor máximo localizado en torno al medio del flanco. Zona ventral redondeada, flancos de ligeramente redondeados a planos. De costillas habitualmente robustas, rectirradiadas a ligeramente falciformes. En la zona ventral las costillas primarias y secundarias no se diferencian entre sí. Las costillas cuando cruzan la región ventral presentan una flexión hacia la zona de apertura de la concha. La línea de sutura es asimétrica a la altura de los lóbulos laterales.

Especies pertenecientes al género: *Kazanskyella minima* Scott, 1940, *Kazanskyella spathi* Stoyanow, 1949 (Fig. 47) y *Kazanskyella? cuchillensis* Scott, 1940 (Fig. 48).

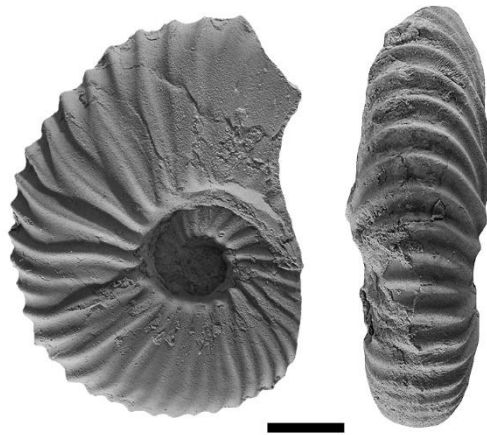


Figura 47: *Kazanskyella spathi*, vista lateral y ventral del ejemplar UT-44573. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Keith Minor.

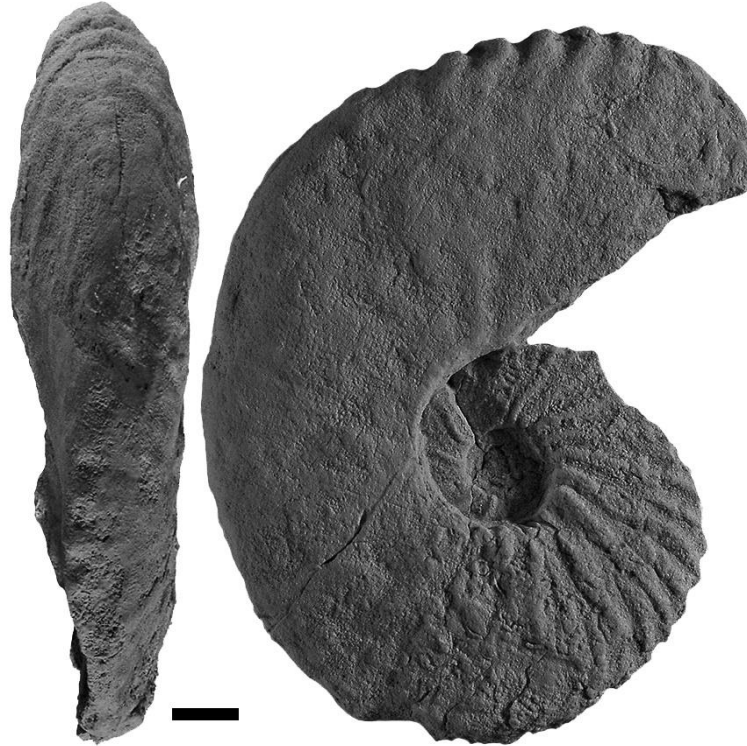


Figura 48: Holotipo de *Kazanskyella? cuchillensis*, vista lateral y ventral del ejemplar BEG-34822. Escala gráfica 2cm. Imagen hecha por Keith Minor.

Discusión: *Kazanskyella* difiere de *Parahoplites* Anthula, 1899 en la sección de la vuelta que es más redondeada en *Kazanskyella* quien, además, tiene la máxima anchura en torno a la mitad del flanco, mientras que en *Parahoplites* se localiza a la altura de la región umbilical. El patrón de costulación es muy similar entre ambos géneros diferenciándose en que las costillas son más rectas y la densidad de costulación es generalmente menor en el género *Kazanskyella*. La línea de sutura también es un elemento diferenciador ya que en *Parahoplites* la línea de sutura es simétrica en todo su trazado y menos compleja (Fig. 49) que *Kazanskyella* (Fig. 50) la cual es de trazado asimétrico.

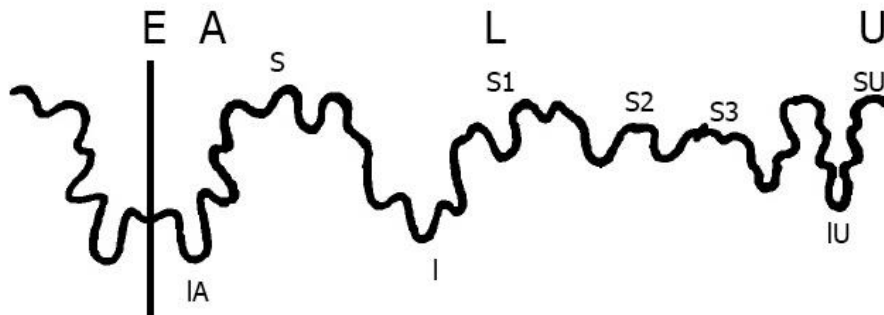


Figura 49: Línea de sutura de *Parahoplites melchioris*. Imagen modificada de Mikhalova, 1957.

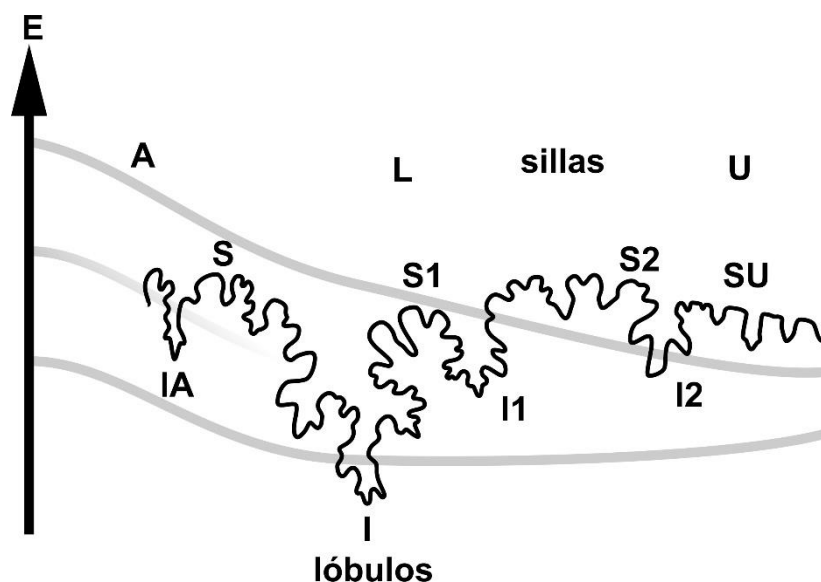


Figura 50: Línea de sutura de *Kazanskyella spathi*, ejemplar UT-44573, dibujada a 48 mm. de diámetro. Imagen hecha por Keith Minor.

En 1964 Casey sinonimiza, debido a su gran similitud morfológica y por su proximidad geográfica a *Sonneratia minima* Scott, 1940, *Kazanskyella arizonica* Stoyanow, 1949 y *Kazanskyella spathi* Stoyanow, 1949 bajo el nombre de *Kazanskyella minima*. Young, 1974 está parcialmente de acuerdo difiriendo únicamente con Casey en que *Kazanskyella spathi* es una especie válida debido a que tiene características suficientes para diferenciarse de *Kazanskyella minima*. En esta tesis las observaciones taxonómicas (sustentadas con la comparación de los ejemplares de Cerro Chino versus ejemplares de varias colecciones, algunos de ellos tipo) concuerdan con las observaciones realizadas por Young (1974) donde *Kazanskyella minima* y *Kazanskyella spathi* se consideran especies diferentes. Hay que destacar que al considerar Casey, Young y yo mismo que *Kazanskyella arizonica* Stoyanow, 1949 es sinónima de *Kazanskyella minima* Scott, 1940 esto plantea un problema con la especie tipo del género *Kazanskyella* pues esta era *Kazanskyella arizonica*. En este trabajo se enmienda la especie tipo del género proponiéndose emplear a *Kazanskyella minima*.

Distribución geográfica: México, Estados Unidos de América.

Distribución cronoestratigráfica: Aptiano superior.

Kazanskyella minima Scott, 1940
Lámina 2, figuras I1-3; figuras 46, 51

1925 *Parahoplites* aff. *milletianus* Burckhardt, p. 21, Lám. 3, figs. 17-19.

1940* *Sonneratia minima* Scott, p. 1060, Lám. 66, Fig. 2, Lám. 67, Fig. 7, text-fig. 172.

- 1949 *Kazanskyella arizonica* Stoyanow, p. 100, Lám. 17, figs. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.
- 1965 *Kazanskyella minima* Casey, text-fig. 145a, 145b (=Scott, 1940, Lám. 66, fig. 2, Lám. 67, fig. 7).
- 1974 *Kazanskyella minima* Young, p. 201, Lám. 16, fig. 4, 5, 6, text-fig. 5b, 5g (= espécimen Scott, 1940, Lám. 66, fig. 2, Lám. 67, fig. 7), text-fig. 5f.
- 1996 *Kazanskyella arizonica* Wright *et al.*, p. 277, fig. 216: 1a, 1b, 1c (= Stoyanow, 1949, Lám. 17, fig. 5, 6, 8).
- 2000 *Kazanskyella cf. arizonica* Barragan, p. 128, Lám 58, fig. 14.
- 2008 *Kazanskyella aff. arizonica* Barragán & Maurrasse, p. 153, fig. 3h.

Holotipo: Por designación original *Sonneratia minima* Scott, p. 1060, Lám. 66, fig. 2, Lám. 67, Fig. 7, text-fig. 172, el ejemplar se encuentra depositado en el Bureau of Economic Geology, Austin, Texas, número de registro BEG-34287 (Figs. 46 y 51).

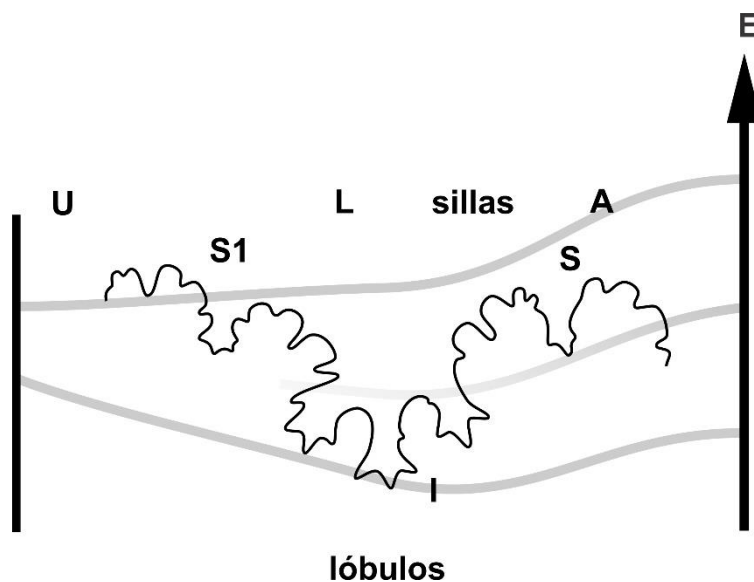


Figura 51: Línea de sutura del holotipo de *Kazanskyella minima*, BEG-34287, dibujada a un diámetro de 70 mm. Imagen hecha por Keith Minor.

Material: se colectaron cuatro ejemplares pertenecientes al estrato número uno y el último es un ejemplar rodado que se halló muy cerca a este primer nivel, numerados como CC-1-4, CC-1-7, CC-1-8, CC-1-20, CC-R1-4. Los especímenes son fragmentos de moldes internos calcáreos con la concha original recristalizada en calcita negra debido a la abundante presencia de materia orgánica.

Descripción: concha involuta, con una sección de la vuelta redondeada (Lám. 2, fig. 13). La anchura máxima de la sección de la vuelta está en torno a la mitad de los flancos. La zona ventral es redondeada al igual que los flancos confiriéndole esto la forma tan característicamente redondeada de la sección de la vuelta. La ornamentación consiste en costillas rectilíneas primarias y secundarias (Lám. 2, fig. 11). Las costillas primarias nacen de la zona umbilical siendo destacable su robustez. En la zona ventral tanto las primarias como las secundarias presentan una curvatura hacia la zona de apertura de la concha y no se diferencian entre sí (Lám. 2, fig. 12). Las costillas secundarias se originan en la mitad de los flancos siendo igual de robustas que las primarias y el intercalamiento con las costillas primarias siguen una relación de 1:1 (Lám. 2, fig. 1). Los interespacios entre las costillas son prácticamente del mismo ancho que las costillas y esto causa que el ammonite muestre una baja densidad de costulación.

Discusión: como se ha comentado anteriormente las especies *K. minima* y *K. arizonica* y *K. spathi* fueron sinonimizadas bajo la especie *K. minima* por Casey en 1964 y de forma parcial, por Young en 1974. Sin embargo Young (1974) expuso que *Kazanskyella spathi* y *Kazanskyella minima* si son especies diferentes. Este autor señala que la forma de la sección de la vuelta es muy diferente entre estas especies siendo subredondeada en *K. minima* y rectangular en *K. spathi*. También menciona que la ornamentación es diferente ya que las costillas en *Kazanskyella minima* son más rectilíneas, robustas y espaciadas que en *Kazanskyella spathi* quien posee una costulación menos marcada, ligeramente flexuosa y más densa. Las observaciones taxonómicas aquí realizadas que se fundamentan en el análisis y comparación de los ejemplares de Chihuahua, el holotipo *Kazanskyella minima* junto con ejemplares de *Kazanskyella spathi* de las colecciones de Austin concuerdan con las observaciones realizadas por Young, 1974. Debido a ello se puede asignar sin dudas que los ejemplares del Cerro Chino pertenecen a la especie *Kazanskyella minima*.

Distribución geográfica: Estados Unidos de América: Texas, Arizona, Nuevo México y México: Chihuahua.

Distribución cronoestratigráfica: Aptiano superior.

Kazanskyella cf. minima Scott, 1940
Lámina 4, figuras B1-2; Figura 52.

Material: se colecto un solo ejemplar muy fragmentario del molde interno calcáreo de una cámara de habitación rodada encontrada muy cerca del primer nivel siendo numerado como CC-R1-3.

Descripción: Concha involuta, con una sección de la vuelta subovalada. La zona ventral es redondeada con flancos actualmente aplanados pero esta característica podría ser debida a la deformación del ejemplar (Lám. 4, fig. B1). La ornamentación consiste en

costillas primarias y secundarias intercaladas en relación 1:1 (Lám. 4, fig. B2). Las costillas primarias nacen de la zona umbilical su trazado es rectilíneo y es destacable su robustez. Las costillas primarias y secundarias atraviesan la región ventral sin perder su robustez. Las costillas primarias y secundarias en vista ventral son indiferenciables (Lám. 4, fig. B1). Las costillas secundarias nacen en la mitad del flanco, el patrón de costillas primarias y secundarias es muy irregular existiendo únicamente una costilla secundaria entre cinco primarias. Los interespacios son más anchos que las costillas confiriéndole esto una baja densidad de costulación. En la parte más próxima a la apertura de la concha se observa que se adhirió un ostreido en el interior de la misma el cual reproduce la forma de parte de una costilla primaria (Fig. 53).



Figura 52: Fotografía de la cámara habitación del ejemplar CC-R1-3 (A). Se marca con un contorno rojo (B) la posición del ostreido encontrado en la cámara de habitación del ejemplar. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Ovando-Figueroa.

Discusión: El ejemplar conserva varias características similares a *Kazanskyella minima*, como la ornamentación basada en costillas primarias y secundarias de trazado recto y robusto, junto con la baja densidad de costulación observada pero difiere de esta especie en el patrón de costulación, relación costillas primarias y secundarias, siendo más irregular en este ejemplar. Sin embargo, al estar incompleto y deformado no se puede precisar la determinación a nivel de especie este ejemplar.

Distribución geográfica: México: Chihuahua.

Distribución cronoestratigráfica: Aptiano superior.

Kazanskyella cf. spathi Stoyanow, 1949
Lámina 2 figuras H1-2; Figuras 47, 50, 53

1949* *Sinzowiella spathi* Stoyanow, p. 100, Lám. 18, figs. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.

? 1949 *Sinzowiella* sp. Stoyanow, p. 103, Lám. 23, figs. 10, 11, 12, 13.

1974 *Kazanskyella spathi* Young, p. 202, Lám. 6, figs. 3, 9, Lám. 10, figs. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20, text-fig. 5i, 5p.

Holotipo: designado por Young, 1974, p. 202, al ejemplar figurado de *Sinzowiella spathi* Stoyanow, 1949, p. 100, Lám. 18, fig. 9.



Figura 53: Vista lateral, ventral y adoral de un ejemplar de *Kazanskyella spathi* UT-44576 de la Universidad de Texas. Escala gráfica 1 cm. Imagen hecha por Keith Minor.

Material: se colecto un solo ejemplar rodado encontrado muy cerca del primer nivel numerado como CC-R1-5. El espécimen es un molde interno de caliza negra debido a la gran cantidad de materia orgánica que contiene.

Descripción: concha involuta, con una sección de la vuelta subrectangular. La zona ventral es redondeada con flancos aplanados (Lám. 2, fig. H1). La ornamentación consiste en costillas primarias y secundarias. Las costillas primarias son ligeramente flexuosas y poco robustas (Lám. 2, fig. H1). Las costillas pasan por la región ventral flexionándose ligeramente hacia la zona de apertura, no distinguiéndose entre secundarias y primarias (Lám. 2, fig. H2). Presenta costillas secundarias que se originan generalmente en la mitad de los flancos y adquieren un aspecto similar a las primarias. El patrón de intercalado que tienen las primarias con las secundarias es irregular (Lám. 2, fig. H1). Los interespacios entre costillas son más estrechos que las costillas siendo la densidad de costulación alta.

Discusión: *Kazanskyella spathi* difiere de *Kazanskyella minima* en varios aspectos. El primero de ellos es la sección de la vuelta subrectangular, la cual es claramente diferente de la sección subredondeada de *Kazanskyella minima*. La otra desigualdad recae en el patrón de costulación, ya que la especie de Stoyanow muestra un patrón más irregular que la forma de Scott. *Kazanskyella spathi* posee una mayor densidad de costulación, siendo las costillas menos robustas y más flexuosas que *Kazanskyella minima*.

Distribución geográfica: Estados Unidos de América: Arizona, Texas y México: Chihuahua.

Distribución cronoestratigráfica: Aptiano superior.

Superfamilia Deshayesitaceae Stoyanow, 1949

Familia Parahoplitidae Spath, 1922

Subfamilia Parahoplitinae Spath, 1922

Género *Quitmanites* Scott, 1940

Especie tipo: *Quitmanites ceratitosus*, Scott, 1940, p. 1049, Lám. 64, fig. 5, 6, text-fig. 166.

Diagnosis: Concha evoluta con una sección de la vuelta redondeada. Zona ventral redondeada con flancos de redondeados a ligeramente aplanados. La ornamentación consiste en costillas primarias y secundarias, ambas de trazado ligeramente flexuoso y robusto. Las costillas secundarias se intercalan con las primarias regularmente en relación 1:2. En la región ventral las costillas primarias y secundarias son indiferenciables y pasan de forma rectilínea.

Especies pertenecientes al género: *Quitmanites ceratitosus* (Fig. 54) Scott, 1940, *Quitmanites? evolutus* Scott, 1940 y *Quitmanites? fosteri* Scott, 1940 (Fig. 55).

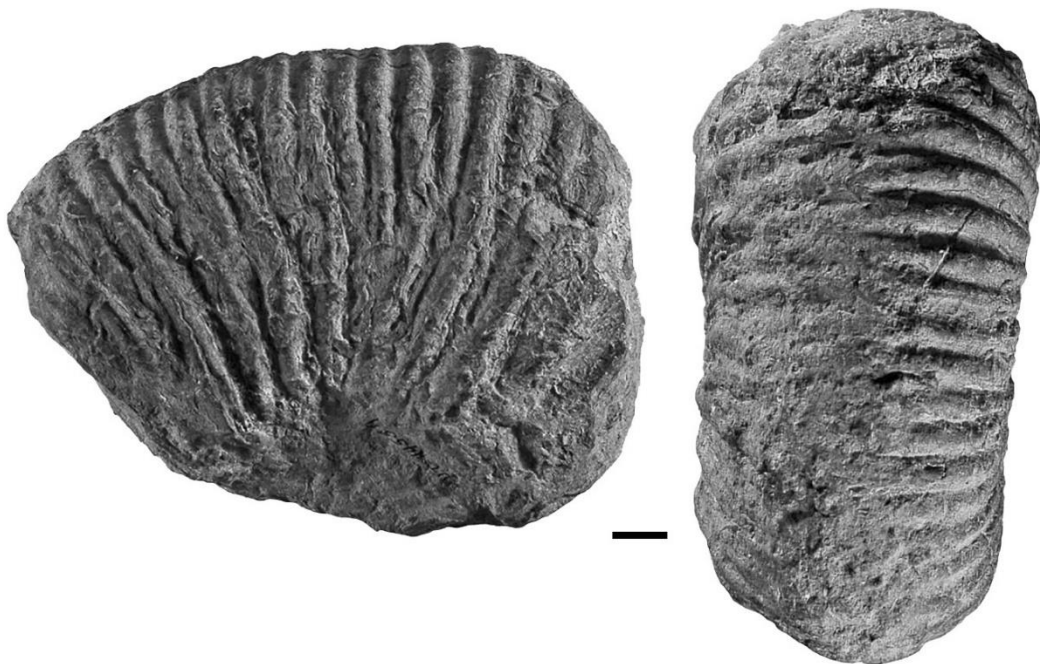


Figura 54: *Quitmanites ceratitosus*, vista lateral y ventral del ejemplar UT-44557. Escala gráfica 1cm. Imagen hecha por Keith Minor.

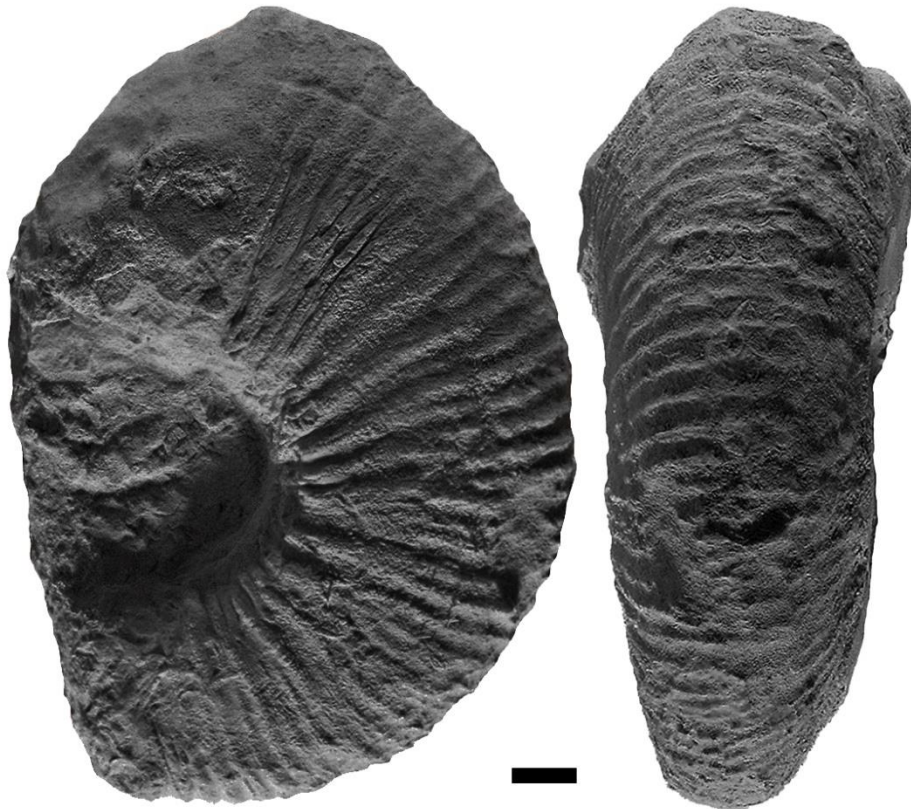


Figura 55: Holotipo de *Quitmanites fosteri*, vista lateral y ventral del ejemplar BEG-34826. Escala gráfica 1 cm. Imagen hecha por Keith Minor.

Discusión: El género *Quitmanites* es muy parecido a los géneros *Kazanskyella* y *Parahoplites* en la sección de la vuelta y la ornamentación. Sin embargo *Quitmanites* tiene una concha evoluta y generalmente con una sección de la vuelta subredondeada, en cambio *Kazanskyella* y *Parahoplites* tienen conchas más involutas con secciones de vueltas también subredondeadas pero más estrechas. Otra diferencia está en la ornamentación de *Quitmanites* quien posee generalmente costillas ligeramente flexuosas y mayor densidad de costulación que lo hace parecido a *Parahoplites* pero que lo distingue de *Kazanskyella*, quien tiene costillas más rectas y más espaciadas. Siendo la característica diagnóstica de este género la forma rectilínea en que las costillas cruzan la zona ventral, al contrario de *Kazanskyella* y *Parahoplites* que cuyas costillas en la región ventral presentan una ligera flexión.

Distribución geográfica: Estados Unidos de América: Texas y México: Chihuahua.

Distribución cronoestratigráfica: Aptiano superior y Albiano inferior.

Quitmanites ceratitosus Scott, 1940
Lámina 2, figuras F1-4; Figuras 54, 56, 57.

1940* *Quitmanites ceratitosus* Scott, p. 1049, Lám. 64, fig. 5, 6, text-fig. 166.

1974 *Quitmanites ceratitosus* Young, p. 224, Lám. 4, fig. 8, Lám. 7, fig. 7 (= Scott, 1940, Lám. 64, fig. 5, 6), Lám. 6, fig. 4, Lám. 7, fig. 2, text-fig. 2, text-fig. 7a (= Scott, 1940, text-fig. 166).

1996 *Quitmanites ceratitosus* Wright *et al.*, p. 277.

Holotipo: *Quitmanites ceratitosus* Scott, 1940 p. 1049, Lám. 64, fig. 5, 6, depositado en el Bureau of Economic Geology (BEG), Austin, Texas, registrado como BEG-34823.

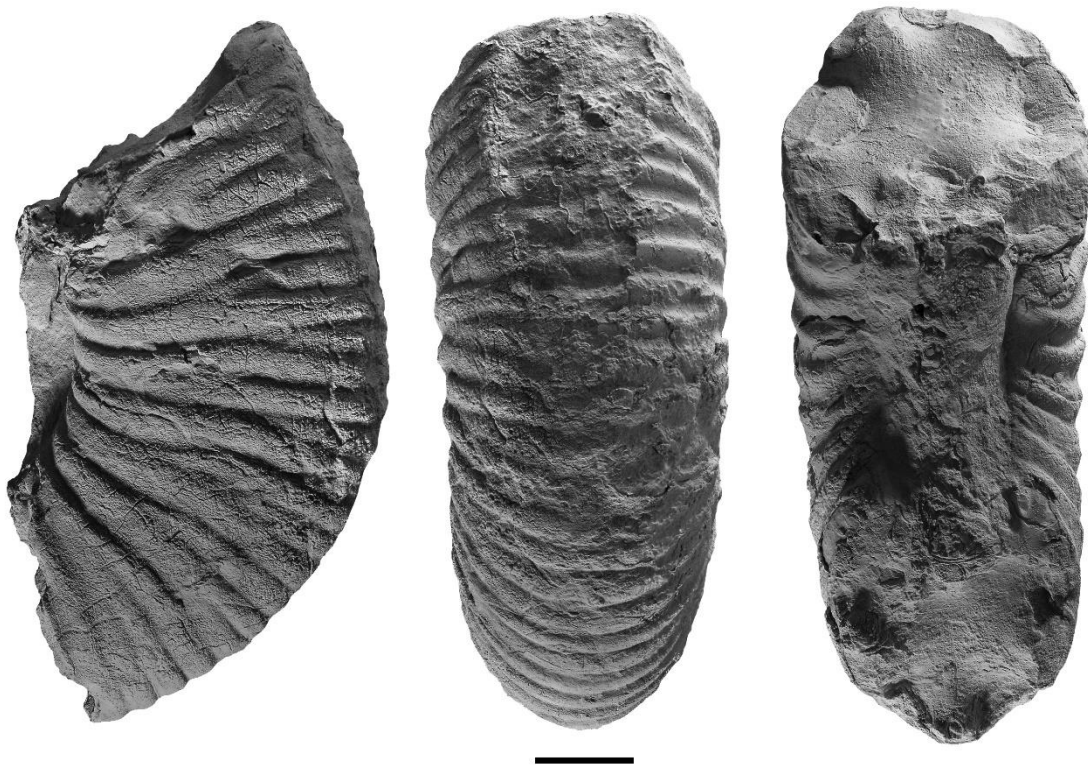


Figura 56: Holotipo de *Quitmanites ceratitosus*, vista lateral, ventral y dorsal del ejemplar BEG-34823. Escala gráfica 2cm. Imagen hecha por Keith Minor.

Material: un solo ejemplar rodado fue recolectado cerca de la base del primer nivel y numerado como CC-R1-1. El espécimen es un molde interno calcáreo ligeramente aplastado en la zona ventral.

Descripción: Concha evoluta, sección de la vuelta subrectangular (Lám. 2, fig. F4). Con la anchura máxima de la sección de la vuelta en la parte inferior de los flancos. La zona ventral es redondeada y los flancos están ligeramente aplanados (Lám. 2, fig. F3). La ornamentación consiste en costillas primarias y secundarias. Las primarias son ligeramente curvadas y poco robustas y en apariencia se bifurcan en la parte baja del flanco (Lám. 2, fig. F2). Las costillas primarias y secundarias atraviesan la región ventral de forma rectilínea y no se distinguen entre sí (Lám. 2, fig. F3). Las costillas secundarias se originan en la mitad del flanco tomando un aspecto similar a las primarias. Las costillas secundarias son de aparición irregular (Lám. 2, fig. F2). Los interespacios son más pequeños que las costillas dando una mayor densidad de costulación.

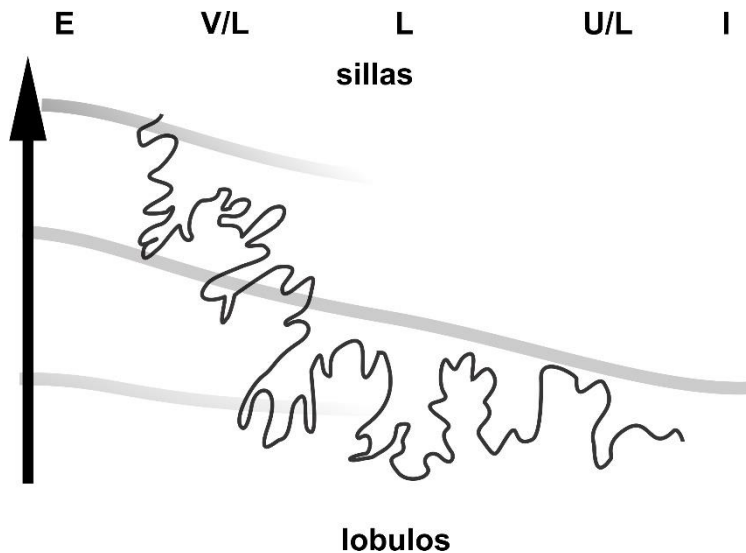


Figura 57: Línea de sutura del ejemplar de *Quitmanites ceratitosus*, CC-R1-1. Dibujada a una en una sección de vuelta de 32 mm. Imagen hecha por Ovando-Figueroa.

Discusión: el ejemplar a pesar de su conservación fragmentaria se pudo determinar hasta nivel de especie ya que conserva caracteres tanto del género, tales como una ornamentación flexuosa, densa y poco robusta, como específicos, como es la forma rectilínea en que las costillas cruzan por la zona ventral.

Distribución geográfica: Estados Unidos de América: Texas y México: Chihuahua

Distribución cronoestratigráfica: Aptiano superior.

Quitmanites sp.
Lámina 1, figuras I1-3

Material: se recolectó un solo ejemplar fragmentado rodado muy cerca del primer estrato, numerado como CC-R1-2. El espécimen es un molde calcáreo de la vuelta externa del organismo deformado en los laterales.

Descripción: Concha involuta, con una sección de la vuelta subrectangular (Lám. 1, fig. 13). La zona ventral es redondeada y los flancos aplanados (Lám. 1, fig. 12). La ornamentación consiste en costillas primarias y secundarias (Lám. 1, fig. 11). Las costillas primarias son rectas y poco robustas. Las costillas primarias y secundarias atraviesan la zona ventral de manera recta ganando robustez, aunque no se distinguen entre primarias y secundarias. Las costillas secundarias aparecen a la mitad de los flancos adquiriendo una apariencia similar a las primarias, el intercalamiento es regular en relación 1:1. Los interespacios son de tamaño similar a las costillas dando una baja densidad de costulación.

Discusión: el ejemplar posee características del género *Quitmanites* tales como costillas poco robustas, ligeramente flexuosas y que cruzan la región ventral de forma rectilínea. Sin embargo el ejemplar es muy fragmentario para poder determinarlo a nivel de especie por lo que se deja como *Quitmanites* sp.

Distribución geográfica: Estados Unidos de América: Texas y México: Chihuahua

Distribución cronoestratigráfica: Aptiano superior.

11.- Bioestratigrafía

El análisis bioestratigráfico de los 50 ejemplares procedentes de esta sección ha permitido identificar tres biozonas de ammonites y una subbiozona (Fig. 58). A continuación se detalla cada una de estas unidades bioestratigráficas.

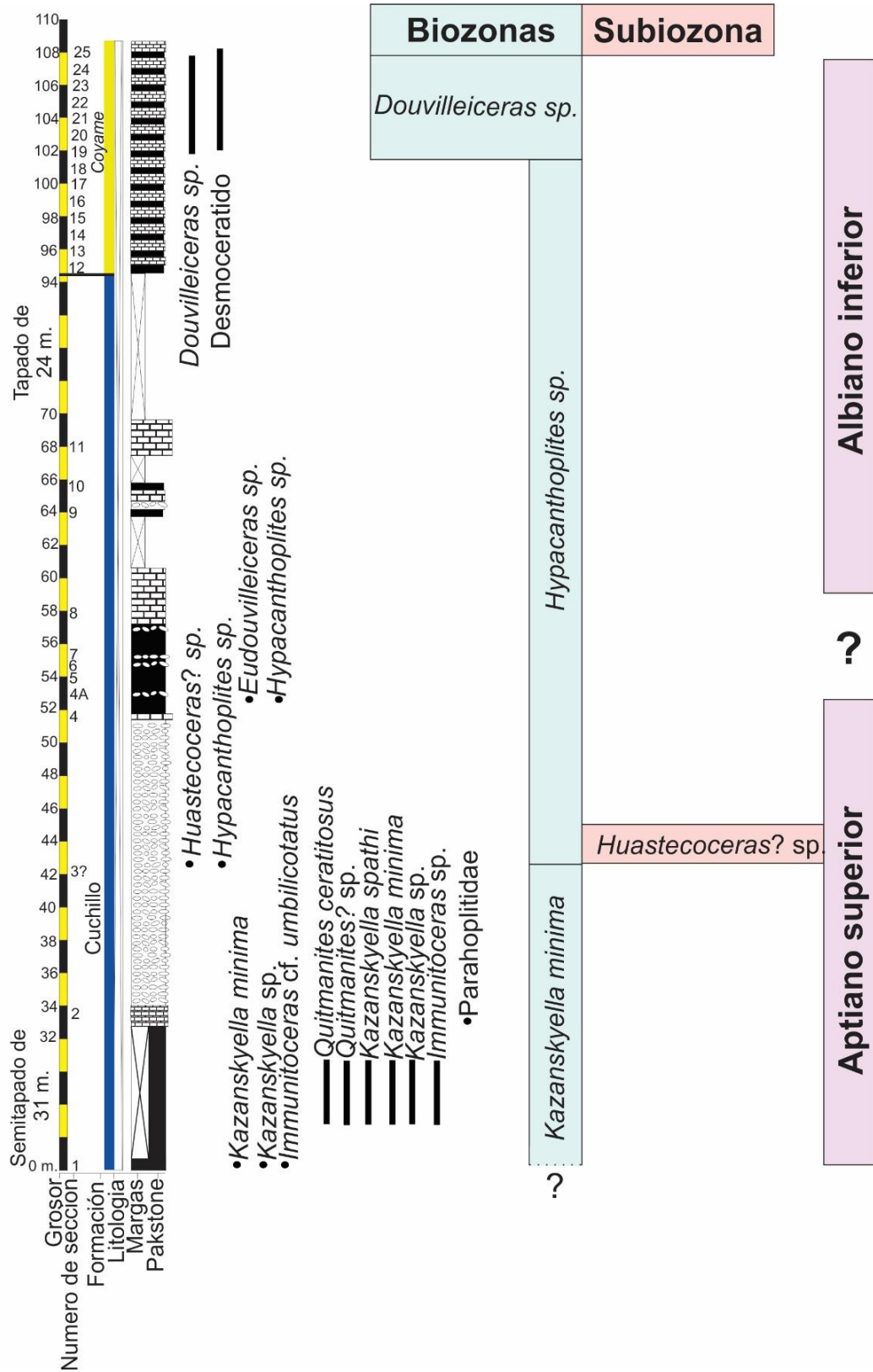


Figura 58: Distribución de los ammonites y análisis bioestratigráfico de la sección de Cerro Chino.

Biozona *Kazanskyella minima*

Definición y caracterización: biozona de intervalo cuyo límite inferior se caracteriza por la primera aparición de su especie homónima. Esta biozona finaliza con la primera aparición de *Hypacanthoplites* sp. la cual define el inicio de la biozona suprayacente *Hypacanthoplites* sp. Esta biozona pertenece a la parte media del Aptiano superior.

Biozona *Hypacanthoplites* sp.

Definición y caracterización: biozona de intervalo cuyo límite inferior se caracteriza por la primera aparición de *Hypacanthoplites* sp. Esta biozona finaliza con la primera aparición de *Douvilleiceras* sp. la que establece el inicio de la siguiente biozona, la de *Douvilleiceras* sp. Esta biozona pertenece a la parte terminal del Aptiano superior y parte baja del Albiano inferior.

Subbiozona *Huastecoceras?* sp.

Definición y caracterización: esta subbiozona de rango total se caracteriza por la primera y última aparición de su forma índice dentro de la biozona de *Hypacanthoplites* sp. Esta subbiozona pertenece a la parte terminal del Aptiano superior.

Biozona *Douvilleiceras* sp.

Definición y caracterización: Biozona que inicia en su límite inferior con la primera aparición de *Douvilleiceras*. El techo o el límite superior de esta biozona no se han podido definir. Esta biozona pertenece a la parte superior del Albiano inferior.

11.1.- Comparación bioestratigráfica de Cerro Chino con trabajos previos

El esquema biozonal reconocido se asemeja sustancialmente al esquema propuesto por Young, 1974 para el norte de México y sur de Estados Unidos de América difiriendo sustancialmente de esquemas biozonales europeos como el esquema Tetisiano de Reboulet *et al.*, 2014 o de esquemas Boreales, como por ejemplo, el de Casey, 1961 (Fig. 60). En México se han desarrollado esquemas biozonales como el de Cantú-Chapa, 1976 y Contreras y Montero, 1977 basados en el estudio de la Formación La Peña. El más preciso, Cantú-Chapa, 1976, reconoce que esta unidad litoestratigráfica empieza con la biozona *Dufrenoyia justinae* y por encima reconoce la biozona *Caseyella reesidei*, que es subyacente a una asociación de ammonites con *Acanthohoplites* e *Hypacanthoplites*. Entre los trabajos posteriores que también estudian la Formación La Peña el más

destacado sería el de Barragán y Méndez-Franco, 2005, donde también se reconoce para el Aptiano inferior la biozona *Dufrenoyia justinae*, que continua con las biozonas *Epicheloniceras* cf. *subnodosocostatum*/*Acanthohoplites acutecosta* representativa del Aptiano medio y las Zonas de Rango *Acanthohoplites aschiltaensis* e *Hypacanthoplites* cf. *leanzae*, características del Aptiano superior. Este esquema biozonal muestra grandes similitudes con las biozonaciones Tetisianas. Los trabajos más recientes, Moreno-Bedmar *et al.*, 2013 y 2015, proponen una nueva provincia faunística, Provincia del Atlántico central, que incluye a México debido a la abundante presencia de formas endémicas en el país. En estos dos trabajos se reconocen las biozonas *Dufrenoyia justinae*, *Gargasicerias? adkinsi*, *Caseyella aguillerae* y el biorizonte *Huastecoceras trispinosoides*, siendo este el esquema biozonal más completo de los dos trabajos que estudian el registro de ammonites de la Formación La Peña. Todos estos esquemas biozonales desarrollados esencialmente mediante el estudio de los ammonites de la Formación La Peña parecen finalizar en un Aptiano superior ligeramente más antiguo que la primera biozona reconocida en esta tesis, *Kazanskyella minima*. Actualmente se encuentran en estudio dos secciones inéditas de la Formación La Peña las cuales presentan el inicio del registro de la especie *Kazanskyella minima* junto con *Caseyella aguillerae*. En la sección de Cerro Chino no se ha reconocido ejemplar atribuible al género *Caseyella* por lo que estas formas podrían ya estar extintas siendo pues el registro de *Kazanskyella minima* ligeramente más joven que el de La Peña, tal como se comentaba anteriormente. Las similitudes con el esquema biozonal aquí propuesto y el esquema de Young, 1974 (Fig. 59) se debe en gran medida a que incluye las mismas edades que en el Cerro Chino. A continuación se discuten las unidades bioestratigráficas reconocidas en la sección del Cerro Chino:

Biozona *Kazanskyella minima*

Esta biozona sería equivalente a la biozona de *Kazanskyella spathi* descrita por Young, 1974. En este trabajo también se encontró un ejemplar de *Kazanskyella* cf. *spathi* sin embargo este no puede ser utilizado con fines bioestratigráficos ya que es se trata de un único ejemplar que además esta rodado. En la biozona *Kazanskyella minima* también se hayan ejemplares de *Immunitoceras* sp. e *Immunitoceras* cf. *umbilicostatus*. Esta biozona es atribuible a la parte media del Aptiano superior, según Young, 1974. La misma se considera equivalente de las biozonas europeas de *Parahoplites melchioris*, biozonación Tetisiana, y *Parahoplites nutfieldiensis*, biozonación Boreal. En la Formación La Peña esta biozona debería de aparecer por encima de la biozona *Caseyella aguillerae*, pero hasta el presente no ha sido reconocida. Esta biozona se define por la primera aparición de su forma índice pero en la sección estudiada esta coincide con el inicio de la misma. Es muy probable que en realidad la primera aparición de esta biozona sea ligeramente anterior por eso en la Figura 58 y otras (Figs. 59 y 60) el inicio de esta biozona se señala con interrogación.

Albiano inferior ↑	Casey (1961)	Reboulet <i>et al.</i> (2014)	Moreno-Bedmar <i>et al.</i> 2013	Young, 1974	Este trabajo
	Zonas	Zonas	Zonas	Zonas	Zonas
	<i>Douvilleiceras mammillatum</i>	<i>Douvilleiceras mammillatum</i>		<i>H. comalensis</i> <i>D. cfr. mammillatum</i>	<i>Douvilleiceras</i> sp.
	<i>Leymeriella tardefurcata</i>	<i>Leymeriella tardefurcata</i>		<i>H. cragini</i>	<i>Hypacanthoplites</i> sp.
Aptiano superior ↓	<i>Hypacanthoplites jacobi</i>	<i>Hypacanthoplites jacobi</i> <i>A. nolani</i>	?	<i>K. spathi</i>	<i>K. minima</i>
	<i>P. nutfieldiense</i>	<i>P. melchioris</i>	<i>Caseyella aguilerae</i>	<i>D. justinae</i>	?
	<i>C. martinoides</i>	<i>E. martini</i>	'G.' <i>adkinsi</i> <i>D. justinae</i>		
	<i>T. bowerbanki</i> <i>D. deshayesi</i> <i>D. forbesi</i> <i>P. fissicostatus</i>	<i>Dufrenoyia furcata</i>		<i>D. rebecae</i>	
Aptiano inferior ↓					

Figura 59: Comparación del esquema biozonal obtenido con otros esquemas Europeos y Americanos.

Biozona *Hypacanthoplites* sp.

Esta biozona sería el equivalente a la parte terminal de la biozona *Kazanskyella spathi* y a la totalidad de las biozonas de *Hypacanthoplites cragini* del esquema biozonal de Young, 1974 (Fig. 55). Para los esquemas europeos de las biozonaciones Tetisiana y Boreal la biozona *Hypacanthoplites* sp. tendría sus equivalencias con la parte terminal de la biozona *Hypacanthoplites jacobi* que pertenece a la parte terminal del Aptiano superior y la totalidad del rango de *Leymeriella tardefurcata* perteneciente a la parte baja del Albiano inferior (Fig. 55).

Subbiozona *Huastecoceras?* sp.

La subbiozona *Huastecoceras?* sp. caracterizada en el Cerro Chino parecería ser comparable con el biohorizonte de *Huastecoceras trispinosoides* de Moreno-Bedmar *et al.* (2013) y las capas con *H. trispinosoides* de Moreno-Bedmar *et al.* (2015). Sin embargo, en estos últimos dos casos la posición estratigráfica esta entorno el límite Aptiano inferior-superior (Fig. 60) y la subbiozona de *Huastecoceras?* sp. en Cerro Chino se encuentra aún una posición superior en torno el límite Aptiano superior-Albiano inferior. Esto pone en manifiesto que en realidad dichas unidades bioestratigráficas no son comparables. Tal y como se comentaba en el apartado de taxonomía la atribución genérica referente a este género es dudosa por su posición estratigráfica. Por esto último los *Huastecoceras* del Cerro Chino tienen en su atribución genérica una interrogante.

	Moreno-Bedmar <i>et al.</i> 2013		Moreno-Bedmar <i>et al.</i> 2015		Este trabajo	
	Zonas	Biohorizonte	Zonas	Capa	Zonas	Subiozona
Albiano inferior →					<i>Douvilleiceras</i> sp.	
					<i>Hypacanthoplites</i> sp.	
Aptiano superior	?		?		<i>K. minima</i>	
	<i>Caseyella aguilerae</i>		<i>Caseyella</i> sp.		?	
Aptiano inferior ↓	'G.' <i>adkinsi</i>					
	<i>D. justinae</i>		<i>D. justinae</i>			

★ *Huastecoceras trispinosoides*
 ● *Huastecoceras?* sp.

Figura 60: Tabla de las unidades bioestratigráficas que cuentan con la presencia del género *Huastecoceras*.

Biozona *Douvilleiceras* sp.

Esta biozona es comparable con la biozona de *Douvilleiceras* cfr. *mammillatum* descrita en el esquema biozonal realizado por Young, 1974.

11.2.- Limite Aptiano-Albiano

La transición del Aptiano al Albiano en Europa se establece con ammonites mediante la primera aparición de la especie *Leymeriella tardefurcata*, sin embargo, en el continente Americano esto no es posible ya que el género *Leymeriella* no está presente. Esta ausencia dificulta en gran medida establecer el límite Aptiano-Albiano para América mediante el uso de ammonites. Por lo que otros criterios bioestratigráficos deben ser establecidos para intentar delimitar este intervalo con ammonites. Rey *et al.* 2013 menciona que los *Hypacanthoplites* en Europa presentan un cambio ornamental en el trazado de sus costillas, siendo más flexuosas en el Aptiano superior y más rectirradiadas en el Albiano inferior. Si este cambio en la ornamentación está presente en los *Hypacanthoplites* americanos podría ser una forma de establecer, al menos de forma aproximada, el límite Aptiano-Albiano. Sin embargo la evolución de los *Hypacanthoplites* en Europa y América muestra grandes diferencias con la presencia de géneros endémicos americanos como *Immunitoceras* o *Neodeshayesites*. Otra diferencia es que los *Hypacanthoplites* están presentes más tiempo durante el Albiano inferior de América. En Europa los *Hypacanthoplites* están presentes hasta la biozona *Leymeriella tardefurcata* extinguiéndose durante la misma y estando ausentes en la

biozona *Douvilleiceras mammillatum* (Casey, 1964). En América los Hypacanthoplítidos parecen se pueden encontrar al menos hasta la mitad inferior del equivalente a la biozona *Douvilleiceras mammillatum*, este sería el caso por ejemplo de Perú con el género *Neodeshayesites* (Robert y Bulot, 2004 y 2005). En México y Estados Unidos se señala la presencia de Hypacanthoplítidos en posiciones bioestratigráficas inusualmente altas como sería el caso de la biozona *Hypacanthoplites comalensis* de Young (1974) que sería equivalente a la parte superior de la biozona Europea *Douvilleiceras mammillatum* (Fig. 61).

Albiano inferior ↑	Casey (1961)	Reboulet <i>et al.</i> (2014)	Europa <i>Hypacanthoplites</i> ssp. ↑	América <i>Hypacanthoplites</i> ssp. ↑
	Zonas	Zonas		
	<i>Douvilleiceras mammillatum</i>	<i>Douvilleiceras mammillatum</i>		
	<i>Leymeriella tardefurcata</i>	<i>Leymeriella tardefurcata</i>		
Aptiano superior	<i>Hypacanthoplites jacobi</i>	<i>Hypacanthoplites jacobi</i>	↑	↑
		<i>A. nolani</i>		
	<i>P. nutfieldiensis</i>	<i>P. melchioris</i>		
	<i>C. martinoides</i>	<i>E. martini</i>		

Figura 61: comparación de los alcances estratigráficos de las especies de Hypacanthoplites en Europa y América.

De acuerdo a estos datos, en América los Hypacanthoplítidos desaparecerían entorno a la transición Albiano inferior-medio. Esta desaparición tardía en América de los Hypacanthoplítidos haría más diversificado a este grupo que en Europa y de forma preliminar parecen poseer potencial para intentar establecer el límite Aptiano-Albiano y subdivisiones en el Albiano inferior. Sin embargo, un intenso trabajo previo debe ser efectuado con este género y con otros, especialmente los endémicos, para valorar si realmente esto es factible.

12.- Conclusiones

- Se identificaron en la sección de Cerro Chino cuatro taxones a nivel de especie y siete a nivel de género, siendo endémicos aquellos pertenecientes a los géneros *Kazanskyella*, *Quitmanites* e *Immunitoceras*.

- La biozonación realizada para la sección Cerro Chino de las formaciones Cuchillo y Coyame muestra que la asociación de ammonites estudiada pertenece a los intervalos del Aptiano superior terminal y al Albiano inferior.
- La comparación y correlación de la biozonación efectuada para la sección de Cerro Chino con otras preexistentes de México y del extranjero ha permitido contrastar las diferencias entre ellas. Una de las más remarcables es que el género *Kazanskyella* a pesar de su parecido con el género *Parahoplites* se diferencia notablemente en su alcance bioestratigráfico con respecto a este último. Además, los *Hypacanthoplites* poseen mayor alcance en América que en Europa donde se extinguen en la primera biozona del Albiano inferior.
- Los datos bioestratigráficos del Aptiano superior-Albiano inferior generados en la presente tesis podrán ser sumados al esfuerzo en la construcción de la biozonación estándar de la provincia faunística del Atlántico central. Sin embargo, sigue siendo necesario conjuntar más datos de otras secciones estratigráficas nacionales e internacionales para obtener una primera versión de esta biozonación estándar.

13.- Bibliografía

- Ávila Licona, J. A. 2005. Análisis bioestratigráfico basado en fauna de ammonites del Aptiano (cretácico Inferior) del área del Cañón de La Boca, Nuevo León. Tesis de licenciatura para obtener el título de Biólogo. UNAM. México, p. 1-68.
- Anthula, D. J., 1899. Über die Kreidefossilien des Kaukasus mit einem allgemeinen Ueberblick über die entwicklung der Sedimentärbildungen des Kaukasus. Beiträge zur Paläeontologie und Geologie Öesterreich-Ungarns und des Orients, vol. 12, 53-159 (1-106).
- Barnes, R.D. 1989. Zoología de los invertebrados. Editorial Interamericana. México. 957 pp.
- Barragan, R. 2000. Ammonite biostratigraphy, lithofacies variations, and paleoceanographic implications for Barremian-Aptian sequences of northeastern Mexico. Doctoral dissertation. Florida International University. U.S.A., p. 1-296.
- Barragan, R. 2001. Sedimentological and paleoecological aspects of the Aptian transgressive event of Sierra del Rosario, Durango, northeast Mexico. Journal of South America Earth Sciences, U.S.A., vol. 14, 189-202.
- Barragán-Manzo, R. & Méndez-Franco, A. L. 2005. Towards a standard ammonite zonation for the Aptian (Lower Cretaceous) of northern Mexico. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. México, vol. 22:1, p. 38-47.
- Barragán, R. & Szives, O. 2007. New record of *Mathoceras* Casey (Deshayesitidae, Ammonoidea) from the Aptian (lower Cretaceous) of Mexico and Hungary: biostratigraphic and paleobiogeographic implications. Geobios. Francia, 21-30.

Barragán, R. & Marrausse R., J-M. 2008. Lower Aptian (Lower Cretaceous) ammonites from the basal strata of the La Peña Formation of Nuevo León state, northeast Mexico: biostratigraphic implications. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. México, vol. 25, p. 145-157.

Barragán, R., Campos-Madrigal, E., Ferrusquía-Villafranca, I., López-Palomino, I. y Tolson, G. 2010. Código estratigráfico norteamericano. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. Boletín 117, no. 15, p. 48. Beltramo, J. 2003. Les séries carbonatées crétacées d'arc volcanique du Terrane Gerrero (Mexique). Tesis para la obtención del título de Doctor de Ciencias en Geología. Université de Neuchâtel. Suiza. p. 1-356.

Böse, E. & Cavins, O. A. 1928. The Cretaceous and Tertiary of southern Texas and northern Mexico. *University of Texas Bulletin*. No. 2748, p. 7-142.

Burckhardt, C. 1906. La Faune Jurassique de Mazapil avec un appendice sur les Fossiles du Crétacique Inférieur. *Boletín del Instituto Geológico Mexicano*. México, vol. 23, p. 1-216.

Burckhardt, C. 1912. Faunes Jurassiques et Cretaciques de San Pedro del Gallo. *Boletín del Instituto Geológico Mexicano*, vol. 29, p. 1-369.

Burckhardt C. 1925. Faunas del Aptiano de Nazas (Durango). *Boletín del Instituto Geológico Mexicano*. México, vol. 45, 1-81.

Bylund, K. 2013. Morphology of Fossil Cephalopod Shells. <https://www.tonmo.com/community/pages/morphology/> [creada el 1 de diciembre de 2013, consultado el 23 de febrero de 2015].

Cain, A. J. 1954. *Animal species and their evolution*. Hutchinson, Londres. pp. 48-129.

Callomon, J.H. 1963. Sexual dimorphism in Jurassic ammonites. *Leicester Literary and Philosophical Society*, vol. 57, p. 19-56

Campbell, N. A. & Reece, J. B. 2007. *Biología. Medica Panamericana*. 7ª ed. España. p. 650-653.

Cantú Chapa, A. 1963. Étude biostratigraphique des ammonites du centre et de l'est du Mexique (Jurassique supérieur et Crétacé). *Mémoires de la Société Géologique de France*. Francia, vol. 99, p. 1-117.

Cantú Chapa, A. 1989. La Peña Formation (Aptian): a condensed limestone-shale sequence from the subsurface of NE Mexico. *Journal of Petroleum Geology*. Vol. 12:1, p. 69-84.

Cantú Chapa, A. 1992. Una amonita heteromorfa (*Toxoceratoides*) del Aptiano superior (Cretácico) del pozo San Javier 1, en el noreste de México. *Revista Mexicana del Petróleo*. México, no. 335, p. 32-35.

Cantú Chapa, C.M. 1968. Sobre una asociación *Proniceras-Durangites* "*Hildoglochiceras*" del noreste de México. Revista del Instituto Mexicano del Petróleo. México, no. 2, 19-26.

Cantú Chapa, C.M. 1976. Estratigrafía de la Formación La Peña (Aptiano Sup.) en el área de Monterrey, N. L. Revista Instituto Mexicano del Petróleo. México, vol. 8:4, p. 7-16.

Casey, R. 1961. A monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand, part III. Monograph of the Paleontographical Society, 115, 119-216.

Casey, R., 1964. A monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand, part V. Monograph of the Palaeontographical Society 117 (1963), 289-398.

Charleston, S. 1966. Some Aptian cephalopods from the La Peña Formation of Serranía del Burro, Coahuila, and the Nazas Valley, Durango, Mexico. Master dissertation. University of Michigan. U.S.A. p. 1-51.

Contreras y Montero, B. 1977. Bioestratigrafía de las formaciones Tarraises y La Peña (Cretácico Inferior), de La Goleta, Coahuila y Minillas, Nuevo León. Revista del Instituto Mexicano del Petróleo. México, vol. 9:1, p. 8-29.

Contreras y Montero, B., Gómez Luna, M. E., Martínez Cortes, A. & González Calsido, V. 1992. Catálogo de las amonitas de México, Parte III. Instituto Mexicano del Petróleo. México, p. 1-307.

Dabrio-González, C.J. y Hernández-Costa, S. 2003. Estratigrafía. Facultad de Ciencias Geológicas, Colección Geociencias. Madrid. 382 págs.

Davis, R.A., Landman, N.H., Dommergues, J.-L., Marchand, D., Bucher, H., 1996. Mature modifications and dimorphism in ammonoid cephalopods. In: Landman, N.H., Tanabe, K., Davis, R.A. (Eds.), Ammonoid Palaeobiology. Topics in Geobiology 13. Plenum Press, New York, pp. 463-539.

Egoian, V.L., 1969. Ammonites from the Clansayesian beds of the Western Caucasus. Trudy Krasnodarskogo Filiala Vsesojuznogo Neftegazovogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta, 19, 126-188 (en Ruso).

Eichwald, E. 1865. Lethaea rossica ou paléontologie de la Russie, Second volume. Période moyenne. Texte. Stuttgart: E. Schweizerbart (E. Koch). p. 1-832.

Eichwald, E., 1871. Geognostisch-palaeontologische Bemerkungen über die Halbinsel Mangischlak und die Aleutischen Inseln. Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, St. Petersburg, p. 200.

Fernández, S.R.L. 2000. Temas de Tafonomía. Departamento de Paleontología, Universidad Complutense de Madrid. p. 1-167.

Fritel, P.H., 1906. Sur les variations morphologiques d'*Acanthoceras Milletianum* d'Orb. sp. Le Naturaliste 28 (472), 245-247.

Gabb, W. M. 1869. Cretaceous and Tertiary fossils. Geological Survey of California, Paleontology, vol. 2, p. 299.

Gass, I.G., Smith, P.J. & Wilson, R.C.L. 1980. Introducción a las ciencias de la tierra. 2ª ed. Reverté. Barcelona, España. p. 216.

González-Arreola, C., Moreno-Bedmar, J. A. & Barragán R. 2014. Amonitas, fósiles llamativos y curiosos. Parte I. Nuestra Tierra, vol. 20, p. 3-6.

Herrera, S., Bartolini, C., Perez, O. 1984. Paleontología del área de Lampazos, Sonora. Boletín del Departamento de Geología Uni-Son. Vol. 1:1, p. 50-59.

Humphrey, W. E. 1949. Geology of the Sierra de los Muertos area, Mexico (with descriptions of Aptian cephalopods from the La Peña Formation). Bulletin of the Geological Society of America. U.S.A., vol. 60, p. 89-176.

Humphrey, W.E. & Diaz, T. 1956. Jurassic and Lower Cretaceous stratigraphy and tectonics of northeast Mexico, unpublished report. Petróleos Mexicanos. p. 390.

Hyatt, A. 1903. Pseudoceratites of the Cretaceous. Monographs of the United States Geological Survey, Washington, vol. 44, p. 351.

Imlay, R. W. 1936. Evolution of the Coahuila Peninsula, Mexico, Part IV. Geology of the western part of the Sierra de Parras. Bulletin of the Geological Society of America. U.S.A., vol. 47, p. 1091-1152.

Imlay, R. W. 1937. Geology of the middle part of the Sierra de Parras, Coahuila, Mexico. Bulletin of the Geological Society of America. U.S.A., vol. 48, p. 587-630.

Imlay, R. W. 1938. Ammonites of the Taraises Formation of northern Mexico. Bulletin of the Geological Society of America. U.S.A., vol. 49, p. 539-602.

Imlay, R.W. 1940. Neocomian faunas of northern Mexico. Bulletin of the Geological Society of America 51, 117-190.

Imlay, R. W. 1944. Cretaceous formations of Central America and Mexico. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists. U.S.A., vol. 28, p. 1077-1195.

Kilian, W. 1888. Description géologique de la Montagne de Lure (Basses-Alpes). Thèse Paris. Masson, Ed., Paris, 458 pp.

King, R. E. & Adkins, W. S. 1946. Geology of a part of the lower Conchos valley, Chihuahua, Mexico. Geological Society of America Bulletin, vol. 57:3, p. 275-294.

Lasswitz, R. 1904. Die Kreide-Ammoniten von Texas (Collectio F. Roemer). Geologische und Palaeontologische Abhandlungen, New Series, vol. 6, p. 222-259.

Lawton, T. F., González-León, C. M., Lucas, S. G. & Scott, R. W. 2004. Stratigraphy and sedimentology of the upper Aptian-upper Albian Mural Limestone (Bisbee group) in northern Sonora, Mexico. Cretaceous Research. London, England, vol. 25, p. 43-60.

- Mayr, E. 1942. Systematics and the origin of species. Columbia Univ. Press, New York.
- Mayr, E. 1996. What is a species, and what is not?. Philosophy of Science. The University of Chicago Press. Chicago, vol. 63, p. 262–277.
- Méndez Franco, A. L. 2003. Bioestratigrafía de ammonites y variaciones de litofacies en una secuencia estratigráfica del Barremiano-Aptiano (Cretácico Inferior) del área del Cañon de la Huasteca, estado de Nuevo León. Tesis de Licenciatura. UNAM. México. p. 1-176.
- Monks, N. & Palmer, P. 2002. Ammonites. The Living Past Series. Smithsonian Institution Press and The Natural History Museum. USA & London. pp. 33-88
- Monreal R. & Longoria J.F. 1999. A revision of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous stratigraphic nomenclature for the Chihuahua trough, north-central Mexico: Implications for lithocorrelations. Geological Society of America. USA, no. 340, p. 69-92.
- Mora-Villalobos, M. C. 1998. Estudio sistemático de amonitas cretácicas de Sonora: áreas de Lampazos y Cerro Las Conchas. Tesis de Licenciatura. Universidad de Sonora. México. p. 1-76.
- Moreno-Bedmar, J. A., Bover-Arnal, T., Barragán, R. & Salas, R. 2012. Uppermost lower Aptian transgressive records in Mexico and Spain: chronostratigraphic implications for the Tethyan sequences. Terra Nova. Oxford, vol. 24, p. 333-338.
- Moreno-Bedmar, J. A. & Delanoy, G. 2013. About the generic attribution of *Megatyloceras casei* HUMPHREY, 1949 (Ammonoidea, Ancyloceratina), from the Aptian of Mexico. Carnets de Géologie [Notebooks on Geology], Brest, Letter 2013/06 (CG2013_L06), p. 315-323.
- Moreno-Bedmar, J.A., Barragán Manzo, R., Company Sempere, M. & Bulot, L.G. 2013.- Aptian (lower Cretaceous) ammonite biostratigraphy of the Francisco Zarco Dam stratigraphic section (Durango State, northeast Mexico). Journal of South American Earth Sciences, Amsterdam, vol. 42, p. 150-158.
- Moreno-Bedmar, J.A., Barragán, R., Delanoy, G., Company, M., Salas, R. 2014. Review of the early Aptian (Early Cretaceous) ammonoid species *Deshayesites deshayesi* (d'Orbigny, 1841). Cretaceous Research, vol. 51, p. 341-360.
- Moreno-Bedmar, J.A.; Mendoza-Rosales, C.C.; Minor, K.P.; Delanoy, G.; Barragán, R.; González-León, O. 2015. Towards an Aptian (Lower Cretaceous) ammonite biostratigraphy of the Mina Texali section, Central Atlantic province (Puebla State, Central Mexico). Cretaceous Research, vol. 54, p. 203-211.
- Murphy, M. A. y Salvador, A. 1999. International Stratigraphic Guide - An abridged version. Subcomisión Internacional de Clasificación Estratigráfica de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas.

Núñez-Useche, F., Barragán, R., 2012, Microfacies analysis and paleoenvironmental dynamic of the Barremian-Albian interval in Sierra del Rosario, eastern Durango State, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, vol. 29, p. 204-218.

Olóriz, F. & Rodríguez-Tovar, F. J. 2009. Clase Cephalopoda. In M. L. Martínez-Chacón & P. Rivas. (Ed.), *Paleontología de Invertebrados*. Universidad de Oviedo. España. pp. 300-361.

Orbigny, A. d'. 1840-1842. *Paléontologie française: Terrains crétacés*. 1. Céphalopodes, 1-120 (1840); 121-430 (1841); 431-662 (1842), Masson; Paris.

Ovando-Figueroa, J.R.; Moreno-Bedmar, J.A.; Chávez-Cabello, G. & Minor, K.P. 2015. Lower Aptian ammonites of the Sierra de Parras, Coahuila State, northern Mexico. *Carnets de Géologie*, Madrid, vol. 15, nº 1, p. 1-11.

Parker, T.J. y Haswell, W.A. 1991. *Zoología Cordados*, volumen 2. 7ª ed. Reverté. Barcelona España. p. 384.

Peña Muñoz, M. J. 1964. Amonitas del Jurásico Superior y del Cretácico Inferior del extreme oriental del estado de Durango, México. *Paleontología Mexicana*. México. no. 20, p. 1-54.

Pictet, F.J., Campiche, G. 1858-1860. Description des fossiles du terrain crétacé des environs de Ste-Croix. *Matériaux pour la Paléontologie Suisse*, no. 1, p. 1-380 (1858-60).

Ramirez M., J.C. y Acevedo C., F. 1957. Notas sobre la Geología de Chihuahua. *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*. México, vol. 9, no. 9-10, pp. 583-770.

Reboulet, S., Szives, O., Aguirre-Urreta, B., Barragán, R., Company, M., Idakieva, V., Ivanov, M., Kakabadze, M.V., Moreno-Bedmar, J.A., Sandoval, J., Baraboshkin, E.J., Çağlar, M.K., Főzy, I., González-Arreola, C., Kenjo, S., Lukeneder, A., Raisossadat, S.N., Rawson, P.F., Tavera, J.M. 2014. Report on the 5th International Meeting of the IUGS Lower Cretaceous Ammonite Working Group, the Kilian Group (Ankara, Turkey, 31st August 2013). *Cretaceous Research*, vol. 50, p. 126–137.

Riedel, L. 1938. Amonitas del cretácico inferior de la Cordillera Oriental. In: Scheibe, E.A. (ed.), *Estudios geológicos y paleontológicos sobre la Cordillera Oriental de Colombia*, part 2. Ministerio de Industria y Trabajo, Departamento de Minas y Petróleos, Bogotá, Colombia, 7-78.

Robert, E. & Bulot, L.G. 2004. Origin, phylogeny, faunal composition, and stratigraphical significance of the Albian engonoceratidae (pulchelliaceae, ammonitina) of Peru. *Journal of South American Earth Sciences*. vol. 17, p. 11-23.

Robert, E. & Bulot, L.G. 2005. Albian Ammonite Faunas from Peru: The Genus *Neodeshayesites* Casey, 1964. *Journal of Paleontology*. vol. 79, no. 3, p. 611-618.

Roman, F. 1938. *Les ammonites Jurassiques et Crétacées*. Essai de genera. Masson. Paris. 554 p.

Scott, G. 1940. Cephalodods from the Cretaceous Trinity Group of the south-central United States. The University of Texas Publication, 3945: 969-1107.

Servicio Geológico Mexicano (SGM). URL consultada el 24 de febrero de 2015 <http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/es/fosiles/fosiles> [Actualizado el 3 de abril de 2014]

Servicio Geológico Mexicano (SGM). Carta Geológico-Minera, San Eduardo H13-C29, Chihuahua. 2005. Escala 1:50,000. Chihuahua, México. Secretaria de Economía. 1 Plano, 106x70cm.

Skelton, P. W., Granier, B. & Moullade, M. 2013. Introduction to thematic issue, "Spatial patterns of change in Aptian carbonate platforms and related events". *Cretaceous Research*, vol. 39, p. 1-5.

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* 53: 91-160.

Stoyanow, A., 1949. Lower Cretaceous stratigraphy in southeastern Arizona. *Geological Society of America, Memoir* 38, 1-169.

United States Geology Survey (USGS). <http://geology.er.usgs.gov/paleo/mollusks.shtml> [consultado el 20 de agosto de 2014].

Vera-Torres, J. A. (1994): *Estratigrafía: Principios y métodos*. Editorial Rueda. Madrid. 806 págs.

Wiley, E. O. (1978). The Evolutionary Species Concept Reconsidered. *Systematic Zoology*. vol. 27, no. 1, p. 17–26.

Wilson, J.L. & Pialli, G. 1977. A lower Cretaceous shelf margin in northern Mexico. *in* Bebout D.C., Loucks, R.G. (eds.). *Cretaceous Carbonates of Texas and Mexico; Applications to Subsurface Exploration*: University of Texas at Austin. Bureau of Economic Geology. Report of Investigations No. 89, p. 286-294.

Winchester, S. (2001). *The Map that Changed the World. William Smith and the Birth of Modern Geology*. Nueva York: Harper Collins. p 59–91. Woods, H. 1958. Mollusca. In *Paleontology Invertebrate*. 8^a ed. Cambridge University Press. p 315-317.

Wright, C.W., Callomon, J.H., Howarth, M.K., 1996. *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part L, Mollusca 4, revised, Cretaceous Ammonoidea*. The Geological Society of America Inc. and The University of Kansas Press, Boulder, Colorado and Lawrence, 362 pp.

Young, K. 1969, Ammonite zones of northern Chihuahua, in Cordoba, D.A., Wengerd, S.A., Shomaker, J. (eds.), *Guidebook of the Border Region (Chihuahua, Mexico, and the United States) 20th Field Trip*: New Mexico Geological Society, Guidebook, 97-101.

Young, K. 1974. Lower Albian and Aptian (Cretaceous) ammonite of Texas. *Geoscience and Man*, vol. 8, 175-228.

Lámina 1

A: *Immunitoceras* cf. *umbilicostatus*, vista lateral del ejemplar CC-1-1.

B: *Kazanskyella minima*, vista lateral del ejemplar CC-1-7

C: *Kazanskyella minima*, vista lateral del ejemplar CC-1-8.

D1-2: *Kazanskyella minima*, vista lateral y vista ventral del ejemplar CC-1-4

E: *Hypacanthoplites?* sp., vista ventral del ejemplar CC-4A-1

F: *Immunitoceras* cf. *umbilicostatus*, vista lateral del ejemplar CC-1-19

G: *Immunitoceras* cf. *umbilicostatus*, vista lateral del ejemplar CC-1-18

H: *Kazanskyella minima*, vista lateral del ejemplar CC-1-20

I1-3: *Quitmanites* sp., vista ventral, vista lateral e ilustración de su sección de la vuelta.
Ejemplar CC-R1-2

J: *Immunitoceras* cf. *umbilicostatus*, vista lateral del ejemplar CC-1-22

Escala gráfica 1cm.

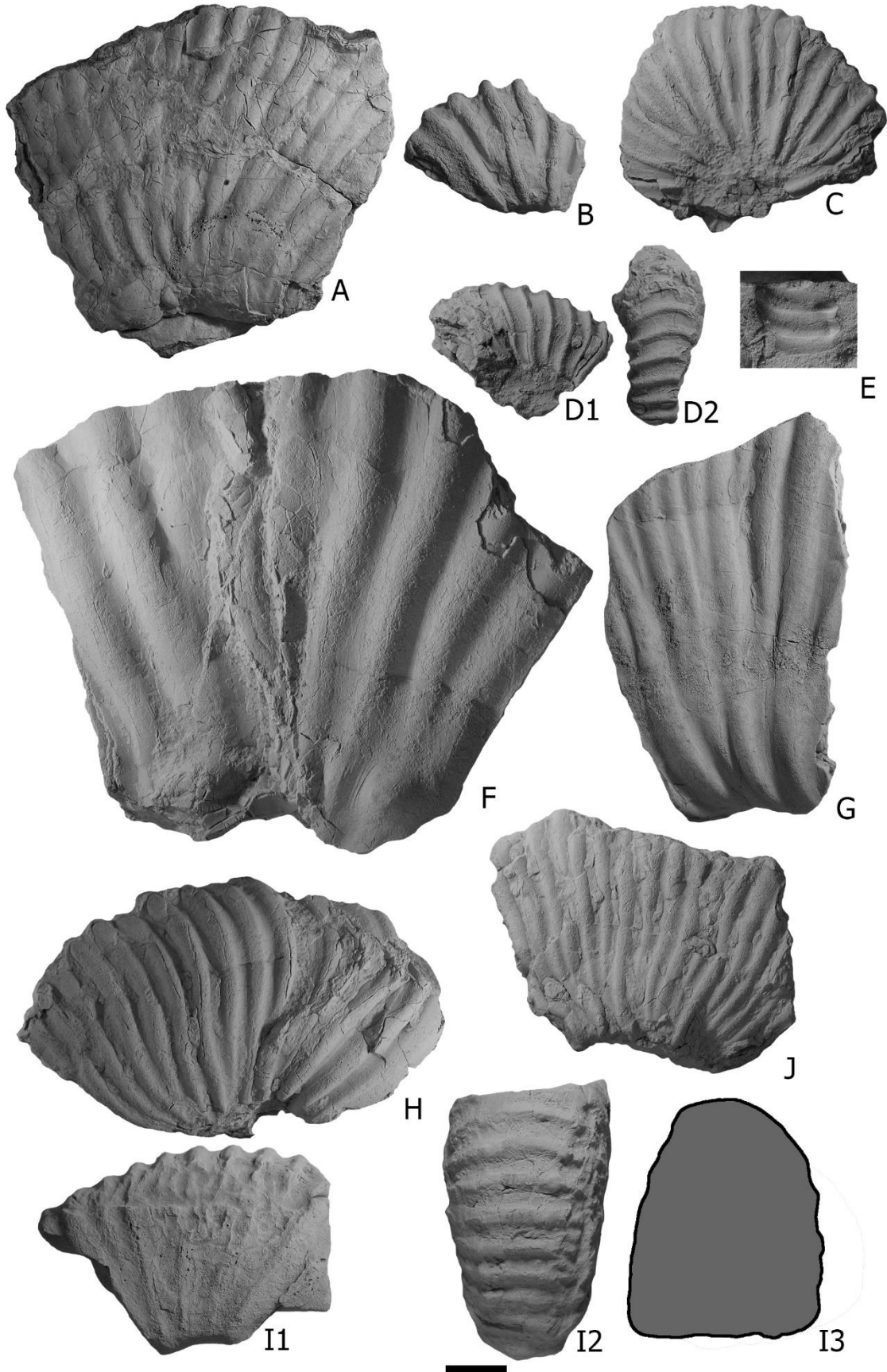


Lámina 2

A: *Hypacanthoplites?* sp., vista lateral del ejemplar CC-2-3.

B: *Eodouvilleiceras?* sp., vista lateral del ejemplar CC-4A-3.

C: *Hypacanthoplites?* sp., vista lateral del ejemplar CC-2-2.

D: *Hypacanthoplites* sp., vista lateral del ejemplar CC-1-4.

E: *Hypacanthoplites* sp., vista ventrolateral del ejemplar CC-4-6.

F1-4: *Quitmanites ceratitosus*, vistas laterales, vista ventral e ilustración de su sección de la vuelta del ejemplar CC-R1-1.

G: *Hypacanthoplites?* sp., vista lateral del ejemplar CC-2-1.

H1-2: *Kazanskyella* cf. *spathi*, vista lateral y vista ventral del ejemplar CC-R1-5.

I1-3: *Kazanskyella minima*, vista lateral, vista ventral e ilustración de su sección de la vuelta. CC-R1-4

J: *Huastecoceras* sp., molde de la vista lateral del ejemplar CC-4-4.

Escala gráfica 1cm.

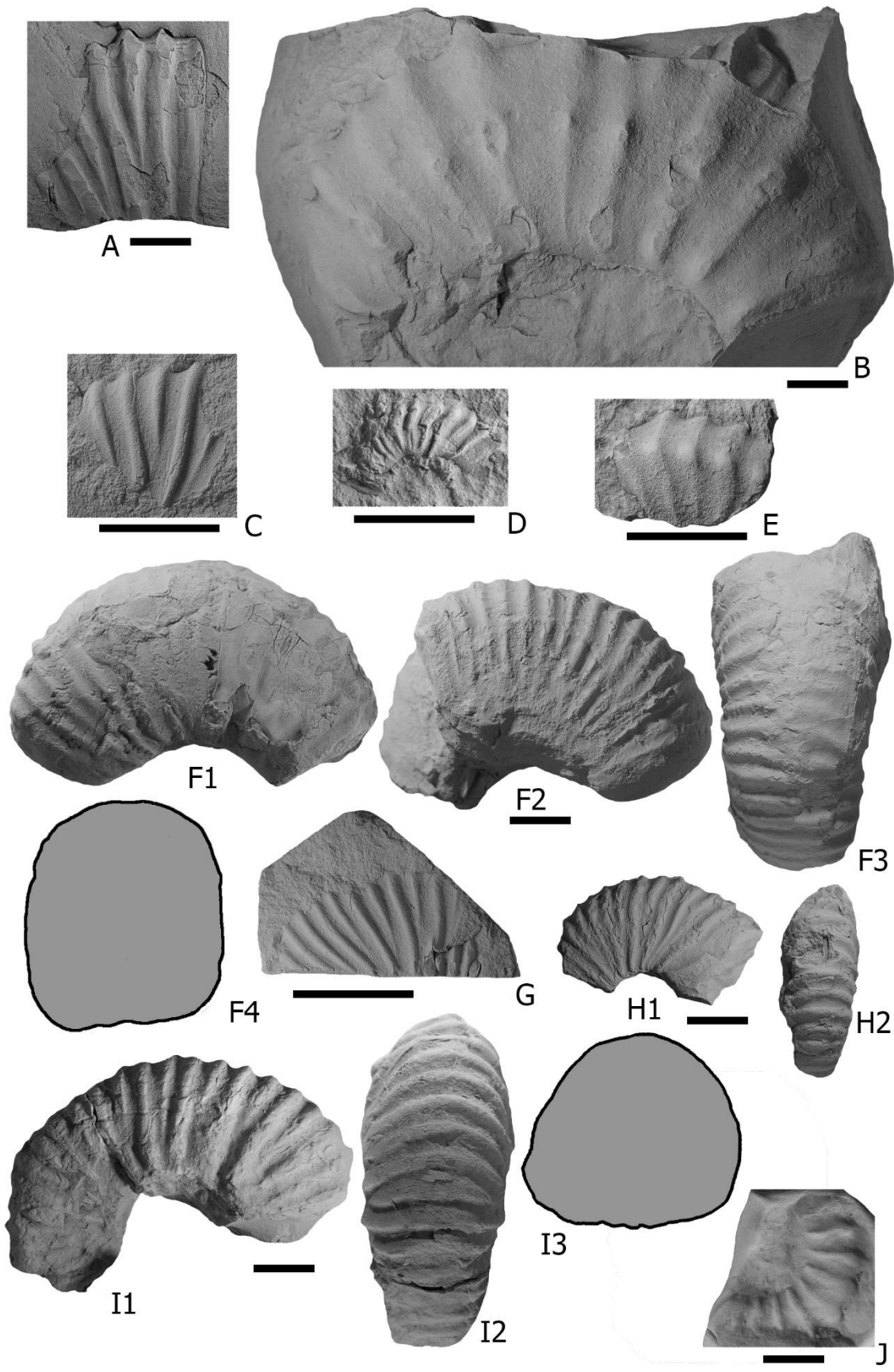


Lámina 3

A1-3: *Immunitoceras* sp., vistas laterales y vista ventral del ejemplar CC-R1-6

B: *Douvilleiceras* sp., vista lateral del ejemplar CC-RC-1

C1-2: *Douvilleiceras* sp., vista lateral y vista ventral del ejemplar CC-RC-4

Escala gráfica 1cm.



A1



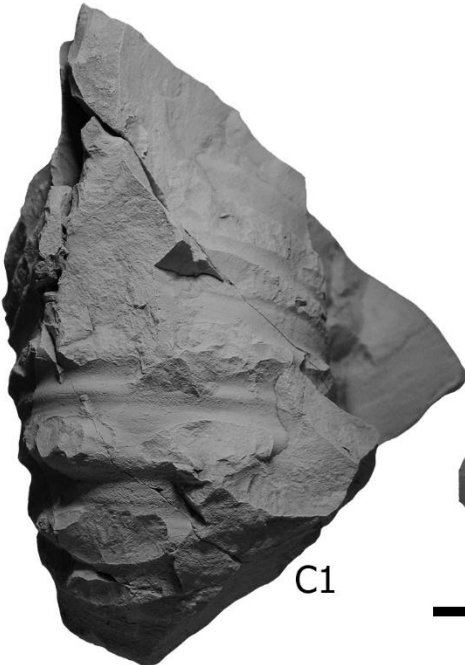
A3



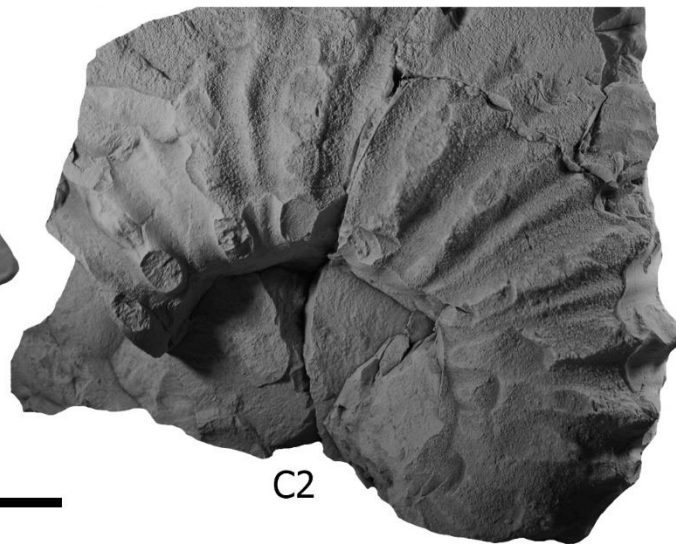
A2



B



C1

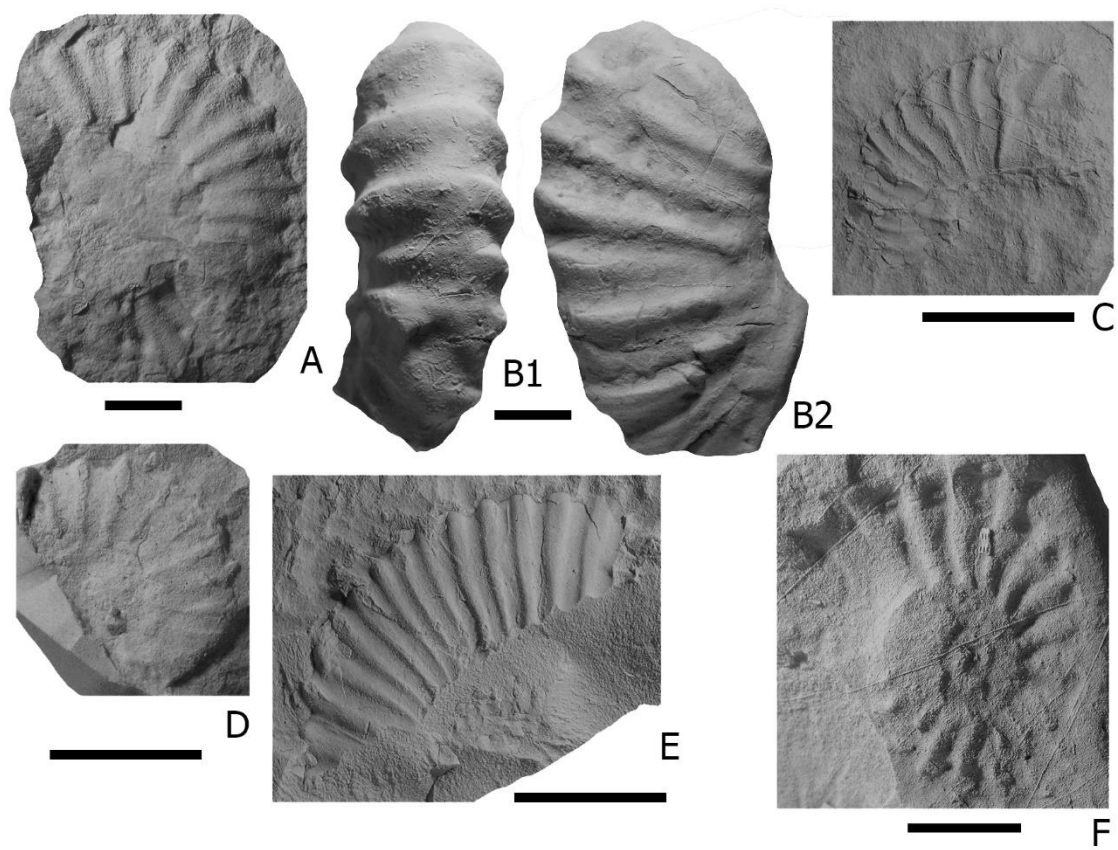


C2

Lámina 4

- A: *Huastecoceras?* sp., molde de la vista lateral del ejemplar CC-RC-2.
B1-2: *Kazanskyella* sp., vista ventral y vista lateral del ejemplar CC-R1-3
C: *Hypacanthoplites* sp., vista lateral del ejemplar CC-4-2
D: *Huastecoceras?* sp., molde de la vista lateral del ejemplar CC-4-5.
E: *Hypacanthoplites?* sp., vista lateral del ejemplar CC-4A-2
F: *Huastecoceras?* sp., vista lateral del ejemplar CC-4-7

Escala gráfica 1cm.



Anexo 1

Listado de los ejemplares estudiados, la columna derecha indica el número del ammonite y la columna izquierda su identificación correspondiente.

CC-1	
CC-1-1	<i>Immunitoceras cf. umbilicostatus</i>
CC-1-2	<i>Kazanskyella sp.</i>
CC-1-3	<i>Kazanskyella sp.</i>
CC-1-4	<i>Kazanskyella minima</i>
CC-1-5	<i>Kazanskyella sp.</i>
CC-1-6	<i>Kazanskyella sp.</i>
CC-1-7	<i>Kazanskyella minima</i>
CC-1-8	<i>Kazanskyella minima</i>
CC-1-9	<i>Kazanskyella sp.</i>
CC-1-10	<i>Immunitoceras cf. umbilicostatus</i>
CC-1-11	<i>Kazanskyella sp.</i>
CC-1-12	<i>Immunitoceras cf. umbilicostatus</i>
CC-1-13	<i>Kazanskyella sp.</i>
CC-1-14	<i>Immunitoceras cf. umbilicostatus</i>
CC-1-15	<i>Kazanskyella sp.</i>
CC-1-16	<i>Immunitoceras cf. umbilicostatus</i>
CC-1-17	<i>Immunitoceras cf. umbilicostatus</i>
CC-1-18	<i>Immunitoceras cf. umbilicostatus</i>
CC-1-19	<i>Immunitoceras cf. umbilicostatus</i>
CC-1-20	<i>Kazanskyella minima</i>
CC-1-21	<i>Immunitoceras cf. umbilicostatus</i>
CC-1-22	<i>Immunitoceras cf. umbilicostatus</i>
CC-1-23	<i>Kazanskyella? Sp</i>
CC-1-24	<i>Immunitoceras cf. umbilicostatus</i>
CC-R1	
CC-R1-1	<i>Quitmanites ceratitosus</i>
CC-R1-2	<i>Quitmanites sp.</i>
CC-R1-3	<i>Kazanskyella sp.</i>
CC-R1-4	<i>Kazanskyella minima</i>
CC-R1-5	<i>Kazanskyella cf. Spathi</i>
CC-R1-6	<i>Immunitoceras sp.</i>
CC-2	
CC-2-1	<i>Hypacanthoplites? sp.</i>
CC-2-2	<i>Hypacanthoplites? sp.</i>
CC-2-3	<i>Hypacanthoplites? sp.</i>
CC-2-4	Ammonoideo
CC-4	
CC-4-1	<i>Hypacanthoplites sp.</i>
CC-4-2	<i>Hypacanthoplites sp.</i>
CC-4-3	<i>Hypacanthoplites sp.</i>
CC-4-4	<i>Huastecoceras sp.</i>
CC-4-5	<i>Huastecoceras sp.</i>

CC-4-6	<i>Hypacanthoplites</i> sp.
CC-4-7	<i>Huastecoceras</i> sp.
CC-RC-2	<i>Huastecoceras</i> sp.
CC-4A	
CC-4A-1	<i>Hypacanthoplites?</i> sp
CC-4A-2	<i>Hypacanthoplites?</i> sp
CC-4A-3	<i>Eodouvilleiceras</i> sp.
CC-17	
CC-17-1	Ammonoideo
CC-19	
CC-19-1	Ammonoideo
CC-RC	
CC-RC-1	<i>Douvilleiceras</i> sp.
CC-RC-3	Ammonoideo
CC-RC-4	<i>Douvilleiceras</i> sp.