

00322

142



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DESARROLLO ONTOGENÉTICO EN LA ESPECIE
COILOPOCERAS SPRINGERI HYATT
DEL TURONIANO MEDIO DE MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
BIÓLOGO

P R E S E N T A :

OLVERA GARCIA / DANIEL ALONSO

DIRECTOR DE TESIS

BIÓL. MARÍA EUGENIA GÓMEZ LUNA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2003

DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES
FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR

A...



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

PAGINACIÓN

DISCONTINUA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA ITZAPALAPA
MEXICO

Adjunto a la Dirección General de Bibliotecas
UNAM a difundir en formato electrónico e imp.
contenido de mi trabajo recpt.
NOMBRE: Olivera García
Daniel Alonso
FECHA: 14/MAY/03
FIRMA: [Signature]

DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito: "Desarrollo Ontogenético
en la especie *Coilopoceras springeri* Hyatt del Turoniano Medio de México"

realizado por Daniel Alonso Olivera García

con número de cuenta 9013477-7 , quien cubrió los créditos de la carrera de: Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario Biol. María Eugenia Gómez Luna

María Eugenia Gómez Luna

Propietario Dra. Ana Bertha Villaseñor Martínez

Ana Bertha Villaseñor M.

Propietario Dr. Francisco Sour Tovar

[Signature]

Suplente Dra. Sara Alicia Quiroz Barroso

Sara A. Quiroz

Suplente Dr. Ricardo Barragán Manzo

[Signature]

FACULTAD DE CIENCIAS
U N A M.

Consejo Departamental de Biología

[Signature]
M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez



DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

A la Universidad Nacional Autónoma de México

Por ser mi Alma Mater

Al Instituto Mexicano del Petróleo

Por abrirme las puertas para forjarme como profesionalista

A mi directora de tesis

Biól. María Eugenia Gómez Luna

*Por la acertada dirección del presente trabajo
y la confianza que ha depositado en mi.*

A mis sinodales

Dra. Ana Bertha Villaseñor Martínez

Dra. Sara Alicia Quiroz Barroso

Dr. Francisco Sour Tovar

Dr. Ricardo Barragán Manzo

*Les manifiesto mi reconocimiento por
su amplia experiencia y agradezco las
correcciones y sugerencias que hicieron
al presente trabajo*

A mis padres

María García García

Aarón Olvera Coronel

*Con todo mi cariño les dedico esta tesis, por la
oportunidad de darme un porvenir y una carrera y
abrirme las puertas de la vida con su amor y
confianza.*

Madre gracias por darme la vida

A mis queridos abuelitos (q. e. p. d.)

Esperanza Coronel Galván

Carlos Olvera Merlo

En donde quiera que estén siempre pienso en ustedes

A mis hermanos

Hugo

Gustavo

Alfonso

Marta

Alejandra

Carlos

*Gracias por estar
siempre conmigo*

A mis amada esposa

María de Jesús Gaytán García

A mi querido hijo

Luis Daniel Olvera Gaytán

Por que son la luz de mi vida

A mis tíos y primos

Paco, Paty, Paquito y Daniela

Carlos, Maye y Carlitos

Gracias por su cariño

A todos mis amigos

De la Facultad

Del IMP

Por que los amigos verdaderos son para siempre

A todos aquellos que de manera

directa o indirecta colaboraron

en la realización de este estudio

CONTENIDO

	pag.
Resumen.....	1
1. Introducción.....	2
1.1 Objetivos.....	13
2. Área de Estudio.....	14
2.1 Localización y vías de comunicación.....	14
2.2 Síntesis estratigráfica.....	14
3. Material y Método.....	20
3.1 Material de estudio.....	20
3.2 Limpieza de material.....	21
3.3 Preparación de líneas de sutura.....	22
3.4 Recopilación bibliográfica.....	22
3.5 Biometría de los ejemplares.....	22
3.6 Determinación del material fósil.....	23
3.7 Preparación y obtención de fotografías.....	23
3.8 Preparación de moldes.....	24
3.9 Desmontaje de los amonoideos.....	25
4. Antecedentes bibliográficos del género.....	26
4.1 Bioestratigrafía del género <i>Coilopoceras</i>	26
4.2 Antecedentes bibliográficos en Ontogenia y Dimorfismo en Amonoides.....	27
5. Ontogenia, Dimorfismo y Polimorfismo en amonoideos.....	29
5.1 Desarrollo ontogenético en amonoideos.....	29
5.2 Concepto e historia del Dimorfismo.....	31
5.3 Tipos de Dimorfismo.....	32
5.4 Criterios para el reconocimiento de Dimorfismo.....	33

5.5 Polimorfismo.....	34
6. Sistemática.....	35
6.1 Descripción genérica.....	35
6.2 Descripción específica.....	36
6.3 Descripción de los especímenes estudiados.....	38
6.4 Discusión de la Sistemática.....	43
7. Análisis de Resultados.....	44
8. Discusión de resultados.....	48
9. Conclusiones.....	54
Bibliografía.....	56

FIGURAS	pag.
Fig. 1 Biometría y partes de la concha.....	4
Fig. 2 Elementos de la sutura de un amonoideo.....	4
Fig. 3 Líneas de sutura.....	5
Fig. 4 Tipos de ornamentación en la concha de los amonoideos...	8
Fig. 5 Tipo de costillaje en la concha de los amonoideos.....	9
Fig. 6 Tipos de sección de vuelta y regiones ventrales en la concha de los amonoideos.....	10
Fig. 7 Tipos de concha y grados de enrollamiento en los amonoideos.....	11
Figs. 8 y 9 Amonoideos completos, fragmentados, nódulos y concreciones en la zona fosilífera del Morrión, Chihuahua.....	12
Fig. 10 Zona fosilífera del Morrión, Chihuahua.....	17
Fig. 11 Vista de la zona fosilífera del Morrión, Chihuahua, donde se aprecian nódulos y fragmentos.....	18
Fig. 12 Vistas de las lomas que conforman el yacimiento fosilífero del Morrión, Chihuahua.....	18
Figs. 13 y 14 Vistas panorámicas de La Sierra El Morrión y el yacimiento fosilífero del Morrión, Chihuahua.....	19

TABLAS

1a. Biometría Conchas Lisas

1b. Biometría Conchas Ornamentadas

APÉNDICE

Fig. A Altura vs Diámetro

Fig. B Espesor vs Diámetro

Fig. C Ombligo vs Diámetro

Fig. D O/D vs Diámetro

LÁMINAS

I – VII Conchas Lisas

VIII – XII Conchas Ornamentadas

XIII– XVI Suturas y Formulas suturales (Conchas Lisas)

XVII– XIX Suturas y Formulas suturales (Conchas Ornamentadas)

RESUMEN

El material fósil recuperado de una localidad situada en el Valle del Conchos, cerca de la Sierra del Morrión, consiste de una gran abundancia de conchas de diferentes tamaños de Amonoideos de una especie identificada como *Coilopoceras springeri* Hyatt, perteneciente al Turoniano Medio de México. Debido al estado de conservación, a la abundancia, diversidad de tamaños y formas que lo componían, se decidió estudiar el desarrollo ontogenético de la especie, considerando las dos formas de conchas presentes (formas lisas y ornamentadas); para éste estudio, se identificaron y describieron todas las características que permitieran evidenciar cambios debidos a la madurez en las conchas de dicha especie.

Los datos biométricos obtenidos fueron graficados para evidenciar los cambios observados en *C. springeri*, así mismo, se utilizaron métodos estadísticos de Análisis de Correlación (regresión lineal) para poder estimar la relación entre las variables medidas

Se identificaron cambios a diferentes diámetros de la concha, estas modificaciones se presentaron en el grado de involución y forma de la concha, pero principalmente en la ornamentación y en el número de elementos de la sutura. Las variaciones ornamentales en los ejemplares lisos eran mínimas a diferencia de las conchas ornamentadas que mostraban modificaciones en el tipo y forma de las costillas y bulas. La sutura, por su parte, presentaba un aumento en el número de elementos (sillas umbilicales) que la integraban, haciéndola cada vez más grande y compleja.

Se concluyó que la especie *Coilopoceras springeri* presenta, cambios ornamentales, durante su crecimiento, además, esta especie presenta, una gama de formas en las conchas ornamentadas, hecho que hace suponer, la existencia de polimorfismo, pero esta observación no pudo ser comprobada por falta de información estratigráfica precisa.

1. INTRODUCCIÓN

Los amonoideos, nombrados así en honor al Dios Ammon de los egipcios (Lehmann, 1981), son un grupo de cefalópodos extintos con concha externa, que fueron extremadamente abundantes, evolucionaron a partir de organismos marinos llamados bacrítidos en el Silúrico Tardío hace 421 millones de años (Landman, Tanabe y Davis, 1996) y desaparecieron a la par de los dinosaurios al final del Cretácico Superior, hace 65 m.a. El éxito de estos cefalópodos se debió en gran parte a modificaciones adaptativas importantes que les permitieron explotar y habitar varios ambientes marinos (nectónicos, bentónicos y planctónicos). La principal modificación y éxito evolutivo fue la creación de una concha tabicada, con cámaras llenas de gas, que le permitió al amonoideo una gran movilidad y flotabilidad, facilitando el subir o bajar rápidamente a través de los estratos oceánicos (House *in* House y Senior, 1980).

La importancia del estudio de estos organismos se debe en gran parte a la diversidad de especies, la rápida radiación adaptativa que presentaron y a su amplia distribución mundial, como puede constatarse en el registro fósil de las capas sedimentarias de la Tierra. Debido a estos aspectos los amonoideos son excelentes fósiles índice y aportan a la industria petrolera una importante fuente de información biocronoestratigráfica para el estudio y exploración de cuencas sedimentarias de importancia económica para nuestro país.

La forma general de los amonoideos se caracteriza por presentar una concha externa tabicada, enrollamiento planiespiral y simetría bilateral. Existen también formas de amonoideos que no muestran este característico enrollamiento de las vueltas, los heteromorfos, sus conchas presentan formas tubulares, torcidas, parecidas a báculos o bastones, etc. En la concha se identifican tres regiones principalmente: la protoconcha o cámara inicial, ésta es la cámara que habitó el embrión y se separa del resto de la concha por el prosifón y el protosepto; el fragmocono es la mayor porción de la concha y está dividido en cámaras separadas por paredes o septos, cuya separación disminuye con la madurez, todos los septos del fragmocono se encuentran atravesados en la parte

ventral por un tubo llamado sifón que le servía al organismo para el intercambio de gases y flotabilidad; por último la cámara del cuerpo, es la parte de la concha en donde habitaba el organismo en vida, no está dividida, su tamaño puede ser variable y ser ornamentalmente diferente al fragmocono. (Contreras et al., 1991) (Fig. 1)

La determinación de las especies que conforman este importante grupo fósil, se basa en el estudio detallado de las características de la concha: la ornamentación, el tipo y forma de vuelta, la biometría (ancho de vuelta, altura de vuelta, diámetro total, diámetro del ombligo, grado de involución) y las líneas de sutura.

Las líneas de sutura son el contacto del septo y la pared interior de la concha, son visibles cuando la concha no está presente o ha sido removida; están formadas por sillas, inflexiones curvadas hacia la apertura de la concha (adorales), y lóbulos, que son inflexiones en dirección contraria a las sillas (adapicales), (Contreras et al., 1991) (Fig. 2). Por la complejidad o sencillez de las líneas de sutura presentes en la concha de los amonoideos Lehmann (1981) en su libro "The Ammonites" emplea la división existente de tres grupos de líneas a distinguir: sutura goniática, con lóbulos y sillas simples, característica de los amonoideos del Paleozoico; sutura ceratítica, con lóbulos lenticulados o escarolados y sillas sin dividir, este tipo de suturas es característica de los amonoideos del Triásico, y por último la sutura amonítica, con sillas y lóbulos muy divididos, su forma es complicada, y está presente en los amonoideos del Jurásico y Cretácico (Fig. 3).

La compleja estructura de las suturas ofrece grandes posibilidades para el reconocimiento y estudio de homologías así como para la determinación a nivel específico; Wiedmann y Kullmann (1980) consideraron que al investigar el desarrollo ontogenético en el Orden Ammonoidea, pueden ser comparadas unas especies con otras por el desarrollo sutural que presenten, expresado por medio de fórmulas suturales. El resultado de elaborar las fórmulas permite la comparación entre especies emparentadas, las cuales en ciertos casos poseen características tan similares que dificultan su determinación.

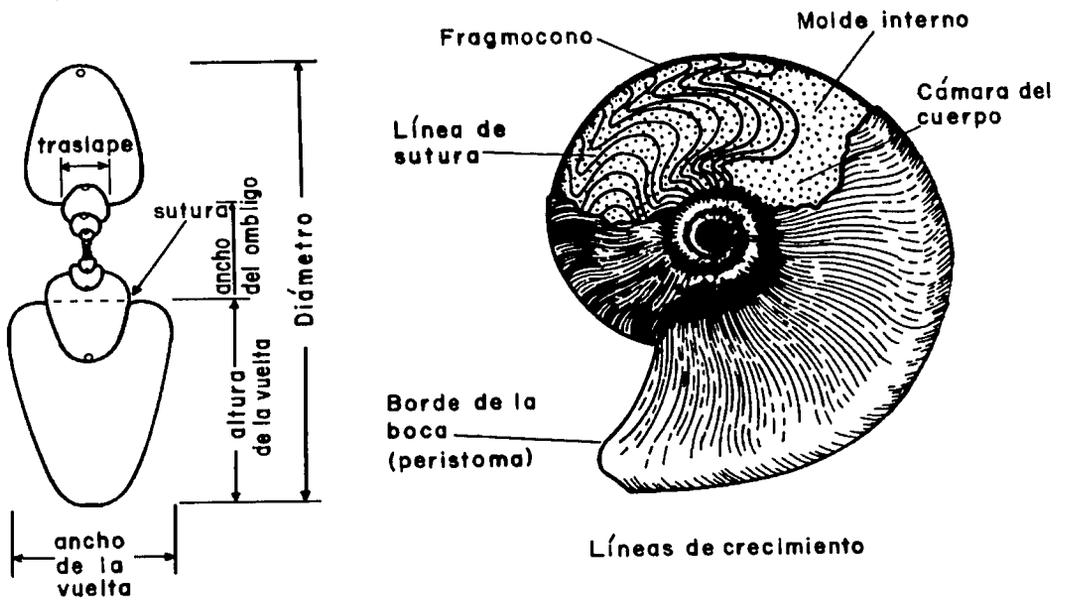


Figura 1. Biometría y partes de la concha (Tomado de Contreras et al., 1991).

hacia la abertura

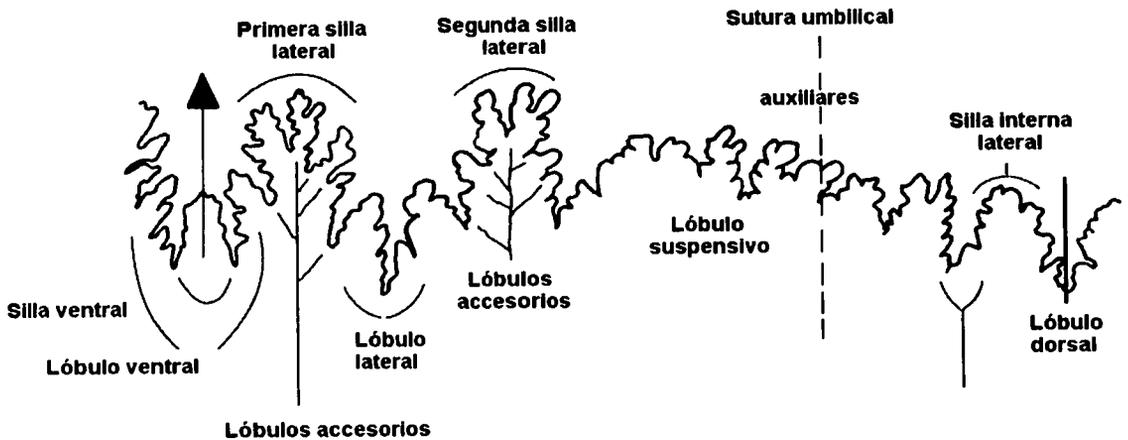


Figura 2. Elementos de la sutura de un amonóideo (Tomado de Contreras et al., 1991)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

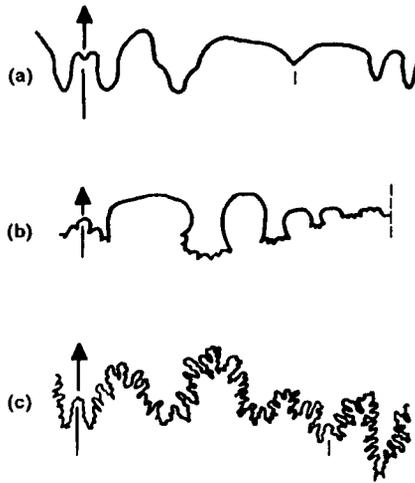


Figura 3. Líneas de sutura: a) Goniática; b) Ceratítica y c) Amonítica (Tomado de Contreras et al., 1991)

Para el estudio de las fórmulas suturales se han propuesto a lo largo del tiempo, una serie de letras o símbolos asignados a los lóbulos, para facilitar su comprensión. En general antiguamente existían dos tipos de terminologías que no eran necesariamente mutuamente exclusivas: el sistema morfográfico-descriptivo y el basado en estudios morfogenéticos; Wiedmann y Kullmann (1980) señalaron que el sistema morfográfico-descriptivo cayó en desuso y el sistema subsistente, el morfogenético, presenta dos diferentes variaciones: una propuesta por Wedekind en 1913 y la otra por Ruzhentsev en 1949. De las dos, la más favorecida por los investigadores es la terminología propuesta por Wedekind, por su fácil comprensión y porque se aplica en amonoideos tanto del Paleozoico como del Mesozoico. Esta terminología se basa en la identificación de los 5 lóbulos básicos por medio de letras: E para el lóbulo externo o lóbulo ventral, L para el lóbulo lateral, I para el lóbulo interno o lóbulo dorsal, A para el lóbulo adventicio y U para el lóbulo umbilical.

En el estudio de los amonoideos, además de la sutura, se utiliza también la ornamentación de la concha, ésta es muy variada y en algunas ocasiones compleja, es de gran importancia filogenética y permite realizar las distinciones de

los taxa a nivel de familia, género y especie (Wiedmann, 1968). La ornamentación en la concha se presenta de diferentes maneras como: ondulaciones, costillas, bulas, nodos, tubérculos, clavis, hileras muy pronunciadas de espinas, etc. (Fig. 4). Las costillas presentan una enorme variedad de formas, pueden ser convexas, falcoides, intercaladas, proyectadas, etc. y de acuerdo a su dirección pueden ser radiales o rectirradiadas, inclinadas hacia adelante prorsirradiadas o inclinadas hacia atrás rursirradiadas (Arkell et al. *in* Moore, 1957) (Fig. 5). La región ventral de los amonoideos puede también presentar ornamentación, consistente en uno o varios bordes longitudinales llamados quillas, estas quillas pueden ser sólidas o huecas, lisas o serradas (Fig. 6). Otro aspecto importante en el estudio de este grupo es el tipo de enrollamiento, que se determina tomando en cuenta la velocidad del crecimiento de las vueltas y el grado de traslape entre ellas, se reconocen dos tipos principales: evolutivo, con crecimiento lento y ombligo ancho e involutivo, con crecimiento rápido y ombligo reducido; de estas dos formas se desprenden muchas más intermedias (Fig. 7)

Para la realización de un estudio ontogenético completo en los amonoideos, es importante tomar en cuenta las modificaciones o variaciones de la concha tanto en la ornamentación como del desarrollo sutural, desde los estados juveniles hasta las formas adultas.

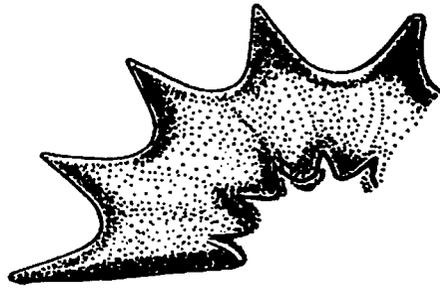
Landman, Tanabe y Davis (1996) indicaron que la concha de los amonoideos es un tipo de biografía del cefalópodo que alguna vez la habitó, el crecimiento que presentan la mayoría de las especies no es un cambio inalterado hasta la muerte, por el contrario, la forma de la protoconcha difiere considerablemente con el estado final del adulto. Los autores mencionados, detectaron una serie de modificaciones presentes en los amonoideos, a lo largo de su vida, debidas al desarrollo ontogenético, estos cambios se identifican en:

- el tipo de enrollamiento
- la sección de vuelta
- la ornamentación
- el desarrollo de constricciones aperturales

- el engrosamiento de la apertura de la concha
- la aproximación septal
- la simplificación progresiva de las últimas suturas antes de llegar a la cámara del cuerpo
- cambios en el color

El material fosilífero motivo de esta investigación se obtuvo a través de una donación realizada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia al Instituto Mexicano del Petróleo; el material proveniente de la Sierra del Morrión, Chihuahua, consta de una gran cantidad de amonoideos fragmentados, completos, nódulos y concreciones (Figs. 8-9). El estado de conservación de los fósiles es variable, una parte del material está fragmentado y/o recristalizado, y la otra parte consiste de ejemplares bien conservados, los cuales fueron seleccionados para el presente trabajo.

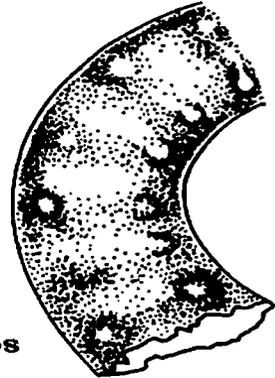
Al realizar un examen taxonómico preliminar del conjunto fosilífero, se detectó que la mayoría de los ejemplares corresponden a diferentes estadios de desarrollo del género *Coilopoceras*, probablemente de una o dos especies (*Coilopoceras springeri* y *Coilopoceras colleti*); la abundancia de amonoideos de un mismo género y el estado de conservación de los ejemplares, ofreció la posibilidad de realizar un estudio ontogenético. Este tipo de investigaciones permiten conocer el desarrollo que presentó en vida el amonoideo, elaborar historias filogenéticas de los géneros de las especies para establecer relaciones evolutivas, descubrir si a una especie se le han asignado nombres diferentes, conocer cuál puede ser el significado biogeográfico y ecológico de estas modificaciones y eventualmente aplicar este conocimiento en estudios estratigráficos.



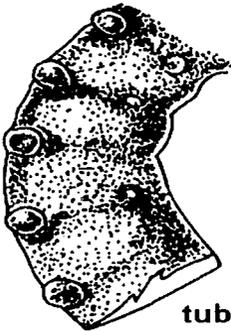
espinas



bulas



nodos



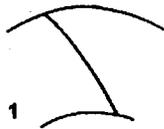
tubérculos



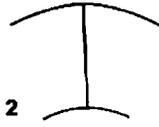
clavis

Figura 4. Tipos de ornamentación en la concha de los amonoideos (Tomado de Contreras et al., 1991)

Dirección de la costilla



1
rursirradiada

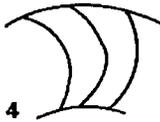


2
rectirradiada

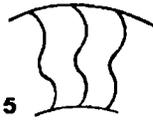


3
prorsirradiada

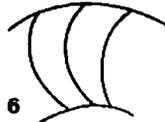
Tipo de costillas



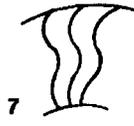
4
convexa



5
biconvexa



6
cóncava



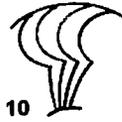
7
bicóncava



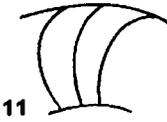
8
sinuosa



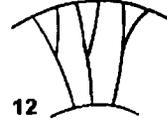
9
falcoide



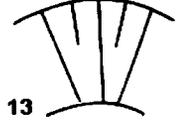
10
falcada



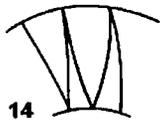
11
proyectada



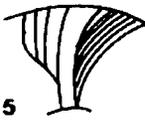
12
primaria
secundaria



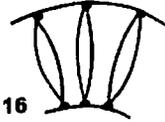
13
intercalada



14
zigzag



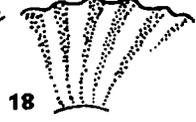
15
virgatotoma



16
ojalada

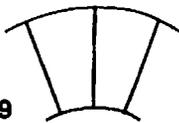


17
parabólica



18
plegada

Espaciamiento de las costillas



19
distante



20
aproximado



21
fasciculado

Figura 5. Tipos de costillaje en la concha de los amonoideos (Tomado de Contreras et al., 1991)

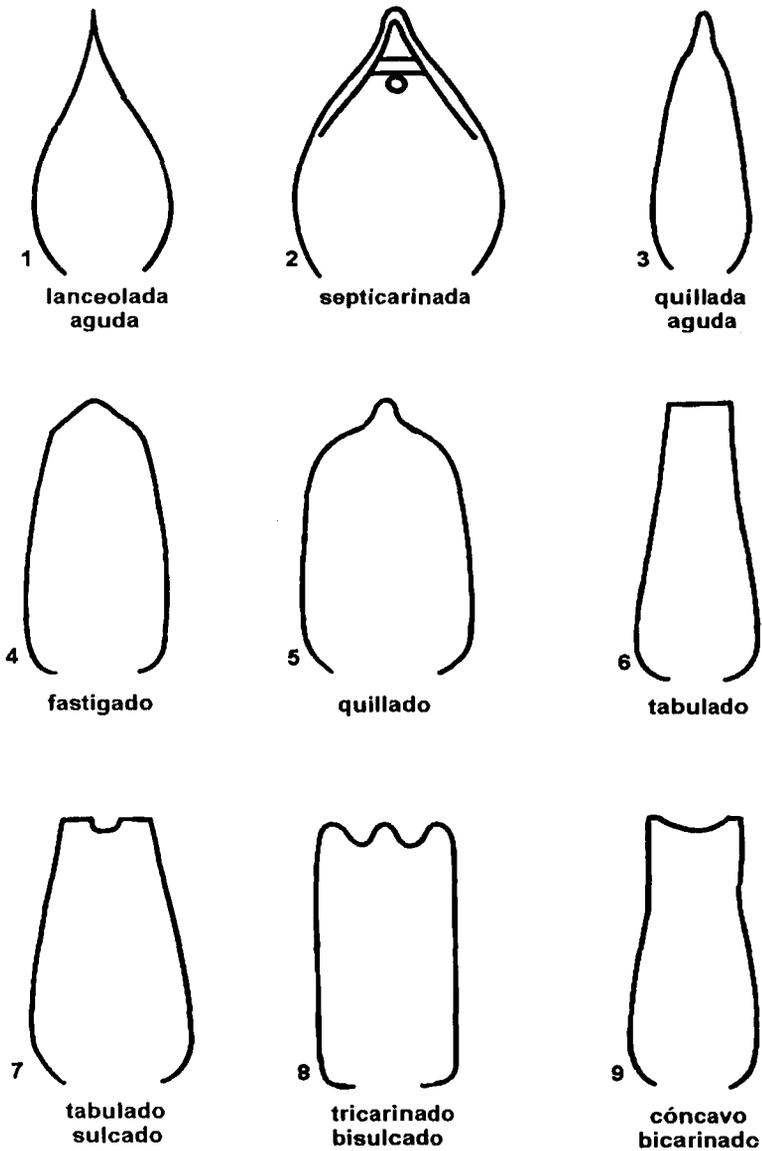


Figura 6. Tipos de sección de vuelta y regiones ventrales en la concha de los amonoides (Tomado de Contreras et al., 1991)

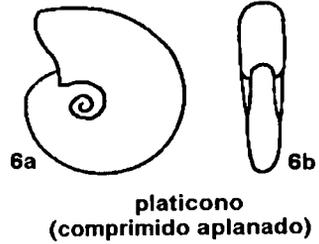
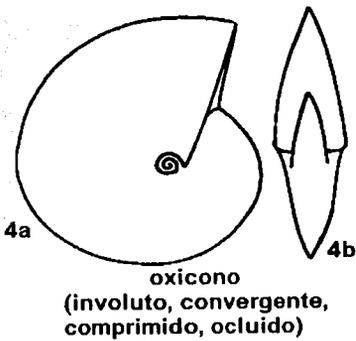
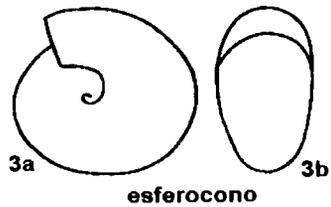
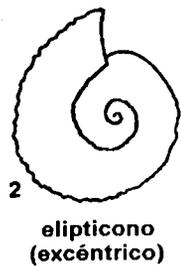
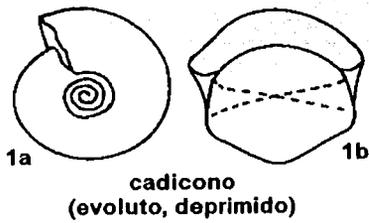


Figura 7. Tipos de concha y grados de enrollamiento en los amonoides (Tomado de Contreras et al. 1991).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Figuras 8 y 9. Amonoideos completos, fragmentados, nódulos y concreciones en la zona fosilífera del Morrión, Chihuahua.

1.1 Objetivos

- **Determinar y describir a través de un estudio taxonómico una especie del género *Coilopoceras*.**
- **Estudiar el desarrollo ontogenético de una especie del género *Coilopoceras* del Cretácico Superior de México.**
- **Describir los rasgos ornamentales en diferentes estadios de desarrollo ontogenético.**
- **Detectar y determinar si los cambios en la concha son debidos a la madurez.**

2. ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Localización y vías de comunicación.

En el Norte de la República Mexicana, en el estado de Chihuahua, se localiza la zona fosilífera del Morrión al este de la Sierra del Morrión y del rancho "El Tecolote", en la planicie baja del Valle del Conchos, cubierta por los arroyos: "Rancherías", "Las Boquillas" y "Tinaja la Vaca", afluentes todos del río Conchos. Esta zona se ubica entre las coordenadas 105° 26' y 105° 28' W y 28° 58' 55'', 28° 58' 37'' N, en el municipio de Aldama a 1200 msnm. (Comunicación personal Enrique Marín, 2000) (Fig. 10)

El acceso al yacimiento fosilífero del Morrión es muy restringido y sólo se llega por medio de brechas o veredas (Comunicación personal Oscar Polaco, 1999) (Figs. 11-14).

2.2 Síntesis estratigráfica.

Los estratos fosilíferos de la zona del Morrión, forman parte de la Formación Ojinaga, nombrada así ya que su localidad tipo se sitúa en el área de Ojinaga, Chihuahua. La formación tiene un espesor de por lo menos 650 m (Burrows, 1910 in Araujo y Estavillo, 1985), presentando una amplia distribución en los estados de Chihuahua, Coahuila y Nuevo León (García, 1983).

A lo largo del siglo XX varios autores han realizado trabajos estratigráficos y paleontológicos para conocer y ampliar la información de la Formación Ojinaga.

En 1944 Imlay estudió las formaciones del Cretácico de México y Centro América. Para este autor, el Cenomaniano Superior y Turoniano de México se encuentran representados por cinco facies distintas distribuidas a lo largo de la República Mexicana. La tercera de estas facies, muy fosilífera, consiste de lutita y margas de gran espesor, las cuales fueron identificadas en la Sierra Mojada, el área de Santa Elena, en la parte baja del Valle del Conchos al este de Chihuahua

en donde se le conoce con el nombre de Formación Ojinaga y al oeste de Jeff Davis Texas, donde se le denominó Formación Chispa Summit, siendo las dos Formaciones caracterizadas por la abundancia de amonoideos; Imlay (1944) describe una sección medida de la Formación Ojinaga, entre Cuchillo Parado y Aldama, con un espesor de 21 m, consistente en esquisto, caliza y arenisca; conteniendo fauna fósil como *Inoceramus labiatus*, *Romaniceras*, *Prionotropis*, *Prohauericeras* y *Coilopoceras*.

King y Adkins realizaron en 1946 una investigación estratigráfica y paleontológica en la parte baja del Valle del Conchos, Chihuahua, en este trabajo los autores, a diferencia de lo descrito por Imlay en 1944, al observar una estratigrafía muy parecida a la Formación Chispa Summit de Texas, descartan el nombre de Formación Ojinaga para esta zona. La Formación Chispa Summit (Ojinaga) tiene un espesor de 96 m y está compuesta en la parte superior de lutita y arenisca y en la parte baja de caliza. Las localidades estudiadas que abarcaba la Formación Chispa Summit (Ojinaga) fueron tres, en éstas, King y Adkins realizaron un estudio del contenido de amonoideos. En las localidades El Álamo y Sobaco en el área de Cuchillo Parado, presentaron una gran abundancia de ejemplares de la especie *Romaniceras* (*R. cumminsi*, *R. loboense*, *R. mexicanum*,) así como ejemplares de *Coilopoceras* (sin especies descritas), *Pseudotissotia*, *Prononotropis*, *Prohauericeras*, *Aporrhais*, *Amauopsis* y *Avicula*. En la localidad Las Rancherías en el área de Placer de Guadalupe, en la parte superior de la Formación Chispa Summit (cerca de la zona fosilífera del Morrión) se identificó, a diferencia de las otras dos localidades, una gran cantidad de amonoideos del género *Coilopoceras*, así como especies del género *Romaniceras*, *Prionotropis* e *Inocerarum*. A la Formación Chispa Summit (Ojinaga) los autores le asignaron una edad del Cenomaniano Superior al Turoniano, por su equivalencia con la Formación Eagle Ford.

Powell (1963a) publicó un artículo sobre los amonoideos de la Formación Ojinaga, Chihuahua y Trans-Pecos, Texas, para dar a conocer las especies existentes del Cenomaniano-Turoniano de esas regiones, así como actualizar la nomenclatura y la taxonomía de las especies descritas, logrando con esto

aumentar su utilidad estratigráfica. Los amonoideos descritos proceden de los dos estratos de caliza más inferiores de la Formación Ojinaga. En éste artículo, Powell describe a varias especies de amonoideos, entre los cuales se encuentra *Prionocyclus*, *Selwynoceras*, *Mammites*, *Neoptychites* y *Coilopoceras* sp, todos presentes en el Turoniano Medio.

En ese mismo año Powell (1963b) estudió un gran número de amonoideos de la Formación Ojinaga del norte de Chihuahua (localidad Canonboll Hill) y del grupo Eagle Ford del centro de Texas. Con el análisis realizado por el autor se logró identificar amonoideos del género *Collignonicerias*, *Selwynoceras*, *Spathites*, *Neoptychites*, *Coilopoceras* y *Romaniceras*; estos géneros permitieron situar la edad de la Formación Ojinaga en la localidad Canonboll Hill en el Turoniano Medio al Superior.

Araujo y Estavillo realizan en 1985 un estudio estratigráfico, geográfico y paleontológico en la cuenca de Ojinaga. El área de estudio abarcó una superficie de 15,000 km², comprendiendo las Formaciones Buda, Ojinaga, San Carlos y Picacho, todos correspondientes al Cretácico Superior.

Para Araujo y Estavillo, la secuencia estratigráfica de la Formación Ojinaga, se caracteriza por una serie de rocas terrígenas (lutita y lutita limolítica) que alternan con caliza y dolomia. En la parte inferior de la formación predominan carbonatos arcillosos los cuales se depositaron en un ambiente de plataforma abierta y en la parte superior predominan rocas terrígenas, carbonatos arcillosos y arenosos con numerosas concreciones calcáreas, amonitas, diversos microfósiles, pelecípodos, ostras, grifeas y belemnites. La edad de la Formación Ojinaga, corresponde al Cenomaniano Superior-Santoniano de acuerdo a los fósiles determinados.

Dadas las evidencias paleontológicas y la revisión bibliográfica recabadas en este trabajo, (presencia de fósiles índice como el género *Romaniceras* y *Coilopoceras*), a la zona fosilífera del Morrión se le puede asignar una edad del Turoniano Inferior al Superior.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

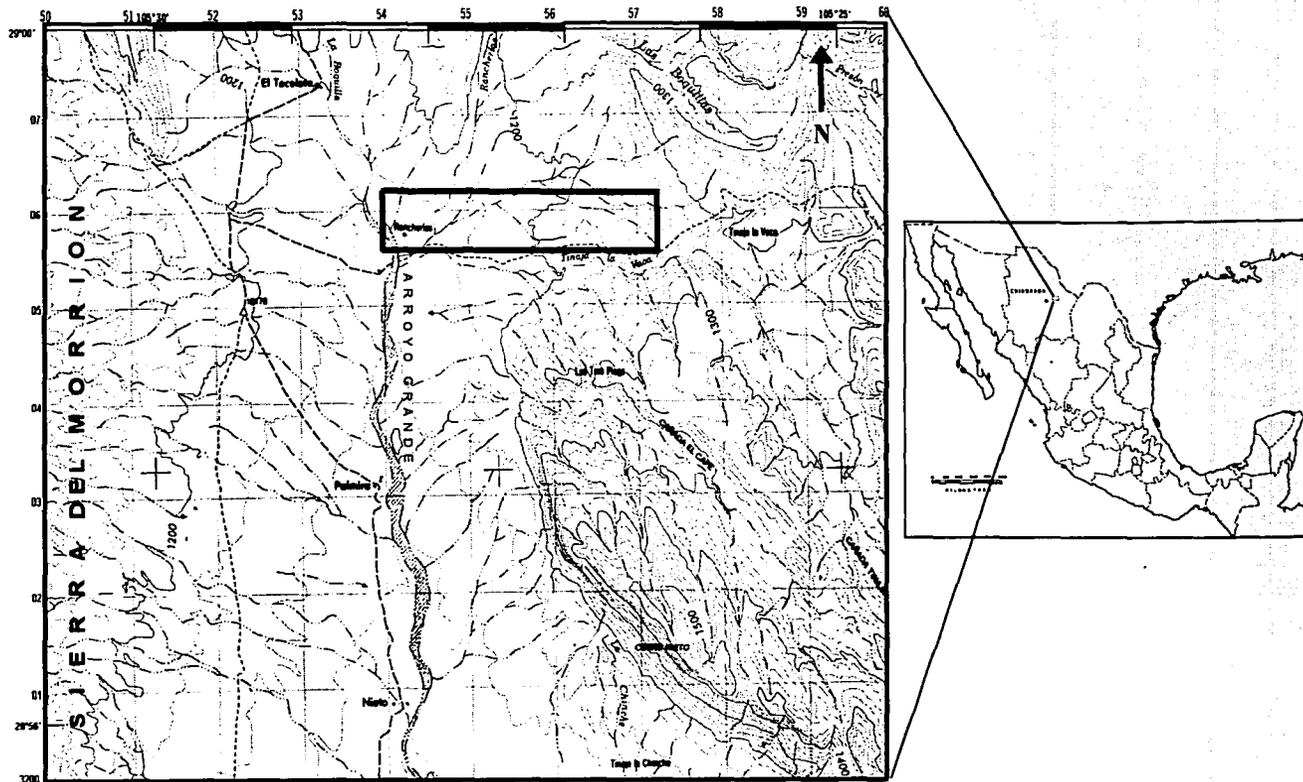


Fig. 10. Zona fosilífera del Morrion, Chihuahua.

(Tomado INEGI, H13C58)

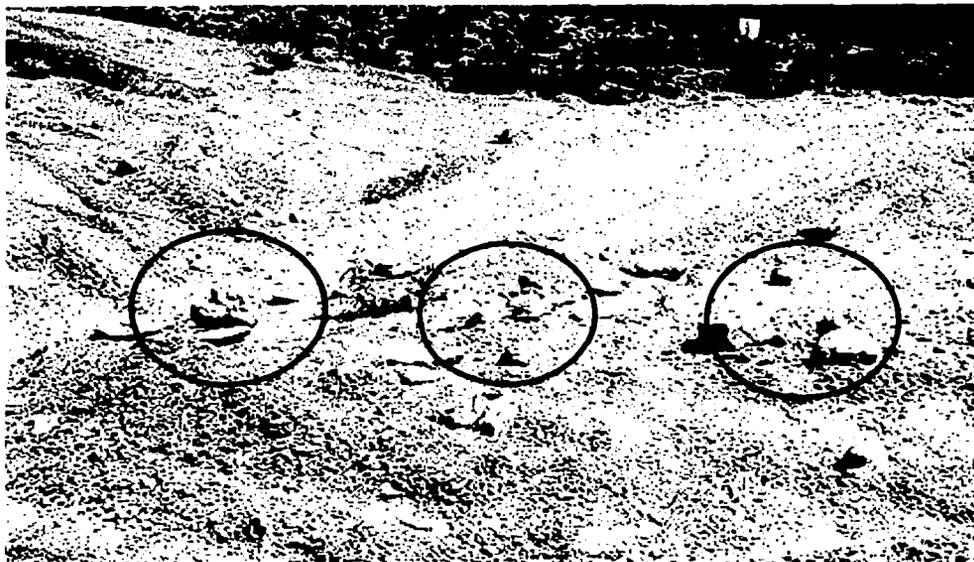


Figura 11. Vista de la zona fosilífera del Morrión, Chihuahua, donde se aprecian nódulos y fragmentos.



Figuras 12. Vistas de las lomas que conforman el yacimiento fosilífero del Morrión, Chihuahua.



Figuras 13 y 14. Vistas panorámicas de La Sierra El Morrión y el yacimiento fosilífero del Morrión, Chihuahua.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Material de estudio

El material donado por el INAH, estaba integrado por nódulos y concreciones de diferentes tamaños, así como amonoideos en su mayor parte, los cuales variaban de formas pequeñas a grandes (más de medio metro); éstos se encuentran completos, fragmentados, recristalizados y/o recubiertos casi en su totalidad de roca.

En la fase inicial se procedió a seleccionar y agrupar el material en:

- i)* nódulos y concreciones
- ii)* amonoideos deformados o con exceso de sedimento
- iii)* amonoideos no fragmentados y libres de sedimento, agrupando a éstos por tamaño, forma y características ornamentales semejantes
- iv)* amonoideos fragmentados.

Los nódulos y concreciones fueron partidas para revisar si contenían en su interior amonoideos. Lamentablemente en la mayoría de los casos se encontró, por la recristalización del material, una mala conservación de las formas fósiles, debido a que la recristalización del material propició su desaparición parcial o total.

Los amonoideos deformados no se tomaron en cuenta para este estudio por que uno de los aspectos más importantes en el análisis era el de identificar los cambios ornamentales de la concha y observar todas las variaciones que se presentaran, por tal motivo se podría causar confusión con deformaciones en los ejemplares.

De los ejemplares no fragmentados de amonoideos, se seleccionaron las formas mejor conservadas, tanto las pequeñas como las grandes, las que presentaran líneas de sutura y características ornamentales bien conservadas.

En el grupo de las formas fragmentadas sólo se consideraron las mitades de vuelta y se seleccionaron sólo aquellas conchas con líneas de sutura completas. Estas mitades de vuelta presentaban buenas condiciones de conservación por lo que se consideró incorporarlas a este estudio.

En total se analizaron y determinaron un total de 20 ejemplares (ver cap. 6 Sistemática), 14 corresponden a formas casi completas (fragmoconos), 4 a fragmentos de vuelta y sólo 2 conchas completas (con cámara habitacional).

3.2 Limpieza de material

La limpieza mecánica de los ejemplares seleccionados se realizó de tres maneras diferentes, con base en la cantidad de roca o sedimento que rodeaba al fósil y en su dureza.

- i)* Inicialmente, se procedió a remover la capa de material rocoso que cubría al fósil, ésta se eliminó mecánicamente con martillo y cincel, teniendo mucho cuidado de no dañar o romper el fósil con un golpe muy fuerte. Los golpes debían ser continuos y firmes, dependiendo de la dureza del material rocoso.
- ii)* En los ejemplares que presentaban una capa fina de sedimento carbonatado, se procedió a disolverla con ácido clorhídrico al 10 %. Este ácido disuelve rápidamente el carbonato de calcio que compone la roca, por esta razón se mantuvo al fósil en contacto con la solución, en intervalos de tiempo cortos, de lo contrario se corría el riesgo de eliminar las líneas de sutura.
- iii)* También se empleó el ácido acético al 20 %, porque al ser menos corrosivo, permitió controlar el grado de disolución del sedimento.

3.3 Preparación de líneas de sutura

En la preparación de las líneas de sutura y para realizar una limpieza más fina, se utilizó un pequeño taladro de cerrajero Super drill set. Este aparato consta de cuatro pequeños pulidores con puntas de formas diferentes; su utilización permitió eliminar capas delgadas de sedimento que cubrían parcialmente las líneas de sutura, su manejo fue cuidadoso para evitar borrarlas o dañarlas. Libre de roca la superficie del fósil, las líneas se resaltaron con tinta china blanca y negra, permitiendo distinguir con esto las sillitas y lóbulos que conforman a la sutura. Una vez pintada la sutura de todas las muestras, se calcaron en acetato, con el propósito de hacer el manejo de las suturas más fácil y poder posteriormente escanearlas e incorporarlas en este trabajo (ver Láminas XIII -XIX).

3.4 Recopilación bibliográfica

Inicialmente, se llevó a cabo una investigación bibliográfica de información general del Orden Ammonoidea y del desarrollo ontogenético en los amonoides, así como del género *Coilopoceras*. Esta búsqueda denotó la escasez de información en México referente a los dos primeros temas y también puso de manifiesto que a nivel mundial se han desarrollado pocas investigaciones que aborden el desarrollo ontogenético, especialmente en formas del Cretácico Superior. Posteriormente se consultaron libros y artículos relacionados con la geología y bioestratigrafía de Chihuahua.

3.5 Biometría de los ejemplares

La medición de los parámetros biométricos (ver Fig. 1) de los ejemplares estudiados, es una parte fundamental para el análisis de los datos, porque gracias a la información obtenida se pueden manejar datos estadísticos que permitan valorar todos los cambios presentes en las muestras. Con los valores obtenidos se elaboraron dos tablas, (la 1a para las conchas lisas y la 1b para conchas ornamentadas) que sirvieron para desarrollar 4 figuras (A-D).

3.6 Determinación del material fósil

La determinación taxonómica de los ejemplares se realizó a través del análisis y comparación del fósil con las descripciones e ilustraciones de la bibliografía obtenida. Se comparó la ornamentación (costillas, tubérculos, tipo de enrollamiento, forma de la sección de vuelta, etc.), las características de la línea de sutura, por ejemplo la fórmula sutural, el tipo y forma de los lóbulos y sillas; así como las medidas del fósil, como la altura, diámetro total de la vuelta, grosor de la vuelta, diámetro del ombligo y el grado de enrollamiento.

Los tres procedimientos que a continuación se describirán, se realizaron de manera paralela, repitiéndolos en cada ejemplar.

3.7 Preparación y obtención de fotografías

Fotografiar los ejemplares fósiles fue una parte fundamental de esta investigación, con este procedimiento se logró resaltar la ornamentación y sutura de la superficie del fósil. Para obtener una buena fotografía fue necesario cubrir al fósil con una capa uniforme de cloruro de amonio, para lo cual se utilizó un aspersor especial, éste consta de una pipeta de vidrio con una cámara redonda en la parte media, en donde se colocan los cristales de cloruro de amonio., Hacia la parte final de la pipeta se encuentra una perilla de aire; la punta de la pipeta se llenó con los cristales del cloruro de amonio y se procedió a calentar con un mechero de alcohol, procurando girar la pipeta para que los cristales se calienten uniformemente y pasen al estado gaseoso. El gas resultante del calentamiento de los cristales de amonio, se puede esparcir con la perilla sobre la superficie del fósil.

Al terminar este proceso, el fósil se colocó en una cámara de cajón marca Carl Zeiss, se buscó la iluminación adecuada para resaltar, lo mejor posible, los detalles ornamentales y suturales de la concha, una vez logrado esto se tomó la fotografía.

3.8 Preparación de moldes

Para poder describir la secuencia del desarrollo ontogenético de cada uno de los especímenes estudiados, fue necesario desmontar los ejemplares y elaborar moldes y vaciados de sus diferentes estadios; para lo cual fue importante realizar una copia lo más idéntica posible, con el fin de mostrar todas las características ornamentales presentes en el original.

Inicialmente se elaboró una base o matriz de plastilina, la cual sirvió al fósil como soporte al momento de vaciar el yeso (yeso de fraguado rápido), el amonoides se colocó en la base de forma lateral procurando dejar sólo uno de los flancos visible. En la orilla del molde (que debe tener de 3 a 4 cm de grosor) se colocaron, en forma equidistante y en contraposición, 4 registros (rectángulos) de plastilina. Posteriormente, en una esquina de la base se colocó un trozo de manguera con el propósito de dejar un hueco en el molde. Alrededor de la base, se colocó una barrera de plástico con el fin de crear una especie de recipiente, la superficie del fósil se impregnó de vaselina para evitar que el yeso se pegara sobre el ejemplar al verterlo, éste debía de cubrir uniformemente y en su totalidad al fósil con una capa de 1 a 2 cm de espesor. Una vez seco el yeso, se retiró cuidadosamente el molde ya terminado. La otra mitad del molde se obtuvo repitiendo los pasos anteriores, esta vez utilizando el molde recién elaborado como matriz en lugar de la base de plastilina.

Preparadas las dos mitades, se untó con vaselina el molde, para evitar que el vaciado del fósil se pegara, juntas las dos mitades se vació el yeso en el orificio que dejó la manguera de plástico. Seco el vaciado, se retiraron con cuidado las dos mitades del molde; de las copias obtenidas era importante que no tuvieran burbujas de aire en la superficie, ni otra marca no presente en el original.

3.9 Desmontaje de los amonoideos

El desmonte paulatino de las vueltas de la concha resultó ser un proceso sumamente delicado, debido a que se corría el riesgo de romper la muestra, pero para el propósito principal de este trabajo fue importante poder realizar dicho procedimiento.

Las últimas vueltas se deben de romper o desmontar para dejar al descubierto las primeras vueltas, para lograr esto, el cincel se debió de colocar de manera perpendicular y exactamente a la mitad de la apertura de la concha y dar con el martillo una serie de golpes de magnitudes diferentes para poder así fracturar la roca y poner al descubierto las vueltas más pequeñas.

Una vez desmontado el fósil, se debe de crear una nueva copia en yeso, fotografiar el ejemplar, tomar nuevas medidas y dibujar la sutura. El desmontaje de las vueltas se realizó las veces necesarias para poder llegar a los primeros estadios juveniles del amonoideo y tener así evidencias del desarrollo ontogenético de la concha al realizar una comparación de las últimas vueltas con las vueltas más pequeñas.

4. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS DEL GÉNERO

4.1 Bioestratigrafía del género *Coilopoceras*.

Hyatt en 1903 en su trabajo *Pseudoceratites* del Cretácico, describió por vez primera al género *Coilopoceras* con tres especies: *Coilopoceras colleti* y *C. novimexicanum*, encontradas en la localidad Near Carthage, Nuevo México, perteneciente al Grupo Colorado del Cretácico Superior (Turoniano), y *C. springeri* colectada en la localidad de Colfax Country, Nuevo México, perteneciente también al Grupo Colorado del Cretácico Superior (Turoniano).

En el capítulo anterior (capítulo 3) se mencionó que diferentes autores han reconocido al género *Coilopoceras* en México: Imlay (1944) al estudiar la Formación Ojinaga en la parte baja del Valle del Conchos. King y Adkins (1946) al realizar investigaciones paleontológicas y estratigráficas, también en la parte baja del Valle del Conchos, en la localidad Las Rancherías identificaron una gran cantidad de amonoideos pertenecientes al género *Coilopoceras* (especies no citadas). Powell (1963 a, b), al estudiar las Formaciones Ojinaga, Trans-Pecos y Eagle Ford pertenecientes al Turoniano Medio-Superior, describió a varios géneros de amonoideos entre los que encontró representantes del género *Coilopoceras* (especies no citadas).

Por otra parte en 1980, Cobban y Hook realizaron un estudio de los amonoideos pertenecientes a la Familia Coilopoceratidae Hyatt del Cretácico Superior (Turoniano). Estudiaron 66 localidades en Nuevo México y algunas amonitas colectadas en Colorado y Wyoming, E.U. e hicieron una revisión, a partir de las muestras colectadas, de tres géneros pertenecientes a la Familia Coilopoceratidae: *Hoplitoides*, *Coilopoceras* y el nuevo género *Herrickiceras*; *Coilopoceras* representado por tres especies *C. colleti*, *C. springeri* y *C. inflatum*, los ejemplares, de varios tamaños, se colectaron en diferentes localidades, de edad Turoniano Medio y Superior.

En 1982 Renz publicó un trabajo de las amonitas del Cretácico de Venezuela, realizando una revisión de familias y géneros del Cretácico Inferior y Superior. Determinó para la Familia Coilopoceratidae cinco especies: *Coilopoceras* aff. *newelli*, *C. colleti*, *C. stephani*, *C. laraense*, y *C. springeri*, esta última la colectó en la localidad Santa Rosa, en el miembro Chejendré (Turoniano Inferior), el cual es parte de la Formación Luna que abarca desde el Cenomaniano al Coniaciano.

Kennedy et al., (1989) presentaron un artículo referente a la bioestratigrafía de la Formación Chispa-Summit de Texas del Cenomaniano-Turoniano. Los autores utilizaron a las especies de amonoideos localizadas en esta formación como indicadores de edad y situaron la parte superior de la formación, en el Turoniano Medio con la especie *Coilopoceras springeri* y en el Turoniano Superior con las especies *Coilopoceras colleti* y *C. inflatum*.

Kennedy y Wright en 1984 realizaron una revisión de la especie *Coilopoceras requienianum*, caracterizada por variaciones morfológicas (formas con y sin ornamentación) relacionadas con el dimorfismo sexual, estas variaciones presentes en *C. requienianus* confirman las observaciones de Cobban y Hook (1980) en donde señalan la existencia en el grupo de dimorfismo.

Contreras et al. (1994) en el Catálogo de Amonitas de México parte V del Cenomaniano al Turoniano, incluyeron al género *Coilopoceras*, presentando descripciones e ilustraciones de las especies: *Coilopoceras colleti* colectada en la Sierra de Julimes y perteneciente al Turoniano Superior; *C. indiduraense* muestra colectada en la Sierra de Sta. Ana de edad Turoniano; *C. cf. inflatum* colectada en la Sierra de Aldama y perteneciente al Turoniano Medio; y por último *C. springeri* colectada en la localidad Mina Dos Amigos con un rango estratigráfico del Turoniano Medio.

4.2 Antecedentes bibliográficos en Ontogenia y Dimorfismo en Amonoideos.

Anteriormente varios autores han mencionado la importancia de estudios de desarrollo ontogenético y dimorfismo sexual, Arkell y colaboradores publican en

1957 el "Treatise on Invertebrate Paleontology", en donde mencionan brevemente el tema del desarrollo ontogenético en el Orden Ammonoidea, haciendo énfasis en el desarrollo sutural del grupo y su importancia filogenética.

Kullman y Wiedmann (1970) publicaron un artículo referente a la importancia que presenta la sutura para el estudio de cambios ontogenéticos y filogenéticos en el Orden Ammonoidea.

Wiedmann y Kullman (1980) colaboraron con un capítulo en el libro "The Ammonoidea" publicado por House y Senior, en donde se discutieron la importancia del desarrollo ontogenético en la filogenia de las suturas en este grupo. Utilizan el método de reconocimiento de homología y establecen una posible clasificación, por medio de las suturas, en los diversos grupos de amonoides.

Lehmann publicó en 1981 el libro "The Ammonites" en el que realizó un estudio de las características ecológicas y anatómicas más importantes de este grupo fósil, este autor trató los temas del desarrollo ontogenético y dimorfismo sexual en dos amplios capítulos.

La publicación de Landman, Tanabe y Davis (1996) "Ammonoid Paleobiology", reúne varios trabajos de especialistas en el campo de la paleobiología. En este trabajo se trataron temas relacionados con filogenia, morfología, ecología, evolución, extinción, biogeografía, bioestratigrafía, dimorfismo y desarrollo ontogenético

5. ONTOGENIA, DIMORFISMO Y POLIMORFISMO EN AMONOIDEOS.

5.1 Desarrollo ontogenético en amonoides.

En un estudio ontogenético completo, es importante tomar en cuenta las modificaciones o variaciones de la concha tanto en la ornamentación como del desarrollo sutural, desde los estadios juveniles hasta las formas adultas. Para esto Landman y colaboradores (1996) conjuntan y resumen, a partir de trabajos anteriores en ontogenia, una serie de modificaciones presentes en los amonoides, debidas al desarrollo ontogenético de la concha. Estos cambios se identifican en el tipo de enrollamiento, la sección de vuelta, en la ornamentación, en el desarrollo de constricciones aperturales, la simplificación progresiva de las últimas suturas antes de llegar a la cámara del cuerpo, y en algunos casos, cuando el fósil presenta una buena conservación se logran observar engrosamientos de la zona apertural de la concha, aproximación septal y cambios en el color de la concha (particularmente difícil de encontrar en fósiles).

El desarrollo ontogenético se puede definir como la formación y desarrollo de un individuo y éstas modificaciones serán exclusivos de la especie. La primer concha formada por el embrión Ammonitella es la protoconcha, a partir de ésta el organismo se desarrollará, aumentando progresivamente de tamaño a medida que sustituye, hacia la apertura, el material primario que la compuso (pasa de carbonato de sílice a carbonato de calcio). El diámetro de ésta puede variar de 0.5 a 0.8 mm dependiendo de la especie (Lehmann, 1981) y en este estadio la protoconcha ya presenta de dos a tres líneas de sutura.

El siguiente elemento importante en el desarrollo de la primer concha del amonoideo y que dará la pauta para el crecimiento de ésta, es el desarrollo de los septos. Estas estructuras separan las cavidades o cámaras que componen a la concha y sus proyecciones hacia la pared de la misma dan la forma muy característica de la sutura, los septos sirvieron como soporte a la concha del amonoideo, además de promover y evidenciar (en el caso de una concha fósil) el desarrollo del organismo, por ejemplo, la aproximación de los septos en una

concha son asociados al estado de maduración sexual del organismo y es la única evidencia que puede señalar la terminación del crecimiento de la concha e indicar el estadio adulto definitivo (Lehmann, 1981). A medida que continua el desarrollo, se hacen presentes otros cambios en la que fuera la protoconcha, ahora la concha juvenil; el peristoma que anteriormente era liso, puede en algunas especies desarrollar proyecciones de la cámara habitacional a los lados de los flancos o en la región ventral, éstas estructuras pueden variar de forma y ornamentación durante el crecimiento y solo son observadas en fósiles con una buena conservación.

En cuanto a la ornamentación, principalmente los cambios en las costillas, son las evidencias más claras del proceso ontogenético que presenta un fósil de amonoideo. Las costillas son bordes sobre la concha dirigidos de manera radial (Contreras, et al., 1991), que comúnmente varían de espesor y forma (rectas, curvas, sinuosas, falcoides, etc.) durante el crecimiento y se encuentran a los lados de los flancos y en el peristoma, estas proyecciones de la concha son muy variadas y suelen aparecer al principio de los estadios juveniles o al final de los adultos. Las costillas pueden estar intercaladas a su vez por otras proyecciones de la concha como bulas, nodos o clavis, que al igual que las costillas pueden variar según el estadio de desarrollo. Para los estadios metagerónicos, las ornamentaciones generalmente muestran formas masivas (grandes y gruesas) que se distinguen claramente de las finas y delicadas estructuras de las formas jóvenes (Kennedy, 1989)

Es relativamente común encontrar durante el crecimiento de las conchas la presencia de constricciones aperturales, éstas son espaciamentos adyacentes a la apertura en forma de depresiones en la concha, que aparecen durante el desarrollo y suelen asociarse a la madurez del amonoideo. Es posible que individuos de ciertos taxa exhiban cambios en el color al final del desarrollo ontogenético. Por ejemplo, el género *Owenites* del Triásico de Nevada presenta aproximaciones en las bandas de color de la parte apertural de la concha durante su desarrollo (Landman, Tanabe y Davis, 1996).

La función principal de la mayoría de los cambios en las conchas de amonoideos se debió, en gran medida, a la preparación de la madurez sexual del organismo para su posterior reproducción (Lehmann, 1981 y Landman, Tanabe y Davis, 1996), estos cambios, en un concepto biológico, determinaban la competitividad de los miembros de un grupo para lograr reproducirse y subsistir en un medio ambiente (ecosistema marino) en donde madurar y llegar rápido a un estadio adulto eran importantes para la supervivencia y reproducción del individuo.

5.2 Concepto e historia del Dimorfismo.

En el Orden Ammonoidea no es raro encontrar evidencias de dimorfismo sexual en las especies, por ejemplo, Landman, Tanabe y Davis presentan en su libro "Ammonoid Paleobiology" (1996) un listado muy completo de las especies de amonoideos que muestran dimorfismo sexual (en esta lista se encuentra incluido el género *Coilopoceras*). Sin embargo no resulta tan fácil encontrar casos en el que una especie en particular presente una serie de diferencias morfológicas entre los individuos, que supongan la presencia de polimorfismo en la especie y lamentablemente estas diferencias son poco estudiadas.

El concepto de dimorfismo en amonoideos fue acuñado hace siglo y medio y desde el principio fue relacionado con el sexo del espécimen, pero fue hasta 1929 cuando Brinkmann, en un trabajo donde estudió cerca de 3000 amonites del grupo de los Kosmoceratidos, sentó las bases de la discusión del dimorfismo sexual (Lehmann, 1981). La "edad moderna" del estudio del dimorfismo vino con la publicación de los trabajos de Makowski (1962) y Callomon (1963). Ambos autores trabajaron principalmente con amonoideos del Jurásico en dos áreas diferentes e independientemente llegaron a las mismas conclusiones con respecto al dimorfismo y su significado biológico.

El dimorfismo puede ser definido como la existencia, en una especie dada, de individuos con dos diferentes morfologías adultas, a su vez, los dos miembros opuestos de un par dimórfico han sido llamados antidimorfos.

5.3 Tipos de Dimorfismo.

Entre las especies de amonoideos no todos los casos de dimorfismo son iguales, existen diferentes tipos de dimorfismo que han sido observados por los estudiosos del tema. La siguiente clasificación ha sido tomada de Landman, Tanabe y Davis (1996).

- a) Makowski (1962) reconoció en sus trabajos dos tipos de dimorfismo, en donde enfatizó el número de vueltas, para lo cual marca dos tipos de antidimorfos, tipo A y tipo B. En el tipo A, un antidimorfo posee de 5 a 6 vueltas pero podría tener tan pocas como 4 y el otro antidimorfo que tiene de 7 a 9 vueltas, pero podría tener tan pocas como 6. En el tipo B, un antidimorfo tiene de 7 a 9 vueltas pero podría tener tan pocas como 6. El otro antidimorfo tiene al menos una vuelta más que su opuesto.
- b) Por su parte Guex (1968) aumentó a la clasificación anterior un tercer tipo de dimorfismo en el cual el más pequeño tenía únicamente tres o cuatro vueltas, este tipo fue llamado tipo 0.
- c) En 1964, Westermann reconoció dos tipos de dimorfismo: el menos común, cuando el par dimórfico difieren únicamente en la talla y no en otra característica morfológica y en el más abundante en donde el antidimorfo no era únicamente pequeño como el opuesto, si no que presenta un peristoma más altamente modificado. Incluso los dos antidimorfos podrían diferir en otras modificaciones de maduración. En adición a los dos primeros tipos, los autores definen al dimorfismo intermedio al observar en los antidimorfos diferencias en tallas y en características morfológicas menores, por ejemplo, la naturaleza de las costillas, madurez de la concha, etc.
- d) Housa (1965) propuso también dos variedades de dimorfismo. El Tipo I, en donde el par antidimórfico difiere en talla únicamente y ambos tienen aperturas simples y el Tipo II en donde ambos difieren en la talla y en la naturaleza del peristoma.
- e) Zeiss (1969) (*in* Landman et al., 1996) reconoció tres categorías: en el grupo I, el par antidimórfico presenta diferencias en tamaño y costillaje. En el grupo II

son diferentes en talla y en la forma de la región apertural, pero no así en la ornamentación. En el grupo III el dimorfismo no es claramente reconocible.

- f) En los taxa en los cuales el dimorfismo ha sido documentado, generalmente un antidimorfo es más grande que el otro, para los que Callomon (1955) propuso los términos “macroconcha” y “microconcha” denotando la forma más grande y pequeña respectivamente. Comúnmente, pero no siempre, los dos antidimorfos de un par difieren no únicamente en talla si no también en modificaciones debidas a la madurez, tales como la forma del peristoma, la ornamentación y la aproximación septal. Desafortunadamente pueden presentarse casos en que las diferencias por madurez en la concha de dos antidimorfos sean cerradamente similares y de hecho podrían no ser notadas. O bien el dimorfismo se encuentre expresado en zonas del amonoideo en las cuales la preservación no sea común, por ejemplo las mandíbulas y diferencias de color de la concha entre dos antidimorfos; por ejemplo Mapes y Sneck (1987) reportaron dos diferencias de color en amonoideos del Triásico del género *Owenites* y en el cual señalaron que las diferencias de color marcaban diferentes sexos.

5.4 Criterios para el reconocimiento de Dimorfismo.

- a) Se pueden tener diferencias entre antidimorfos.
- b) Los antidimorfos presentan ontogenia temprana idéntica.
- c) Los antidimorfos presentan los mismos rangos estratigráficos.
- d) La proporción numérica de un antidimorfo a otro es constante con respecto a la totalidad del rango estratigráfico y geográfico del taxón.
- e) Los antidimorfos tienen filogenia idéntica.

Si se encuentran dos formas de madurez individual en una especie, entonces por definición se estaría ante un claro ejemplo de dimorfismo. La teoría del porqué difieren muchos antidimorfos uno del otro morfológicamente, hace suponer que son debidos a factores ecológicos, por lo que pudieron haber ocupado áreas geográficas diferentes y estar por lo tanto afectados por las condiciones marinas imperantes. Por ejemplo, los antidimorfos de una especie no necesariamente

debieron ocupar un área determinada, como los cefalópodos actuales que gustan de vivir solos y en determinado tiempo se encuentran únicamente para la procreación; pero si solo los rasgos que sirven para diferenciar antidimorfos, tuvieron una función puramente sexual, entonces las formas masculinas se pudieron desarrollar evolutivamente en caminos diferentes a las formas femeninas (Landman, Tanabe y Davis, 1996).

5.5 Polimorfismo

Son varios los trabajos realizados en los que se hace notar que un simple dimorfismo no puede ser por mucho la historia entera de los amonoideos. La forma y la estructura de estos organismos indican que debieron ser mucho más complicados de lo que aparentan.

En los trabajos publicados por Matyja (1986 y 1994) en Amonoideos del Jurásico, se reportó la existencia de un trimorfismo en las especies estudiadas. Este autor además de observar las clásicas micro y macroconchas, detectó una forma más, que designó con el nombre de miniconcha, por lo cual, Matyja postula la existencia de un polimorfismo.

De acuerdo a esta hipótesis, para cada especie de amonoideo existe un desarrollo ontogenético o crecimiento de la concha muy particular. Dependiendo de las circunstancias, todos los individuos de una población podrían haber madurado y su desarrollo haberse detenido al mismo tiempo, resultando en monomorfismo o, por el contrario pudieron haber madurado en dos diferentes puntos en el camino y por lo tanto serían morfológicamente diferentes (incluyendo la talla o tamaño), dando como resultado el dimorfismo en una población. Así el dimorfismo sexual posiblemente no es causado por el género por sí mismo, si no por el hecho de que dos conchas sexualmente opuestas, maduraron y divergieron en dos diferentes puntos en el camino del desarrollo ontogenético. Bajo estas circunstancias, la maduración y la divergencia de los amonoideos podrían haber ocurrido en tres o más puntos. El polimorfismo relaciona la variación en la edad y maduración y es reconocido en cefalópodos actuales.

6. SISTEMÁTICA

A continuación se describirán las características diagnósticas del género *Coilopoceras* y de la especie *C. Springeri* Hyatt. Posteriormente se incluirá la descripción de los especímenes correspondientes a las dos formas que integran a la especie estudiada.

PHYLUM Mollusca, Cuvier, 1795 (a)

CLASE Cephalopoda Cuvier, 1795 (b)

ORDEN Ammonoidea Zittel, 1884

SUBORDEN Ammonitina Hyatt, 1889

SUPERFAMILIA Acanthocerataceae Grossouvre, 1894

FAMILIA Coilopoceratidae Hyatt, 1903

GENERO *Coilopoceras* Hyatt, 1903

6.1 Descripción genérica:

Concha discoidal involuta, varía de formas delgadas a robustas; región ventral aguda estrecha en las primeras vueltas, puede mantener esta forma con la edad o bien se vuelve semiredonda o redonda en las últimas vueltas. Se presenta un marcado dimorfismo sexual en este género; unas formas son más comprimidas con tendencia a ser lisas o semilisas; las otras formas son más robustas y anchas, presentan regiones ventrales redondeadas, pliegues en forma de costillas primarias y costillas secundarias estrechas; en algunas formas se presentan tubérculos ventrolaterales bajos y prominentes (Cobban y Hook, 1980).

El género *Coilopoceras* posee una sutura muy característica. El lóbulo lateral es muy ancho y profundamente bífido, las siguientes dos ramas (lóbulos accesorios) también tienden a ser profundamente bífidos. En algunos especímenes la ramificación más alejada de la región ventral se encuentra en una posición más baja o adapical, y la bifurcación en esta silla no es tan profunda como en las otras ramificaciones. El resto de los lóbulos de la sutura externa son

mucho más pequeños que el primer lateral y decrecen regularmente en tamaño, hacia el ombligo. Estos pequeños lóbulos son bífidos o trifidos y en número de 5 a 6 (Cobban y Hook, 1980).

Las primeras sillas laterales son anchas, con un brazo interno grande o silla marginal, las segundas sillas laterales, cuando están presentes, son angostas, muy diferentes de las primeras laterales del lado externo y de las primeras sillas auxiliares grandes en el lado interno. Existen dos sillas laterales secundarias derivadas de la división de las primeras laterales primitivas en algunas especies (Hyatt, 1903)

De acuerdo a Cobban y Hook (1980) en 1911 Douvillé señaló que las formas adultas de *Coilopoceras* presentan lóbulos laterales más simétricamente bífidos que las formas jóvenes.

6.2 Descripción específica:

***Coilopoceras springeri* Hyatt, 1903**

Sinonimia (Tomado de Contreras et al., 1994)

1903 *Coilopoceras springeri* Hyatt, p. 96, pl. 12, figs.

1931 *Colipoceras eaglefordense* Adkins, p. 46, pl. 4, figs. 4, 8; pl. 5, fig. 1.

1931 *Coilopoceras chispaense* Adkins, p. 48, pl. 4, figs. 5, 7; pl. 5, fig. 2.

1931 *Coilopoceras* sp. aff. *C. springeri* Hyatt; Adkins, p. 51, pl. 5, fig. 3.

1978 *Glebsoceras* (sic) *chispaense* (Adkins); Young and Powell, pl. 4, fig. 2; pl. 5, fig. 6.

1978 *Coilopoceras eaglefordense* Adkins; Young and Powel, pl. 5, figs. 4,5.

1980 *Colipoceras springeri* Hyatt; Cobban and Hook, p. 16, pl. 1, figs. 5, 6; pl. 3, figs. 9-11; pl. 6; figs. 9, 10; pl. 10; pl. 18, figs. 7-10; pl. 19, figs. 1-9; text-figs. 11-13.

1988 *Coilopoceras springeri* Hyatt; Kennedy, p. 92, pl. 13, figs. 4-7; text-figs. 24H, I, 33, 34.

1989 *Coilopoceras springeri* Hyatt; Kennedy, Cobban, Hancock and Hook, p. 94, fig. 27X, Y; 28-31 M, N, W, X.

Concha de tamaño grande, involuta, comprimida, ombligo pequeño. La región ventral presenta una quilla hueca, sección de vuelta tipo oxicono, en las etapas juveniles la región ventral es aguda, pero su forma puede variar en los estadios adultos de aguda a semiredonda, la sección de vuelta es más alta que ancha. La concha es ligeramente convexa en la mitad del flanco, ésta puede ser totalmente lisa u ornamentada; cuando existe ornamentación consiste en pliegues, bulas y costillas que varían de acuerdo al estadio de desarrollo.

Hyatt en 1903 describe detalladamente la sutura del holotipo, no muestra ilustraciones del ejemplar. Las líneas descritas se localizan aproximadamente a la mitad de la última vuelta expuesta, correspondiente al subestado metagerónico. En el flanco izquierdo la primera silla lateral es muy ancha y trífida, las sillas marginales son alargadas y filiformes en el contorno. La primera silla lateral tiene una rama interna que es filiforme y aunque puede ser considerada como la segunda lateral, es sólo marginal. La segunda silla lateral es algo más grande y menos filiforme que la rama marginal de la primera silla lateral, pero tiene caracteres similares. La tercera es todavía más larga y grande y ha perdido más de su aspecto filiforme a través del desarrollo de lóbulos marginales largos. La cuarta silla es muy grande, larga, se eleva arriba del nivel de las primeras laterales, está cortada profundamente y es asimétricamente trífida, cada rama está subdividida excepto la central; la quinta silla lateral está completa, con excepción de márgenes pequeños; la sexta es trífida sin márgenes secundarios; la séptima y octava son asimétricamente bífidas; la novena y décima están enteras y son filiformes. La onceava silla pasa a través de la línea de involución y forma la séptima silla del dorso.

Las sillas correspondientes sobre el flanco derecho son completamente distintas en detalle pero con el mismo número de elementos y aspecto similar; sin embargo, la quinta y sexta laterales son asimétricamente trífidas, con márgenes secundarios mostrando que tendían a ser del tipo cuadrífido, la séptima es bífida,

la octava, novena y décima son filiformes y completas; la onceava está completa, y se sitúa en la línea de involución. Los lóbulos en el flanco izquierdo son como sigue: los primeros laterales son sólo marginales sobre las primeras sillas laterales, el primero corresponde a la primera silla, el segundo y tercero son progresivamente más profundos. El tercero, aunque aparentemente es trífido está subdividido por una silla marginal particularmente grande y delgada que se originó de la abertura de la quinta silla lateral. El cuarto, quinto, sexto y séptimo lóbulos laterales son anchos en las terminaciones y tienen márgenes pequeños puntiagudos. El octavo, noveno y décimo presentan denticulaciones desiguales y son angostos en las terminaciones (Hyatt 1903).

6.3 Descripción de los especímenes estudiados

En este trabajo se estudiaron veinte especímenes, dos parcialmente completos (con fragmento de cámara habitacional), 14 fragmoconos y 4 fragmentos de vuelta, con diámetros que varían, durante el desarrollo ontogenético, a partir de formas pequeñas (26 mm) a grandes (275 mm), (ver tablas 1a, 1b); trece de ellos correspondientes a los ejemplares IMP-PEP 1,3,6,7,8,12,14,18,20,21,25,26,27 (láminas I - VI) estos presentan una concha lisa y delgada, mientras que los siete ejemplares restantes IMP-PEP 2, 4, 9,13,17,22,28 (láminas VII - XII) corresponden a conchas más robustas y ornamentadas con costillas y bulas.

Las conchas lisas se caracterizan por ser formas delgadas, discoidales de enrollamiento involuto, región ventral aguda y quilla hueca, la sección de vuelta de tipo oxicono es más alta que ancha, los diámetros medidos en las conchas varían de 51 mm (muestra 27b) a 220 mm (muestra 20), el ombligo es muy pequeño y profundo, su tamaño puede variar durante el desarrollo ontogenético de 2 mm (ver ejemplar 27b, lámina I) a 10 mm en conchas grandes (ver ejemplar 20, lámina VI). El grado de involución en éstas varía entre el 3 y el 10% (ver Tabla 2a), además tanto el ancho como el alto de la vuelta aumentan proporcionalmente al incrementarse el diámetro de la concha. En la parte media del flanco se observa el mayor espesor de la vuelta, dando a ésta la forma de lenteja característica de la

concha de *Coilopoceras*. Las conchas lisas durante su desarrollo no muestran modificaciones particulares en sus formas, manteniendo similitud entre ellas a lo largo de sus estadios. Solo en el ejemplar 12 (ver lámina IV) se observa cámara de habitación, incompleta y sin ornamentación, ésta parte ocupa un cuarto de la vuelta y presenta una altura al final de la cámara de 88 mm.

La sutura (ver láminas XIII al XIX) consiste de una primer silla lateral asimétrica, grande, angosta y muy ramificada, con una rama interna marginal muy grande que aparece de la división de la primera, la segunda es asimétrica y es igual o más grande que la rama interna de la primera silla lateral, ésta ha perdido su aspecto filiforme a través del desarrollo de lóbulos marginales largos. Entre la segunda y la tercer sillas se encuentra una silla marginal pequeña que aparece de la división de la tercera, ésta separa al tercer del cuarto lóbulo accesorio, la tercer silla es muy grande y ancha de la base, puede elevarse al mismo nivel de la primera lateral y muestra generalmente una condición bífida, la cuarta, quinta, sexta, séptima y octava sillas son simétricas, bífidas y disminuyen de tamaño paulatinamente hacia la zona umbilical; el lóbulo externo es grande y bífido, tiene una rama interna prominente, el lóbulo interno es amplio, tiene cuatro ramas que dividen profundamente al lóbulo, la tercer rama se encuentra en la parte mas baja o apical del lóbulo, el resto de los lóbulos son asimétricos y decrecen en tamaño hacia el ombligo. La formula sutural general de la especie, utilizando el sistema de Wedekind (1913), es: $ELU_2U_3U_5U_7U_9U_{11}$.

En los Diámetros pequeños ya se encuentran los elementos suturales principales y la variación ontogenética se da en los lóbulos umbilicales, aumentando éstos en número a medida que se desarrolla la concha.

Las conchas ornamentadas son más complejas morfológicamente que las formas lisas, al mostrar entre ellas diferencias importantes que es necesario resaltar.

Las características generales en los ejemplares ornamentados son: concha robusta, forma discoidal e involuta, región ventral aguda a roma, enrollamiento de

tipo oxicono, los diámetros de las conchas, durante el desarrollo ontogenético, varían de 26 mm (ejemplar 2d, lámina VIII) a 275 mm (ejemplar 22, lámina XII), el ombligo a diferencia de las conchas lisas, es un poco más amplio y menos profundo, su tamaño va de 2 mm (ejemplares 2d y 9c, láminas VIII y IX respectivamente) hasta 20 mm (ver ejemplar 22), el grado de involución puede variar del 3 a 12% (ver Tabla 1b), el ancho como el alto de la vuelta, al igual que las conchas lisas, aumentan proporcionalmente al aumentar el diámetro de la concha, la sección de vuelta es más alta que ancha. Las diferencias ornamentales varían de un ejemplar a otro y cambian de un estadio a otro por lo que se pueden diferenciar principalmente tres formas de conchas, estas se encuentran ejemplificadas en los especímenes 2, 9 y 28 (láminas VIII, IX y X respectivamente)

IMP-PEP 2 (Lam. VIII, fig. a,b,c,d)

Amonoideo desmontado en 4 estadios de desarrollo, el más pequeño (2d) con un diámetro máximo de 26 mm, muestra en los flancos 21 costillas simples ligeramente curvadas hacia la apertura, el ancho de las costillas es de 5 mm, el espacio intercostal tiene el mismo ancho de una costilla, éstas aparecen al final del segundo cuarto del flanco y terminan a la mitad del último, el ombligo tiene un diámetro de 2 mm y el grado de involución varía del 7 al 11% (ver Tabla 1b). La siguiente fase (2c), con un diámetro de 36 mm; las costillas mantienen su dirección hacia la apertura, pero con respecto a la vuelta anterior, se observa un aumento en el ancho de las costillas simples (10 mm) y del espacio intercostal (de 5 mm en el comienzo de la vuelta a 8 mm en las dos últimas costillas) el número de costillas disminuye a 19, a medida que crece la vuelta, el diámetro del ombligo aumenta a 3 mm y el grado de involución se incrementa ligeramente (8%) (ver Tabla 1b), las costillas al igual que la fase anterior aparecen al final del segundo cuarto del flanco y terminan a la mitad del último, la tercera fase (2b) con un diámetro de 52 mm, presenta un cambio importante en la ornamentación, aparecen 5 bulas rectas en la mitad del primer cuarto del flanco, de éstas, las tres primeras terminan en la mitad del segundo cuarto y las dos últimas al llegar a la región ventral, las costillas en esta vuelta se separan mucho más a partir de la quinta costilla hasta 13 mm, el total de costillas es de 11, el ombligo aumenta a 5

mm y el grado de involución sigue aumentando; la última vuelta (ejemplar 2a) posee un diámetro de 118 mm, las costillas en esta vuelta desaparecen totalmente y solo hay 4 bulas poco pronunciadas en el flanco, cada bula mide 14 mm de espesor con un espacio de 25 mm, todas las bulas aparecen al comienzo del primer cuarto del flanco y terminan a la mitad del mismo, el ombligo llega a medir 7 mm en este estadio se observa una disminución del grado de involución de 8.9 a 5.9 %.

IMP-PEP 9 (lam. IX figs. a,b,c)

Amonoideo desmontado en tres estadios de desarrollo. El estadio más pequeño (9c), con un diámetro de 41 mm, presenta al comienzo de la vuelta 14 costillas rectas simples (1 mm de ancho), poco marcadas y separadas entre sí por el ancho de una costilla, éstas aparecen a la mitad del flanco y desaparecen al llegar a la región ventral; la siguiente fase (9b) presenta un diámetro de 68 mm y destaca la desaparición de las costillas a la mitad de la vuelta (3 visibles), las cuales reaparecen en la última fase (9a), ésta con un diámetro de 155 mm, presenta nuevamente las costillas rectas simples, pero a diferencia del estadio más pequeño, éstas son más gruesas (10 mm) y se encuentran separadas por el doble de ancho de una, las costillas (4 en total) nacen inmediatamente arriba de la pared del ombligo y desaparecen medio cuarto antes de llegar a la región ventral. Las características de esta cocha recuerdan mucho la forma general de las conchas lisas, pero con la diferencia de que ésta posee costillas muy bien definidas.

IMP-PEP 28 (lam. X, figs. a,b,c,d)

Amonoideo desmontado en cuatro fases de desarrollo la vuelta más interna (28d) que se pudo desmontar, con un diámetro de 79 mm, presenta un ombligo de 3 mm de diámetro y un grado de involución del 3.8 al 5.4%; la ornamentación consiste, en 6 bulas rectas, que conforme aumenta el crecimiento, ganan tamaño y grosor, los espacios entre las bulas es de 13 mm, éstas nacen en el flanco al comienzo del primer cuarto y desaparecen a la mitad del tercero, intercaladas

entre ellas se encuentran 3 pares de costillas simples, poco marcadas, que se curvan hacia la apertura hasta la cuarta bula, en donde dejan de estar en pares, las 3 últimas costillas que continúan dejan de ser curvas para hacerse sinuosas, el grosor de todas las costillas es de 3 mm, el espacio entre las costillas pares es de 6 mm y el de las individuales es de 23 mm.

La siguiente fase (28c) con un diámetro de 104 mm, muestra un ombligo de 7 mm de diámetro y un grado de involución de 6.7 a 9.7%; la ornamentación consiste en 7 bulas rectas que aparecen en el flanco al inicio del primer cuarto y desaparecen al final del tercero, estas se encuentran separadas entre 9 a 15 mm, intercaladas entre las bulas se aprecian 7 costillas sinuosas, poco marcadas, que nacen a la mitad del flanco y terminan a la misma altura de las bulas, el espacio intercostal es de 21 mm al comienzo, pero la separación al final de la vuelta llega a ser de 31 mm, al comienzo de la vuelta se hace notorio un declive en la parte media del flanco que se acentúa a medida que aumenta la vuelta.

Con un diámetro de 143 mm, la fase 28b presenta un ombligo de 10 mm de diámetro y un grado de involución del 7 al 10.3%, la ornamentación consiste en 7 bulas rectas que aumentan paulatinamente de tamaño (de 27 a 45 mm) y grosor (de 6 a 12 mm) a medida que aumenta la vuelta, el espacio entre éstas es de 15 mm, las bulas nacen al comienzo del primer cuarto y desaparecen al final del tercero, e intercaladas entre las 5 primeras bulas se aprecian escasamente marcadas 4 pequeñas costillas rectas, las cuales nacen a la mitad del flanco y desaparecen al mismo nivel de las bulas; continua el declive del flanco que acentúa la forma aguda de la región ventral en la vuelta, pero ahora nace a partir de la mitad del tercer cuarto.

La última fase (28a), con un diámetro de 175 mm, presenta un diámetro del ombligo de 11 mm y un grado de involución del 6.3 al 7.6%, la ornamentación se caracteriza por presentar 9 bulas rectas que disminuyen de grosor a medida que aumenta el diámetro, todas las bulas nacen a la mitad del primer cuarto y terminan a la mitad del último, el espacio entre bulas es de 15 mm, en esta vuelta ya no se observan costillas.

La sutura en conchas ornamentadas presenta básicamente los mismos elementos que en las muestras lisas, las cuales muestran una primera silla lateral notoriamente grande, asimétrica y muy ramificada, ésta presenta una rama interna marginal muy desarrollada que se origina a partir de la ramificación de la primera silla, la segunda silla es asimétrica sin ramificaciones, la zona apical puede o no estar ramificada, la tercera silla, asimétrica y bífida en la su parte apical, generalmente es muy ancha de la base, la cuarta, quinta, séptima y octava son por lo general bífidas y disminuyen de tamaño hacia el ombligo; el lóbulo externo presenta un brazo interno bífido muy grande, el lóbulo lateral es bastante amplio y esta dividido por cuatro ramas, la tercera de estas se localiza en la parte más baja o apical de la sutura, los lóbulos auxiliares, al igual que las sillas disminuyen de tamaño hacia el ombligo (ver tabla 1b). La formula sutural es: $ELU_2U_3U_5U_7U_9U_{11}$.

Al igual que las formas lisas los elementos suturales umbilicales aumentan en número durante el desarrollo ontogenético.

6.4 Discusión de la Sistemática

El género *Coilopoceras* presenta cuatro especies reportadas para México (*Coilopoceras springeri*, *C. colleti*, *C. indiduraensis*, y *C. inflatum*), éstas son morfológicamente muy parecidas al mostrar todas ellas dimorfismo sexual y ornamentación similar. Hyatt (1903) al describir por primera vez al género *Coilopoceras*, desarrollo su clasificación de acuerdo a diferencias particulares en las suturas de los ejemplares reportados por él. Particularmente para la especie *C. springeri* solo ilustra la sutura, Renz (1982) y Cobban y Hook (1980), al contrario de Hyatt reportan además de las suturas, descripciones y laminas de la especie.

La sutura, como lo señalan Cobban y Hook (1980), es la herramienta principal para la identificación de los ejemplares utilizados en el presente trabajo. La forma del lóbulo lateral es un elemento clave que separa a las especies del género *Coilopoceras*, (Cobban y Hook, 1980) al mostrar entre ellas características muy particulares. El lóbulo lateral de *C. springeri* es muy amplio y profundamente

bífido, las sillas que la dividen son largas, muy ornamentadas y pueden a su vez ser bifidas, lo que la difiere de otras especies de *Coilopoceras* que pueden ser muy largas y poco ornamentadas o muy anchas y globosas (ejemplo: *Coilopoceras colleti*).

Las similitudes ornamentales que presenta *Coilopoceras springeri* con las descripciones realizadas por Hyatt (1903), Cobban y Hook (1980) y Renz (1982), coinciden con las características observadas en los ejemplares estudiados: concha grande, involuta, comprimida, ombligo pequeño, quilla hueca, concha lisa u ornamentada y pliegues en forma de costillas rectas o bulas. Pero a diferencia de lo descrito en la literatura, los fósiles que integran este estudio, muestran nuevas características que no han sido reportadas con anterioridad, lo que podría ampliar la descripción de la especie. La gama de tamaños y formas intermedias (tres en total) en las conchas ornamentadas, muestran que la especie podía seguir rutas diferentes de crecimiento.

En la descripción de los ejemplares ornamentados estudiados (capítulo anterior) se describen los cambios en las bulas y costillas. Las bulas se pueden originar a partir de costillas o tras la desaparición en el flanco de éstas; las costillas pueden ser rectas curvas o sinuosas y en el flanco pueden haber intercalaciones de éstas, además se detectó la presencia en el ejemplar 22 de protuberancias en la concha en forma de clavis (ver lámina XII).

Se ha recabado información muy importante en este trabajo para poder ampliar la descripción existente, lamentablemente no se tienen los elementos suficientes para desarrollar dicho propósito, principalmente por la falta de información estratigráfica, que dificultaría validar la posible nueva descripción.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Para comprobar y evidenciar de manera gráfica los cambios observados durante el desarrollo ontogenético en los ejemplares estudiados de *Coilopoceras springeri* Hyatt, se elaboraron una serie de diagramas bivariantes utilizando parámetros biométricos (Figura 1) obtenidos de las mediciones de las conchas lisas y ornamentadas, cuyos valores se encuentran registrados en las Tablas 1a y 1b. Se tomaron los valores de las alturas y espesor de las vueltas, así como los diámetros umbilicales para compararlos con los diámetros máximos, además se graficó la relación del grado de involución, O/D (diámetro del ombligo/ diámetro de vuelta) con relación al diámetro (Figs. A-D).

Para el tratamiento matemático de las Figuras A, B y C (altura, espesor y ombligo contra diámetro, respectivamente), se aplicó el método estadístico de Análisis de Correlación, con el fin de determinar el grado de relación o asociación que hay entre dos o más variables. Dentro de este análisis se elaboraron diagramas con líneas de regresión (regresión lineal) para poder ajustar los puntos o valores de datos con líneas visuales y estimar la posible relación entre dos variables (Weyne, 1980). A partir de esto se obtuvieron dos valores o medidas para describir dicha correlación entre las variables: el coeficiente muestral de determinación (r^2), que mide el grado o fuerza de la relación existente entre dos variables X y Y, este valor es igual a +1 siempre y cuando la línea de regresión sea perfecta y 0 cuando no existe correlación, por lo que, cuanto más se acerque este valor a 1 más cerca se estará de una relación. El segundo valor obtenido es el coeficiente de correlación el cual puede describir la eficacia con que una variable es explicada por otra, ésta se simboliza con r y es la raíz cuadrada del coeficiente muestral de determinación. Cuando el valor de la ecuación de estimación es positiva, r es la raíz cuadrada positiva; pero si es negativa, r es la raíz cuadrada negativa, así pues el signo de r indica la dirección de la relación entre las dos variables X y Y. Si existe una relación inversa, es decir, si Y disminuye al aumentar X, entonces r caerá entre 0 y -1, por el contrario, si existe una relación directa (aumenta Y al hacerlo X) r tendrá un valor de 0 a 1 (Levin, 1987).

La relación existente entre la altura de la vuelta contra el diámetro total de la concha se presenta en la Figura A, en ésta los valores fueron tomados de las mediciones realizadas tanto en las conchas lisas como en las ornamentadas (ver Tablas 2a y 2b), en dicha relación, los valores graficados presentan, al trazar dos rectas para los dos grupos de datos una tendencia lineal, es decir, tanto la altura de la vuelta como su diámetro parecen aumentar de igual manera durante el desarrollo. Los valores obtenidos de r (0.9746 y 0.9558) y r^2 (0.9499 y 0.09137), para formas ornamentadas y lisas respectivamente, nos demuestran la existencia de una relación directa y positiva entre estas dos variables (aumenta Y al hacerlo X). Todo esto indica que la distribución de puntos en ambos tipos de conchas, no evidenció diferencias en cuanto a los parámetros de altura respecto al diámetro.

La relación del espesor de vuelta contra el diámetro total de la concha se muestra en la Figura B, aquí las dos rectas trazadas a través de los dos grupos de datos indican, junto con los valores obtenidos de r (0.9678 y 0.9473) y r^2 (0.9367 y 0.8937), en formas ornamentadas y lisas respectivamente, comprueban la correlación y el crecimiento casi lineal que presentan los valores de los dos tipos de conchas, esto indica que el espesor de la vuelta aumenta casi proporcionalmente con respecto al diámetro, al existir una relación directa entre el espesor de la vuelta y el diámetro total de la misma (al aumentar el espesor de la vuelta, aumenta el diámetro). A simple vista se logra apreciar en la Figura B un mayor espesor en las conchas ornamentadas y en las lisas es al contrario, este resultado no es inesperado, por que al observar las formas de las conchas lisas se aprecia que éstas son mucho más delgadas que las ornamentadas.

En las figuras A y B se observan tres puntos separados del grupo principal de valores, estos puntos corresponden al ejemplar más grande (IMP-PEP 22, lam. XII), esta concha ornamentada, con un diámetro total de 275 mm, presenta un grosor o espesor muy pronunciado, ocasionado por el tamaño de las bulas que posee y así mismo por la altura que presenta se ve muy separada del promedio general de las otras muestras.

En la Figura C se presentan las dos líneas de regresión entre el ombligo y el diámetro de la concha para las formas ornamentadas y lisas. En dicha figura al

obtener valores del coeficiente muestral de determinación (r^2) de 0.8455 y 0.5665 y el coeficiente de correlación (r) de 0.9195 y 0.7526 para las dos rectas respectivamente, indica que los ejemplares, en las conchas ornamentadas, guardaron una relación de crecimiento proporcional y positivo entre las dos variables, es decir, el ombligo aumentó de diámetro a medida que creció la vuelta; los puntos más dispersos en las formas lisas indicarían una relación menor que en las conchas ornamentadas, pero el valor de r^2 se mantiene en los parámetros aceptables que indican una relación directa. En la distribución de los puntos se reconocen dos grupos principales, mostrando la clara diferencia que existe entre las formas lisas y las ornamentadas.

La relación del grado de involución contra el diámetro de la vuelta para las conchas ornamentadas y lisas se muestra en la Figura D. En ésta, los rangos en los cuales se encuentra el grado de involución oscilan entre 0.038 y 0.129 mientras los valores de las conchas lisas van de 0.029 a 0.078, menores que en las conchas ornamentadas. Esto se debe a que en las formas lisas el ombligo es mucho más pequeño y el grado de involución muestra una tendencia a disminuir a medida que el diámetro es mayor, esta tendencia puede deberse a dos causas: la primera causa puede ser ocasionada por el diámetro de la vuelta, que crece en mayor proporción que el desarrollo del ombligo o la segunda causa, es que la vuelta crece rápidamente y el diámetro del ombligo permanece constante. En la figura D se aprecia que los valores en las conchas lisas se encuentran un poco más agrupadas a diferencia de las ornamentadas, el ombligo en las primeras tiende a ser mucho más pequeño en proporción a su concha a diferencia de las ornamentadas que son un poco más grandes.

Los valores del ejemplar 27a en la figura D, no fueron considerados, porque se alejan del conjunto principal de valores, este estadío en especial (ver lámina I) presenta una altura de vuelta muy grande con respecto al diámetro del ombligo, lo que provoca un grado de involución alto con respecto a los demás ejemplares, la forma en sí es diferente al resto de las demás conchas lisas.

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

De acuerdo a los ejemplares estudiados, los cambios ontogenéticos más evidentes que presenta *Coilopoceras springeri* Hyatt se dan en la ornamentación y en el número de elementos que integran la sutura, estas modificaciones se dieron gradual y paulatinamente, cambiando de manera general la morfología de la especie de las formas pequeños a las grandes.

En un primer análisis general, realizado en los ejemplares de *Coilopoceras springeri* estudiados, se identificaron principalmente dos formas: el grupo de las conchas delgadas y totalmente lisas y los ejemplares robustos con costillas y bulas, lo que evidencia la existencia de un par dimórfico en la especie. Esto coincide con lo observado por Cobban y Hook (1980) y Landman, Tanabe y Davis (1996) que consideraron únicamente la existencia de dos formas sexuales en ésta y en las demás especies del género *Coilopoceras*. Posteriormente, al realizar un estudio más detallado en los ejemplares ornamentados, se descubrieron tres variedades intermedias de conchas ornamentadas (descritas en el capítulo 6) que en un principio hacen suponer la existencia de polimorfismo en la especie, pero por varios motivos, que más adelante se detallaran, no se comprobó tal posibilidad.

Como se mencionó en el capítulo 6.4 Discusión de la Sistemática, la sutura es un elemento importante para validar los resultados de este trabajo. Gracias al análisis desarrollado sobre ésta, se comprueba de manera clara el manejo de una misma especie, los elementos suturales observados coinciden con las descripciones hechas en la literatura por los diferentes autores que han estudiado con anterioridad a la especie *Coilopoceras springeri*. Para el análisis ontogenético aplicado en la sutura, se tomaron en cuenta cuatro características: la forma, la complejidad, el número de sillas (ilustradas de negro en las láminas XIII-XIX) y la fórmula sutural; también se manejó un mismo criterio para los dos tipos de concha, al no encontrar diferencias significativas que pudieran separarlas.

La suturas, durante el desarrollo ontogenético, presentan dos claras tendencias: la primera es la variación en la forma de las sillas, al mostrar un aumento en la complejidad de éstas, en las conchas desmontadas se aprecia que la sutura ya presenta, en los primeros estadios, los mismos elementos suturales que la caracterizaran (silla externa, lateral y marginales) a lo largo de su desarrollo, pero con la diferencia de que éstas se encuentran pobremente ramificadas, posteriormente al continuar el crecimiento de la sutura, la complejidad de las sillas aumenta considerablemente creando formas mucho más complejas y más elaboradas en los estadios adultos. La segunda tendencia en la sutura, es el aumento paulatino en el número de sillas umbilicales, éstas se encuentran en la parte interna de la sutura y son sillas globosas bifidas o trifidas que varían en número al pasar de dos en los estadios pequeños hasta cinco en los mayores, lamentablemente las líneas suturales son en extremo delicadas para su buena conservación y algunos segmentos, generalmente las sillas umbilicales, no se encuentran del todo completas en cinco de las treinta y tres suturas obtenidas, pero afortunadamente no se ve afectado el análisis final, por último, la fórmula sutural, aumenta en función de la cantidad de los elementos que van integrándose a la sutura.

A continuación se analizarán las conchas lisas, las cuales por sus formas sencillas, aportan pocos elementos en el análisis de los cambios ontogenéticos en la especie. Este grupo se conformó por 13 ejemplares y solo uno de estos (Ejemplar 27a y b, lámina I) se logró desmontar en un estadio menor; el primer cambio de importancia detectado se observa en la forma del flanco, en donde la parte media muestra un engrosamiento que confiere la típica forma en la vuelta de las especies del género *Coilopoceras*, éste engrosamiento, al comparar los ejemplares en diferentes estadios se observa como un aumento paulatino de volumen a medida que crece la concha. Por otro lado, el grado de involución no se mantiene constante como en los ejemplares ornamentados, (ver análisis figura D, capítulo 7) en éstas al crecer el diámetro de la vuelta, decrece en tamaño el ombligo, dando con esto un aumento en la involución de la vuelta en las conchas lisas desde la forma más pequeña (ejemplar 27b, lámina I) hasta las más grandes (ejemplares 20, 21, 26, láminas VI y VII) durante el desarrollo ontogenético.

Las formas robustas de *Coilopoceras springeri*, al contrario de las formas lisas, presentaron varios cambios en su desarrollo ornamental, estos cambios permitieron distinguir y evidenciar un proceso de madurez o crecimiento que se llevó a cabo en sus diferentes estadios esta especie de ammonoideo; ya al principio, en la parte de la introducción de este trabajo, se mencionaron algunas de las particularidades que se podrían enumerar como evidencias de un proceso ontogenético, éstas fueron señaladas por Landman, Tanabe y Davis (1996) e indicaban que el tipo de enrollamiento, la sección de vuelta y la ornamentación eran algunas de las modificaciones más recurrentes que se identificaban en este grupo fósil, los demás puntos por otra parte, como el desarrollo de constricciones aperturales, modificaciones en la cámara del cuerpo o engrosamiento de la parte apertural, son características que por la naturaleza de conservación de la concha no lograron hacerse evidentes; cabe destacar que en las conchas estudiadas en este trabajo solo dos ejemplares conservaron parte de la cámara habitacional, ésta se diferenciaba del resto de la concha por no mostrar evidencias de ornamentación o cambios en su forma (ejemplar 4, lámina XI y ejemplar 12, lámina IV).

Durante la ontogenia de la especie, la ornamentación no mostró un mismo desarrollo, al realizar el análisis de las 15 conchas estudiadas, se observó que existen marcadas diferencias en la forma y tipo de costillas, así como la aparición de las bulas; las costillas se originaron o se presentaron de tres formas diferentes en el flanco: al comienzo de la vuelta, en estadios tempranos, éstas pueden intercalarse con las bulas, posteriormente al continuar el desarrollo, desaparecen y solo se mantienen las bulas; en el segundo caso, las costillas pueden aparecer en los estadios tempranos pero al crecer la concha éstas mismas se transforman en bulas y por último, solo pueden presentarse las costillas, las cuales son muy pequeñas y poco marcadas, éstas decrecen en número al aumentar la vuelta hasta llegar a desaparecer.

Además de los cambios en la aparición de costillas y bulas en la concha, en sus formas también presentaron variantes, las costillas mostraron tres formas

básicamente: formas rectas, curvas y sinuosas, pero lo que resulta más importante resaltar en esto, es el cambio de un tipo a otro de las formas de las costillas durante el desarrollo de la concha; así por ejemplo el ejemplar 2 (lámina VIII) en los estadios 2d al 2b las costillas pasan de una forma curva a una sinuosa, así mismo el ejemplar 28 (lámina X) mostró las tres formas, las cuales se presentaron en el desarrollo de la concha una después de la otra, empezando con la forma curva para proseguir con la sinuosa y terminar en recta. Por su parte las bulas en general son rectas, solo los ejemplares 28a y 13, además de ser morfológicamente parecidos, sus bulas sufren una muy ligera curvatura. Las bulas presentan la característica de aumentar de grosor al crecer la vuelta, por ejemplo, las bulas del ejemplar 22 (el más grande de las conchas) durante su desarrollo llegan a ser verdaderamente gruesas, inclusive resulta importante resaltar que es el único ejemplar que presenta una hilera de clavis, las cuales aparecen a la mitad del último cuarto del flanco, estas clavis son una característica no observada en la descripciones de la literatura, pero lamentablemente se encuentran en un fragmento de vuelta y resultaría aventurado dar a éstas como una característica nueva de la especie si no se ha observado en otro ejemplar para considerarlas.

Las regiones ventrales de las formas ornamentadas también se presentaron en tres diferentes formas: agudas, subagudas y romas; las regiones ventrales agudas son las formas más comunes tanto en las conchas ornamentadas como en las lisas, pero por el contrario, las regiones ventrales subagudas son más escasas y no aparecen en un tamaño definido lo que hace suponer, que estas formas no existen como tal si no que son regiones ventrales agudas y por el proceso de fosilización perdieron su forma original. Solo los ejemplares 13 y 22 (láminas XI y XII) presentan regiones ventrales de tipo romo, éstas conchas son de diámetros grandes (165 y 225 mm respectivamente) y muy bien conservadas en esta parte, esto podría indicar la tendencia en las conchas ornamentadas de *C. springeri* en aumentar de grosor y adquirir o desarrollar una forma muy masiva con bulas gruesas y grandes de regiones ventrales romas, pero esto solo es una suposición, ya que lamentablemente no existieron conchas más grandes en los ejemplares y en la literatura que permitieran corroborar esta observación, por lo que no se podría dar una conclusión definitiva.

Al principio, al observar dos formas antidimórficas (lisas y ornamentadas) de *Coilopoceras springeri* se llegó a la conclusión de que esta especie mostraba, como lo sugiere la literatura consultada, un dimorfismo sexual, pero al observar con más detalle, los ejemplares ornamentados diferían en el arreglo de las bulas y costillas, dando con esto una gama de formas diferentes y abriendo la posibilidad de encontrarme ante un posible caso de polimorfismo y sus posibles implicaciones sexuales (Matyja 1994 *in* Landman, Tanabe y Davis, 1996).

Este posible polimorfismo se encuentra dado por la forma lisa y las tres ornamentadas, en éstas últimas, se observaron los cambios importantes que fueron analizados ya con anterioridad, las cuales se describen más específicamente en el capítulo 6 en la parte de Sistemática, con los ejemplares 2 (lámina VIII), 9 (lámina IX) y 28 (lámina X).

Existen diferentes razones por los cuales no se puede llegar, en este trabajo, a una conclusión definitiva acerca de la probabilidad de la existencia de polimorfismo en la especie *C. springeri*, desafortunadamente una de las razones principales es la colecta no sistemática y rigurosa de las muestras, en la localidad fosilífera de origen, que una investigación de este tipo requeriría; la ausencia de la información estratigráfica y sedimentológica abre una interrogante acerca de la localización del o los nivel estratigráficos de procedencia y la edad exacta de los ejemplares.

Otra posible razón según Matyja (1994) (*in* Landman, Tanabe y Davis, 1996) de las diferencias observadas en las conchas de las formas ornamentadas, podría deberse a un desarrollo diferencial de la especie, esto quiere decir que a diferentes estadios los individuos pudieron madurar en diferentes tiempos, dependiendo de las condiciones y factores que afectaban individualmente a los especímenes, las condiciones de alimento, temperatura, corrientes, presión y enfermedad pudieron afectar el desarrollo de los amonoideos, probablemente estamos ante uno de estos casos y por la poca cantidad de ejemplares que anteriormente se estudiaron, tanto en la primer descripción de Hyatt (2 ejemplares)

así como en la revisión de la especie por parte de Cobban y Hook (8 ejemplares), no se había hecho notorio estas particularidades. Con estos razonamientos y la escasez de información estratigráfica, impiden desarrollar el tema más a fondo y dar argumentos válidos para afirmar que la especie presenta polimorfismo.

9. CONCLUSIONES

- Se determinó un importante número de ejemplares de la especie *Coilopoceras springeri*, proveniente del Turoniano Medio de México. Gracias al estudio sistemático realizado, se comparó el material fósil presente en este trabajo con las descripciones obtenidas de la literatura, la sutura fue un elemento muy importante para la clasificación de la especie, al demostrar de manera clara la igualdad de elementos y forma que componían, al comparar, dichas suturas.
- Se reconocieron solo dos tipos de concha: lisas y ornamentadas, estas últimas presentaron tres variedades intermedias, que en un análisis más detallado mostraron cambios en el tipo de ornamentación, estos cambios se observaron en la forma y disposición de las costillas y bulas.
- La especie *Coilopoceras springeri* presentó una serie de modificaciones en su concha que permitió evidenciar cambios durante su desarrollo ontogenético. Estos cambios se mostraron en el grado de involución y la forma y grosor de la sección de vuelta, al aumentar progresivamente durante el desarrollo. Los cambios más evidentes se presentaron en la ornamentación y la sutura. Las conchas ornamentadas mostraron costillas de formas curvas, sinuosas y rectas mientras que las bulas variaban en grosor y disposición en el flanco. La sutura aumentó el número de elementos (sillas umbilicales) y complejidad de su forma durante el desarrollo
- A través del estudio del desarrollo ontogenético, se recabó información que permite demostrar que la especie presenta cambios, provocados por la madurez de las conchas de *Coilopoceras springeri*, los cuales son señalados por Landman, Tanabe y Davis (1996) (ver cap. 1 Introducción, pagina 6 en este trabajo) como modificaciones en los amonoideos.
- No se puede complementar, con la información obtenida en este trabajo, la descripción de la especie *Coilopoceras springeri*, por falta de información estratigráfica.
- No se puede llegar a una conclusión definitiva sobre la existencia de polimorfismo en la especie por la falta de un mayor número de ejemplares e información estratigráfica precisa.

- Se debe a futuro desarrollar un trabajo que compruebe si ésta especie verdaderamente presenta un par dimórfico o si es polimórfico. Para dicho estudio, es indispensable realizar una colecta sistemática, seleccionar ejemplares completos y en buen estado, obtener información estratigráfica y sedimentológica y seleccionar ejemplares de diferentes tamaños.
- Se recomienda estudiar con más detalle la zona fosilífera del Morrión por la gran abundancia de fósiles de amonoides y sus implicaciones paleoecológicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Adkins, W. S., 1931.** Some Upper Cretaceous ammonites in western Texas: Texas University Bulletin 3101, p. 35-72, pls. 2-5.
- Araujo J. M. y Estavillo C. G., 1985.** Estudio estratigráfico sedimentológico del Cretácico Superior. Proyecto C-3000, I. M. P., Subdirección de Tecnología de Exploración, figs. 36, 50 Láms., pp. 91 (inedito).
- Arkell, W. J., Kummel, B., Wright, C., 1957.** Mesozoic Ammonoidea: *In* Moore, R. (edit), Treatise on Invertebrate Paleontology, part L, Mollusca 4, Cephalopoda, Ammonoidea, Geol. Soc. America and Univ. Kansas Press., pp. L80-L465.
- Brinkmann, R., 1929.** Statistisch-biostratigraphische Untersuchungen an mitteljurassischen Ammoniten über Artbegriff und Stammesentwicklung. Abh. Ges. d. Wissensch., Göttingen, math.-phys. (New series) 13, 3, 249.
- Burrows, R. H., 1910.** Geology of northern Mexico. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo VII, pp. 85-103, 1 lám.
- Callomon, J. H., 1955.** The ammonite succession in the Lower Oxford Clay and Kellaway beds at Kidlington, Oxfordshire, and the zones of the Callovian Stage. Phil. Trans. R. Soc. Lond. (Biol): 215-264 pp
- Callomon, J. H., 1963.** Sexual Dimorphism in Jurassic ammonites. Trans. Leicester Lit. Philos. Soc., 57, 21-56 pp.
- Cobban, W. A. and Hook, S. C., 1980.** The Upper Cretaceous (Turonian) Ammonite Family *Colloporceratidae* Hyatt in the Western Interior of the United States: Geol. Surv. Prof. Pap. 1192, 28 p., 16 figs., 4 tabs., 21 pls.

- Contreras, M. B., Gomez, L. M., Martínez, C. A., Gonzalez, C. V., 1991.** Catálogo de las ammonitas de México, Jurásico Superior. I.M.P., Subdirección de Tecnología de Exploración, Tomo I, 55 p., 195 láms., 18 figs.
- Contreras, M. B., Gomez, L. M., Martínez, C. A., 1994.** Catálogo de las ammonitas de México, Cretácico Superior (Cenomaniano-Turoniano). I.M.P., Subdirección de Tecnología de Exploración, Tomo 5, 56 p., 158 láms., 14 figs.
- Cuvier, G., 1795 (A).** Mémoire sur la structure interne et externe et sur les affinités des animaux auxquels on a donné le nom de Vers. Paris, La Décade philosophique, littéraire et politique, 3e trimestre, 1er Prairial, no. 40.
- Cuvier, G., 1795 (B).** Second Mémoire sur l'organisation et les rapports des animaux á sang blanc, dans lequell on traite de la structure des Mollusques et de leur division en ordre, lu le 1er Prairial, an III. Paris, Magazine encyclopédique, t. II.
- Douvillé, H., 1911.** Évolution et classification des Pulchelliidés: Bulletin de la Société Géologique de France. 4th ser., v. 11, p. 285-320.
- García, G. R. A., 1983.** Estudio Geológico de La Hoja Pilares Municipio de Ojinaga Chihuahua, México. Tesis profesional, Ingeniero Geólogo, I.P.N. pp. 51, 4 láms., figs. 7.
- Grossouvre, de, A., 1894.** Recherches sur la Craie supérieure. –Mém. Carte géol. France, 1-264, 39 pl.
- Guex, J., 1968.** Note préliminaire sur le dimorphisme sexuel des Hildocerataceae du Toarcien moyen et supérieur de l'Aveyron (France), Soc. Vaudoise de Sciences Naturelles, Lausanne, Bull. 70 (327): 57-84.

- Housa, V., 1965.** Sexual dimorphism and the system of Jurassic and Cretaceous Ammonoidea (Preliminary note), *Casas. Nar. Muz.* 134: 33-35
- House, M. R., 1980.** On the Origin, Classification and Evolution of the Early Ammonoidea: *In The Ammonoidea* (Edit. by House, M. R. and Senior, J. R.) *Syst. Ass. Special*, v. 18, 3-36 p.
- House, M. R. and Senior, J. R. 1980.** The Ammonoidea (Edit. by House, M. R. and Senior, J. R.) *Syst. Ass. Special*, v. 18, 273 pp.
- Hyatt, A., 1889.** Genera of Fossil Cephalopoda. *Proc. Boston Soc. Nat. Hist.*, 22.
- Hyatt, A., 1903.** *Pseudoceratites* of the Cretaceous: *Monographs of U.S. Geol. Surv.*, vol 44, pp. 1-250, pls. 1-47.
- Imlay, R. W., 1944.** Cretaceous Formations of Central America and Mexico. *Am. Assoc. Petrol. Geol.*, vol. 28, no. 8, pp. 1077-1195.
- Kennedy, W., 1988.** Late Cenomanian and Turonian Ammonite Faunas from North-East and Central Texas: *Spec. Pap. Paleont.* 39, 131 p., 24 pls., 3 text-figs.
- Kennedy, W., Cobban, W.A., Hancock, J. M. and Hook, S. C., 1989.** Biostratigraphy of the Chispa Summit Formation at its type locality: a Cenomanian through Turonian reference section for Trans-Pecos Texas: *Bull Geol. Inst. Univ. Uppsala, N. S.*, vol. 15, pp. 39-119, 34 figs.
- Kennedy, W. and Wright, C., 1984.** The Cretaceous Ammonites *Coilopoceras requenianus* d'Orbigny, 1841: *Paleontol.*, vol. 27, part 2, pp. 281-293, pls. 35-37, 5 text-figs.

- King, R. E. and Adkins, W. S., 1946.** Geology of a part of The Lower Conchos Valley, Chihuahua, Mexico. *Bolletín of the Geological Society of America*, E.U.A., Vol. 57, pp. 275-294, 4 pls., 2 figs.
- Kullmann, J. and Wiedmann, J., 1970.** Significance of sutures in phylogeny of ammonoidea. *J. Paleont. Contr. Univ. Kansas* 47, 32 p.
- Landman, N. H., Tanabe K. and Davis R. A., 1996.** Mature Modifications and Dimorphism in Ammonoid Cephalopods: *In Ammonoid Paleobiology*, Vol. 13 of *Topics in Geobiology*, edited by Neil Landman et al., Plenum Press, New York.
- Lehmann, U., 1981.** *The Ammonites their life and their world*: Press Syndicate of the University of Cambridge, New York, 246 p.
- Levin, R. L., 1987.** *Estadística para administradores*, E.U.A., Prentice-Hall, 940 p.
- Makowski, H., 1962.** Problem of sexual dimorphism in ammonites. *Palaeont. Polonica*, 12, 1-92 pp.
- Mapes, R. H., and Sneck, D. A., 1987.** The oldest ammonoid "colour" patterns: Description, comparison with Nautilus, and implications, *Paleontology (Lond.)* 30 (2): 299-309
- Matyja, B. A., 1986.** Developmental polymorphism in Oxfordian ammonites, *Acta Geol. Pol.* 36 (1-3); 37-68 pp.
- Matyja, B. A., 1994.** Developmental polymorphism in the Oxfordian ammonite subfamily Peltoceratinae: *In Palaeopelagos Special Publication 1, Proceedings of the 3rd Pergola Interna. Symposium, Rome*, pp. 227-286

- Moore, R., 1957.** Treatise on Invertebrate Paleontology, part L, Mollusca 4, Cephalopoda, Ammonoidea, Edit. by Moore, Geol. Soc. America and Univ. Kansas Press., pp. L80-L465.
- Powell, J. D., 1963a.** Turonian (Cretaceous) Ammonites from Northeastern Chihuahua, Mexico: Jour. Paleont. Vol 37, num. 6, pp. 1217-1232, pls. 166-171, 6 text-figs.
- Powell, J. D., 1963b.** Cenomanian-Turonian (Cretaceous) Amomonites from Trans Pecos Texas and Northeastern Chihuahua, Mexico: Jour. Paleont., vol. 37, num. 2, pp. 109-322, pls. 31-34, text-figs.
- Renz, O. B., 1982.** The Cretaceous ammonites of Venezuela. Maraven, Venezuela, 91 text-figs, 40 pls, 132 p.
- Ruzhentsev, V. E., 1949.** Sistematika i evolyutsiya semeystv Pronoritidae Frech i Medicottiidae Karpinsky. Trudy paleont. Inst. 19, 204 pp.
- Wedekind, R., 1913.** Die Goniatitenkalke des unteren Oberdevon von Martenberg bei Adolf. Sber. Gesel. Naturf. Freunde Berl. 1913, 23-77.
- Westermann, G. E. G., 1964.** Sexual-Dimorphismus bei Ammonoideen und seine Bedeutung Für Taxonomie der Otoitidae (Einschliesslich Sphaeroceratinae; Ammonitina, M. Jura), Paleontogr. Abt. A 124 (1-3): 33-73.
- Weyne, W. D., 1980.** Bioestadística: Base para el Análisis de las ciencias de la Salud, México, edit. Limusa, 243-290 pp.
- Wiedmann, J., 1968.** Evolución y Clasificación de los amonites del Cretácico: Boletín de Geología, Colombia, No. 24, pp. 23-49, 2 láms.

- Wiedmann, J. and Kullmann J., 1980.** Ammonoid Sutures in Ontogeny and Phylogeny: In *The Ammonoidea* (House, M. R. And Senior, J. R. Eds.) Syst. Ass. Special, v. 18, 215-255 p.
- Young, K., and Powell, J. D., 1978.** Late Albian-Turonian correlations in Texas and Mexico: *Annales du Museum d'Histoire Naturelle de Nice*, v. 4, p. 25.1-25.36, 9 pls.
- Zeiss, A., 1969.** Dimorphismus bei Ammoniten des Unter-Tithon. Mit einigen allgemeinen Bemerkungen zum Dimorphismus-Problem, in: *Sexual Dimorphism in Fossil Metazoa and Taxonomic Implications*. International Union of Geological Sciences, ser. A, no. 1 (G.E.G. Westermann, ed.), E. Schweizerbart'sche, Stuttgart, pp. 155-164.
- Zittel, K. A., 1884.** *Handbuch der Paleontologie*. –Abt. 2, Cephalopoda, 329-522.

TABLA 1a BIOMETRIA CONCHAS LISAS

MUESTRA	Dm	O	H	E	O/D	E/D	H/E
1	104	4	70	24	0,038	0,231	2,917
	88	4	60	23	0,045	0,261	2,609
	65	4	54	20	0,062	0,308	2,700
3	133	4	85	26	0,030	0,195	3,269
	108	4	65	24	0,037	0,222	2,708
	94	4	37	22	0,043	0,234	1,682
6	155	5	88	30	0,032	0,194	2,933
	145	5	65	28	0,034	0,193	2,321
	136	5	73	29	0,037	0,213	2,517
7	159	6	96	33	0,038	0,208	2,909
	125	6	72	29	0,048	0,232	2,483
	116	6	66	25	0,052	0,216	2,640
8	160	8	84	36	0,050	0,225	2,333
	132	8	93	33	0,061	0,250	2,818
	103	8	71	30	0,078	0,291	2,367
12	175	10	95	36	0,057	0,206	2,639
	160	10	82	34	0,063	0,213	2,412
	142	10	69	27	0,070	0,190	2,556
14	177	7	95	36	0,040	0,203	2,639
	160	7	82	34	0,044	0,213	2,412
	140	7	69	27	0,050	0,193	2,556
18	204	6	115	39	0,029	0,191	2,949
	160	6	89	33	0,038	0,206	2,697
	135	6	75	27	0,044	0,200	2,778
20	220	9	125	40	0,041	0,182	3,125
	200	9	109	37	0,045	0,185	2,946
	185	9	90	33	0,049	0,178	2,727
21	203	9	110	51	0,044	0,251	2,157
	170	9	87	32	0,053	0,188	2,719
	140	9	82	29	0,064	0,207	2,828
25	178	7	105	40	0,039	0,225	2,625
	163	7	89	34	0,043	0,209	2,618
	145	7	78	29	0,048	0,200	2,690
26	215	8	120	48	0,037	0,223	2,500
	205	8	105	41	0,039	0,200	2,561
	180	8	88	32	0,044	0,178	2,750
27a	69	5	39	18	0,072	0,261	2,167
	60	5	33	14	0,083	0,233	2,357
	48	5	26	12	0,104	0,250	2,167
27b	51	2	33	13	0,039	0,255	2,538
	42	2	20	9	0,048	0,214	2,222
	33	2	16	8	0,061	0,242	2,000

Dm = Diámetro total

O = Diámetro del ombligo

H = Altura de Vuelta

E = Grosor de Vuelta

O/D = Grado de Involución

E/D = Relación Grosor/Diámetro

H/E = Relación Altura/Grosor

C = Costillas

B= Bulas

X/2=Elementos ornamentales en media vuelta

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA 1b BIOMETRIA CONCHAS ORNAMENTADAS

MUESTRA	Dm	O	H	E	O/D	E/D	H/E	C	B
2a	118	7	64	30	0,059	0,254	2,133		4
	89	7	52	27	0,079	0,303	1,926		
	79	7	48	26	0,089	0,329	1,846		
2b	52	5	27	16	0,096	0,308	1,688	11	5
	48	5	20	10	0,104	0,208	2,000		
	43	5	19	10	0,116	0,233	1,900		
2c	36	3	19	9	0,083	0,250	2,111	19	
	30	3	15	7	0,100	0,233	2,143		
	27	3	13	6	0,111	0,222	2,167		
2d	26	2	13	6	0,077	0,231	2,167	21	
	22	2	12	5	0,091	0,227	2,400		
	18	2	10	4	0,111	0,222	2,500		
4	124	7	65	33	0,056	0,266	1,970	6 X/2	
	106	7	59	28	0,066	0,264	2,107		
	92	7	53	26	0,076	0,283	2,038		
9a	155	15	83	45	0,097	0,290	1,844	4	
	141	15	80	36	0,106	0,255	2,222		
	130	15	75	32	0,115	0,246	2,344		
9b	68	4	39	16	0,059	0,235	2,438	3	
	58	4	31	13	0,069	0,224	2,385		
	48	4	26	10	0,083	0,208	2,600		
9c	41	2	22	9	0,049	0,220	2,444	14	
	35	2	21	8	0,057	0,229	2,625		
	29	2	16	8	0,069	0,276	2,000		
13	188	19	94	65	0,101	0,346	1,446	2	6
	171	19	83	39	0,111	0,228	2,128		
	147	19	68	35	0,129	0,238	1,943		
17	196	17	95	40	0,087	0,204	2,375	3 X/2	
	175	17	102	43	0,097	0,246	2,372		
	137	17	98	41	0,124	0,299	2,390		
22	275	20	155	87	0,073	0,316	1,782	4 X/2	
	220	20	145	58	0,091	0,264	2,500		
	190	20	135	53	0,105	0,279	2,547		
28a	175	11	88	40	0,063	0,229	2,200	9	
	162	11	83	39	0,068	0,241	2,128		
	145	11	77	33	0,076	0,228	2,333		
28b	143	10	74	33	0,070	0,231	2,242	4	7
	115	10	62	33	0,087	0,287	1,879		
	97	10	62	26	0,103	0,268	2,385		
28c	104	7	56	26	0,067	0,250	2,154	7	7
	87	7	47	24	0,080	0,276	1,958		
	72	7	38	20	0,097	0,278	1,900		
28d	79	3	42	20	0,038	0,253	2,100	9	6
	69	3	40	18	0,043	0,261	2,222		
	56	3	28	15	0,054	0,268	1,867		

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura A
Altura vs Diámetro

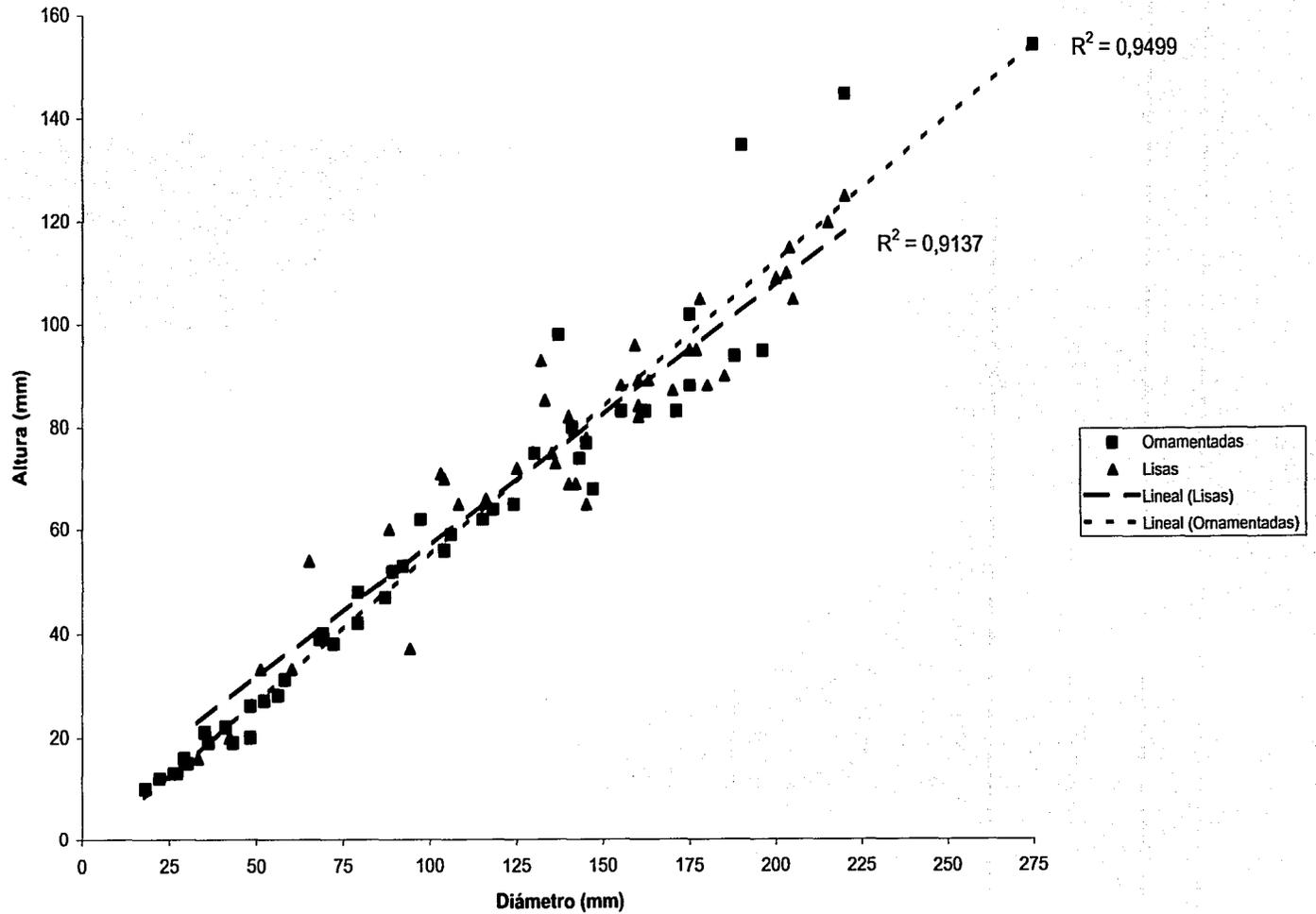


Figura A. Relación existente entre la altura de la vuelta contra el Diámetro total de las conchas ornamentadas y lisas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura B
Espesor vs Diámetro

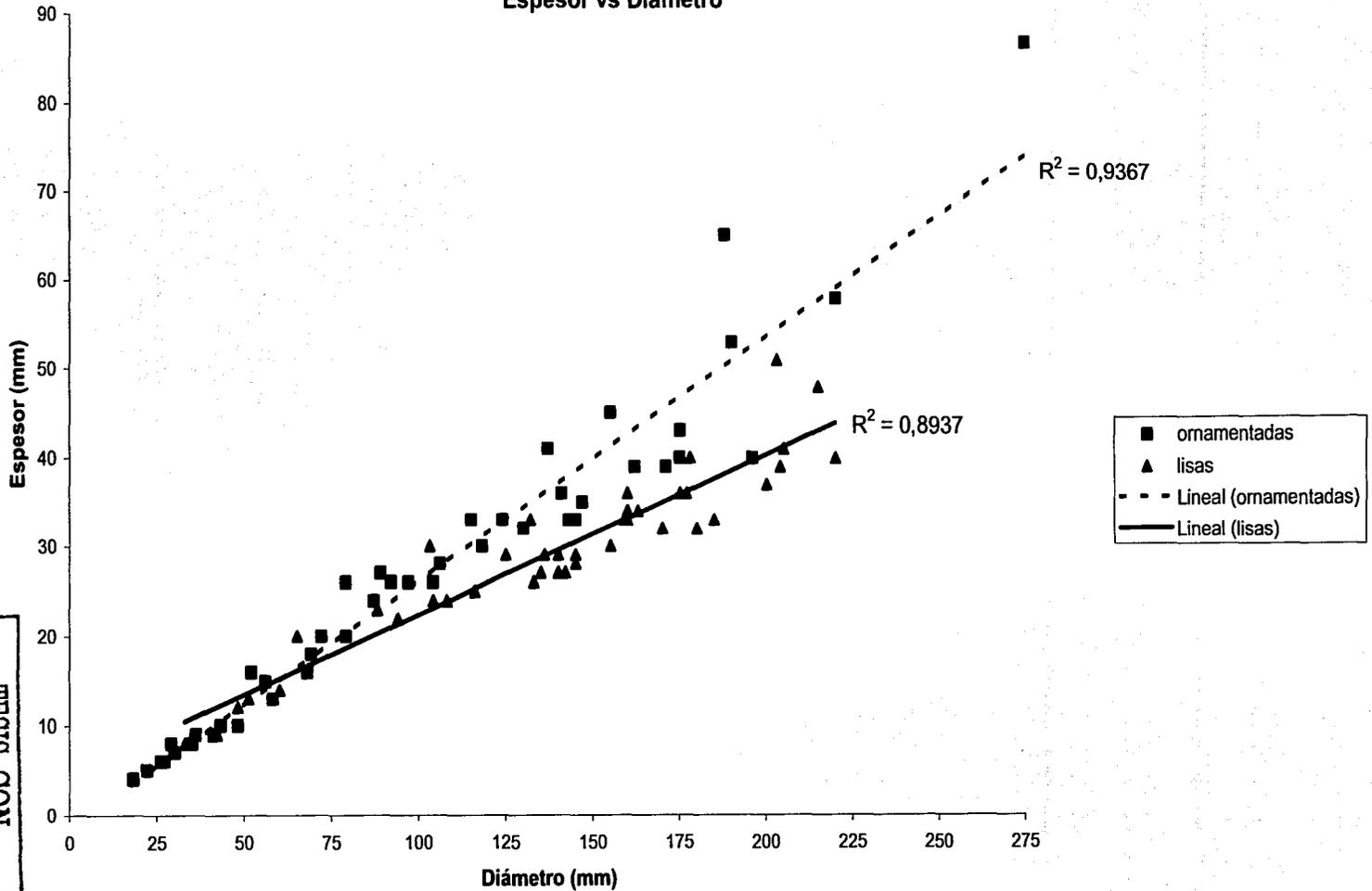


Figura B. Relación lineal entre el espesor de vuelta contra el diámetro total de la concha para las formas lisas y ornamentadas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura C
Ombigo vs Diámetro

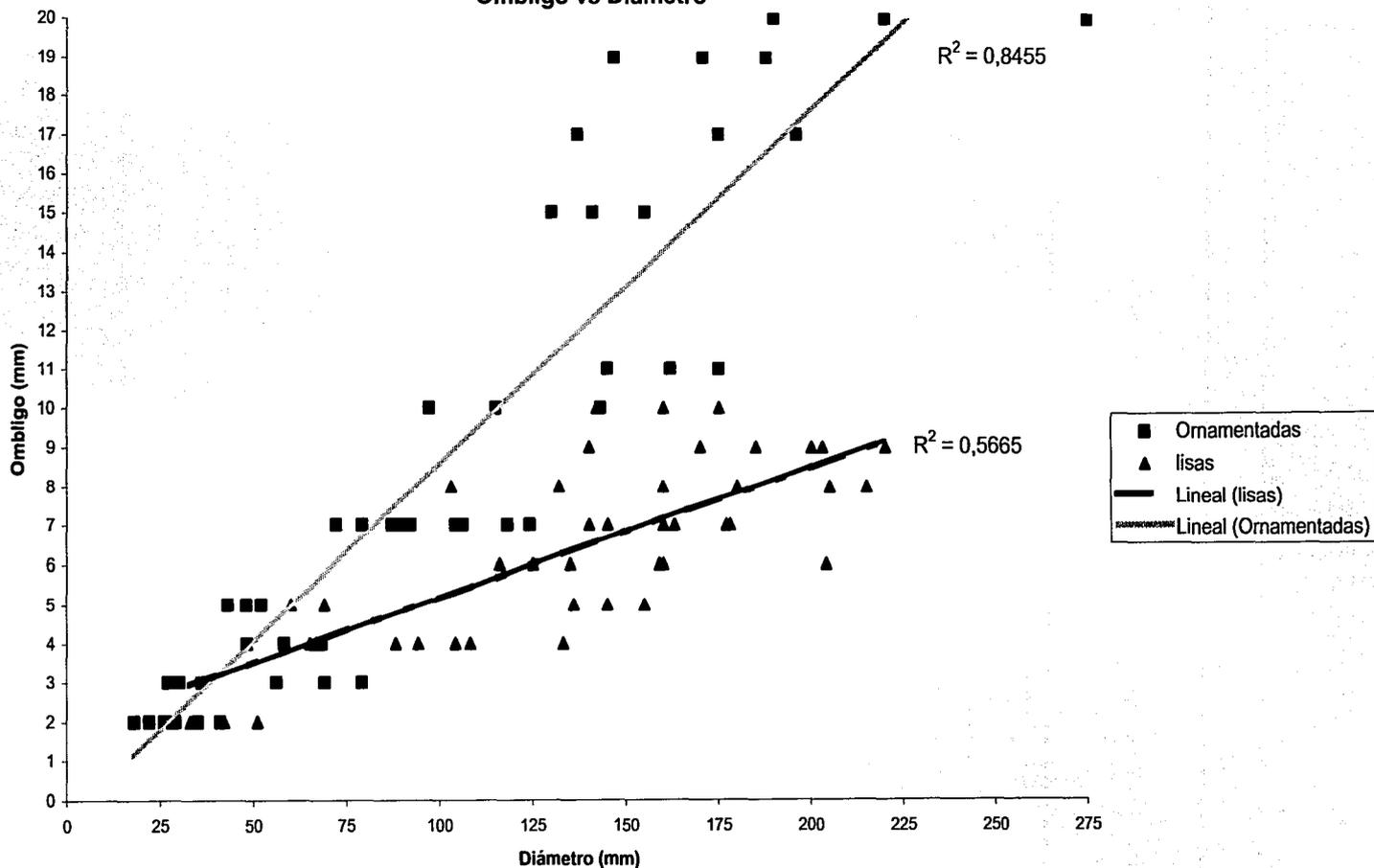
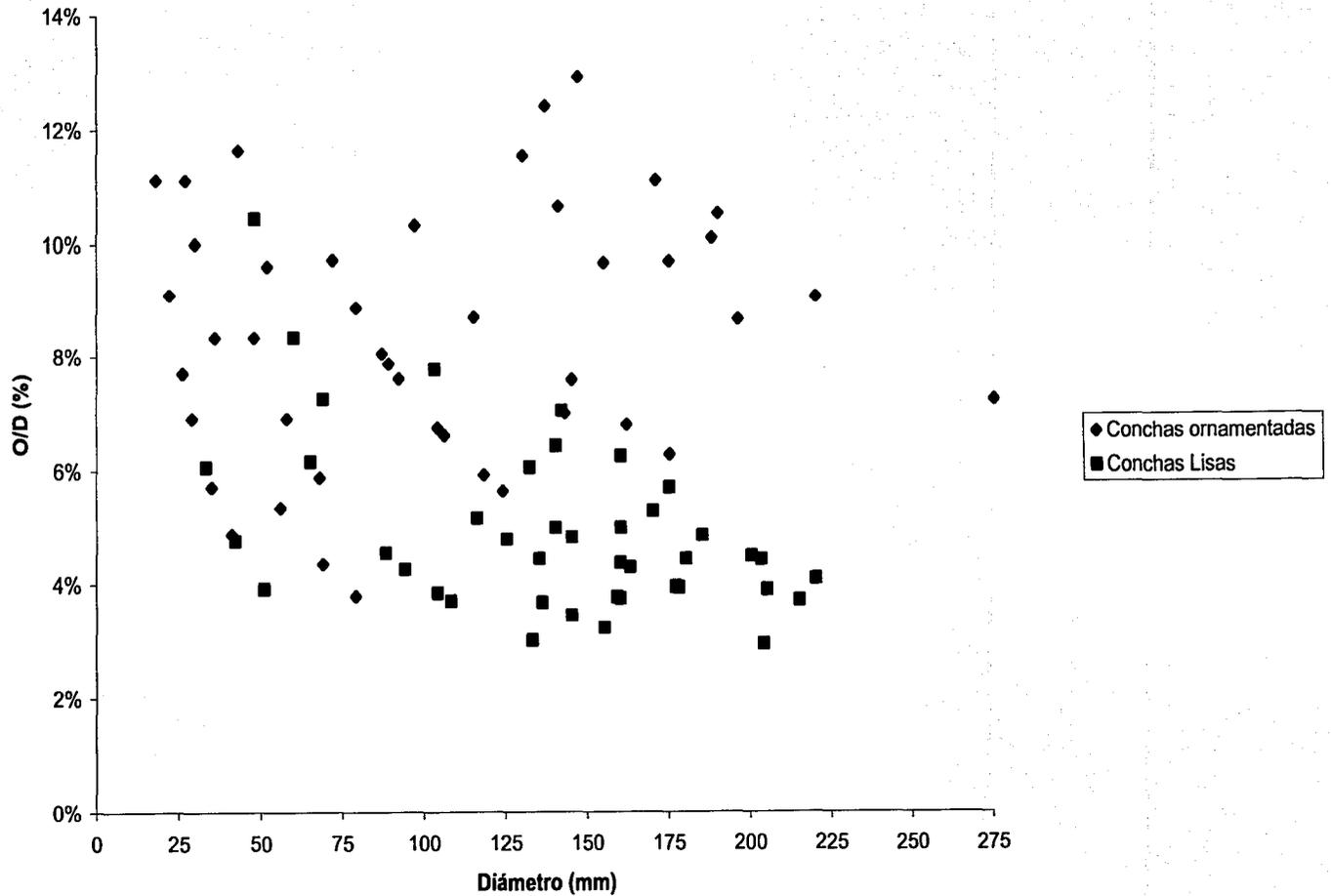


Figura C. Relación lineal entre el ombigo y el Diámetro de la concha para las formas ornamentadas y lisas.

Figura D
O/D Diámetro



TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

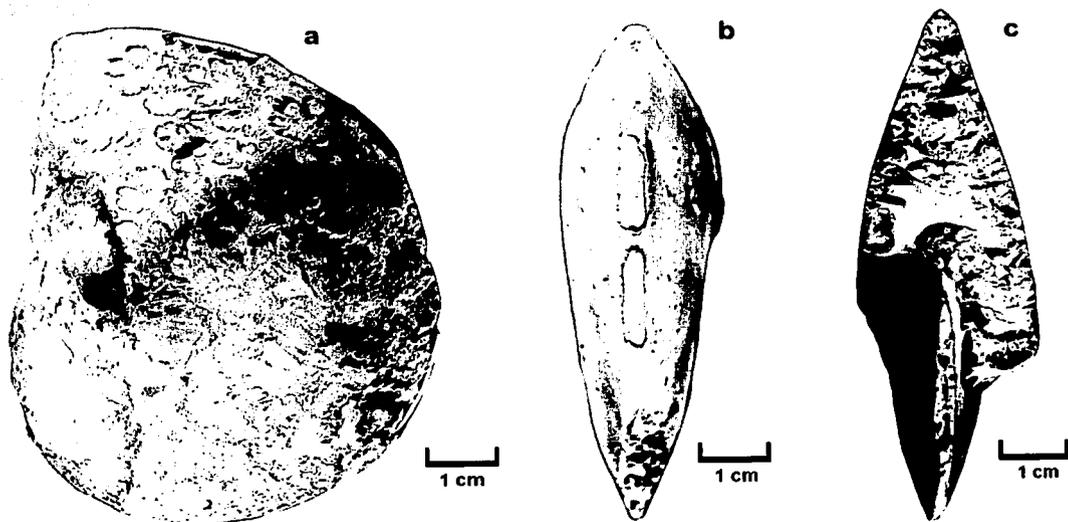
Figura D. Relación del grado de involucre contra el Diámetro de la vuelta para las conchas ornamentadas y lisas.

LÁMINA I
(Conchas Lisas)

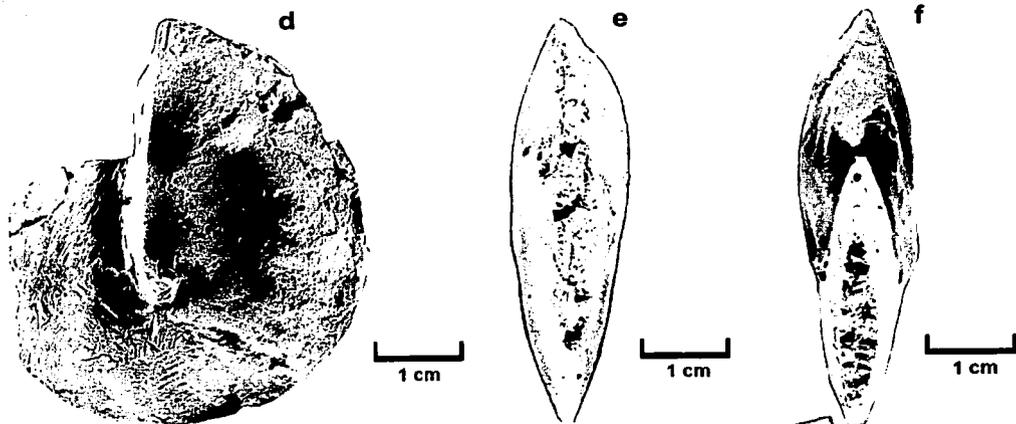
Figuras a, b, c. Ejemplar IMP 27a. (a) Vista flanco derecho;
(b) región ventral; (c) sección de vuelta.

Figuras d, e, f. Ejemplar IMP 27b. (d) Vista flanco derecho;
(e) región ventral; (f) sección de vuelta.

Ejemplar IMP 27a



Ejemplar IMP 27b



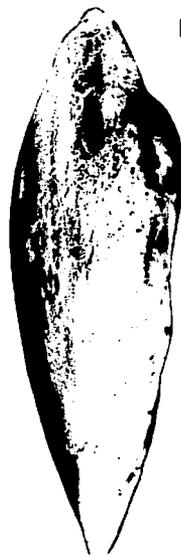
TEJAS CON
FALLA DE ORIGEN

LÁMINA II
(Conchas Lisas)

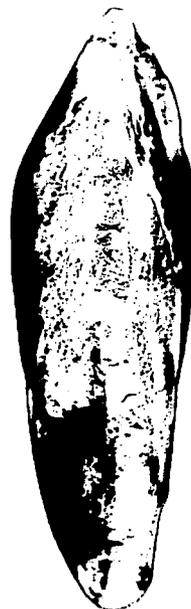
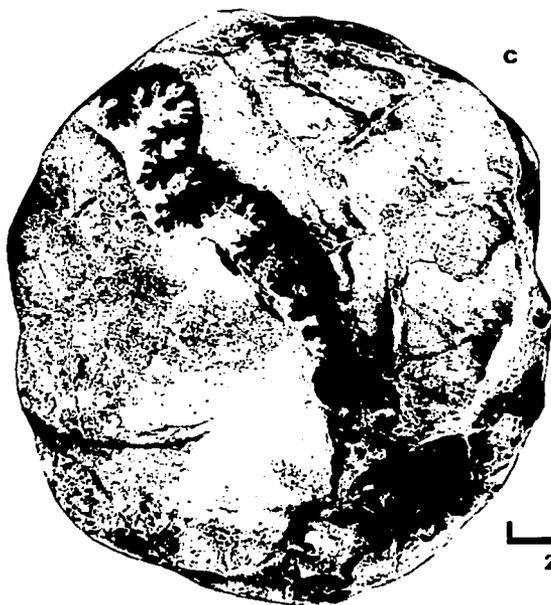
Figuras a, b. Ejemplar IMP 1. (a) Vista flanco derecho;
(b) región ventral.

Figuras c, d. Ejemplar IMP 3. (c) Vista flanco izquierdo;
(d) región ventral.

Ejemplar IMP 1



Ejemplar IMP 3



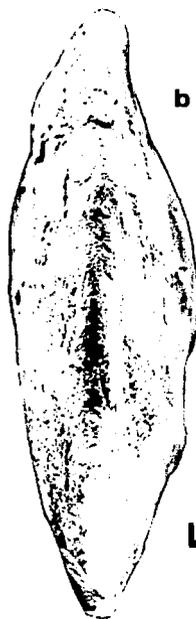
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LÁMINA III
(Conchas Lisas)

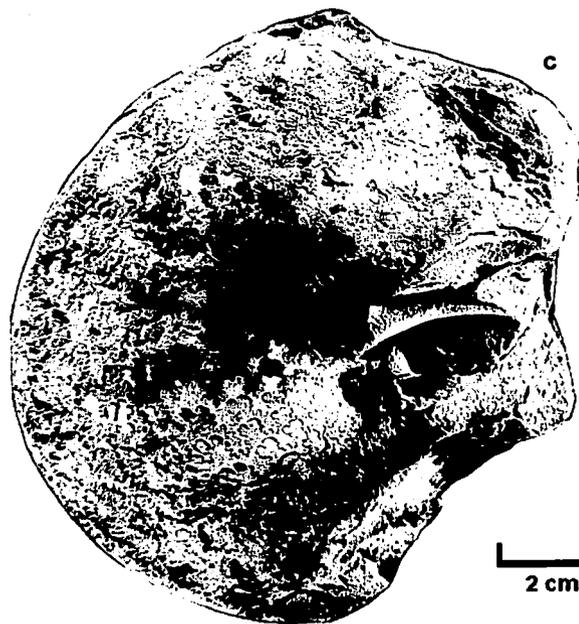
Figuras a, b. Ejemplar IMP 6. (a) Vista flanco izquierdo;
(b) región ventral.

Figuras c, d. Ejemplar IMP 7. (c) Vista flanco izquierdo;
(d) región ventral.

Ejemplar IMP 6



Ejemplar IMP 7



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

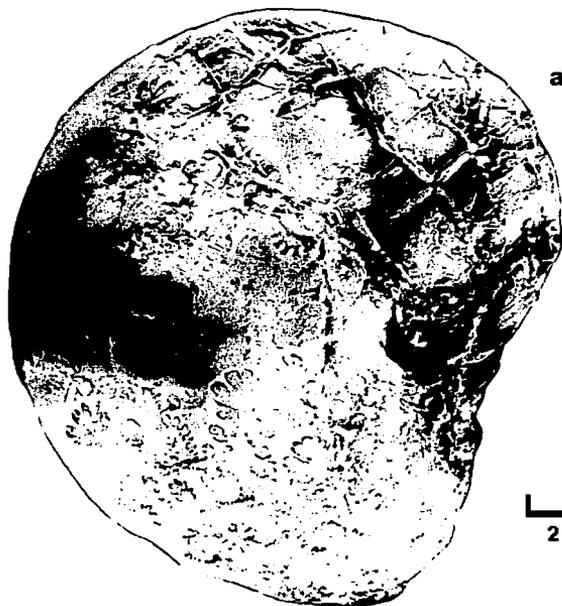


LÁMINA IV
(Conchas Lisas)

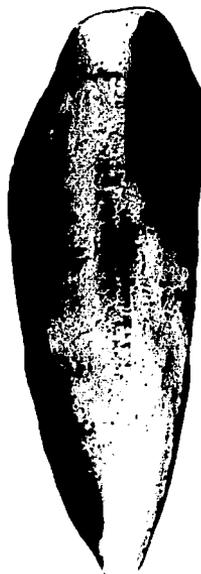
Figuras a, b. Ejemplar IMP 8. (a) Vista flanco izquierdo;
(b) región ventral.

Figura c, d. Ejemplar IMP 12. (c) Vista flanco derecho;
(d) región ventral.

Ejemplar IMP 8

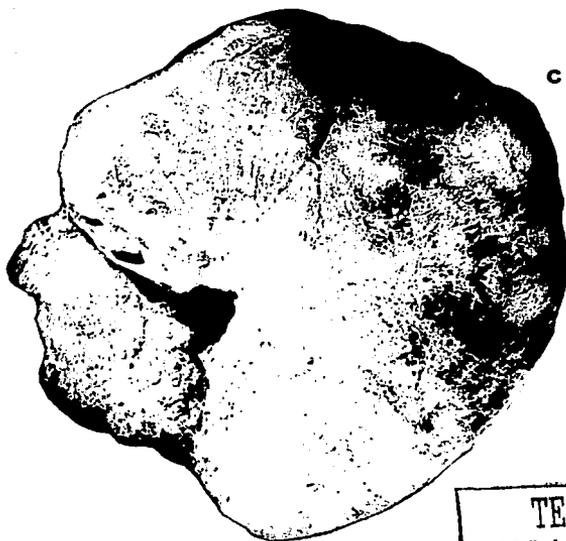


2 cm



2 cm

Ejemplar IMP 12



3 cm



3 cm

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LÁMINA V
(Conchas Lisas)

Figuras a, b. Ejemplar IMP 14. (a) Vista flanco derecho;
(b) región ventral.

Figuras c, d. Ejemplar IMP 18. (c) Vista flanco derecho;
(d) región ventral.

Ejemplar IMP 14



Ejemplar IMP 18



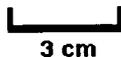
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LÁMINA VI
(Conchas Lisas)

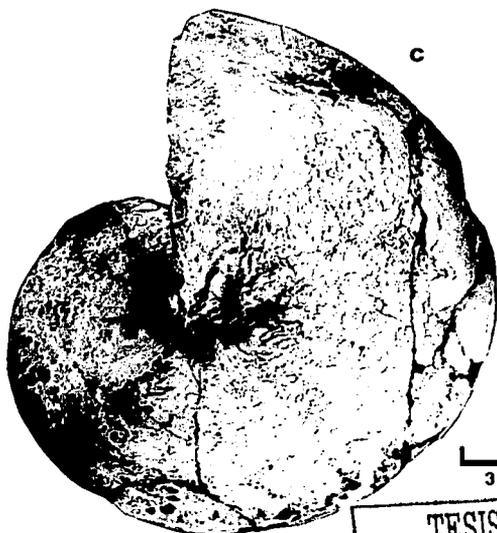
Figuras a, b. Ejemplar IMP 20. (a) Vista flanco derecho;
(b) región ventral.

Figuras c, d, e. Ejemplar IMP 21. (c) Vista flanco derecho;
(d) región ventral, (e) sección de vuelta.

Ejemplar IMP 20



Ejemplar IMP 21



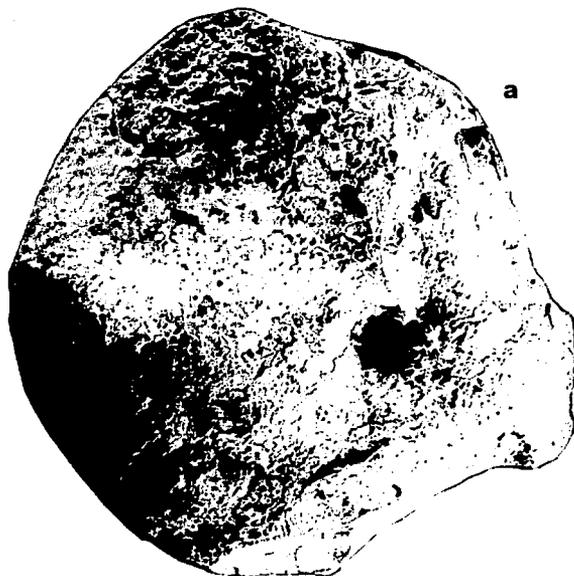
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LÁMINA VII
(Conchas Lisas)

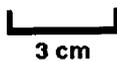
Figuras a, b. Ejemplar IMP 25. (a) Vista flanco izquierdo;
(b) región ventral.

Figuras c, d. Ejemplar IMP 26. (c) Vista flanco izquierdo;
(b) región ventral.

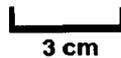
Ejemplar IMP 25



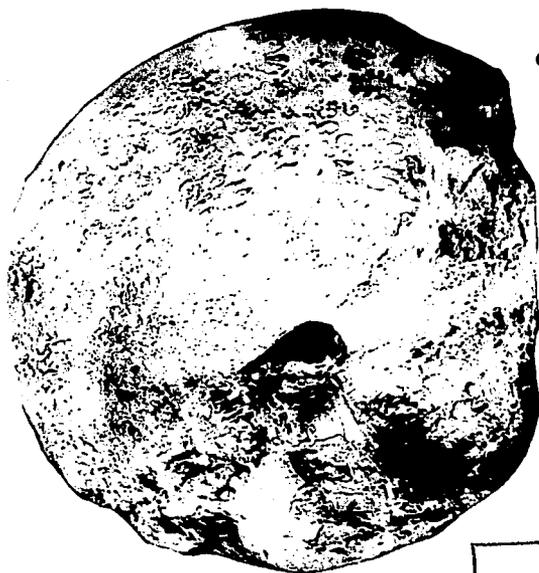
a



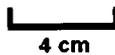
b



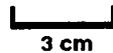
Ejemplar IMP 26



c



d



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LÁMINA VIII
(Conchas Ornamentadas)

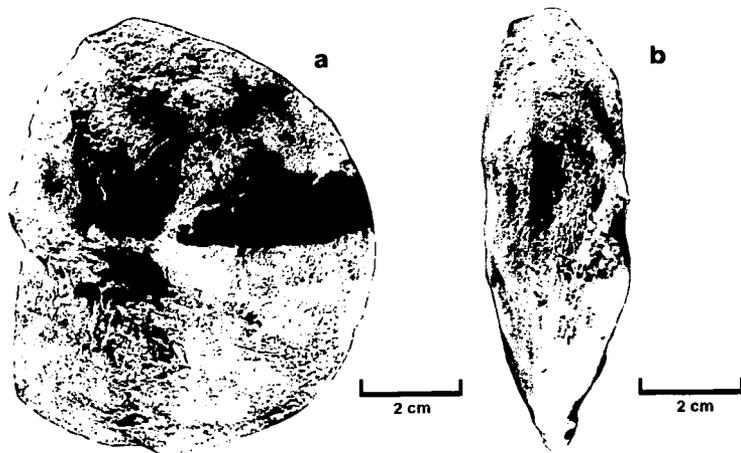
Figuras a, b. Ejemplar IMP 2a. (a) Vista flanco derecho;
(b) región ventral.

Figuras c, d. Ejemplar IMP 2b. (c) Vista flanco derecho;
(d) región ventral.

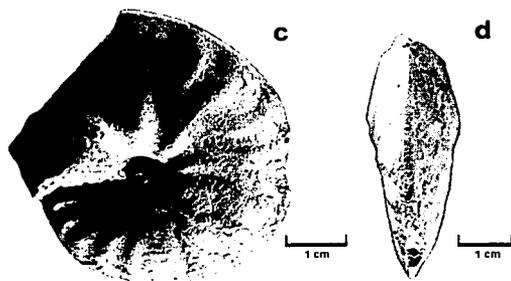
Figuras e, f, g. Ejemplar IMP 2c. (e) Vista flanco izquierdo;
(f) región ventral; (g) sección de vuelta.

Figuras h, i, j. Ejemplar IMP 2d. (h) Vista flanco izquierdo;
(i) región ventral; (j) sección de vuelta.

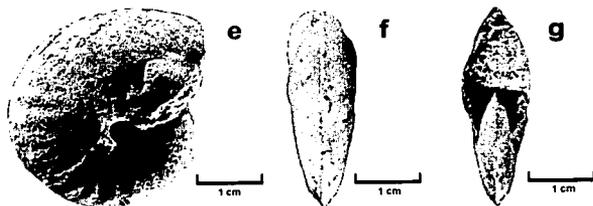
Ejemplar IMP 2a



Ejemplar IMP 2b



Ejemplar IMP 2c



Ejemplar IMP 2d



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

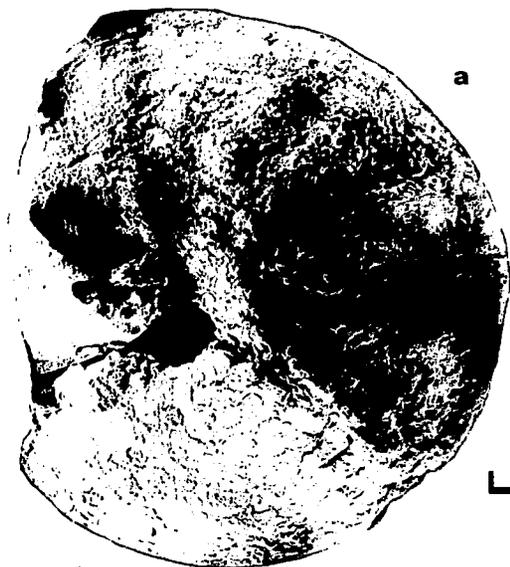
LÁMINA IX
(Conchas Ornamentadas)

Figuras a, b. Ejemplar IMP 9a. (a) Vista flanco derecho;
(b) región ventral.

Figuras c, d, e. Ejemplar IMP 9b. (c) Vista flanco izquierdo;
(d) región ventral; (e) sección de vuelta.

Figuras f, g, h. Ejemplar IMP 9c. (f) Vista flanco izquierdo;
(g) región ventral; (h) sección de vuelta.

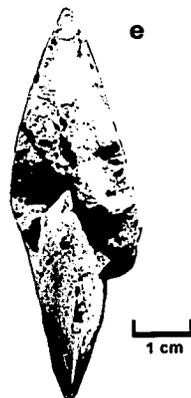
Ejemplar IMP 9a



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Ejemplar IMP 9b



Ejemplar IMP 9c

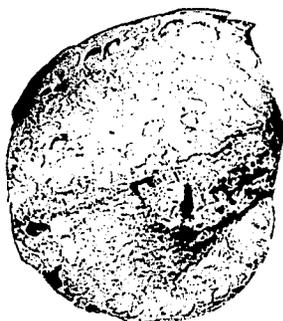


LÁMINA X
(Conchas Ornamentadas)

Figuras a, b. Ejemplar IMP 28a. (a) Vista flanco izquierdo;
(b) región ventral.

Figuras c, d, e. Ejemplar IMP 28b. (c) Vista flanco izquierdo;
(d) región ventral; (e) sección de vuelta.

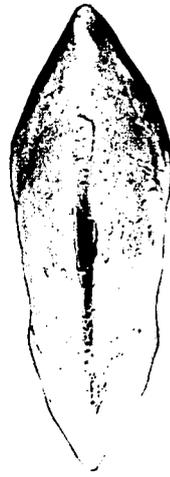
Figuras f, g, h. Ejemplar IMP 28c. (f) Vista flanco izquierdo;
(g) región ventral; (h) sección de vuelta.

Figuras i, j, k. Ejemplar IMP 28d. (i) Vista flanco izquierdo;
(j) región ventral (k) sección de vuelta.

Ejemplar IMP 28a



A

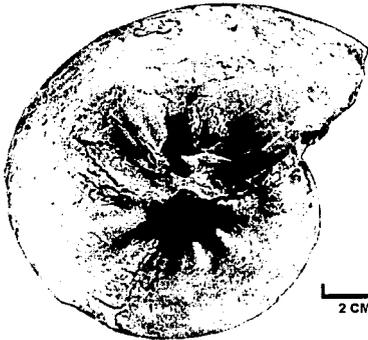


B



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Ejemplar IMP 28b



C



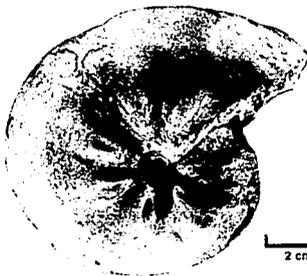
D



E



Ejemplar IMP 28c



F



G



H



Ejemplar IMP 28d



I



J



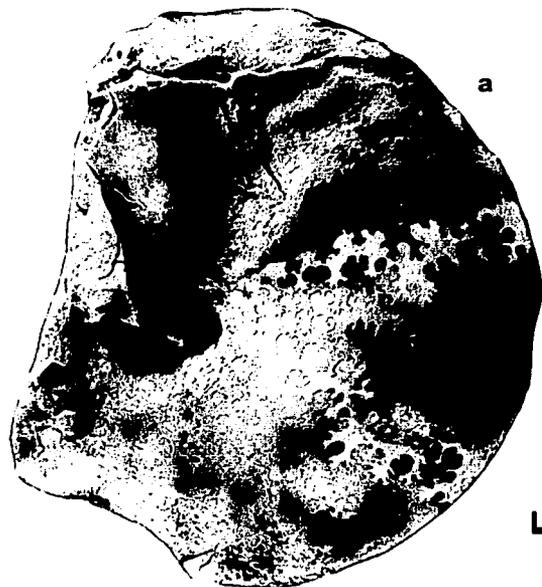
K



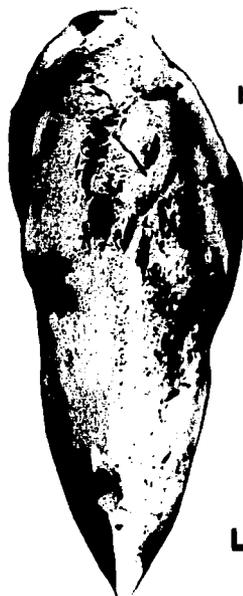
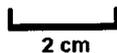
LÁMINA XI
(Conchas Ornamentadas)

Figuras a, b. Ejemplar IMP 4. (a) Vista flanco derecho;
(b) región ventral.
Figuras c, d. Ejemplar IMP 13. (c) Vista flanco izquierdo;
(d) región ventral.

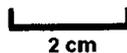
Ejemplar IMP 4



a



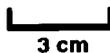
b



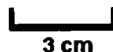
Ejemplar IMP 13



c



d



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LÁMINA XII
(Conchas Ornamentadas)

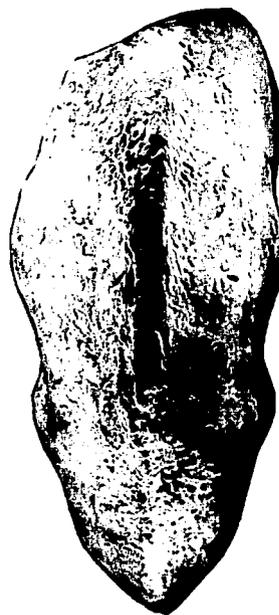
Figuras a, b. Ejemplar IMP 17. (a) Vista flanco derecho;
(b) región ventral.

Figuras c, d. Ejemplar IMP 22. (c) Vista flanco izquierdo;
(d) región ventral.

Ejemplar IMP 17



Ejemplar IMP 22



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LÁMINA XIII
(Conchas Lisas)



IMP-PEP 27a

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7$

Escala: 2:1

Dm: 35mm



IMP-PEP 27b

Fórmula sutural: $ELU_2U_3...$

Escala: 2:1

Dm: 26mm



IMP-PEP 27c

Fórmula sutural: $ELU_2...$

Escala: 2:1

Dm: 17mm



IMP-PEP 1

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7U_9$

Escala: 1:1

Dm: 64mm



IMP-PEP 3

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7U_9$

Escala: 1:1

Dm: 63mm

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LÁMINA XIV
(Conchas Lisas)



IMP-PEP 6

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5$

Escala: 1:1

Dm: 61mm



IMP-PEP 7

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7$

Escala: 1:1

Dm: 65mm



IMP-PEP 8

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7$

Escala: 1:1

Dm: 80mm



IMP-PEP 12

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7$

Escala: 1:1

Dm: 74mm



IMP-PEP 14

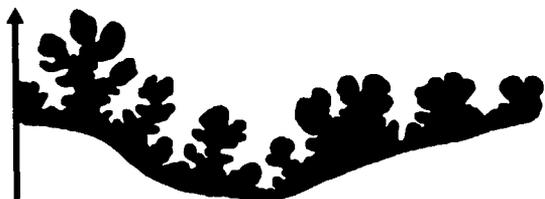
Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7$

Escala: 1:1

Dm: 63 mm

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LÁMINA XV
(Conchas Lisas)



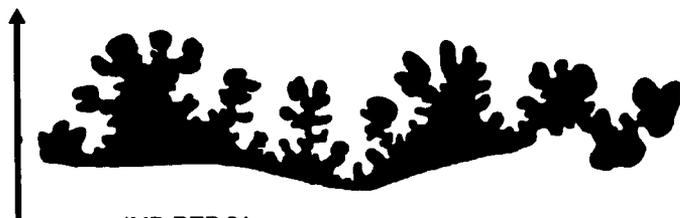
IMP-PEP 18

Fórmula sutural: $ELU_2U_3...$
Escala: 1:1
Dm: 90mm



IMP-PEP 20

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7U_9$
Escala: 1:1
Dm: 122mm



IMP-PEP 21

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5...$
Escala: 1:1
Dm: 117mm

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LÁMINA XVI
(Conchas Lisas)



IMP-PEP 25

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7U_9$

Escala: 1:1

Dm: 95mm



IMP-PEP 26

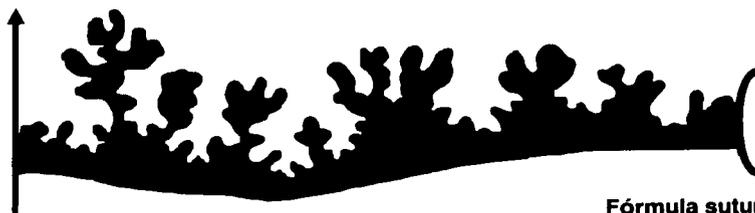
Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7U_9U_{11}$

Escala: 1:1

Dm: 118mm

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LÁMINA XVII
(Conchas Ornamentadas)



IMP-PEP 2a

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7$
Escala: 2:1
Dm: 55mm



IMP-PEP 2b

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7$
Escala: 3:1
Dm: 20mm



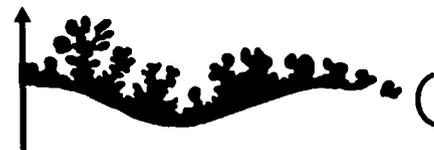
IMP-PEP 2c

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5$
Escala: 3:1
Dm: 9mm



IMP-PEP 2d

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5$
Escala: 3:1
Dm: 6mm



IMP-PEP 4

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7U_9$
Escala: 1:1
Dm: 61 mm

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LÁMINA XVIII
(Conchas Ornamentadas)

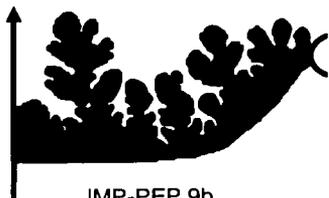


IMP-PEP 9a

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7U_9$

Escala: 1:1

Dm: 60mm



IMP-PEP 9b

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7$

Escala: 2:1

Dm: 26mm



IMP-PEP 9c

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5$

Escala: 2:1

Dm: 13mm

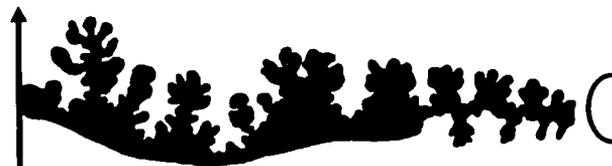


IMP-PEP 13

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7U_9$

Escala: 1:1

Dm: 64mm



IMP-PEP 17

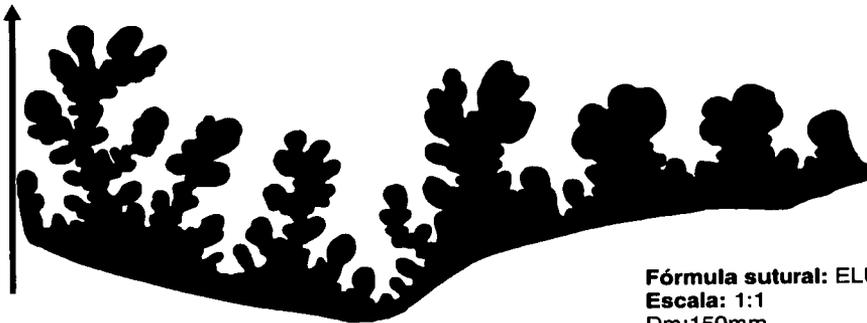
Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7U_9U_{11}$

Escala: 1:1

Dm: 85mm

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LÁMINA XIX
(Conchas Ornamentadas)



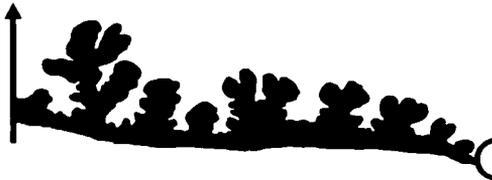
IMP-PEP 22

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7\dots$
Escala: 1:1
Dm: 150mm



IMP-PEP 28a

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5\dots$
Escala: 1:1
Dm: 85mm



IMP-PEP 28b

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7U_9$
Escala: 1:1
Dm: 54mm



IMP-PEP 28c

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5U_7$
Escala: 1:1
Dm: 44mm



IMP-PEP 28d

Fórmula sutural: $ELU_2U_3U_5$
Escala: 1:1
Dm: 26mm

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN