

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA



**COCODRILOS MARINOS DEL JURÁSICO TARDÍO DE
LA FORMACIÓN LA CASITA EN COAHUILA Y NUEVO
LEÓN, MÉXICO: DOS CASOS DE ESTUDIO**

TESIS
COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE:

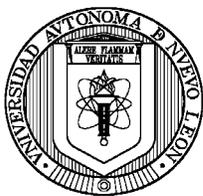
MAESTRO EN CIENCIAS GEÓLOGICAS

PRESENTA:

JORGE ANTONIO VELASCO SEGURA

LINARES N.L.

SEPTIEMBRE 2007



UANL



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

LA TESIS

COCODRILOS MARINOS DEL JURÁSICO TARDÍO DE LA FORMACIÓN LA CASITA EN COAHUILA Y NUEVO LEÓN, MÉXICO: DOS CASOS DE ESTUDIO

ELABORADA POR:

JORGE ANTONIO VELASCO SEGURA

HA SIDO ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS GEOLÓGICAS

DR. JOSÉ GUADALUPE LÓPEZ OLIVA
DIRECTOR DE TESIS

PRIV. DOZ. DR. EBERHARD FREY
CO-DIRECTOR DE TESIS

DR. UWE JENCHEN
CO-DIRECTOR DE TESIS

PROF. DR. WOLFGANG STINNESBECK
CO-DIRECTOR EXTERNO DE TESIS

LINARES N.L.

SEPTIEMBRE 2007

Dedicatoria

Al Gran Arquitecto del Universo

A mis Padres:

THELMA GRACIELA SEGURA MEDINA
JORGE ALBERTO VELASCO DÍAZ

A mi Hermana:

VERÓNICA VICTORIA

Al amor de mi vida:

LINDA MARÍA ANGELA LUCÍA

Agradecimientos

Doy primeramente gracias a ese viejo sabio que me ha cuidado durante mi Insignificante vida, siempre dándome apoyo, consuelo y consejo, y quien ha Ocultado las cosas vanas e intrascendentes a lo largo de mi existencia.

Son para y por Ti estos logros todos.

Gracias por ser mi mejor Amigo y mi peor Cómplice.

A mi asesor Eberhard “Dino” Frey, quien no sólo ha sido mi maestro sino mi amigo desde hace ya varios años. Por tu tiempo y por su falta de él, por sus pocas pero sustanciales discusiones y por su infinita disposición de trabajar conmigo. Gracias Patrón.

A mi asesor externo Wolfgang Stinnesbeck, quien además de un gran científico es un gran amigo en quien me he apoyado desde el primer momento que me permitió colaborar con él. Gracias Professor.

A mi asesor interno y gran gran amigo José Guadalupe López Oliva, quien siempre ha tenido mucha Fé en mí en todos los ámbitos y quien siempre me ha apoyado incondicionalmente. Gracias Doctor.

A la Facultad de Ciencias de la Tierra y a su personal docente por contribuir a mi formación desde la Licenciatura. Especialmente agradezco a los maestros que contribuyeron en esta etapa de la Maestría: Los Drs. José Rosbel Chapa, José Guadalupe López, Cosme Pola, Juan Alonso Ramírez, Héctor de León, Francisco Medina, Uwe Jenchen, Gabriel Chávez, Dirk Masuch-Oesterreich, Juan Carlos Montalvo y Fernando Velasco, así como a los M. en C. Tomás Cossío, Veronika Dülmer, Andrés Ramos, Pedro Saavedra, Adalberto Treviño y Efraín Alva.

Agradezco al CONACYT y al DAAD quienes financiaron mis estudios de Maestría. De manera especial agradezco el apoyo brindado por el Dr. Héctor de León y el Dr. Juan Alonso Ramírez así como el Dr. José Guadalupe López por su ayuda al solicitar la beca del DAAD. Del mismo modo agradezco la ayuda prestada por el Priv. Doz. Eberhard Frey y el Prof. Dr. Wolfgang Stinnesbeck. Un agradecimiento especial a la M.C. Veronika Dülmer por su ayuda en la traducción de mi papelería al idioma Alemán.

A los investigadores que contribuyeron aportando literatura y discusiones para la realización de esta tesis de Maestría: Dra. Zulma Gasparini (La Plata, Argentina), Dr. Patrick Vignaud (Poitiers, Francia), Dr. James Clark (Washington D.C., E.U.A.) así como a Rainer Schoch (Stuttgart, Alemania) por haberme permitido libre acceso a la colección paleontológica a su cargo. Del mismo modo quiero agradecer al Dr. Roberto Molina por su amistad y su asistencia durante mis visitas académicas al Centro de Geociencias de la UNAM en Juriquilla, Querétaro. A Marie-Céline Buchy por haber dirigido la campaña en Gómez Farias donde se rescató el espécimen CPC 277. A Dieter Michalzick, Martin Götte y Wolfgang Stinnesbeck por haber encontrado y rescatado el espécimen UANL-FCT-R13. A Victoriano Beraza (Linares, México), Frank Wittler y Jörg Tensi (ambos Karlsruhe, Alemania) por haber preparado excelentemente los especímenes estudiados.

A la familia Flores Ramírez, a Gregorio “Dinosaurio” Sánchez y su familia por habernos dado asilo y atenciones durante la campaña de campo en Gómez Farias, Coahuila. A la familia Bazaldúa Damas, a Don Godo e Iván Bazaldúa por el asilo y las grandes atenciones dadas durante el periodo de campo en Iturbide,

Nuevo León. Al Pato, Martha Carolina, Rosario Gómez, Don Héctor, Nacho, Carlos René, así como a Hectór y Tommy por su ayuda en todos los aspectos durante tanto tiempo en Saltillo y Gómez Farias, Coahuila. A Arturo González (Saltillo, México) por su inigualable apoyo.

A Caro, Stephe, Dieter, Basty, Sebastian, Thorsten, Christina I., Christina, Samuel, René, Wolfgang M., Ute, Jörg, Frank, Dino, Doris, Yvone, Sarah y Simon, Susy, Lili y Wolfgang S., Oma y Opa, Irene, Johara y Flaco, Dario, Verónica y Anatole, Angela K., Anastasia, Blanca E. Blanca T. Felipe, Eduardo, Fernando, Pablo, Elena y Luis, Igor, Chuy, Julian, Dominic, Michael, Sussan y Jochen, Edina, Harry, Stephan G. Stephan U., Armin, Ofelia, Markus, Tania, Thorsten, Matzy, Stephan, Andrea, así como al personal administrativo del Staatliches Museum für Naturkunde, el personal de Botanik, Entomologie, Zoologie y Museumspädagogik tanto como al personal del DAAD, por haber hecho mi estancia en Alemania tan grata e inolvidable. Muy especialmente a mi amigo Bobby que me acompañará en las largas jordanas de trabajo del museo así como a mi gran cuate del alma Jägie.

A mis compañeros de la Maestría Autodidacta de la FCT: Pancho, Hamlet, Samir, Gilberto, Yaneth, Gaby, Israel, Fernando, Otilio, Ulises y Ana. Agradezco al CONACyT por la beca brindada. A mamá Juany por haber ayudado siempre de manera pronta y eficiente, a su muy peculiar manera, con las todas y cada una de las cuestiones administrativas del posgrado y por ser tan buena amiga y consejera. A la FCT y al M.C. Adalbrto Treviño por su ayuda en la impresión de las tesis. Al Dr. Francisco Medina por su ayuda con la impresión de los mapas.

A mis amigos que me acompañaron durante este difícil y cansado transe llamado Maestría, por su compañía, consejos, desaires, ayuda y apoyo: Angela Lucía, Pancho, Salem y Gilberto, Vicky y Gabriel, Verónica y Tomás, Alejandra y Daniel, Gabriela y Luis, Rolis, Bárbara, Chacha y la Abuela, Yaneth, Nelda y Nora, Rosalba e Ileana, Jorge y Lalo, Neto, Marel, Jon, Iván, Edgar, Jorge Alfredo, Paula e Irving, Lupillo, Pou, Yoana, Omar, Alma, Charles, Chona, Ale, Rodrigo, Pelón, Wamas, Lili y Mauro, el Doc, Uwe, Dirk, Ana Platas, Hamlet, Israel, Samir, Gilberto y Mantechox.

A la Vigésimo segunda generación y a la vigésima generación de ingenieros geólogos por tolerarme como maestro y tener la disposición (aunque fuese mínima) de aprender aunque sea algo de mí y de donde he obtenido una gran experiencia sin olvidar que ahí he hecho grandes amigos.

Quiero agradecer con todo mi corazón a mi familia por nunca perder la Fé en mí y siempre apoyarme y animarme en cada una de las campañas y aventuras en las que me he enrolado. Así también quiero agradecer a la Familia Garza Torres por el haberme aceptado ya de anticipado como un miembro de su familia. Los quiero mucho a todos y cada uno de ustedes.

A todas aquellas personas que olvido de manera involuntaria y que me ayudaron de alguna manera durante toda la etapa de Maestría. Mil Gracias.

Por último pero nunca al final a esa persona que me ha aguantado y amado de manera tan entregada desde el primer minuto que decidió estar y permanecer a mi lado y quien ha pasado a ser la persona que más amo en el universo por tantas razones que sería imposible enumerarlas aquí: Angela Lucía.

¿Quién soy?

¿Dónde estoy?

¿A dónde voy?

"Jamás aceptes algo inferior a tus sueños,
en algún sitio y momento lo encontrarás"

Victoria Velasco

"No son las explicaciones lo que nos hace avanzar,
sino nuestra determinación de seguir adelante"

en *"Brida"*, de *Paulo Coelho*

Contenido	Pág.
Contenido.....	i
Lista de Figuras.....	iv
Resumen	vii
Abstract	viii
1 GENERALIDADES	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 HIPÓTESIS Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.4 METAS	4
LOCALIZACIÓN Y VÍAS DE ACCESO	5
2 MATERIALES Y MÉTODOS	7
2.1 MATERIALES	7
2.1.1 Espécimen CPC 277	7
2.1.2 Espécimen UANL-FCT-R13	7
2.2 METODOLOGÍA	8
2.2.1 ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO Y MICROFACIAL.....	8
2.2.1.1 Trabajo de Campo:	8
2.2.1.2 Trabajo de Gabinete:.....	9
2.2.2 ANÁLISIS DE PALEONTOLOGÍA DE VERTEBRADOS	9
3 MARCO GEOLÓGICO	11
3.1 FORMACIÓN LA CASITA EN EL NORESTE DE MÉXICO	11
3.2 SECUENCIA LITOESTRATIGRÁFICA Y DESCRIPCIÓN EN LÁMINA DELGADA.....	17
3.2.1 Perfil Sierra El Jabalí [SJ]	17
3.2.1.1 Formación Olvido	18
3.2.1.2 Formación La Casita.....	19
3.2.1.2.1 Contacto con la Formación Olvido.....	19
3.2.2 Perfil Iturbide [IT].....	27

3.2.2.1 Formación La Casita.....	27
3.3 ANÁLISIS MICROFACIAL Y COMPARACIÓN DE FACIES.....	33
3.3.1 Resultados del Análisis Microfacial	33
4 THALATTOSUCHIA	39
5 OSTEOLÓGÍA	42
5.1 ESPECIMEN CPC 277	42
5.1.1 PRESERVACIÓN (Fig. 25A; Fig. 26A; y Fig. 27A).....	42
5.1.2 DESCRIPCIÓN (Fig. 25B; Fig. 26B; y Fig. 27B).....	46
5.1.2.1 Fosa supratemporal y ventana supratemporal	46
5.1.2.2 Prefrontal	47
5.1.2.3 Frontal	48
5.1.2.4 Parietal.....	51
5.1.2.5 Escamoso	52
5.1.2.6 Supraoccipital	53
5.1.2.7 Exoccipital.....	54
5.1.2.8 Cuadrado	55
5.1.2.9 Yugal.....	56
5.1.2.10 Pterigoides	57
5.1.2.11 Estribo.....	57
5.1.2.12 Posible fragmento del hueso hyoide derecho.....	57
5.1.2.13 Posible fragmento del postorbital derecho	58
5.1.2.14 Posible fragmento del basioccipital.....	59
5.1.2.15 Fragmento de hueso rectangular plano	59
5.1.2.16 Fragmento de hueso delgado y curvo.....	60
5.1.2.17 Fragmento de hueso ovoide-elongado	60
5.1.2.18 Fragmento de hueso triangular plano.....	60
5.1.3 TAFONOMÍA	61
5.2 ESPÉCIMEN UANL-FCT-R13.....	67
5.2.1 PRESERVACIÓN (Fig. 28A; Fig. 29A; Fig. 30A; y Fig. 31A) .67	
5.2.2 DESCRIPCIÓN (Fig. 28B; Fig. 29B; Fig. 30B; y Fig. 31B) ...	69

5.2.2.1 Maxila	69
5.2.2.2 Dentario	70
5.2.2.3 Esplenio	72
5.2.2.4 Angular	73
5.2.2.5 Dentición.....	74
5.2.2.6 Relleno de la cavidad nasal.....	74
5.2.3 TAFONOMÍA	76
6 PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA	81
6.1 ESPECIMEN CPC 277	81
6.1.1.1 Holotipo.....	81
6.1.1.2 Stratum typicum	81
6.1.1.3 Derivatio nominis	81
6.1.2 TAXONOMÍA.....	82
6.1.3 PALEONTOLOGÍA COMPARATIVA.....	82
6.2 ESPECIMEN UANL-FCT-R13.....	84
6.2.1.1 Holotipo.....	84
6.2.1.2 Stratum typicum	84
6.2.1.3 Derivatio nominis	85
6.2.2 TAXONOMÍA.....	85
6.2.3 PALEONTOLOGÍA COMPARATIVA.....	85
7 CONCLUSIONES SOBRE LA PALEOGEOGRAFÍA DE LOS METRIORHYNCHIDOS	89
Referencias Bibliográficas	95
Anexos.....	105

Lista de Figuras	Pág.
Fig. 1: Localización ambas áreas de estudio y sus principales vías de acceso	6
Fig. 2: Reconstrucción paleogeográfica para el Tithoniano-Portlandiano que muestra la distribución de la Formación La Casita y sus Formaciones correlacionables para el Noreste de México y Sureste de Texas E.U.A... 12	12
Fig. 3: Columna estratigráfica para el Noreste de México y Sureste de Texas E.U.A. desde el Jurásico Superior (Oxfordiano) hasta el Cretácico Inferior (Barremiano)	13
Fig. 4: A) Columnas estratigráficas generalizadas de la Formación La Casita en el Cañón del Chorro, Cañón Cortinas y Cañón San Lorenzo; y modelo esquemático mostrando el desarrollo de la Formación La Casita en el área de Saltillo	15
Fig. 5: Imágenes de lámina delgada mostrando algunas características bajo el microscopio de la Formación Olvido	19
Fig. 6: (A) Contacto entre abrupto y ondulado entre la Formación Olvido y la Formación La Casita. (B) Acumulación de belemnites que culmina el paquete de relleno de la superficie ondulada y abrupta mostrada en A. 20	20
Fig. 7: Imagen de lámina delgada del paquete que rellena el contacto entre las Formaciones Olvido y La Casita.....	21
Fig. 8: Imágenes de lámina delgada mostrando el contenido terrígeno fino en la matriz. Los organismos que se observan en el centro de la imagen y en la parte inferior derecha son radiolarios	22
Fig. 9: Imágenes mostrando las alternancias rítmicas de lutitas-areniscas y lutitas-limolitas	22
Fig. 10: Imágenes de lámina delgada mostrando las matrices con coloración rojiza y contenido abundante de radiolarios	23
Fig. 11: Vista de un nido de ostras en la parte inferior derecha y una valva de pelecípodo arriba al centro dentro de la coquina del perfil [SJ]	24

Fig. 12: Imágenes de lámina delgada mostrando la apariencia de la coquina bajo el microscopio.....	25
Fig. 13: <i>Thalassinoides sp.</i> que continúan a el nivel de acumulación de fósiles de donde se ha rescatado el espécimen de cocodrilo CPC 277 descrito en le presente trabajo	25
Fig. 14: Valva de lamelibranquiado con bioerosión encontrada en una pequeña acumulación de moluscos en los metros sobreyacientes a la coquina descrita previamente	26
Fig. 15: Apariencia de las calizas en la porción terminal de la sección. Se observan principalmente radiolarios recristalizados en una matriz micrítica con coloración rojiza en N// y negra en NX	27
Fig. 16: Especímenes de <i>Glochiceras sp.</i> (A) y <i>Aulacomyella sp.</i> (B) colectado en el perfil en los niveles de donde fue rescatado el espécimen UANL-FCT-R13.....	28
Fig. 17: Wackestones transición a Packestone de radiolarios. Se observa disolución parcial de la matriz.....	28
Fig. 18: Wackestone de radiolarios con una valva de lamelibranquiado y fragmentos de otra valva de molusco debajo de la primera	30
Fig. 19: Wackestone de radiolarios. En el centro de la imagen se observa un corte transversal (sección circular) de un radiolario	31
Fig. 20: Cuatro imágenes que muestran la apariencia bajo el mirosopio de los últimos 20 m del perfil [IT]	32
Fig. 21: Distribución de las Facies propuestas por VELASCO-SEGURA (2005) para la sierra "El Jabalí".	34
Fig. 22: Ampliación del modelo de distribución de Facies en la Formación La Casita en los perfiles [SJ] e [IT]	35
Fig. 23: Columnas litoestratigráficas condensadas de los perfiles Sierra El Jabalí [SJ] e Iturbide [IT]	37
Fig. 24: Explicación y simbología para la sección condensada mostrada en la Fig. 23.	38

Fig. 25: Espécimen CPC 277, (A) Fotografía del holotipo en vista dorsal y (B) Dibujo interpretativo en la misma vista. 64

Fig. 26: Espécimen CPC 277, (A) Fotografía del holotipo en vista ventral y (B) Dibujo interpretativo en la misma vista. 65

Fig. 27: Espécimen CPC 277, (A) Fotografía del holotipo en vista occipital y (B) Dibujo interpretativo en la misma vista. 66

Fig. 28: Espécimen UANL-FCT-R13, (A) Fotografía del holotipo en vista dorsal y (B) Dibujo interpretativo en la misma vista. 77

Fig. 29: Espécimen UANL-FCT-R13, (A) Fotografía del holotipo en vista ventral y (B) Dibujo interpretativo en la misma vista. 78

Fig. 30: Espécimen UANL-FCT-R13, (A) Fotografía del holotipo en vista lateral derecha y (B) Dibujo interpretativo en la misma vista. 79

Fig. 31: Espécimen UANL-FCT-R13, (A) Fotografía del holotipo en vista lateral izquierda y (B) Dibujo interpretativo en la misma vista. 80

Fig. 32: Reconstrucción tentativa del craneo de CPC 277 en (A) vista dorsal y (B) vista occipital. *Geosaurus sp. aff. G. vignaudi* FREY *et al.*, 2002. ... 84

Fig. 33: Reconstrucción tentativa del craneo de UANL-FCT-R13 en (A) vista dorsal y (B) vista lateral izquierda. *Metriorhynchus sp. aff. M. casamiquelai* GASPARINI & CHONG, 1977. 88

Fig. 34: Mapa paleogeográfico del Jurásico Tardío que muestra la distribución de los géneros validos reportados de *Geosaurus* y el espécimen CPC 277 90

Fig. 35: Mapa paleogeográfico del Jurásico Tardío que muestra la distribución de los géneros validos reportados de *Metriorhynchus* y el espécimen UANL-FCT-R13..... 92

Resumen

Se describen dos cráneos parciales de cocodrilos marinos (*Thalattosuchia*; *Metriorhynchidae*) del Jurásico Tardío del Noreste de México. El primer espécimen descrito (CPC 277) corresponde a un geosáurido del Tithoniano Temprano del Sureste del estado de Coahuila. El segundo espécimen descrito (UANL-FCT-R13) corresponde a un metriorhynchido del Kimmeridgiano Tardío del Centro-Sur del estado de Nuevo León.

Ambos especímenes han sido rescatados de sedimentos de la Formación La Casita del Jurásico Superior. En el sitio de cada uno de los hallazgos de los vertebrados aquí descritos, se levantó una sección estratigráfica de aproximadamente 60 m tomando como punto central del perfil el horizonte que contenía los restos de *Thalattosuchios*. El análisis microfacial hecho en cada sección sugiere una depositación en una plataforma media a distal en la cual prevalecía un substrato empobrecido en oxígeno (euxínico).

Los nuevos hallazgos de vertebrados marinos de México, llenan un hueco en la distribución paleogeográfica de los *Thalattosuchios* del Jurásico Tardío, los cuales sólo estaban reportados para Europa y Sudamérica. Los *thalattosuchios* mexicanos del Jurásico Tardío no son referibles ni a las especies europeas así como tampoco a las sudamericanas y por lo tanto apunta a un aislamiento del Golfo de México al menos durante el Jurásico Tardío.

Abstract

Two partial crania of marine crocodiles (Thalattosuchia; Metriorhynchidae) from the Late Jurassic of Northeast Mexico are described. The first specimen described (CPC 277) corresponds to an Early Tithonian Geosaurid from the Southeast of Coahuila State. The second specimen described (UANL-FCT-R13) corresponds to a Late Kimmeridgian Metriorhynchid from South-Central Nuevo León state.

Both specimens have been rescued from Upper Jurassic sediments of La Casita Formation. At the place of the vertebrate findings described here, an about 60m stratigraphical section was measured. The section has as midpoint the horizon where the Thalattosuchian remains rested. The microfacial analysis carried out at each section suggests deposition on a middle to outer shelf with prevalence of euxinic bottom conditions.

The new specimens from Mexico fill a palaeogeographic gap for the Late Jurassic Thalattosuchians, which were previously reported only from Europe and South America (FREY *et al.*, 2002). Interestingly, the Mexican Late Jurassic Thalattosuchians are neither referable to the European nor to the South American species and thus hint to geographic isolation of the Gulf of Mexico at least throughout the Late Jurassic.

CAPÍTULO I

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

La Formación La Casita del Noreste de México ha sido continuamente fuente de atención científica debido a los restos fósiles, tanto de invertebrados como de vertebrados, que de ella se han reportado y rescatado. Dentro de los hallazgos más comunes dentro de esta Formación se encuentran las amonitas, belemnites, pelecípodos y ocasionales restos de madera (ADATTE *et al.*, 1992, 1994a,b, 1996a,b; EVANGELISTA-PUENTE, 1993; FORTUNATO, 1982; FORTUNATO & WARD, 1982; FREY *et al.*, 2002, GOLDHAMMER *et al.*, 1991; LÓPEZ-OLIVA, 1989; MICHALZIK, 1988; OVIEDO-LERMA, 1991; PADILLA Y SÁNCHEZ, 1982; SCHUMANN, 1988; VALLADARES-ARRIAGA, 1993, VELASCO-SEGURA, 2005). Sin embargo, gran cantidad de restos de reptiles marinos han sido también reportados y rescatados de esta Formación, así como de la Formación La Caja y la Formación Pimienta, sus equivalentes de cuenca. Los restos de ictiosaurios son abundantes en la Formación La Casita, pero también hay de pliosaurios, plesiosaurios, cocodrilos marinos y peces (ARANDA-MANTECA & STINNESBECK, 1993; BUCHY *et al.*, 2006a,b,c; HÄHNEL, 1988; SCHUMANN, 1988; STINNESBECK *et al.*, 1993, VELASCO-SEGURA, 2005).

En años recientes excavaciones sistemáticas en la Sierra “El Jabalí” en Coahuila han aportado hasta el momento tres cráneos parciales y elementos poscraniales asociados de cocodrilos marinos (*Thalattosuchia*) (BUCHY *et al.*, 2006c). Dentro de estos cráneos rescatados, uno ha sido ya descrito como *Geosaurus saltillense* por BUCHY *et al.* (2006a). Además, en

la misma localidad han sido rescatados restos de peces teleósteos (Pachycormidae y Aspidorhynchidae), reptiles sauropterygios (Elasmosauridae y Pliosauridae) e Ichthyosauria (Ophthalmosauridae) así como numerosos ejemplares de amonitas, belemnites, pelecípodos (incluidas ostras) y fragmentos de madera (BUCHY *et al.*, 2006c; VELASCO-SEGURA, 2005). Sin embargo, se conocen otros especímenes de thalattosuchios para el Jurásico Superior del Noreste y Centro-Este de México. El primero de estos especímenes corresponde a *Geosaurus vignaudi* (FREY *et al.*, 2002) recuperado de sedimentos de la Formación Pimienta en el área de Mazatepec, Puebla por Thierry Adatte, Jürgen Remane y Wolfgang Stinnesbeck en 1991. Otros restos corresponden a los rescatados por Martin Götte, Dieter Michalzik y Wolfgang Stinnesbeck en Iturbide, Nuevo León, durante trabajos de campo; así como los restos reportados por Daniel Gómez provenientes de San Juan de los Dolores, en Arteaga, Coahuila. Los dos especímenes anteriormente mencionados fueron rescatados de concreciones calcáreas extraídas de la Formación La Casita.

El presente trabajo de tesis tiene como finalidad el continuar con las descripciones sistemáticas de los restos de vertebrados fósiles marinos que desde 2004 se están rescatando en la Sierra “El Jabalí”, además de dar continuidad al trabajo realizado por VELASCO-SEGURA (2005). Para esto se ha tomado uno de los cráneos de thalattosuchios rescatados en Coahuila y se ha descrito sistemáticamente junto con los restos de otro espécimen anteriormente rescatado en Iturbide, N.L. La comparación de los organismos se realizó en base a descripciones anatómicas detalladas, de ambos organismos, así como la interpretación de su preservación (tafonomía *sensu lato*). Del mismo modo se llevó a cabo la paleontología comparada y se asignó nivel taxonómico a ambos especímenes dentro del suborden Thalattosuchia. Además de la comparación paleontológica el propósito de este trabajo es llevar a cabo el análisis de una columna levantada en el sitio del hallazgo de Iturbide, N.L., y compararla con la

columna de la Formación La Casita descrita en VELASCO-SEGURA (2005) en la Sierra “El Jabalí”. Para este fin se hace la comparación de la estratigrafía, microfacies y paleoecología a fin de conocer las similitudes entre los ambientes que habitaron estos organismos dentro del protogolfo de México.

1.2 HIPÓTESIS Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

¿Qué similitudes tafonómicas, osteológicas y taxonómicas existen entre el espécimen de cocodrilo marino CPC 277 de la Sierra “El Jabalí” en Coahuila y el espécimen de cocodrilo marino UANL-FCT-R13 de Iturbide en Nuevo León, así como las similitudes entre los ambientes de depósito en ambas áreas de donde los fósiles fueron rescatados?

Los recientes hallazgos de vertebrados en la Formación La Casita y La Caja en el noreste de México, los cuales se creían escasos o casi inexistentes, son importantes para su estudio científico-paleontológico. El tener presentes restos de cocodrilos marinos en estas Formaciones Jurásicas cuyos restos sugieren diferencias taxonómicas con las especies de Europa y Sudamérica, indican un aislamiento paleobiogeográfico del Golfo de México al menos durante parte del Jurásico Tardío. Del mismo modo estos hallazgos hacen de especial interés el estudiar las relaciones paleoecológicas, sedimentológicas, estratigráficas y bioestratigráficas de las Formaciones Jurásicas que los contienen.

Los trabajos sobre vertebrados fósiles en México son escasos y aún más en el noreste del país. Por lo tanto, ahora que están reconocidos estos restos es importante llevar a cabo estudios sobre ellos. De los estudios de mayor impacto son las determinaciones osteológicas y taxonómicas de los especímenes rescatados. Esto conlleva a proponer una mayor distribución paleobiogeográfica de especies de vertebrados marinos que se creían anteriormente inexistentes para México y Norteamérica.

1.3 OBJETIVOS

- A) Determinar la situación tafonómica de los especímenes de cocodrilos marinos rescatados en Gómez Farias, Coahuila e Iturbide, Nuevo León.
- B) Describir la osteología de los especímenes de Gómez Farias (Tithoniano) e Iturbide (Kimmeridgiano).
- C) Hacer análisis de anatomía comparada y taxonomía de los especímenes de cocodrilo antes mencionados.
- D) Comparar y correlacionar litológicamente los perfiles levantados en los lugares de los hallazgos de ambos restos fósiles (en base a microfacies y análisis de las asociaciones fósiles).
- E) Interpretar los ambientes de depositación de las secciones estratigráficas y compararlos entre sí.
- F) Discutir y concluir sobre la paleobiogeografía de las taxa estudiadas.

1.4 METAS

- A) Comprender y conocer los procesos tafonómicos sufridos por los restos de cocodrilos estudiados.
- B) Conocer la morfología ósea de ambos especímenes de cocodrilo.
- C) Asignar un grupo, género y especie de ser posible a los vertebrados fósiles estudiados así como conocer si son el mismo taxón entre sí.
- D) Conocer que tan similares son los paquetes sedimentarios de donde fueron rescatados ambos restos de cocodrilo.
- E) Conocer la paleoecología en ambas secciones estratigráficas estudiadas y evaluar qué tan similares son entre sí.
- F) Dar una interpretación a la distribución de los taxa estudiados en este trabajo.

LOCALIZACIÓN Y VÍAS DE ACCESO

Este trabajo comprende dos áreas de estudio. Cada área diferente corresponde con un sitio de hallazgo de thalatosuchios. La primera área se localiza en la Sierra “El Jabalí”, al sur de la congregación Gómez Farias, Municipio de Saltillo, Coahuila. Esta área se encuentra aproximadamente a 60km. al sur de Saltillo, Coahuila. En esta sierra se ha rescatado el primer organismo que se va a discutir en el presente trabajo. A esta primer área se accede circulando por la carretera nacional No. 54 en su tramo Saltillo-Concepción del Oro, aproximadamente a 53 km de Saltillo, Coah. Se toma sobre la mano izquierda la salida a la congregación de Gómez Farias. La cantera y el sitio de medición de la columna estratigráfica se encuentran aproximadamente a 3 km al sur de esta congregación.

La segunda área de estudio se localiza en las inmediaciones de la cabecera municipal de Iturbide Nuevo León, de donde se ha rescatado el segundo organismo que se estudió en el presente trabajo. A esta segunda área se accede circulando por la carretera nacional No. 58 en su tramo Linares-Galeana. A 43 km de Linares N.L. se encuentra la población de Iturbide, N.L. El lugar del hallazgo y la medición de la columna estratigráfica fue realizada en el llamado “Cerro Pelón”, ubicado a la entrada de Iturbide N.L., sobre la calle hacia el centro de Iturbide, a mano derecha viniendo de Linares, N.L.

En la Fig. 1 se muestra la localización de ambas áreas que comprende este estudio de tesis.

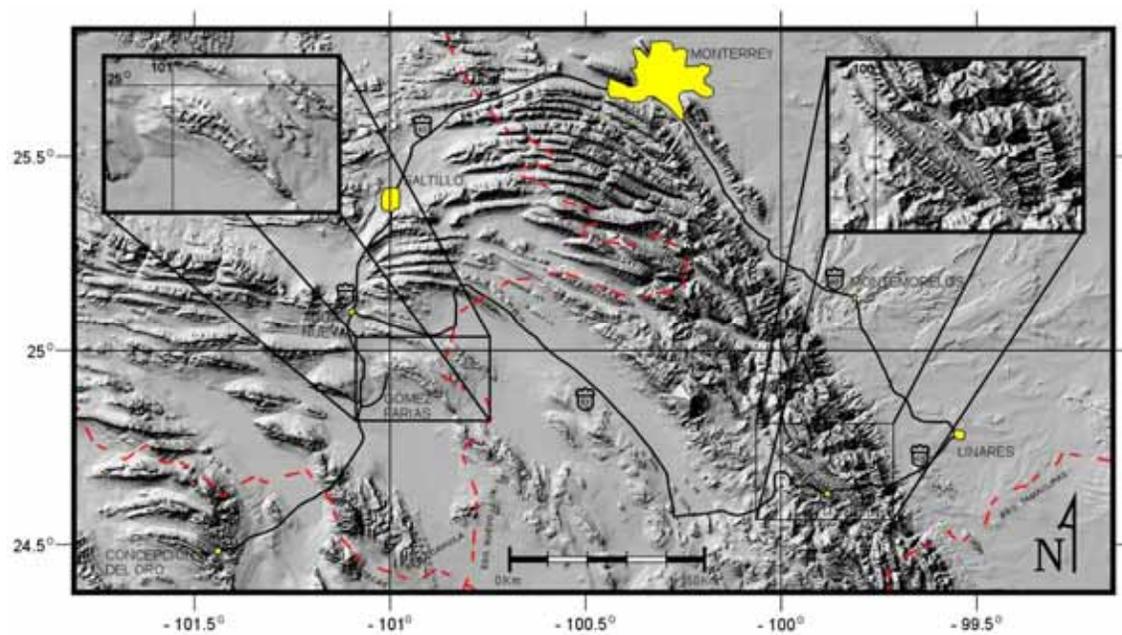


Fig. 1: Localización de ambas áreas de estudio y sus principales vías de acceso. Se muestra la ubicación de Saltillo, Coah.; Monterrey y Linares N.L.; y Concepción del Oro, Zac. como puntos de referencia a las áreas que corresponden al presente estudio.

CAPÍTULO II

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 MATERIALES

2.1.1 Espécimen CPC 277

El espécimen CPC 277 pertenece a la colección del Museo del Desierto, en Saltillo Coahuila, México. El espécimen fue mecánicamente preparado con aeroscribe (percutor) por Jörg Tensi y Frank Wittler (Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, SMNK). El espécimen CPC 277 corresponde a un cráneo parcial de un cocodrilo marino (Thalattosuchia) rescatado en la campaña de marzo de 2004 en la Sierra “El Jabalí”, Municipio de Saltillo, Coahuila.

2.1.2 Espécimen UANL-FCT-R13

El espécimen UANL-FCT-R13 pertenece a la colección de la Facultad de Ciencias de la Tierra (FCT), de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), en Linares, Nuevo León, México. El espécimen fue mecánicamente preparado con aeroscribe (percutor) por Victoriano Beraza Cardona (FCT) y Jörg Tensi (SMNK). El espécimen UANL-FCT-R13 corresponde a un rostro parcial de un cocodrilo marino (Thalattosuchia) rescatado durante trabajos de campo realizados en el “Cerro Pelón” en las inmediaciones de Iturbide, Nuevo León.

2.2 METODOLOGÍA

2.2.1 ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO Y MICROFACIAL

2.2.1.1 Trabajo de Campo:

- 1) Se hizo una cartografía geológica estructural escala 1:10,000 abarcando 15 Km² en las inmediaciones de Iturbide, N.L. El mapeo se realizó haciendo caminamientos sobre arroyos, crestas, y cañadas a lo largo y ancho del área cartografiada. El criterio para escoger el área de mapeo fue tomar como punto central la cañada de donde se recató el espécimen de Iturbide (UANL-FCT-R13). Además se tomaron mediciones de elementos estructurales de las Formaciones cartografiadas.
- 2) Se ubicó el área de donde fue extraído el resto de cocodrilo de Iturbide, N.L. y se levantó una sección estratigráfica de aproximadamente 60 m tomando como punto medio el nivel estratigráfico del hallazgo del vertebrado fósil. Se tomaron muestras de roca para su análisis en lámina delgada, prefiriendo las que sugirieran un cambio en el tipo de roca y por ende en el aporte sedimentario a lo largo de la columna levantada.
- 3) Se colectaron muestras de la fauna de invertebrados, inclusive los que estaban rodados, con el objetivo de tener material suficiente para hacer una datación estratigráfica y como ayuda para las interpretaciones paleoambientales, paleobatimétricas y deposicionales.

2.2.1.2 Trabajo de Gabinete:

- 1) Se fabricaron secciones delgadas de las muestras de la Formación La Casita colectadas del perfil de Iturbide, N.L., en la etapa de campo.
- 2) Se analizaron las secciones delgadas del perfil de Iturbide, N.L. con un microscopio Leica Axioskop y se realizó el análisis microfacial de estas en base a las “Standard Microfacies” de WILSON (1975) y FLÜGEL (1972). Las muestras fueron nombradas de acuerdo a la clasificación de DUNHAM (1962).
- 3) Se analizaron las asociaciones de los invertebrados fósiles colectados en Iturbide, N.L.
- 4) Se interpretaron los ambientes de depositación de las muestras de Iturbide, N.L.
- 5) Se comparó litológica y microfacialmente el perfil levantado en la Formación La Casita en Iturbide, N.L., con el perfil de la Formación La Casita del trabajo de VELASCO-SEGURA (2005) en la Sierra “El Jabalí”.
- 6) Se editó la carta geológico-estructural del mapeo realizado en Iturbide N.L. en la etapa de campo. Se utilizó el programa Canvas 8 para la edición del mapa y las secciones geológicas, y con StereoNett 2.02 para la elaboración de las redes estratigráficas.

2.2.2 ANÁLISIS DE PALEONTOLOGÍA DE VERTEBRADOS

Se tomaron dos especímenes de cocodrilo marino (*Thalattosuchia*) de la Formación La Casita en el Noreste de México; uno rescatado en la Sierra “El Jabalí” en Coahuila y el otro rescatado de las inmediaciones de Iturbide, Nuevo León. Se describieron osteológicamente los especímenes

basados en observación directa del material original. Los dibujos de los especímenes fueron trazados con el programa canvas 8 de fotografías tomadas de los originales con una cámara digital Minolta Dimage 7hi. Las reproducciones a blanco y negro mostradas en el presente trabajo fueron convertidas de las imágenes originales con la función de multicanales de conversión de imagen del programa Canvas 8.

Las determinaciones taxonómicas de los especímenes dentro de los *Thalattosuchia* fueron realizadas siguiendo el trabajo de VIGNAUD (1995), de acuerdo a las diagnósis ahí discutidas. Las determinaciones taxonómicas mayores están hechas de acuerdo al trabajo de BENTON & CLARK (1988). La terminología anatómica está basada en la topografía discutida en los trabajos de FREY (1988a), ROSSMANN (1996) y SALISBURY (2001).

CAPÍTULO III

3 MARCO GEOLÓGICO

3.1 FORMACIÓN LA CASITA EN EL NORESTE DE MÉXICO

Fue descrita originalmente por IMLAY (1936), para sedimentos de aguas someras del Jurásico Superior (LÓPEZ-RAMOS, 1980). La localidad tipo está en el Cañón de La Casita alrededor de 16km al Sur del poblado de General Cepeda, Coah., a unos 50km al Sureste de la ciudad de Saltillo, Coah. (PADILLA Y SÁNCHEZ, 1982). Ahí su litología consiste de 60m de lutitas de color gris oscuro a negro, fisil, interestratificada con capas delgadas de caliza y arenisca amarillenta (LÓPEZ-RAMOS, 1980). En otras localidades, la litología incluye conglomerados polimícticos, limolitas, areniscas calcáreas, calizas arcillosas, en ocasiones ligeramente fosfatadas, margas, lutitas calcáreas, bituminosas y pequeños bancos de carbón; además de contener abundantes concreciones hacia la base (ADATTE *et al.*, 1992, 1994a,b, 1996a,b; ALVARADO-MOLINA, 2004; ARANDA-GARCÍA & EGUILUZ DE ANTUÑANO, 1983; EGUILUZ DE ANTUÑANO, 1990; EVANGELISTA-PUENTE, 1993; IMLAY, 1936, FORTUNATO, 1982, FORTUNATO & WARD, 1982; FREY *et al.*, 2002, GOLDHAMMER *et al.*, 1991; LÓPEZ-OLIVA, 1989, 1991; MICHALZIK, 1988; MICHALZIK & SCHUMANN, 1994; PADILLA Y SÁNCHEZ, 1978, 1982, 1985; PORRAS-VÁZQUEZ, 2006; SCHUMANN, 1988; VELASCO-SEGURA, 2005). La Formación La Casita sobreyace a las Formaciones La Gloria (IMLAY, 1936) Olvido y Zuloaga (PADILLA Y SÁNCHEZ, 1978, 1982, 1985) y subyace concordantemente a la Formación Taraises (IMLAY, 1936; PADILLA Y SÁNCHEZ, 1978, 1982, 1985). Hacia la cuenca, la Formación La Casita puede estar sobreyacida por la Formación La Caja (GOLDHAMMER, 1999,

GOLDHAMMER *et al.*, 1991; GOLDHAMMER & JOHNSON, 2001; VELASCO-SEGURA, 2005).

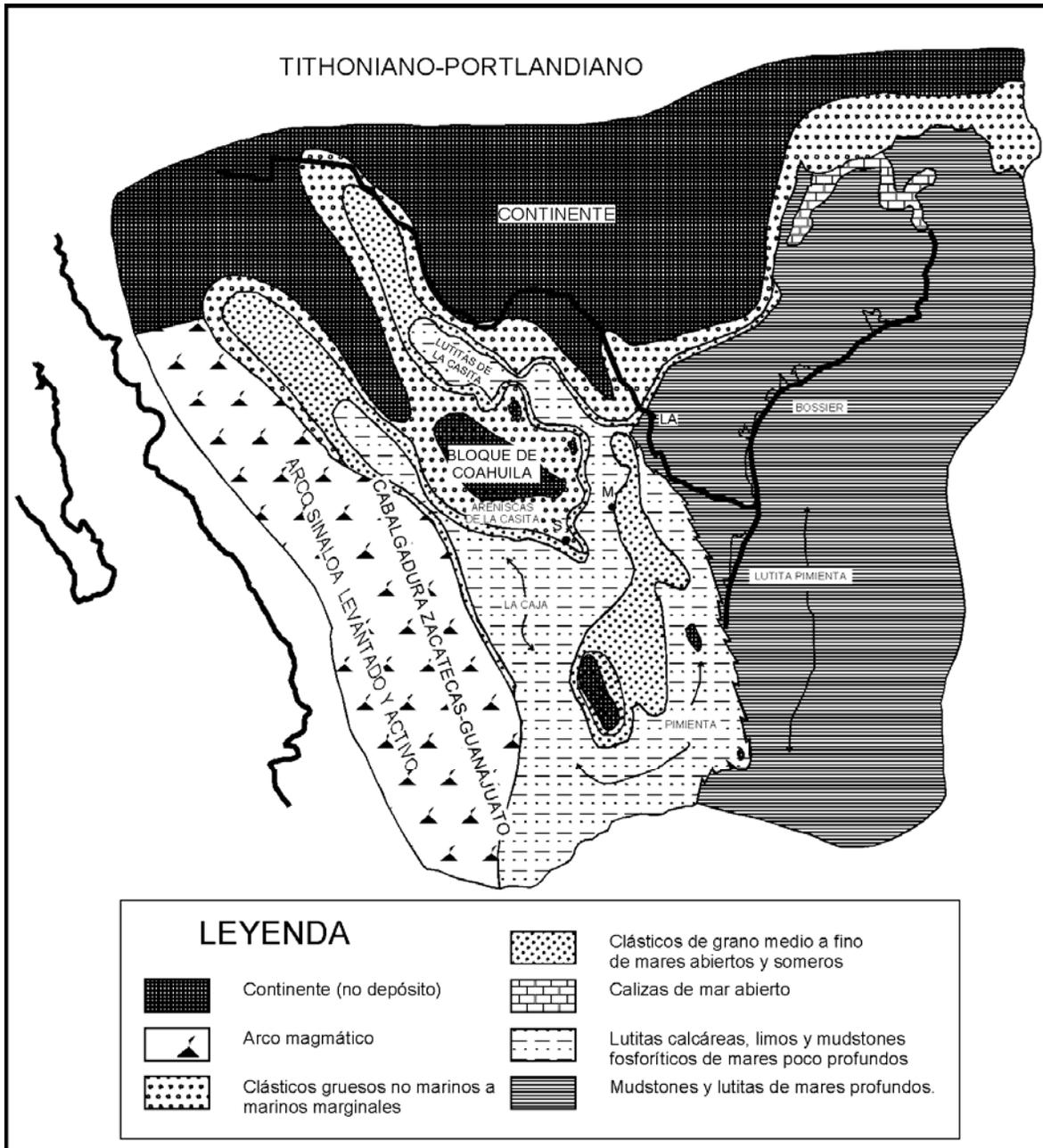


Fig. 2: Reconstrucción paleogeográfica para el Tithoniano-Portlandiano que muestra la distribución de la Formación La Casita y sus Formaciones correlacionables para el Noreste de México y Sureste de Texas E.U.A. (Tomado de Goldhammer, 1999).

La Formación La Casita, de acuerdo con su posición estratigráfica y por su contenido faunístico, se le asigna una edad Kimmeridgiano Tardío-

Hauteriviano (EGUILUZ DE ANTUÑANO, 1990; GOLDHAMMER *et al.*, 1991; GOLDHAMMER, 1999). Se correlaciona con la Formación La Caja del centro de México, las Formaciones Pimienta y Tamán de la Cuenca de Tampico-Misantla, y con el Grupo Cotton Valley y la Formación Hosston del subsuelo del Este y Noreste de Texas y Suroeste de Alabama E.U.A. (Fig. 2) (EGUILUZ DE ANTUÑANO, 1990; GOLDHAMMER, 1991, 1999; LÓPEZ-RAMOS, 1980).

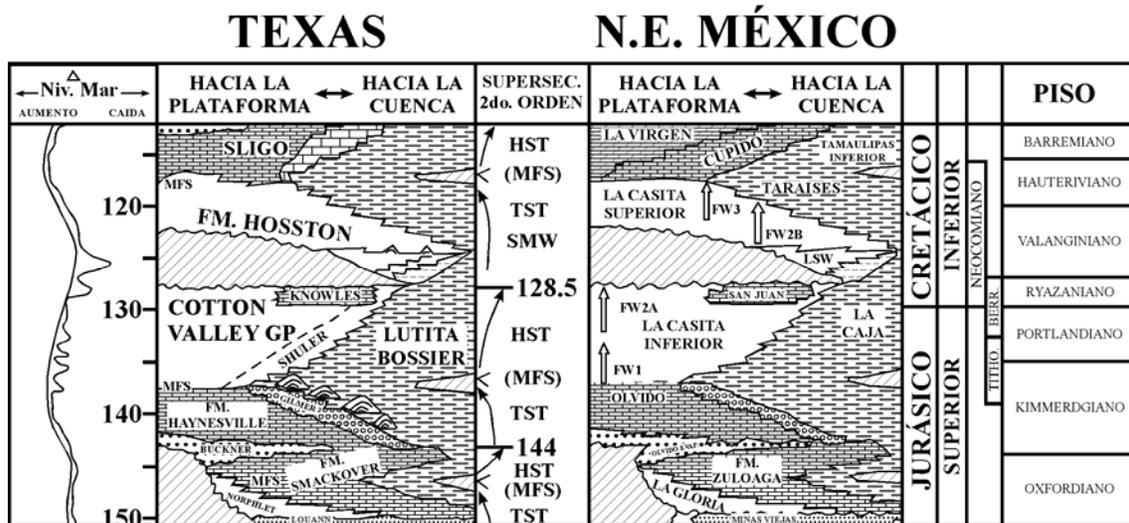


Fig. 3: Columna estratigráfica para el Noreste de México y Sureste de Texas E.U.A. desde el Jurásico Superior (Oxfordiano) hasta el Cretácico Inferior (Barremiano); presenta las Formaciones para ambas áreas tanto para ambientes de plataforma como para la cuenca (Tomado de GOLDHAMMER, 1999).

La Formación La Casita representa un periodo de gran aporte clástico en la provincia del Noreste de México (FORTUNATO, 1982; FORTUNATO & WARD, 1982; SALVADOR, 1987; MICHALZIK & SCHUMANN, 1994). Este patrón fue común en la periferia del Golfo de México (SALVADOR, 1987, 1991; PINDEL, 1985). La edad y espesor (650-800 metros) de la Formación La Casita varían geográficamente en función a la proximidad a las áreas continentales, principalmente el Bloque de Coahuila que aportó la mayoría del material detrítico (FORTUNATO, 1982; FORTUNATO & WARD, 1982; GOLDHAMMER, 1999; GOLDHAMMER *et al.*, 1991).

VOKES (1963, en EGUILUZ DE ANTUÑANO, 1990) dividió la Formación La Casita en dos miembros (no esquematizados en la Fig. 3), uno inferior

denominado miembro La Muralla formado por lutita; y otro superior al que propuso con el nombre de areniscas San Pablo. Además, nombró miembro Los Nogales a la base de la Formación Taraises (medida en el Cañon de la Huasteca, Sierra de los Muertos) que corresponde a los pocos metros de la zona de transición entre el miembro arenoso San Pablo y la Formación Taraises. El miembro Los Nogales es denominado informalmente Lente San Juan (Fig. 3) por FRAME & WARD (1987) y WARD (1999).

En el área de Monterrey-Saltillo, la Formación La Casita ha sido subdividida en tres unidades estratigráficas regionales (Fig. 4). Estas tres unidades representan las principales etapas de progradación y retroceso de un extenso complejo de abanicos deltáicos (FORTUNATO, 1982; FORTUNATO & WARD, 1982). La primer unidad fue interpretada como prodelta avanzado sobre una plataforma profunda (equivalente a la parte inferior del Grupo Cotton Valley, probablemente de edad Tithoniana. La segunda unidad se interpretó como la parte inferior de un abanico aluvial a marino somero durante el avance máximo hacia el mar del complejo de abanicos deltáico (equivalente a la parte superior del Grupo Cotton Valley, y a la parte inferior de la Formación Hosston). La tercer unidad fue interpretada como la fase de retroceso del complejo de abanicos deltáicos, seguida por una amplia transgresión marina del Golfo (es probablemente Hauteriviana y equivalente a la porción superior de la Formación Hosston) (FORTUNATO, 1982; FORTUNATO & WARD, 1982). En esta misma área de Saltillo, EGUILUZ DE ANTUÑANO (1990) propone que las areniscas y conglomerados con mayor abundancia de fragmentos de rocas plutónicas y metamórficas (comparados con los de la Formación La Casita) de edad Valanginiano-Hauteriviano sean denominadas Formación Carbonera.

La fauna encontrada en la Formación La Casita es variada, constando principalmente de organismos planctónicos y nectónicos. Los macroinvertebrados comprenden abundantes amonitas, aptycos belemnites, pelecípodos (ostras, inocerámidos) y braquiópodos (asociados a madera). Los microinvertebrados incluyen radiolarios, ostrácodos, calpionélidos, calciesferas, espículas y restos de equinodermos (ADATTE *et al.*, 1992, 1994a,b, 1996a,b; EVANGELISTA-PUENTE, 1993; IMLAY, 1936; LÓPEZ-OLIVA, 1989, 1991; MICHALZIK, 1988, MICHALZIK & SCHUMANN, 1994; OVIEDO-LERMA, 1991; PADILLA Y SÁNCHEZ, 1982; SCHUMANN, 1988; VALLADARES-ARRIAGA, 1993; VELASCO-SEGURA, 2005). Los vertebrados comprenden restos aislados y parcialmente completos (articulados) de reptiles marinos como ictiosaurios, pliosaurios, plesiosaurios y cocodrilos, así como fragmentos de peces (BUCHY *et al.*, 2003, 2004, 2006a,b,c; FREY *et al.*, 2002; IMLAY, 1936, 1937, 1938, 1939; MICHALZIK, 1988, PADILLA Y SÁNCHEZ, 1982; SCHUMANN, 1988; VELASCO-SEGURA, 2005). Otros restos incluyen madera y escamas de pez (IMLAY, 1936; MICHALZIK, 1988, PADILLA Y SÁNCHEZ, 1982; SCHUMANN, 1988; VELASCO-SEGURA, 2005).

Como rasgo distintivo de la Formación La Casita los organismos bentónicos están ausentes con la excepción de los lamelibranquiados (i.e. *Aulacomyella cf. problemática*, FURLANI (SCHUMANN, 1988), los cuales se encuentran concentrados en algunas capas.

Los datos indican un ambiente carente de oxígeno en el fondo de la cuenca (euxínico). Sin embargo, la presencia de los radiolarios y amonitas hablan de un ambiente marino normal en la parte superior de la columna de agua (SCHUMANN, 1988).

3.2 SECUENCIA LITOESTRATIGRÁFICA Y DESCRIPCIÓN EN LÁMINA DELGADA

Se levantaron dos secciones estratigráficas en las localidades de Sierra “El Jabalí” en Coahuila y en Iturbide, N.L., sitio de los hallazgos de los vertebrados que comprende este estudio. Ambas secciones comprenden los estratos basales de la Formación La Casita constando de 60 metros cada una. Cuando el contacto con la Formación inferior apareció, fue medido y muestreado. De la primer sección (Sierra “El Jabalí”, [SJ]) se extrajeron 30 muestras para el análisis microfacial en lámina delgada. De la segunda sección (Iturbide, [IT]) se extrajeron 25 muestras para el mismo propósito. En ambas secciones se colectaron las muestras a cada cambio litológico importante que sugiriera cambios en el régimen sedimentario detrítico (siliciclásticos, principalmente finos, arenas, limos y arcillas) y/o químico (carbonatos). Además se colectó la fauna de macroinvertebrados y se registraron las estructuras primarias que estaban asociadas a cada estrato. A continuación se describe lo observado tanto macroscópicamente (campo) como microscópicamente (lámina delgada en gabinete). La clasificación de las rocas en lámina delgada es hecha en base a DUNHAM (1962).

3.2.1 Perfil Sierra El Jabalí [SJ]

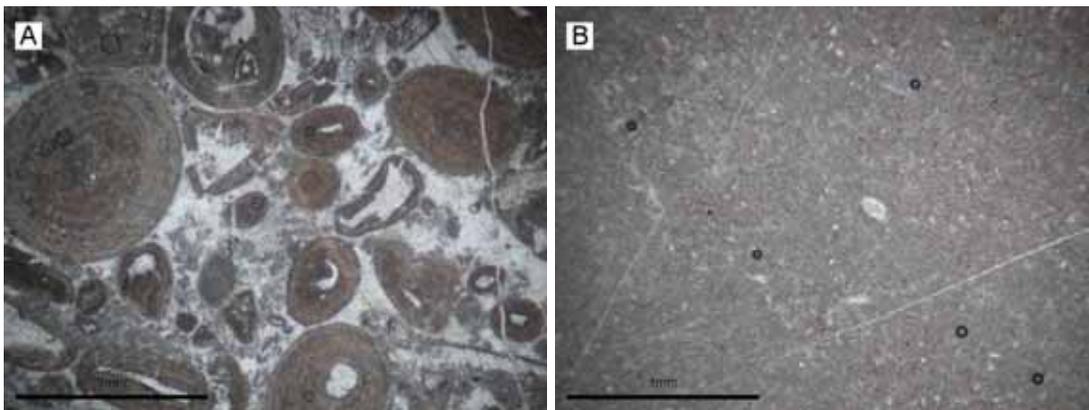
(24° 56.695' lat. N; 100° 58.480' long. W)

Esta sección consta de dos Formaciones: Olvido (últimos 3.5 metros) y La Casita (56.5 metros). En el trabajo de VELASCO-SEGURA (2005) esta sección del área Sierra “El Jabalí” constó de un perfil compuesto (secciones Sierra El Jabalí, *SJ*, y Gómez Farias, *GF*). Para el presente trabajo se ha tomado la totalidad del perfil *SJ* del trabajo de VELASCO-

SEGURA (2005) y la porción inferior (primeros 22 metros) del perfil *GF*, correspondiente a la Formación La Casita. A esta sección compuesta se le denomina en este trabajo perfil Sierra “El Jabalí” [SJ]. En este mismo trabajo (VELASCO-SEGURA, 2005) se describió la Formación subyacente a La Casita como Formación Zuloaga. Sin embargo, de acuerdo con ARANDA-GARCÍA (2006, comunicación personal) para el área de la Sierra “El Jabalí” la Formación que subyace a la Formación La Casita debe ser la Formación Olvido. Esta Formación en el noreste de México se diferencia de sus Formaciones contemporáneas Zuloaga y La Gloria por la presencia de capas evaporíticas y brechas de colapso (debidas a la disolución de los yesos). En este trabajo se toma esta nueva convención y se le denomina al paquete de calizas con evaporitas subyacentes a la Formación la Casita, en la Sierra “El Jabalí”, Formación Olvido.

3.2.1.1 Formación Olvido

La Formación Olvido en el perfil *SJ* se presenta como estratos masivos de caliza de alrededor de un metro de espesor que contienen oolitos (Grainstones), brechas de colapso (Rudstones), así como Packstones de *Favreina* en una matriz esparítica. Esto se muestra en la Fig. 5 (A-D).



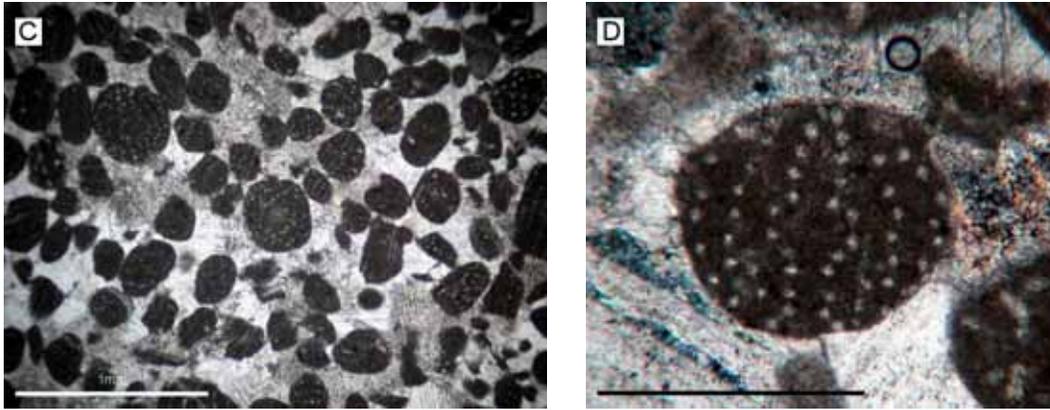


Fig. 5: Imágenes de lámina delgada mostrando algunas características bajo el microscopio de la Formación Olvido. (A) Graistone de Ooides, algunos de los cuales están nucleados por restos de gasterópodos y otros restos de organismos en general (muestra Ool); (B) Floatstone de brecha de colapso cuyos fragmentos son Mudstones con calciesferas y algas calcáreas (muestra SJ-1); (C) Grainstone de *Favreina* (muestra SJ-3) ; (D) Detalle de una *Favreina* (muestra SJ-3).

3.2.1.2 Formación La Casita

3.2.1.2.1 Contacto con la Formación Olvido

El contacto entre las Formaciones Olvido y La Casita presenta su contacto como una superficie ondulada y abrupta. El nivel más alto de la Formación Olvido consiste de calizas de peloides de *Favreina* con un paquete de *Favreina* retrabajadas que llena esta superficie de contacto. El paquete de las *Favreina* retrabajadas es culminado con una acumulación de belemnites en su techo. El paquete con las *Favreina* retrabajadas y los belemnites que rellena la superficie ondulada y abrupta en la cima de la Formación Olvido subyace a lutitas calcáreas. En la Fig. 6A se muestra el contacto entre la Formación Olvido y la Formación La Casita. En la Fig. 6B se muestra el techo del paquete de relleno con la acumulación de belemnites.

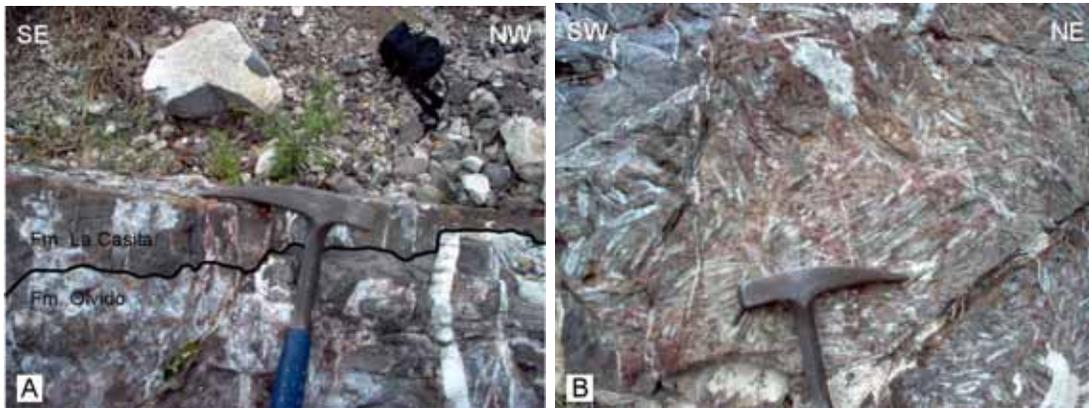


Fig. 6: (A) Contacto entre abrupto y ondulado entre la Formación Olvido y la Formación La Casita. (B) Acumulación de belemnites que culmina el paquete de relleno de la superficie ondulada y abrupta mostrada en A.

En lámina delgada (muestra SJ-MB) en este contacto se observaron dos zonas de *Favreina*: una zona inferior con peloides de *Favreina* completas (mayor diámetro) de color negro (favreinas sin retrabajamiento), y una zona superior con peloides de *Favreina* de menor diámetro, redondeados y con un color cafezusco (favreinas retrabajadas). Ambas zonas se observaron separadas por una franja irregular de granos de cuarzo subaéreo inmaduro (Fig. 7).

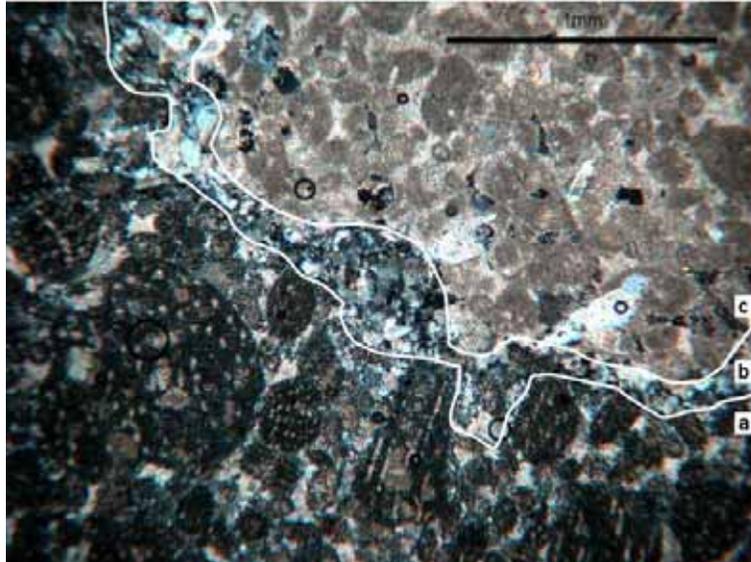


Fig. 7: Imagen de lámina delgada del paquete que rellena el contacto entre las Formaciones Olvido y La Casita. Se muestra una zona con favreinas sin retrabajamiento (a) y con un color oscuro y una zona de favreinas retrabajadas de color cafezusco (b), separados por una frontera de granos de cuarzo inmaduro(c). Muestra SJ-MB.

El paquete de relleno con las *Favreina* retrabajadas y los belemnites anteriormente descrito es el primer evento de depositación dentro de la Formación La Casita para el perfil [SJ].

Sobreyacen a este paquete 4.5m de lutitas calcáreas intercaladas con ocasionales estratos de areniscas medias a finas de 5cm de espesor con una matriz poco calcárea. Estas últimas se observaron en lámina delgada como calizas impuras por tener alto contenido de material terrígeno en la matriz (aquí denominadas argilitas) (Fig. 8 A y B). El contenido faunístico consistió de radiolarios y algunas valvas completas y fragmentarias de pelecípodos de concha delgada (muestras SJ-4 a SJ-6).

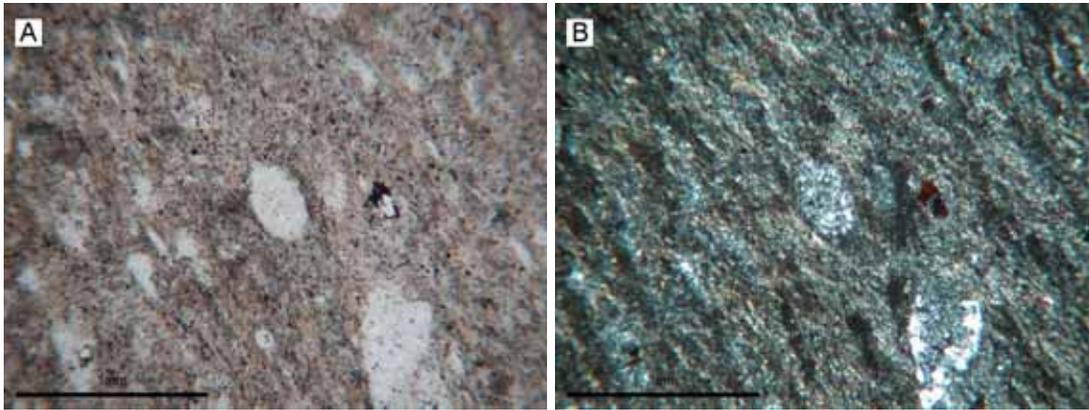


Fig. 8: Imágenes de lámina delgada mostrando el contenido terrígeno fino en la matriz. Los organismos que se observan en el centro de la imagen y en la parte inferior derecha son radiolarios. (A) N//; (B) NX. Muestra SJ-4.

Le sobreyacen 8m de intercalaciones de areniscas medias a finas con calizas impuras (argilitas), limolitas y lutitas. Los espesores de las areniscas, limolitas y calizas impuras oscilan entre los 5cm. y 30cm. Los espesores para las lutitas van de los 10cm. a los 30cm. Dentro de las intercalaciones antes mencionadas se presentan paquetes de 0.5m a 2m de alternancias rítmicas de lutitas-areniscas y lutitas-limolitas cuyos espesores individuales de capas son de 2cm a 8cm. (Fig. 9 A y B).

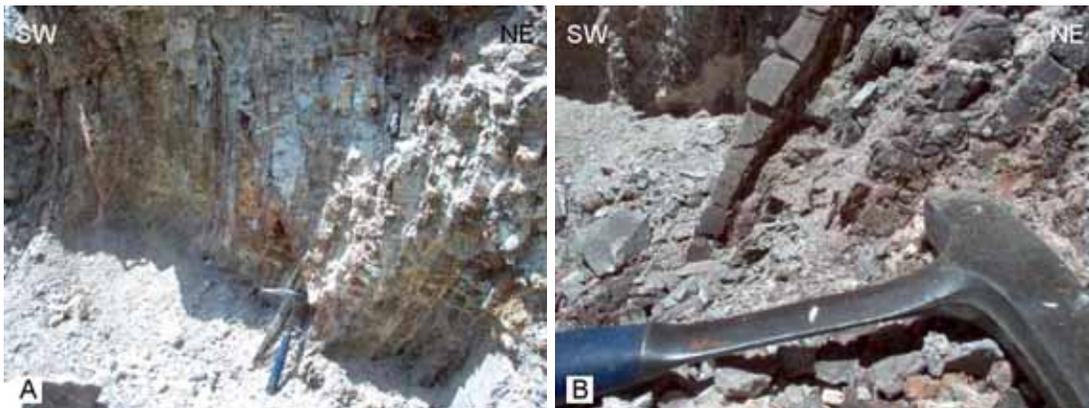


Fig. 9: Imágenes mostrando las alternancias rítmicas de lutitas-areniscas y lutitas-limolitas. (A) lutitas-areniscas; y (B) lutitas-limolitas.

Las calizas impuras (argilitas) se observaron en lámina delgada como Wackestones y Packstones de radiolarios (muestras SJ-7 a SJ-9 y SJ-11 a SJ-14) con ocasionales valvas completas y fragmentarias de pelecípodos de concha delgada en una matriz arcillosa-limosa hasta

arenosa, con coloración oscura a muy oscura en NX, u ocasionalmente rojiza (muestra SJ-9, Fig. 10). Sin embargo, ocasionalmente los radiolarios se encontraron recristalizados a calcita en una matriz esparítica (muestra SJ-10). Fragmentos de cuarzo inmaduro son comunes partículas accesorias en la matriz.

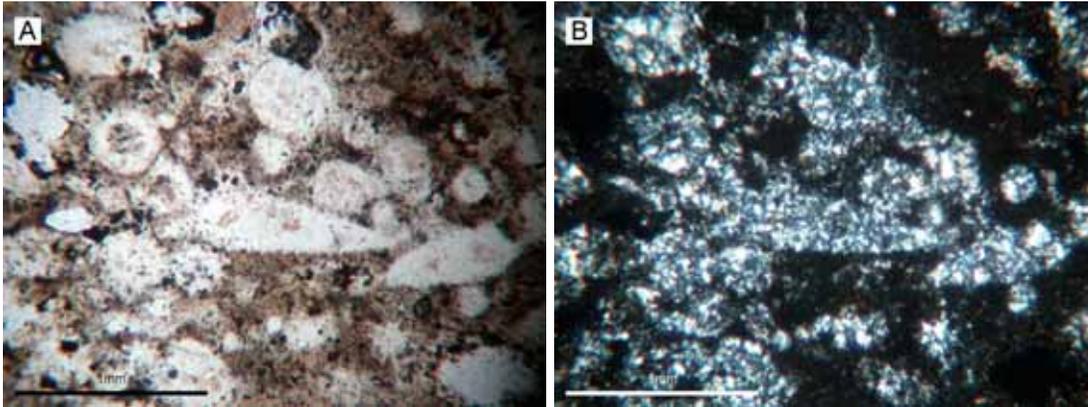


Fig. 10: Imágenes de lámina delgada mostrando las matrices con coloración rojiza y contenido abundante de radiolarios. (A) N//, y (B) NX. Muestra SJ-9.

A esto le sobreyacen 7m de lutitas calcáreas con concreciones, calcáreas y poco fosforíticas, cuyos diámetros varían de 5cm a 30cm. Las lutitas calcáreas se intercalan con ocasionales bancos margosos de hasta 17cm. En estas lutitas se observaron algunas impresiones de amonitas mal preservadas. De las concreciones se rescataron algunas amonitas. La porción de la sección hasta ahora descrita se piensa que pertenece al Kimmeridgiano; sin embargo no es posible corroborarlo por la ausencia de fauna guía.

Le sobreyace a este paquete una coquina de 1.5m de espesor con una extraordinaria acumulación de fósiles de vertebrados entre los que se cuenta el espécimen de CPC 277 descrito en el presente trabajo. Otros vertebrados rescatados de esta coquina son varios especímenes de ictiosaurios, peces y un plesiosaurio (aún en rescate) así como gran cantidad de moluscos varios (amonitas, belemnites y ostras). Dentro de los moluscos observados en la coquina resaltan las ostras en nidos (abundantes hacia la parte superior del paquete, Fig. 11), que

ocasionalmente se encuentran asociados a la madera fósil. Esta coquina despide un olor fétido al ser quebrada.



Fig. 11: Vista de un nido de ostras en la parte inferior derecha y una valva de pelecípodo arriba al centro dentro de la coquina del perfil [SJ].

En lámina delgada esta coquina se observó como una acumulación de valvas de moluscos de concha delgada (principalmente lamelibranquiados, hasta 12 valvas por campo ocular a 2.5x) con algunos foraminíferos planctónicos y calciesferas ocasionales en Rudstones (muestra SJ-CP-A) y Floatstone (muestras SJ-CP-B y SJ-CP-C). Las valvas de moluscos en estas muestras no presentan retrabajamiento y la destrucción mecánica de estas se debe exclusivamente a la ocasionada por la compactación durante la acumulación (Fig. 12).

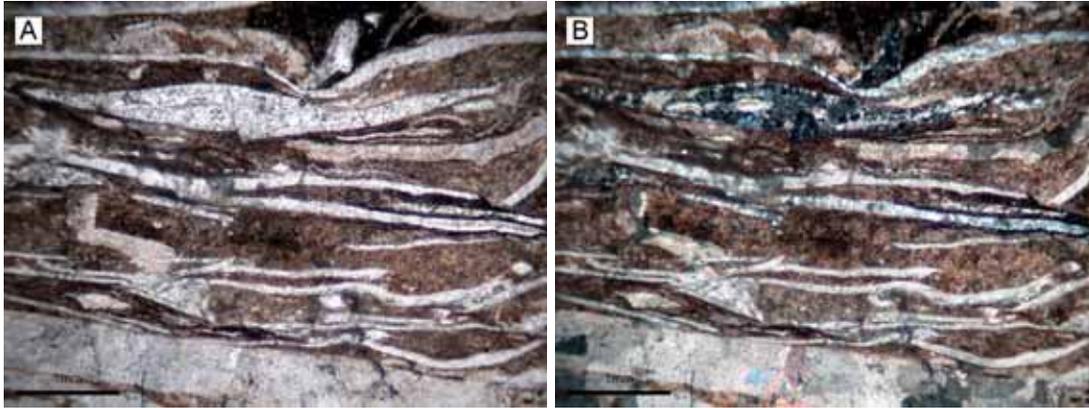


Fig. 12: Imágenes de lámina delgada mostrando la apariencia de la coquina bajo el microscopio. Las valvas son de lamelibranquiados pero también se aprecian algunas calciesferas aisladas. (A) N//, (B) NX. Muestra SJ-CP-C.

A esta coquina le sobreyacen 8m de lutitas calcáreas intercaladas con estratos de caliza impura hacia la base con *Thalassinoides* (Fig. 13), margas hacia la porción media y caliza a la cima. Los estratos intercalados oscilan entre 5cm y 65cm, siendo las margas las más potentes. De estas margas se ha rescatado una vértebra aislada de *Ichthyosaurus sp.*, además de pelecípodos y amonitas. Este paquete presenta fracturas rellenas por yeso.



Fig. 13: *Thalassinoides sp.* que continúan a el nivel de acumulación de fósiles de donde se ha rescatado el espécimen de cocodrilo CPC 277 descrito en le presente trabajo.

En lámina delgada se observó una pequeña acumulación de valvas de moluscos (SJ-16) hacia la base (caliza impura con *Thalassinoides sp.*). Bioerosión en algunas de estas valvas fue observada bajo el microscopio (Fig. 14).



Fig. 14: Valva de lamelibranquiado con bioerosión encontrada en una pequeña acumulación de moluscos en los metros sobreyacentes a la coquina descrita previamente. La imagen consiste de un fotomosaico de 4 fotografías. Muestra SJ-16, N//.

A esto le continúan 1.5 metros de lutitas-limolitas con concreciones calcáreas y fosforíticas. Estas concreciones en lámina delgada se observaron como Mudstones esparitizados de radiolarios, calciesferas y foraminíferos planctónicos (muestra GF-1). Le sobryace a esto una segunda coquina, de 1.3m de espesor, que presenta las mismas características macroscópicas que la anteriormente descrita (presencia de moluscos, acomodamiento de estos, etc.), exceptuando los restos de vertebrados y la madera. En lámina delgada esta segunda coquina se observó como una Rudstone de valvas de moluscos (muestras GF-2 a GF-4).

Finalmente se presentan 19m de lutitas intercaladas con estratos de calizas impuras, poco fosforíticas, que van de 8cm a 60cm y limolitas de 10cm a la parte superior. En lámina delgada (muestras GF-5 a GF-9), estas calizas se observaron como Mudstones a Packstones de radiolarios recristalizados a calcita y ocasionales foraminíferos planctónicos y calciesferas en una matriz con coloración rojiza (Fig. 15).

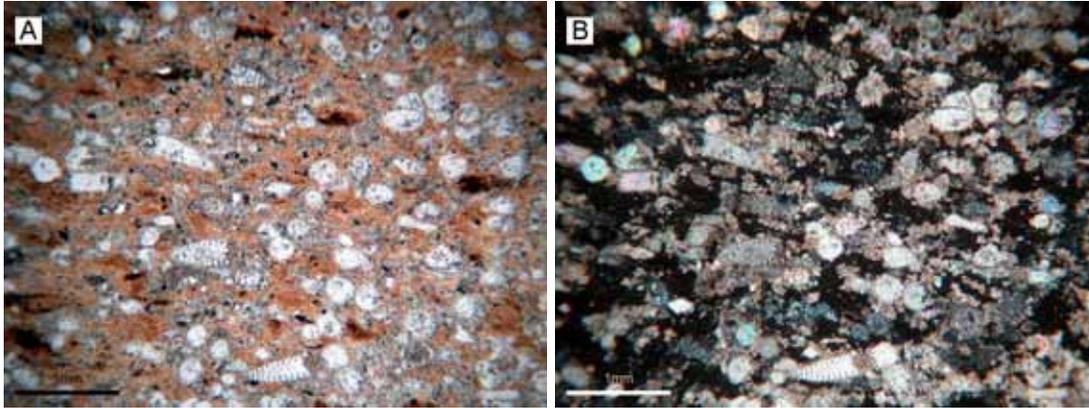


Fig. 15: Apariencia de las calizas en la porción terminal de la sección. Se observan principalmente radiolarios recristalizados en una matriz micrítica con coloración rojiza en N// y negra en NX. (A) N//, (B) NX. Muestra GF-6.

3.2.2 Perfil Iturbide [IT]

(24° 43.097' lat. N; 99° 54' long. W)

Esta sección levantada a 1km. en dirección Oeste de la cabecera municipal de Iturbide, N.L., comprende 60m exclusivamente de la Formación La Casita. En esta localidad no fue posible medir el contacto con la subyacente Formación Zuloaga (¿u Olvido?). Sin embargo, en base al mapeo que se realizó en el área (Anexo 1) se estima que el contacto entre la Formación La Casita y la Formación Zuloaga debería estar a no más de 20 metros de la base de la sección que a continuación se describe.

En términos generales la sección de Iturbide N.L., es muy monótona en comparación con la descrita para la Sierra El Jabalí.

3.2.2.1 Formación La Casita

La sección comienza con 11.5m de lutitas poco calcáreas que contienen horizontes ligeramente más competentes intercalados con ellas (composición más calcárea). Presenta a lo largo del paquete concreciones

calcáreas poco fosforíticas de 6cm de diámetro en promedio. Las concreciones presentan ocasionalmente amonitas del género *Glochiceras sp.*, y algunos pelecípodos del género *Aulacomyella sp.* (Fig. 16). Las amonitas y los pelecípodos también se encuentran como impresiones en las lutitas.

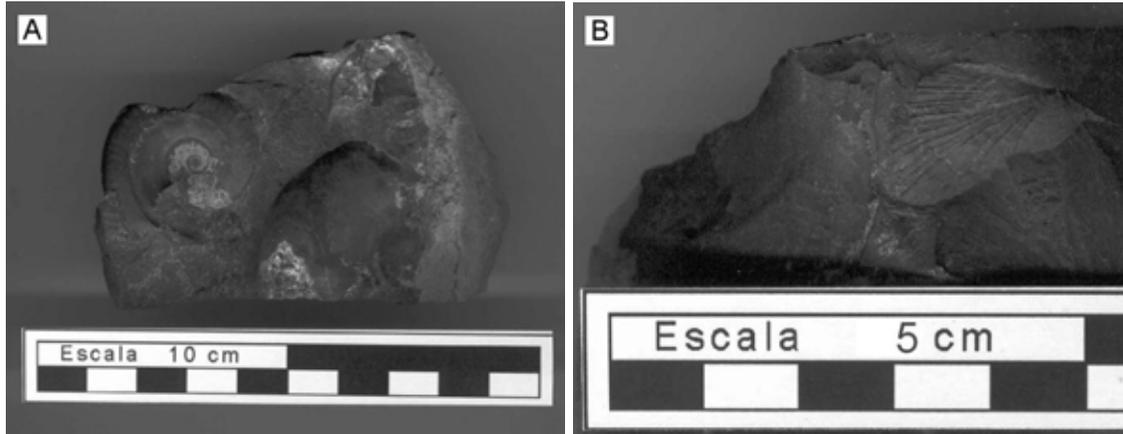


Fig. 16: Especímenes de *Glochiceras sp.* (A) y *Aulacomyella sp.* (B) colectado en el perfil en los niveles de donde fue rescatado el espécimen UANL-FCT-R13. Esta asociación de organismos sugiere una edad del Kimmeridgiano Tardío.

En lámina delgada se observaron Wackestones transición a Packstones de radiolarios principalmente (Fig. 17), recristalizados a calcita, con matrices de coloración rojiza. Se les encontraban asociados ocasionales calciesferas, foraminíferos planctónicos, fragmentos de valvas de pelecípodos, granos de cuarzo submaduro y hematita.

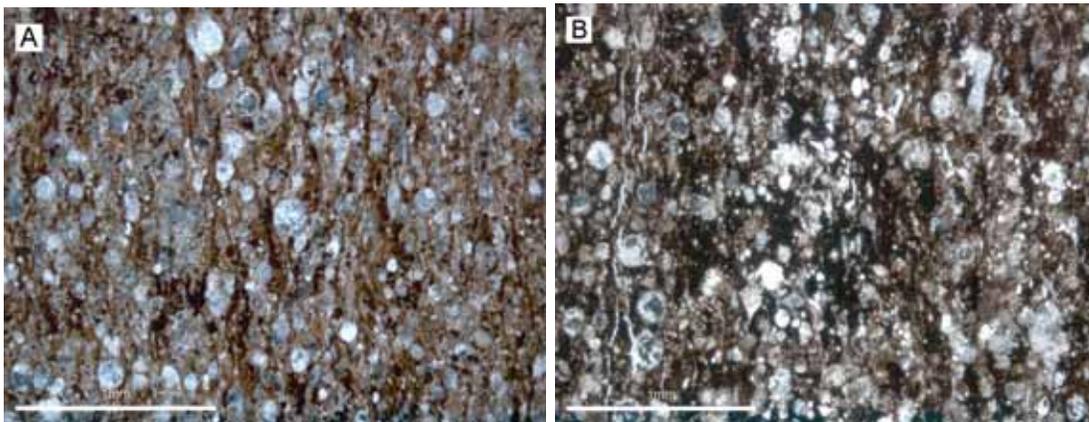


Fig. 17: Wackestones transición a Packstone de radiolarios. Se observa disolución parcial de la matriz. (A) Muestra IT-1, N//; (B) muestra IT-2, NX.

Le sobreyace un paquete de 8.5m que comienza con una caliza impura de 1m de espesor al que le continúan lutitas (a la base de este paquete) y lutitas calcáreas; ambas se presentan laminadas. El paquete termina con una caliza de poco más de un metro de espesor a la cima. Dentro del paquete hay estratos menores a la base (10cm a 15cm) de calizas impuras (arenosas) que ocasionalmente despiden un olor fétido al ser quebradas. Dentro de las lutitas calcáreas se encuentran ocasionalmente niveles con mayor contenido arenoso, lo que los hace más competentes. En este paquete las concreciones están presentes con diámetros que van de los 5cm hasta alcanzar diámetros en raras ocasiones de casi medio metro. Las concreciones de mayor diámetro se encuentran hacia la cima de este paquete. En las concreciones se encuentran amonitas del género *Glochiceras sp.*, así como algunos restos de pelecípodos. Las amonitas y lamelibranquiados también se encuentran como impresiones en las lutitas. En estos niveles con concreciones de mayor diámetro (comparado con los niveles inferiores a este paquete dentro del perfil) es de donde se estima que provenga la concreción del espécimen de cocodrilo de Iturbide (UANL-FCT-R13) descrito en el presente trabajo.

En lámina delgada se observaron Mudstones, Wackestones, Packstones y Grainstones de radiolarios recristalizados (a calcita) con filamentos, espículas (silíceas y calcáreas), foraminíferos planctónicos y algunas espinas de braquiópodos y equinodermos. Las matrices presentan una coloración oscura (inclusive negra) que además contienen granos de cuarzo submaduro y hematita.

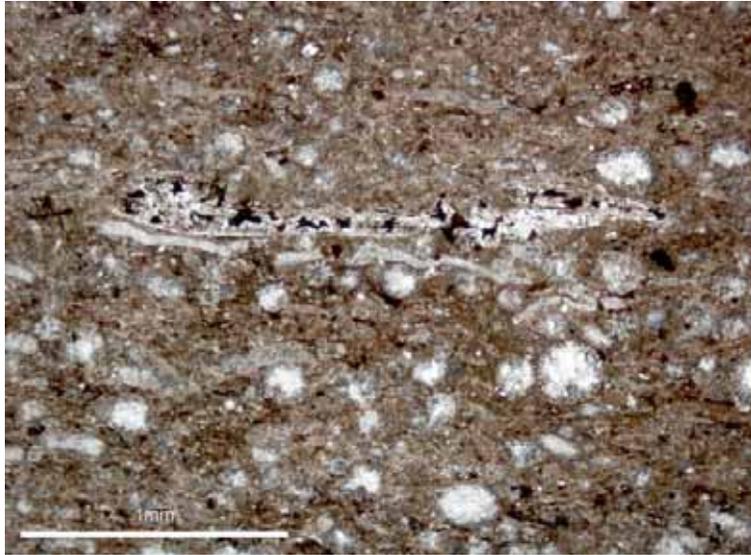


Fig. 18: Wackestone de radiolarios con una valva de lamelibranquiado y fragmentos de otra valva de molusco debajo de la primera. Muestra IT-3, N//.

A este paquete le sobryace un paquete de 10m de lutitas calcáreas laminadas que contiene niveles con mayor contenido arenoso y por lo mismo son más competentes. Algunos de los niveles, al ser quebrados, despiden un olor fétido. Este paquete contiene concreciones principalmente en la base. Las concreciones son de diámetros en promedio de 10cm. El contenido de las concreciones son ocasionales pelecípodos o amonitas. Los pelecípodos se encuentran como impresiones o en tres dimensiones (fósil corporal) en las lutitas mientras que las amonitas se encuentran como impresiones en estas.

En lámina delgada se observaron Wackestones y Packestones de radiolarios. A estos les están asociados calciesferas ocasionales, foraminíferos planctónicos, valvas fragmentarias (gruesas y delgadas) de pelecípodos, espinas de braquiópodos, restos y espinas de equinodermos, espículas y filamentos. Las matrices en este paquete son de coloración oscura y rojiza, contienen hematita asociada a los organismos y hay granos de cuarzo submaduros a maduros (Fig. 18 y Fig. 19). Dentro de estos niveles se observó una abundancia de restos de conchas de pelecípodos de concha gruesa en las muestras IT-9 y IT-10.

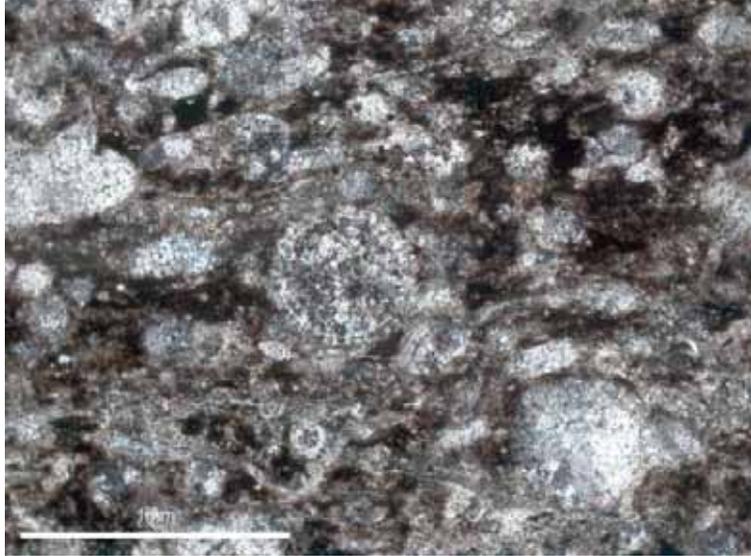


Fig. 19: Wackestone de radiolarios. En el centro de la imagen se observa un corte transversal (sección circular) de un radiolario. Muestra IT-11, NX.

La sección concluye con un paquete de 30m de lutitas calcáreas laminadas que contienen estratos de calizas impuras con espesores de 15cm a 115cm. Se les intercalan a las lutitas calcáreas, horizontes con mayor contenido arenoso y hasta poco fosforítico, que aumentan la competencia de los estratos y niveles en que ocurren. Se presentan menos frecuentemente concreciones calcáreas. Después de los horizontes con contenido más calcáreo se encuentran comúnmente estratos de 10cm en promedio de lutitas con alto contenido de hematita. La macrofauna asociada a este paquete corresponde a impresiones y ocasionales fósiles corporales de amonitas y pelecípodos preservados en las lutitas. Además, se encontraron restos de plantas y escamas.

En lámina delgada se observaron Mudstones a Packstones de radiolarios. Se les asociaba a estos foraminíferos planctónicos, espinas de braquiópodos, restos y espinas de equinodermos, espículas, filamentos y restos de conchas (gruesas y delgadas) de lamelibranquiados. En la muestra IT-16 (39 m de la base de este perfil) se observó una Floatstone formada por fragmentos de calizas impuras y probablemente fosforíticas, cementadas por una matriz micrítico-argilítica totalmente oscura con

radiolarios, restos de equinodermos y foraminíferos planctónicos (Fig. 20). Se observan además granos de cuarzo anguloso.

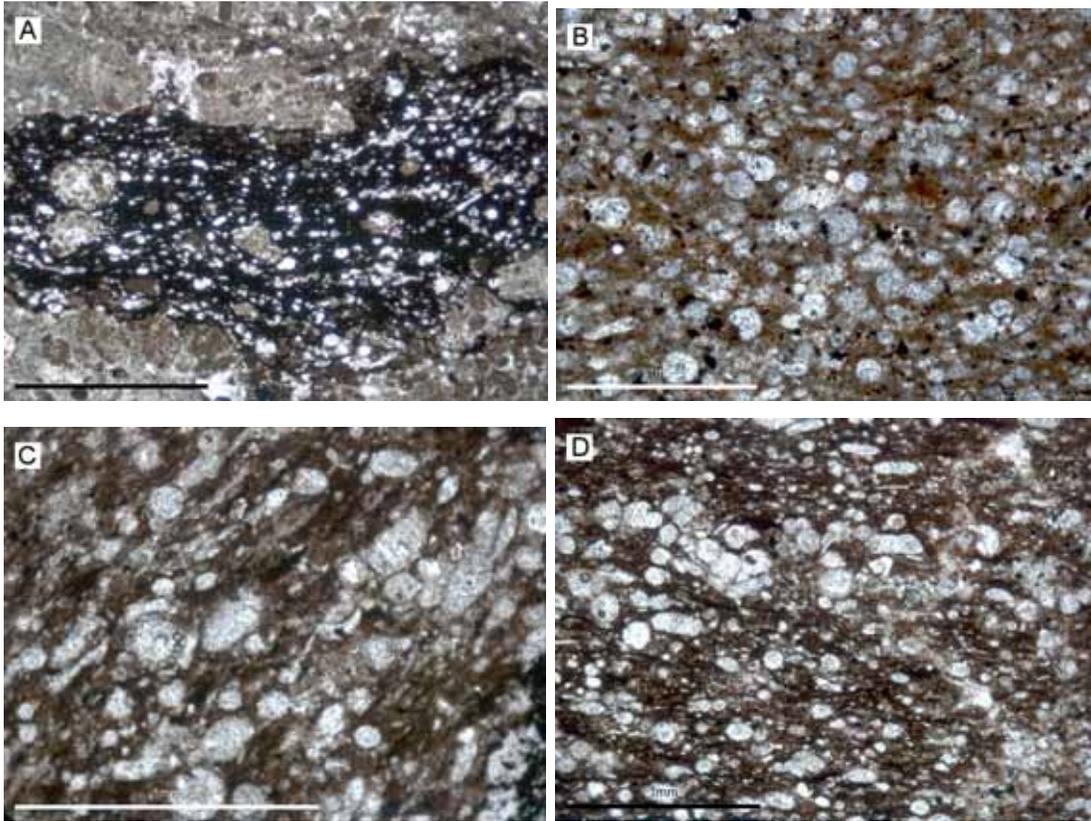


Fig. 20: Cuatro imágenes que muestran la apariencia bajo el microscopio, de los últimos 20 m del perfil [IT]. (A) Floatstone de restos de calizas impuras en una matriz argilítica completamente oscura. Los organismos asociados son principalmente radiolarios. Muestra IT-16, N//. (B) Wackestone de radiolarios en una matriz rojiza. Muestra IT-23, N//. (C) Wackestone de radiolarios y restos de equinodermos con algunos restos de algas calcáreas en una matriz rojiza poco terrígena. Muestra IT-25, N//. (D) Wackestone de radiolarios y restos de equinodermos que presenta algunos cúmulos de organismos en una matriz rojiza poco terrígena. Muestra IT-25, N//.

En la mayoría de las láminas delgadas de esta sección ([IT]) se observó disolución parcial de la matriz micrítica. Esto muy probablemente debido a disolución ocasionada por la compactación y/o deformación tectónica.

3.3 ANÁLISIS MICROFACIAL Y COMPARACIÓN DE FACIES

3.3.1 Resultados del Análisis Microfacial

Las características microfaciales observadas en las muestras de lámina delgada, descritas anteriormente para ambas secciones estratigráficas, ([SJ] e [IT]) sugieren depositación en una plataforma media a externa. Las asociaciones de microfósiles observadas en las secciones delgadas (radiolarios, equinodermos y foraminíferos planctónicos principalmente) así como los microfósiles (amonitas, pelecípodos y belemnites) y las características litológicas de de estas sugieren un régimen de plataforma media a externa con moderada influencia del continente (terrígenos finos).

Los resultados concuerdan con la interpretación de desarrollo y evolución de Facies de la sección en la Sierra “El Jabalí” analizada por VELASCO-SEGURA (2005). En el modelo de este autor, la sección perteneciente al perfil *SJ* y los primeros 22 metros del perfil *GF*, corresponden en su mayoría a ambientes de plataforma media a distal (Facies F5, Fig. 21). Siendo sólo algunas muestras las que no pertenecen a estos ambientes de depósito (presencia de coquinas, ostras y vertebrados). Sin embargo, estos niveles muestreados han sido interpretados por VELASCO-SEGURA (2005) como paquetes generados por eventos eustáticos de menor orden (regresivos de cuarto orden) dentro de la cuenca marina (plataforma) que han alcanzado a ser registrados en la roca; y han preservando su contenido faunístico.

Las muestras del perfil [IT] han sido comparadas con el modelo propuesto por VELASCO-SEGURA (2005) y han mostrado similitud con aquellas del perfil [SJ]. Las muestras colectadas para el análisis microfacial del perfil [IT] corresponden a rocas depositadas en una plataforma media a externa con moderado aporte continental. De acuerdo a la zonación de Facies propuesta por VELASCO-SEGURA (2005) se tuvo un

aporte de terrígenos finos (arenas finas, limos y arcillas), los cuales son formadores de las rocas argilíticas (características de la matriz) observadas en ambas secciones ([SJ] e [IT]) así como granos de cuarzo submaduro a maduro encontrados embebidos en la matriz.

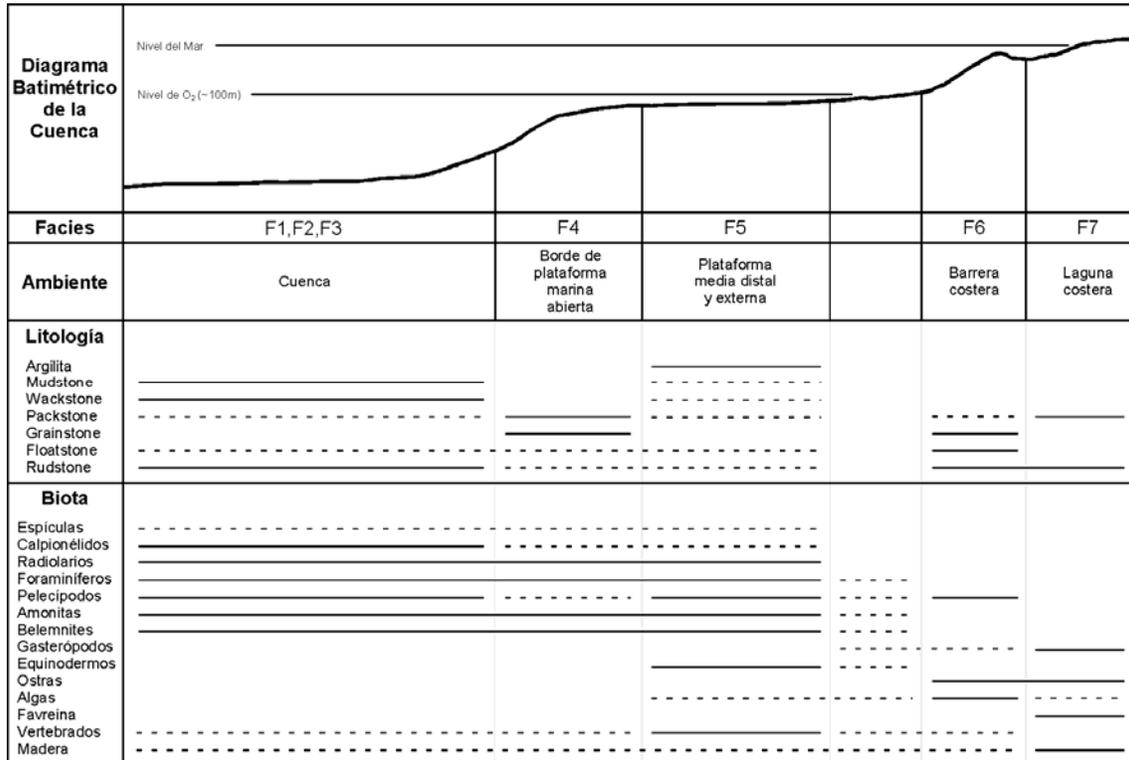


Fig. 21: Distribución de las Facies propuestas por VELASCO-SEGURA (2005) para la sierra "El Jabalí". El diagrama original ha sido complementado y modificado en base a los hallazgos del presente trabajo. Las características microfaciales de la Formación La Casita (F5) observados en el Perfil Iturbide ([IT]) muestran semejanza con las observadas para la porción de la Formación La Casita en el Perfil Sierra El Jabalí ([SJ]).

Ambas secciones son facial y microfacialmente correlacionables de acuerdo a lo observado en le presente trabajo. La sección [IT] fue depositada en una plataforma media a distal durante el Kimmeridgiano Tardío al Tithoniano Temprano (presencia de *Glochiceras sp.*). La sección [SJ] fue depositada en una plataforma media a distal del Kimmeridgiano Tardío(?) al Tithoniano Temprano (VELASCO-SEGURA, 2005). La sucesión de Facies en las dos secciones estudiadas es similar, en base a lo observado en campo y laboratorio. La Formación La Casita en la sección [SJ] es

subyacida por la Formación Olvido, depositada después de un límite de secuencia de tercer orden (exposición subaérea de la plataforma), y sobreyacida por la Formación Taraises. En la sección [IT], la Formación La Casita esta subyacida en apariencia concordantemente por la Formación Zuloaga (¿Olvido?) y sobreyacida por la Formación Taraises. En ambas secciones no fueron observadas Facies dominadas por la depositación de clásticos gruesos (e.g. areniscas gruesas, conglomerados finos), como los que se pueden observar en las cercanías de los paleoaltos estructurales del Noreste de México (Isla de Coahuila y Archipiélago de Tamaulipas) y que representan las “Facies gruesas” de la Formación La Casita (Fig. 22).

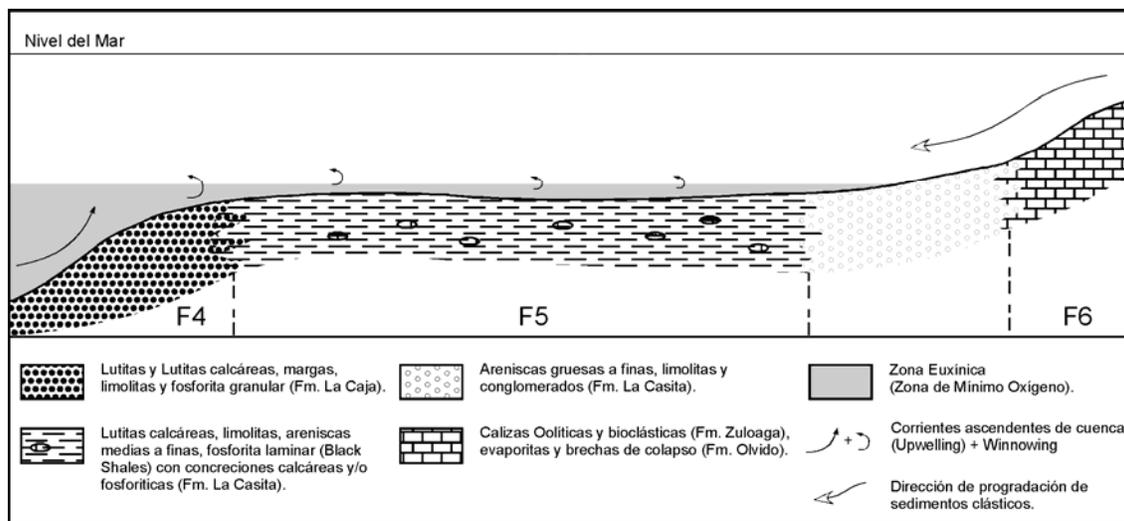


Fig. 22: Ampliación del modelo de distribución de Facies en la Formación La Casita en los perfiles [SJ] e [IT]. El ambiente de depósito para ambos perfiles sugiere una plataforma media a distal con depositación de clásticos finos (F5). Las Facies F4 corresponden a la Formación La Caja (cuenca) y las Facies F6 a la Formación Olvido (Sierra “El Jabalí”, Coahuila) y Zuloaga (¿u Olvido?) (Sierra la Muralla en las inmediaciones de Iturbide N.L.). Modificado de VELASCO-SEGURA (2005).

Ambas secciones muestran una tendencia relativa a la profundización de la cuenca. Sin embargo, la sección completa en la Sierra “El Jabalí” (VELASCO-SEGURA, 2005) sugiere una mayor subsidencia durante el Jurásico terminal al Cretácico más basal comparada con la observada en las inmediaciones de Iturbide N.L., para el mismo lapso de tiempo. En la primer sección se observa una transición de Facies de plataforma interna (Formación Olvido) a Facies de cuenca (Formaciones La

Caja y Taraises) pasando por plataforma media a externa (Formación La Casita); mientras que en la segunda se observa la misma transición (plataforma interna a cuenca) sin una clara incursión-depositación de Facies de la Formación La Caja. En el área de Iturbide, sección arriba de la descrita en este trabajo, se observaron estratos de fosforita granular (5 cm. a 25 cm.) intercalados en un paquete de aproximadamente 7 metros de espesor. Estos horizontes fosforíticos granulares siguieron el horizonte de máxima profundización (superficie de máxima inundación de tercer orden) dentro de la columna stratigráfica en la Sierra “La Muralla” (en las cercanías de Iturbide, N.L.). Esta superficie de máxima profundización es correlacionable con el cambio de Facies fosforíticas de la Formación La Caja a Facies carbonatadas de esta misma Formación en la Sierra “El Jabalí” (Unidad II a Unidad III en VELASCO-SEGURA, 2005). Sin embargo, el espesor de las fosforitas en Iturbide N.L., comparadas con aquellas de Gómez Farias, Coah., no es equiparable. De tal modo, que no es posible establecer que la depositación duradera en condiciones de cuenca tuvo lugar en las inmediaciones de Iturbide, N.L. Las diferencias en la subsidencia entre ambas áreas sugiere una menor actividad tectónica en el área de Iturbide, N.L., (Sierra “La Muralla”) comparada a la observada en el área de Gómez Farias (Sierra “El Jabalí”). En la Fig. 23 se muestran ambas secciones estudiadas en el presente trabajo. Las secciones se muestran de manera condensada con la intención de mostrar la mayor cantidad de datos. En la Fig. 24 se presenta la explicación y simbología para estas secciones.

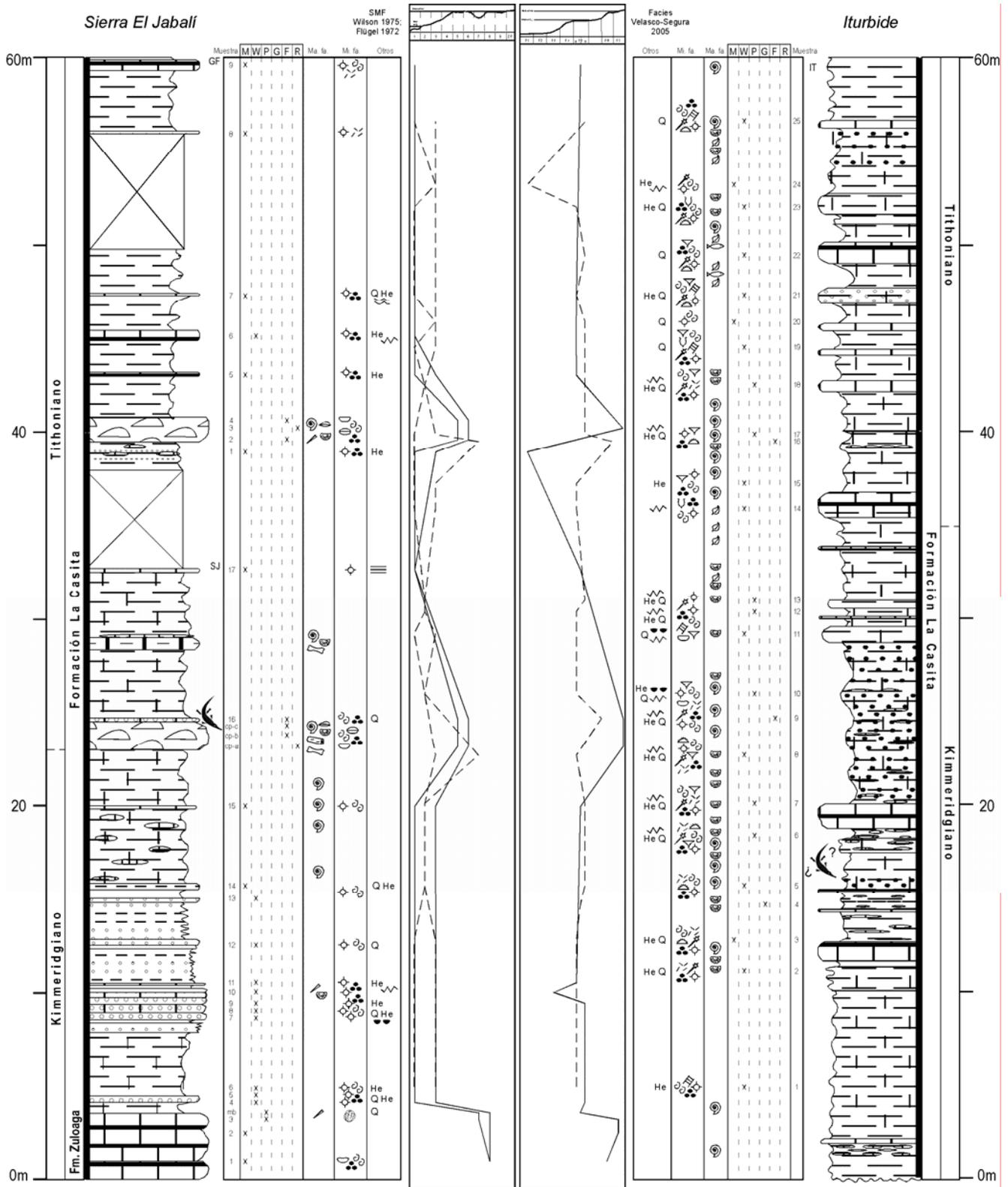


Fig. 23: Columnas litoestratigráficas condensadas de los perfiles Sierra El Jabalí [SJ] e Iturbide [IT]. Se incluyen los contenidos faunísticos observados en lámina delgada y en campo. Las curvas eustáticas están construidas en base a los modelos de las SMF de FLÜGEL (1972) y WILSON (1975), y el modelo de Facies de VELASCO SEGURA (2005).



Fig. 24: Explicación y simbología para la sección condensada mostrada en la Fig. 23.

CAPÍTULO IV

4 THALATTOSUCHIA

El término Cocodrilo es tradicionalmente aplicado a 21 especies de los Crocodylomorpha: *Crocodylus* (11 especies), *Osteolaemus* (1 especie), *Tomistoma* (1 especie, extinta), *Gavialis* (1 especie), *Alligator* (2 especies), *Caiman* (2 especies), *Melanosuchus* (1 especie) y *Paleosuchus* (2 especies). La mayoría de las especies es bien conocida de la literatura. Reportes de la sistemática, filogenia, fisiología, anatomía y ecología de los cocodrilos provienen desde comienzo del siglo XIX (MUELLER-TOWE, 2006).

Los Thalattosuchia aparecen durante el Jurásico Temprano y fueron los primeros cocodrilos principalmente marinos (VIGNAUD, 1995, FREY *et al.*, 2002; MUELLER-TOWE, 2006). Las primeras publicaciones sobre los Thalattosuchia aparecen en la segunda mitad del siglo XVIII (DICQUEMARE, 1776 en VIGNAUD, 1995). Fueron reconocidos como cocodrilos por CUVIER (1812). Sin embargo, su “adaptación” al ambiente marino fue señalada casi un siglo después por FRAAS (1901, 1902).

Los Thalattosuchia debieron haber evolucionado durante el Triásico Tardío, y probablemente estuvieron cercanamente relacionados a los Protosuchia (BENTON & CLARK, 1988). Los Protosuchia así como los Sphenosuchia del Triásico están considerados como crocodyliformes terrestres muy tempranos (FREY, 1988b; BENTON & CLARK 1988; MUELLER-TOWE, 2006). El grupo parafético de los Thalattosuchia es aún desconocido y no hay información adicional disponible debido a la falta de hallazgos en el Triásico Tardío y el Jurásico Temprano (MUELLER-TOWE, 2006). Sin embargo, BUFFETAUT (1979c, 1980b, 1982) sugiere que los

ancestros de los Thalattosuchia podrían ser encontrados dentro de los Protosuchia del Triásico Superior.

Se asume que los Thalattosuchia representan un grupo monofilético de cocodrilos marinos mesozoicos referidos a los Mesoeucrocodylia de acuerdo a BENTON & CLARK (1988). Las características anatómicas típicas de los Thalattosuchia son: rostro meso a longirostrino, separación de la premaxila y los nasales por la maxila, armadura corporal reducida comparada con *Protosuchus* y las extremidades anteriores más cortas, comparadas con las posteriores (BUFFETAUT, 1982; VIGNAUD, 1995, MUELLER-TOWE, 2006). Algunos taxa dentro de los Thalattosuchia permanecen pequeños con menos de dos metros de longitud (como *Pelagosaurus typus* BRONN, 1841), mientras que otros taxa alcanzaron una longitud de casi seis metros (e.g. *Steneosaurus bollensis* JAEGER, 1828). Las coanas yacen en el margen caudal de los palatinos y están casi encerrados por el margen rostral de los pterygoides. Debido a esta posición de las coanas, los Thalattosuchia habían sido referidos a los Mesosuchia (BUFFETAUT, 1982). De acuerdo con BENTON & CLARK (1988) los Thalattosuchia comprenden dos grupos monofiléticos mayores: Teleosauridae y Metriorinchidae, con *Pelagosaurus typus* BRONN, 1841 como el taxón parafilético de ambos. La Familia Teleosauridae GEOFFROY, 1831, comprende a los géneros *Teleosaurus*, *Stenosaurus*, *Machimosaurus*, *Platysuchus* y *Mycterosuchus* mientras que la Familia Metriorhynchidae FITZINGER, 1843 comprende a los géneros *Metriorhynchus*, *Teleidosaurus*, *Geosaurus*, *Dakosaurus* y *Enaliosuchus* (BUFFETAUT, 1982). A pesar de las 37 especies, las cuales son todas referidas a los Thalattosuchia y las cuales están a menudo excelentemente preservadas, las relaciones dentro del grupo son pobremente conocidas (MUELLER-TOWE, 2006).

Los Thalattosuchia tienen una distribución estratigráfica del Jurásico Temprano (Sinemuriano) al Cretácico Temprano (Valanginiano) (VIGNAUD, 1995), y al menos durante el Jurásico Tardío tuvieron una distribución paleogeográfica casi mundial con registros en Europa,

Norteamérica, Sudamérica, África, Madagascar y probablemente Asia (BUFFETAUT, 1982; GASPARINI, 1985; HUA, 1998; VIGNAUD, 1995; FREY *et al.*, 2002).

CAPÍTULO V

5 OSTEOLÓGÍA

5.1 ESPECIMEN CPC 277

5.1.1 PRESERVACIÓN (Fig. 25A; Fig. 26A; y Fig. 27A)

El espécimen CPC 277 consiste de un cráneo parcial el cual está preservado en tres dimensiones. El fragmento de cráneo comprende la región prefrontofrontal, la mayor parte de los elementos que forman la fenestra supratemporal izquierda y elementos de la región occipital izquierda. El plano medio del fragmento de cráneo está ligeramente deformado en dirección caudal izquierda. Como resultado de esta deformación la cresta frontoparietal es cóncava a la cara lateral izquierda. El punto de deformación en la cresta frontoparietal es al nivel de la sutura frontoparietal. A pesar de esta deformación, el frontal y el parietal están en articulación. El espécimen está dorsoventralmente compactado en la región occipital. Como resultado, algunos elementos de la bóveda cerebral se han preservado parcialmente dentro de las fenestras supratemporales y el proceso articular del cuadrado está orientado subhorizontalmente a un ángulo de 15° con respecto al plano horizontal transversal.

En la porción más rostral del espécimen, la porción caudal de ambas prefrontalia están parcialmente preservadas casi en su posición natural, laterales al frontal. Del prefrontal izquierdo, aproximadamente una quinta parte de la porción caudal está preservada mientras que del prefrontal derecho las dos terceras partes caudales lo están. En la fractura rostral

una sección transversa casi vertical de la frontalia es visible. El prefrontal derecho tiene sutura escamosa con el frontal, por lo cual el margen medial del prefrontal derecho superpone al frontal en la región supraorbital derecha. Entre el prefrontal derecho y el frontal se observa un fragmento plano y rectangular de hueso. Ambas superficies externas, dorsal y ventral, muestran abrasión pero sin esponjosa expuesta.

El frontal forma la mitad caudal del espacio interorbital, más ambos procesos postorbitales y el proceso parietal. Alrededor de dos terceras partes de la superficie dorsal del proceso parietal del frontal está abrasionado. La superficie dorsal del proceso postorbital izquierdo esta abrasionado hasta el nivel de la esponjosa. El proceso postorbital derecho del frontal está completo, pero su terminación caudal está cubierta por hueso. Entre el proceso postorbital y parietal del frontal un par de plataformas son visibles. Estas plataformas, así como toda la superficie dorsal del frontal, muestran ligera abrasión. Caudal al proceso parietal del frontal, el parietal esta preservado *in situ*; sólo el proceso escamoso derecho del parietal no lo está. Toda la superficie dorsal del parietal preservado esta abrasionado. Debido a esta abrasión, la sutura frontoparietal y la sutura parietoescamosa izquierda no son visibles. La compacta de la tercera parte rostral del proceso frontal del parietal muestra una leve estriación. En las dos terceras partes caudales del proceso frontal del parietal, así como el proceso escamoso izquierdo del parietal, muestran esponjosa expuesta. La superficie caudal medial y occipital del parietal están abrasionadas hasta el nivel de la esponjosa y la porción más dorsal de la región caudomedial del parietal está perdida. El escamoso izquierdo está preservado en articulación con el parietal. La mayoría de la superficie dorsal del escamoso está abrasionada, con la excepción de la superficie lateral externa cerca de la sutura con el postorbital. La cara dorsal del escamoso está ligeramente abrasionada y algo de spongiosa está expuesta. Laterocaudalmente de la escotadura ótica del escamoso, y dorsalmente adyacente al término lateral del ala del

exoccipital, el estribo izquierdo está preservado. Este yace horizontalmente y apunta lateralmente. Laterorostralmente del término rostral del escamoso, en la región postorbital, un fragmento no identificado de hueso es visible. Este hueso es rectangular en vista lateral y está ligeramente curvado, siendo cóncavo medialmente. Ventral a este fragmento de hueso, otros dos fragmentos más son visibles. Uno de ellos yace ventrolateralmente a la cara lateral del escamoso y laterocaudalmente y ventralmente del fragmento de hueso en la región postorbital. Este fragmento de hueso tiene un contorno triangular-elongado con una esquina laterocaudal redondeada. Su superficie dorsal está marcada por dos ranuras longitudinales profundas. Rostroventralmente del último fragmento de hueso mencionado, un hueso plano y de contorno triangular es visible. Este fragmento tiene una superficie dorsal estriada. Dentro de la ventana supratemporal izquierda un fragmento del yugal derecho está preservado. Este yace lateral a la cresta frontoparietal, con la cara lateral orientada dorsalmente. El fragmento comprende la porción media del yugal izquierdo. Está truncado caudalmente por una fractura diagonal. En dirección rostral, el yugal izquierdo está roto, la porción rostral a esta fractura aparece doblado en dirección dorsal. Rostral a la fractura del yugal izquierdo este continúa preservado en posición horizontal adyacente a la superficie ventral de la plataforma izquierda del frontal y apuntando rostralmente, y es finalmente terminado por una fractura.

En la terminación caudal del proceso postorbital derecho del frontal un fragmento de hueso está preservado. Este fragmento muy probablemente comprende la porción más dorsal del pterigoides derecho, el cual está orientado con su cara caudal en dirección dorsal. La porción más rostral del pterigoides derecho sobreyace el término caudal del proceso postorbital derecho del frontal. Caudalmente el fragmento del pterigoides se curva hacia la cara lateral caudal derecha de la cresta frontoparietal. Debido a hueso y matriz que obscurecen el término caudal del pterigoides derecho, este no es visible en aspecto ventral. Dorsalmente

adyaciendo a la porción caudal del pterigoides derecho, un fragmento del yugal derecho se encuentra preservado. Este yace a la derecha lateralmente de la cresta frontoparietal y comprende la porción media de este hueso. El término caudal del yugal derecho está truncado por una fractura diagonal caudalmente reflejada. En vista dorsal, el yugal derecho continúa rostralmente hacia la orilla caudoventral de la plataforma derecha del frontal, donde una fractura transversal quiebra al yugal derecho. Desde esta fractura, el yugal derecho continúa en dirección rostral adyacente a la cara ventral de la plataforma derecha del frontal. Ventral a la porción más caudal preservada del yugal derecho y dorsal a la porción orientada medialmente del pterigoides derecho, un fragmento de hueso es visible, el cual no puede ser identificado debido a hueso y matriz que le sobreyace.

Ventral a la porción caudal del surco olfativo del frontal, un fragmento de hueso curvado es visible. Este fragmento probablemente pertenece a la porción más mediodorsal del postorbital derecho. La superficie medial y lateral de este fragmento de hueso está abrasionada. En dirección caudomedial del fragmento de hueso curvado, un segundo fragmento de hueso es visible, el cual es tres veces más masivo que el previamente mencionado, y tiene un contorno cuadrado. Su superficie ventral está abrasionada y dañada por marcas de percutor.

En aspecto caudal, el espécimen preserva la porción más ventral del supraoccipital. Las porciones dorsomedial y dorsolateral del supraoccipital se han perdido por abrasión. La porción medioventral de las suturas supraexoccipitales están preservadas. En dirección lateroventral derecha al supraoccipital preservado y a la derecha del exoccipital izquierdo, la porción dorsomedial del exoccipital derecho está preservada. El resto del exoccipital derecho está perdido. A la izquierda y ventral de la porción más ventral preservada del supraoccipital, el exoccipital izquierdo está preservado. Abrasión ocurre solamente en la superficie dorsolateral de la sutura con el escamoso. Ventral a la escotadura ótica del escamoso y

articulado con el exoccipital izquierdo, el cuadrado está preservado, y cuya superficie esta ligeramente abrasionada.

5.1.2 DESCRIPCIÓN (Fig. 25B; Fig. 26B; y Fig. 27B)

5.1.2.1 Fosa supratemporal y ventana supratemporal

Sólo la fosa y ventana supratemporal izquierda está preservada de tal modo que arroja información sobre sus contornos. La fosa supratemporal es de contorno ovoide con la curvatura más estrecha orientada rostromedialmente. Era al menos el doble de largo que lo que era de ancho. Cuando se reconstruye, el eje mayor de la ventana supratemporal debió haber medido al menos de 140mm a 150mm. La ventana supratemporal es de contorno sub-elíptico y aproximadamente dos terceras partes del tamaño de la fosa. Su eje mayor se extiende rostromedialmente a caudolateralmente midiendo 80mm mientras que el eje mayor transversal era de alrededor de 65mm.

El margen dorsal de la fosa y ventana supratemporal desde la mitad caudal del proceso postorbital al escamoso era más bajo que la cresta frontoparietal. Los márgenes craneales de la fosa y ventana supratemporal están exclusivamente formados por el frontal. La mitad rostromedial del margen de la fosa supratemporal está formado por el proceso parietal del frontal y por la mitad medial caudal del proceso frontal del parietal. El margen medial tanto de la fosa como de la ventana supratemporal parece haber sido recto. El margen medial de la ventana supratemporal está delimitado exclusivamente por el parietal. El margen caudal de la fosa y ventana supratemporal está formada por en una tercera parte medial por el proceso escamoso del parietal y las dos terceras partes laterales por la parte caudomedialmente dirigida del escamoso. El margen lateral de la ventana supratemporal está formado en la porción caudal por la parte

dirigida rostralmente del escamoso y por el postorbital (no preservado) en dirección rostral. El margen lateral de la ventana supratemporal es ligeramente cóncavo al plano medio del cráneo.

5.1.2.2 Prefrontal

Solo la quinta parte más caudal del prefrontal izquierdo está preservada. Su superficie externa es lisa y su cara dorsal convexa. Únicamente la parte dorsal caudomedial de la sutura prefrontofrontal izquierda puede ser reconstruida y consiste de una concavidad orientada lateralmente.

Las dos terceras partes caudales del prefrontal derecho están preservadas. El fragmento muestra un contorno rómbico con esquinas redondeadas. Su extensión longitudinal es un cuarto más largo que su ancho, con una longitud máxima de 60mm. La esquina caudal es rectangular, mientras que la esquina lateral forma un ángulo de aproximadamente 120°. Únicamente en el prefrontal derecho, el margen caudolateral esta a la vista. En aspecto dorsal, el margen mediocaudal del prefrontal derecho forma una sutura escamosa con el frontal. Por lo tanto, la cara ventral mediocaudal de este hueso no es visible.

En sección craneal del prefrontal derecho, el hueso esta compuesto de una lámina dorsal y una lámina ventral. Ambas láminas están compuestas de una doble capa de compacta, toda de un espesor de 1mm más una capa de esponjosa de 5mm a 7mm entre estas. El espesor máximo de la esponjosa se alcanza en la esquina lateral donde las láminas dorsal y ventral se encuentran. Las superficies externas de las láminas dorsal y ventral incluyen un ángulo de 15° en el margen caudolateral. En vista lateral el margen laterocaudal del prefrontal derecho es redondeado y es continuamente convexo de la esquina caudomedial a la esquina laterocaudal. El margen laterocaudal del prefrontal derecho está

ligeramente desviado. La cara ventral de ambas láminas es ligeramente cóncava.

Entre la lámina dorsal y la ventral hay una cavidad, la cual está bordeada por una superficie interna lisa de ambas laminas dorsal y ventral. Ambas superficies internas de las láminas se encuentran en dirección caudal, aproximadamente 30mm rostral al ápice de la esquina caudal, y delimita caudalmente la cavidad interlaminar. La superficie interna de la lámina dorsal es horizontal, mientras que la ventral está desviada en dirección rostral. La cavidad disminuye de una altura máxima de 12mm en la porción lateral a 3mm en la medial. La cavidad parece estar unida medialmente con el tracto olfativo medio del frontal. La pared lateral de la cavidad interlaminar es redondeada.

La parte ventral de la sutura prefrontofrontal puede solamente ser parcialmente reconstruida. Consiste de dos concavidades simétricas, de las cuales una está caudalmente abierta mientras la otra lo está medialmente. Los márgenes de estas concavidades son lisos y se encuentran en un proceso que apunta caudomedialmente a un ángulo de 12°. El resto rostral de la parte ventral de la sutura prefrontofrontal, así como toda la parte dorsal, no puede ser reconstruida debido a la pérdida de hueso.

5.1.2.3 Frontal

Aproximadamente las dos terceras partes caudales del frontal están preservadas. La parte rostral del hueso consiste de un cuerpo, el cual está roto transversalmente en su porción rostral. Del margen caudal del cuerpo del frontal emergen tres procesos orientados caudalmente. El cuerpo del frontal es trapezoidal en aspecto dorsal. En su sección rostral, la compacta externa e interna es visible, con esponjosa entre estas. Las capas de compacta tienen un espesor de 1mm, mientras que el de la esponjosa es

de 3 a 6 mm. El máximo espesor de la esponjosa es alcanzado en el plano medio del frontal en la sección rostral transversa. La longitud media del cuerpo del frontal es de 43mm, mientras su máxima extensión transversal es de 55mm, medida a lo largo del plano transversal rostral a la base de los procesos caudales del frontal. La cara dorsal del cuerpo del frontal es ligeramente convexa, ambos longitudinal y transversalmente, con leves ornamentaciones. Estas ornamentaciones consisten de ranuras, de 1 a 8mm de longitud, las cuales están orientadas de manera radial al plano medio del frontal. Con la excepción de estas ornamentaciones, la superficie del frontal es lisa. En aspecto ventral, el frontal tiene un surco que corre a lo largo del plano medio, el cual acomodaba el tracto olfativo. El surco olfativo tiene la forma de un medio cilindro abierto ventralmente, con una ligera constricción en la porción media. La sección expuesta del surco olfativo tiene una longitud de 55m. La porción rostral expuesta de este surco tiene un diámetro máximo de 20mm, mientras que la porción más caudal es de solamente 14mm de ancho. La parte más estrecha del surco olfativo es de 9mm de ancho y se encuentra a 35mm en dirección caudal de la sección craneal que quiebra al frontal. Rostral y caudalmente a esta constricción, las paredes internas de surco olfativo protuyen ventralmente como finas crestas de aproximadamente 1mm de altura. Cada una de estas crestas es ligeramente cóncava en aspecto lateral. El surco olfativo tiene una profundidad de 5mm en la tercera parte rostral y se vuelve gradualmente menos profundo en dirección caudal hasta alcanzar menos de 1mm. La porción más caudal del surco olfativo está oscurecida por hueso y matriz.

Los tres procesos caudalmente orientados del frontal son de contorno rectangular y elongado y al menos tres veces más largos que anchos. Estos procesos son más anchos en sus bases junto al cuerpo del frontal que en sus porciones terminales. El proceso parietal impar del frontal se extiende a lo largo del plano medio. Los dos procesos laterales

del frontal forman los procesos postorbitales que están laterocaudalmente orientados.

La superficie externa del proceso parietal del frontal es lisa, es longitudinalmente convexa y es continua con la convexidad del cuerpo del frontal. El proceso parietal del frontal mide 20mm en su base y se reduce rápidamente a 12mm en dirección caudal. 14mm caudal a la base del proceso parietal, la superficie dorsal está abrasionada. Por lo tanto, la longitud total del proceso parietal sólo puede ser estimada en aproximadamente 40mm a 45mm. El proceso parietal forma aproximadamente la mitad rostral de la cresta frontoparietal.

Los procesos postorbitales del frontal incluyen un ángulo de aproximadamente 45° con el plano medio del frontal. El proceso postorbital derecho es el más completo y la descripción se referirá a este. La superficie del proceso postorbital es lisa y convexa en vista dorsal, así como desviada en dirección caudolateral. Por lo tanto, la convexidad dorsal del proceso postorbital es continua con la convexidad del cuerpo del frontal. La longitud total del proceso postorbital se estima alrededor de 45mm, ya que su término caudal está obscurecido oculto por hueso y matriz. El margen lateral del proceso postorbital es convexo en vista lateral y ligeramente inclinado lateralmente. A lo largo del margen lateral, la cara dorsal y ventral del proceso postorbital se encuentran en un ángulo de aproximadamente 20° .

Entre los procesos postorbital y parietal del frontal, un par de plataformas son visibles en vista dorsal. Estas plataformas son de contorno sub-triangulares con una esquina rostromedial redondeada. Las plataformas salen del margen ventral medial de los procesos postorbitales y se unen con el margen ventral lateral del proceso parietal. Los márgenes laterorostral y medial de las plataformas del frontal son rectas en aspecto dorsal, mientras que el margen caudal es ligeramente cóncavo en dirección caudal. En aspecto caudal, las plataformas tienen aproximadamente 9mm de espesor. Los márgenes caudales de las plataformas forman los

márgenes rostrales de las ventanas supratemporales. La superficie dorsal de las plataformas está aproximadamente 10mm por debajo de la superficie dorsal de los procesos postorbitales y parietal del frontal. Son además lisas y están ligeramente desviadas caudalmente con respecto al nivel de la superficie dorsal de los procesos postorbitales y parietal del frontal.

La sutura frontoparietal no es visible debido a la abrasión sufrida por la superficie dorsal del hueso. Las suturas frontopostorbitales están ocultas por hueso y matriz. Además, el postorbital está perdido. A lo largo del plano medio del frontal una sutura interfrontal lisa y recta es visible.

5.1.2.4 Parietal

El parietal tiene forma de "T" en vista dorsal. Consiste de tres procesos que convergen en la porción más caudomedial de este hueso. El área donde estos tres procesos se encuentran es la parte más gruesa del hueso. El proceso frontal está orientado a lo largo del plano medio del cráneo. Como resultado de la abrasión de la superficie dorsal del parietal, la longitud de este proceso no puede ser medida, pero puede ser estimada alrededor de 50mm. Las paredes laterales del proceso frontal del parietal son lisas. Ventralmente estas están obscurecidas por hueso y matriz. En vista dorsal las paredes laterales del proceso frontal del parietal están ligeramente estrechadas en su mitad rostral. Siguiendo caudalmente a este estrechamiento, las paredes laterales del proceso frontal divergen hasta que se unen con las paredes rostrales de los procesos escamosos del parietal y forman una concavidad abierta laterorostralmente, la cual es el borde mediocaudal de la ventana supratemporal.

Debido a que el proceso escamoso derecho esta roto, la descripción se referirá al proceso izquierdo. El proceso escamoso del parietal está dirigido laterocaudalmente, formando un ángulo de 115° con el plano

medio del parietal. El proceso tiene aproximadamente 25mm de ancho. El proceso escamoso del parietal tiene aproximadamente 15mm de ancho en la unión con los otros procesos (procesos frontal y escamoso derecho del parietal) y se reduce a 7mm en dirección lateral. La cara caudal del parietal no puede ser reconstruida debido a la pérdida de hueso.

El parietal articula rostralmente con el frontal y caudalmente con el supraoccipital. Lateralmente, articula con el escamoso. El proceso frontal del parietal forma aproximadamente la mitad caudal de la cresta frontoparietal y por lo tanto, la mitad caudal del margen medio de la fosa supratemporal y el margen medial de la ventana supratemporal. El proceso escamoso del parietal forma la tercera parte mediocaudal de la ventana supratemporal. Ninguna de las suturas es claramente visible debido a la abrasión y a la pérdida de hueso.

5.1.2.5 Escamoso

Solo el escamoso izquierdo esta preservado, así que la descripción se referirá a este. El escamoso esta compuesto de dos partes, una parte dirigida caudomedialmente y otra rostralmente. La parte dirigida caudomedialmente está desviada a un ángulo de 25° en dirección caudal del plano transversal del cráneo, y es continua con el proceso escamoso izquierdo del parietal. La parte dirigida caudomedialmente del escamoso está abrasionada, así que la cara dorsal no puede ser reconstruida. Sin embargo, a como se puede ver en vista dorsal, la parte dirigida caudomedialmente del escamoso está compuesta de una capa interna y una externa de compacta con esponjosa en medio. Esto es visible en la sección horizontal a través del escamoso. La compacta tiene un espesor de 1mm, mientras que la esponjosa tiene 6mm en promedio. La cara rostral del escamoso es lisa y continua de la superficie dorsal abradida de la parte

dirigida caudomedialmente del escamoso por alrededor de 40mm en dirección medioventral.

Las cara dorsal de la parte dirigida rostralmente del escamoso está parcialmente abrasionada cerca de la unión con la parte dirigida caudomedialmente. En dirección rostral, las superficies lateral y medial de la parte dirigida rostralmente parten para formar una cresta, la cual está orientada mediodorsalmente. Ambas superficies lateral y medial de la parte dirigida rostralmente del escamoso son ligeramente cóncavas medialmente. La superficie lateral de la parte dirigida rostralmente es lisa. En su mitad rostral, de la parte dirigida rostralmente del escamoso está ligeramente inclinada hacia el plano medio. Las partes dirigidas caudolateralmente y rostralmente del escamoso se encuentran formando un ángulo de 75°. La terminación rostral de la parte dirigida rostralmente está abrasionada y obscurecida por matriz, ocultando la sutura escamosopostorbital. La sutura parietoescamosa no es visible debido a la abrasión de la superficie del hueso.

5.1.2.6 Supraoccipital

La cara caudal preservada del supraoccipital es ligeramente cóncava. Únicamente la porción ventral de las suturas con el exoccipital pueden ser reconstruidas. Estas son lisas y colaterales formando una "V" con un ángulo de 105° entre ellas. Continuando dorsolateralmente las suturas giran al plano horizontal y después de 6mm continúan en dirección laterodorsal nuevamente. El resto de las suturas del supraoccipital están destruidas por abrasión del hueso.

5.1.2.7 Exoccipital

El exoccipital derecho comprende únicamente la porción mediodorsal, laterodorsalmente al foramen magnum. La descripción se referirá consecuentemente al exoccipital izquierdo, el cual está mejor preservado. La superficie caudal del exoccipital es lisa así como la pared medial del foramen magnum. En la porción laterodorsal caudal del exoccipital una estructura que asemeja un ala es visible. Esta ala es una protuberancia que sale lateralmente 15mm del foramen magnum. El ala corre en su base en dirección laterodorsal y después de 7mm gradualmente cambia dirección para ser horizontal. El ala termina lateralmente después de 15mm de este cambio de dirección. La cara caudal del ala del exoccipital se extiende aproximadamente 15mm caudalmente en la porción más lateral. La superficie caudal del ala es lisa y aproximadamente 8mm de alta. En la parte dirigida laterodorsalmente del ala del exoccipital es visible una fina cresta, la cual corre a lo largo de la porción dirigida laterodorsalmente del ala. Ventralmente adyacente a la parte horizontal del ala del exoccipital una cavidad es visible. En la porción central de esta cavidad, la cual es la más profunda (13mm), la foramina del nervio craneal XI es visible. La foramina tiene contorno sub-circular de aproximadamente 1mm de diámetro y está rellena con matriz. Las foramina para los nervios craneales IX y X son visibles ventral a la terminación medioventral del ala del exoccipital. Estas son de contorno oval con un diámetro largo de 3mm. Las paredes internas de las foramina no son visibles debido a la matriz que las rellena. Medialmente a la porción horizontal del ala del exoccipital una concavidad ovoide es visible. Esta concavidad es el doble de ancho que de alto, y su parte más profunda se encuentra en la porción del medio (aproximadamente 3mm). La superficie ventral del exoccipital está abrasionada hasta el nivel de la esponjosa.

La sutura con el exoccipital colateral, dorsalmente del foramen magnum, es lisa y recta. La sutura cuadratoexoccipital consiste de dos

concauidades simétricas en vista caudal y vista, de las cuales una está abierta laterocaudalmente y la otra laterorostralmente.

5.1.2.8 Cuadrado

Solo el cuadrado izquierdo está preservado. Tiene aproximadamente 65mm de longitud y 30mm de amplitud. Esta orientado mediorostralmente a la escotadura ótica del escamoso y en su porción lateral tiene un contorno sub-rectangular. El cuadrado es masivo con superficies externas ligeramente abrasionadas. Por lo tanto, algo de spongiosa es visible en algunos lugares. El hueso está caracterizado por cuatro caras principales: una dorsocaudal, una rostroventral, una rostral y una cara articular orientada caudolateralmente. Entre las caras dorsocaudal y rostroventral dos superficies más pequeñas se observan, una de las cuales apunta en dirección rostródorsal y la otra ventrocudalmente. Estas dos últimas superficies mencionadas tienen un contorno sub-rectangular y son cóncavas rostródorsalmente. La superficie rostródorsal esta bordeada por una fina cresta que corre a lo largo de sus márgenes, y es más prominente en su margen dorsal de esta superficie que apunta en dirección rostródorsal. La cara articular del cuadrado tiene un contorno rectangular y es ligeramente cóncava ventrorostralmente. La cara articular tiene 29mm de largo con una altura promedio de 13mm y es ligeramente cóncava en dirección laterocaudal. La superficie dorsocaudal del cuadrado tiene un contorno rectangular, 30mm de largo y 15mm de ancho. Sus márgenes lateral y rostral están bordeados por una fina cresta. En la porción media de la superficie dorsocaudal se observa una cresta que corre laterocudalmente. Esta cresta coincide con el punto de flexión visible en la cara articular del cuadrado. Rostral a esta cresta, la superficie dorsocaudal es cóncava transversal y longitudinalmente, ventral a esto, la superficie es convexa. La cara rostroventral del cuadrado es cóncava. La

cara rostral del cuadrado es ligeramente convexa. Medioventralmente las caras rostroventral y rostral están divididas por una cresta redondeada y amplia. Más medioventralmente, el cuadrado está terminado por fracturas. Solamente la sutura cuadratoexoccipital es visible, medial a la cara dorsocaudal. Esta consiste de dos concavidades laterales empatadas, una de las cuales está abierta laterocaudalmente y la otra laterorostralmente. No hay más suturas visibles.

5.1.2.9 Yugal

Porciones medias aisladas de ambos yugales están preservadas. La longitud del yugal derecho es de 60mm, mientras que la del izquierdo probablemente fue de hasta 83mm de largo. Ambos yugales son delgados y tienen superficies lisas.

La descripción de los fragmentos de ambos yugales se referirá a la posición en la cual se han preservado. El yugal izquierdo tiene una sección rectangular con una cara ventral ligeramente cóncava. La cara lateral tiene 6mm de altura. La cara dorsal del yugal izquierdo muestra una ranura que se extiende longitudinalmente, la misma que está más cerca al margen medial en la porción caudal y se centraliza conforme se aproxima a la porción rostral. Las caras ventral y medial están ocultas por hueso y matriz. El fragmento del yugal izquierdo se reduce en dirección rostral de alrededor de 15 mm a 4 mm, medido de medial a lateral, y de 6mm a 1mm medido de dorsal a ventral.

El yugal derecho tiene una sección sub-elíptica con una cara medial convexa y una fina cresta que corre longitudinalmente a lo largo de su cara lateral. El yugal derecho se reduce en dirección rostral de 20mm a 5mm dorsoventralmente, y de 5mm a 3mm mediolateralmente. Caudal y rostralmente los yugales están siendo terminados por fracturas. Por lo tanto no se puede estimar su extensión total.

5.1.2.10 Pterigoides

Sólo la porción dorsal del pterigoides derecho está preservada. Está compuesta de dos porciones: una dirigida caudomedialmente y la otra medialmente. La porción dirigida caudomedialmente es al menos el doble de largo que la porción dirigida medialmente. La superficie externa del pterigoides es lisa. La porción dirigida mediocaudalmente tiene un contorno sub-rectangular, con una máxima longitud de 55mm y un ancho máximo de 35mm. La superficie dorsal de esta porción del pterigoides es cóncava. En aspecto ventral esta misma porción tiene la mitad caudal convexa y la mitad rostral cóncava. La porción dirigida medialmente tiene forma de "L" en aspecto dorsal. Tiene 30mm de largo y un ancho máximo de 20mm. La superficie dorsal es plana mientras que la ventral es cóncava. No se pueden reconocer suturas en este hueso.

5.1.2.11 Estribo

La porción visible del estribo izquierdo tiene 10mm de largo. Está preservada casi *in situ* y protuye horizontalmente hacia afuera de la escotadura ótica apuntando lateralmente a un ángulo de 100° del plano medio. En sección el estribo es sub-rectangular y casi tiene el doble de ancho que de alto. El estribo está ligeramente curvado craniolateralmente. Su superficie es lisa.

5.1.2.12 Posible fragmento del hueso hyoide derecho

El fragmento se encuentra preservado lateralmente del término caudal del yugal derecho y dorsalmente a la porción medial del pterigoides derecho. El fragmento se extiende 13mm longitudinalmente y alcanza un

ancho máximo de 6mm en su porción caudal. En la porción terminal más rostral visible, el hueso muestra un contorno sub-circular, mientras que es sub-elíptico en la porción más caudal. La cara caudal del fragmento de hueso es cóncava tanto transversal como verticalmente y es al menos el doble de ancho que lo que es de alto. Medialmente, el hueso tiene una cresta que corre rostralmente. Esta cresta apunta en dirección medioventral. Rostralmente, el hueso no es visible debido a matriz y hueso que le sobreyace.

5.1.2.13 Posible fragmento del postorbital derecho

El fragmento de hueso yace ventralmente adjacente al término caudal del surco olfativo del frontal, y consiste de dos porciones. Una de ellas tiene aproximadamente 45mm de largo mientras la otra tiene 20mm. La porción más pequeña está ubicada caudalmente de la porción más grande y está doblada aproximadamente 45° en dirección dorsomedial. Ambas porciones son delgadas y ligeramente curvas. La porción más larga es medialmente cóncava así como lo es la cara dorsal de la porción más pequeña. Las caras laterales expuestas de ambas porciones son lisas y ligeramente cóncavas respectivamente medial y dorsalmente. La cara medial de la porción más larga es ligeramente cóncava medioventralmente. Las caras medial y lateral de la porción más larga de este hueso se encuentran con un ángulo de aproximadamente 15° en una cresta afilada que apunta ventrolateralmente. Dorsal y caudodorsalmente el fragmento está oculto por matriz y hueso.

5.1.2.14 Posible fragmento del basioccipital

El fragmento de hueso está preservado ventrocaudalmente de la terminación caudal del surco olfativo del prontal y comprende dos porciones las cuales tienen un contorno sub-rectangular. La porción mayor es al menos seis veces más grande que la porción menor, la cual a su vez se localiza caudal a la porción mayor, se inserta sobre el lado derecho laterodorsalmente. La porción mayor tiene aproximadamente 40mm de extensión longitudinal y mide transversalmente 30mm. La superficie del hueso está destruida por abrasión y marcas de percutor. Cuando se ha preservado, la superficie original es lisa. Los márgenes longitudinales son casi rectos, y el margen rostral está oscurecido por matriz. La porción mayor es más prominente en su mitad caudal, el engrosamiento comienza en la porción media del fragmento e incrementa gradualmente su ancho en dirección laterocaudal izquierda. La protuberancia es simétrica y asemeja los restos de la base de un proceso, posiblemente un cóndilo articular. La porción de hueso más pequeña tiene 15mm de largo y 13mm de ancho. Los márgenes lateral y caudal son rectos. Como resultado de la abrasión de la superficie del hueso y de la pobre preservación de este, no se puede decir nada más al respecto.

5.1.2.15 Fragmento de hueso rectangular plano

El fragmento de hueso está preservado entre el prefrontal derecho y la región supraorbital derecha del frontal. El hueso es de contorno rectangular, dos veces más largo que ancho y con menos de 1mm de espesor. La superficie del fragmento es lisa. Lateralmente a la derecha, el fragmento de hueso está oscurecido por hueso sobre y subyacente de manera que este no puede ser identificado.

5.1.2.16 Fragmento de hueso delgado y curvo

El fragmento de hueso está preservado en la región postorbital izquierda, rostral y lateralmente adyacente al término rostral del escamoso. El hueso tiene aproximadamente 40mm de largo y al menos 10mm de ancho, a como se puede apreciar en su cara lateral. En vista dorsal, la porción del hueso dirigida rostralmente tiene 4mm de ancho, y se reduce a un ancho de 1mm en dirección caudal. Medialmente, el hueso es ligeramente cóncavo. Las superficies medial y lateral visibles son lisas. Ventral y caudalmente el hueso está obscurecido por matriz y por lo tanto la identificación del fragmento de hueso no es posible.

5.1.2.17 Fragmento de hueso ovoide-elongado

El fragmento de hueso está preservado ventral y rostrolateralmente a la porción dirigida rostralmente del escamoso. El fragmento tiene 50mm de largo, aproximadamente 15mm de ancho y al menos 3mm de alto. Únicamente los márgenes lateral y caudal, que están redondeados, son visibles. En la superficie que apunta dorsalmente, la cual es lisa, dos leves ranuras son visibles, de las cuales la lateral es del doble de profundo que la medial. Estas ranuras corren casi paralelas entre sí en dirección longitudinal a una distancia de aproximadamente 5mm. Rostral y medialmente el fragmento está obscurecido por hueso y matriz y por tanto su naturaleza permanece desconocida.

5.1.2.18 Fragmento de hueso triangular plano

El fragmento de hueso yace rostrolateralmente de la porción dirigida rostralmente del escamoso y rostroventralmente del fragmento de hueso

ovoide-elongado descrito arriba. El fragmento tiene un contorno triangular. Su margen lateral mide 35mm y el rostral 25mm. Su espesor es de aproximadamente 1mm. Los márgenes de este hueso son rectos en aspecto dorsal. La superficie que apunta dorsalmente es plana y ligeramente abrasionada. Como resultado de la abrasión, una fina estriación dirigida sagitalmente es visible. Medial y caudomedialmente el fragmento está oculto por hueso y matriz.

5.1.3 TAFONOMÍA

El espécimen CPC 277 fue extraído durante una campaña de campo de emergencia en Gómez Farias en Marzo de 2004. El espécimen proviene del primer horizonte de condensación de fósiles (ver capítulo III). Desafortunadamente debido a la falta de información de campo, poco se puede decir de la situación del hallazgo de CPC 277.

La condensación fósil es producto de la lenta acumulación de conchas de moluscos dentro de la plataforma marina de la Formación La Casita debido a fenómenos de winnowing, durante el cual, el sedimento fino fue lavado concentrando con el tiempo las conchas de moluscos. Esto se puede corroborar con la posición de las valvas, las cuales yacen orientadas tanto cóncavo y convexo hacia arriba, algunas veces incluso en articulación. Esto apunta a un ambiente de baja energía y por ende una acumulación *in situ* de los organismos (VELASCO-SEGURA, 2005).

Es difícil establecer la causa de la muerte de CPC 277 debido a la preservación fragmentaria del espécimen. Difícil es explicar la posición del posible fragmento del postorbital izquierdo y del basioccipital ventralmente adyacentes a la cresta frontoparital así como la preservación del estribo izquierdo. Anterior a la fosilización, el espécimen fue depositado sobre el horizonte de condensación de fósiles descansando sobre su cara ventral. Esto puede ser afirmado debido a la inclusión de los elementos

endocraneales dentro de la ventana supratemporal. Es posible que el cadáver estuviera completamente articulado en ese momento. Posible también es que las ramas mandibulares se hubiesen perdido para este, entonces previo a la depositación final sobre el sedimento. Si así lo fue, los restos del esqueleto pudieron haber flotado a la deriva por algún tiempo antes de hundirse y perder las ramas mandibulares. En cualquier caso, es muy probable que la descomposición del esqueleto de CPC 277 tomó lugar sobre el fondo marino. La descomposición afectó primeramente a las maxilas, los nasales y la prefrontalia, así como muy probablemente al resto del postcráneo. Estos elementos se soltaron después de la descomposición de la piel, los músculos y la mayoría de los tendones, pero ciertamente no fueron transportados lejos de ahí. Esto se afirma debido a la falta de condiciones de alta energía en el horizonte de condensación de fósiles de Gómez Farias. La región de la bóveda cerebral y de los arcos supratemporales permanecieron articulados debido a los músculos pseudotemporales (los cuales son masivos) y a sus tendones así como las rígidas suturas en esta región mecánicamente estable del cráneo. Organismos carroñeros no pueden ser excluidos en absoluto, y estos podrían explicar la pérdida del postorbital izquierdo así como de los márgenes caudolateral y lateral de la ventana supratemporal derecha.

Después del enterramiento, el espécimen experimentó una compresión dorsoventral que resultó en la dislocación del prefrontal derecho y su consecuente posicionamiento sobre el espacio interorbital. La compresión resultó además en la inclusión de los yugales, el pterigoides derecho y el hueso hyoide dentro de la ventana supratemporal. Esta compactación dorsoventral también reorientó la cara articular del cuadrado a una posición más horizontal y desplazó ambos exoccipitales caudalmente a través de las suturas supraexoccipitales. Probablemente durante el estado de decaimiento algunas superficies externas de los huesos de CPC 277 fueron por corto tiempo primariamente abrasionadas, especialmente en la región prefrontofrontal, la cual debió haber estado

expuesta al agua de mar abierto que circulaba. Después, el espécimen quedó completamente sepultado por conchas y sedimento a lo cual le siguió el proceso de fosilización. La deformación plástica de la cresta frontoparietal es probable haya sucedido en el contexto del plegamiento tectónico del anticlinal “El Jabalí”. Las altas presiones que perduraron ahí, también explican la deformación plástica del plano medio del espécimen bajo la influencia de fuerzas tectónicas regionales. Las fracturas que se generaron durante la deformación tectónica, finalmente llevaron a la pérdida de hueso debido a la circulación de agua a través de estas, así como de la erosión de la superficie del espécimen cuando el afloramiento quedó expuesto. La erosión es responsable también por la abrasión secundaria de la superficie del hueso. El mayor daño por abrasión ocurrió en la superficie dorsal de la cresta frontoparietal, el margen caudodorsal de la ventana supratemporal izquierda y el proceso postorbital izquierdo del frontal. Erosión también tuvo lugar a través de las fracturas. Parece posible que las maxilas, los nasales, la porción rostral del frontal y los prefrontales, así como otras partes del cadáver se erosionaron y fueron desprendidas de la roca para ser arrastradas corriente abajo.

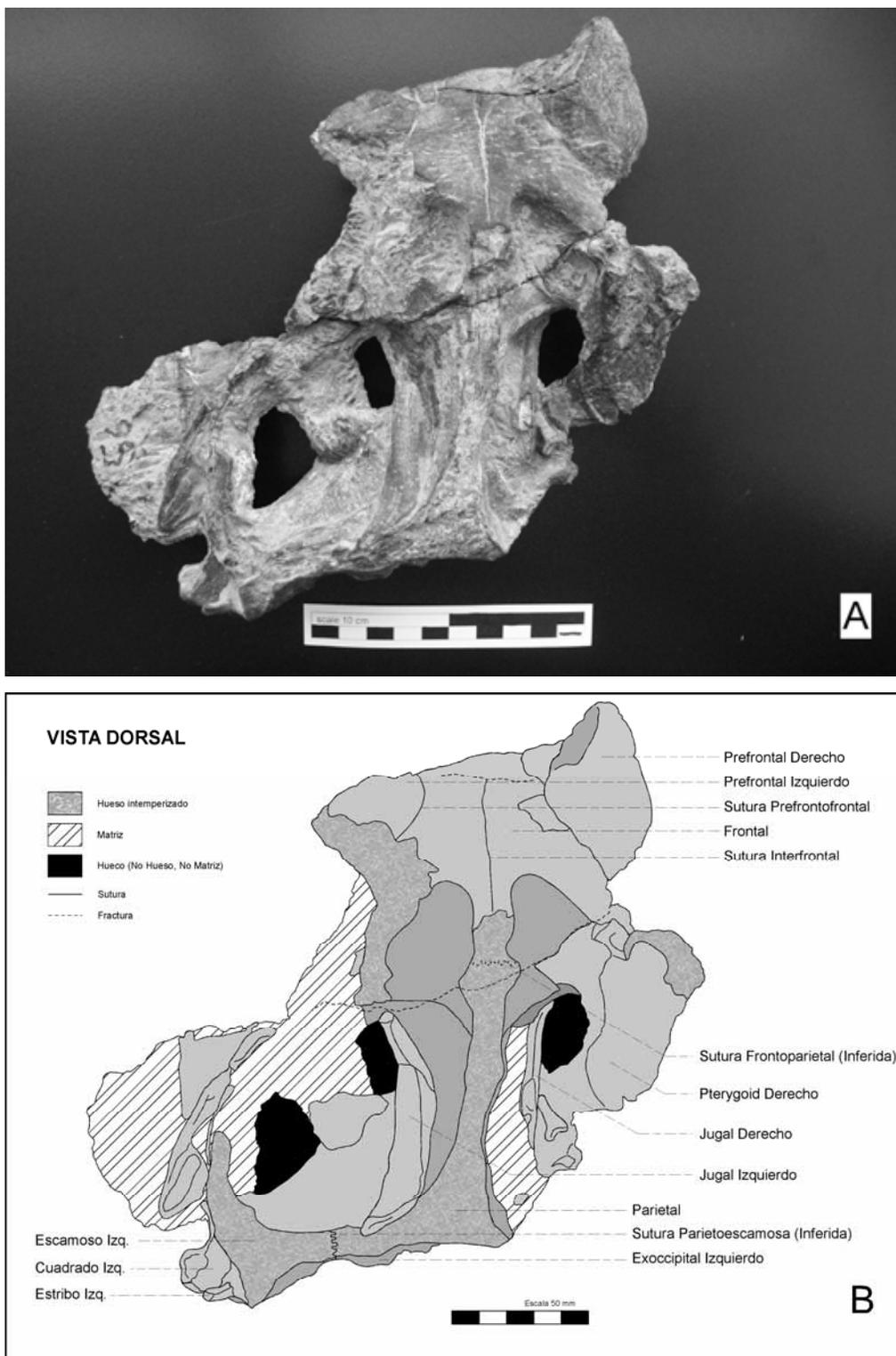


Fig. 25: Espécimen CPC 277, (A) Fotografía del holotipo en vista dorsal y (B) Dibujo interpretativo en la misma vista.

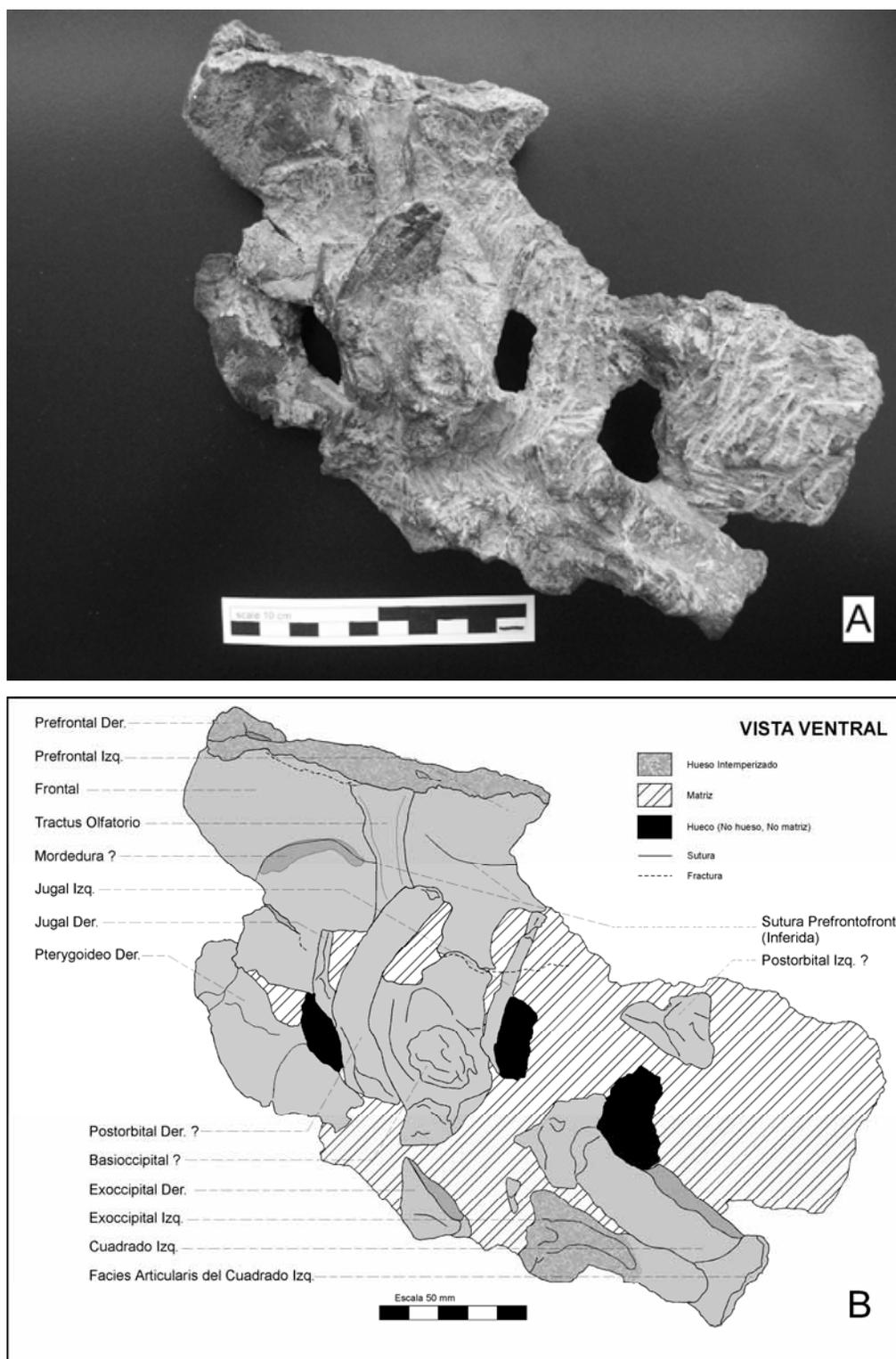


Fig. 26: Especimen CPC 277, (A) Fotografía del holotipo en vista ventral y (B) Dibujo interpretativo en la misma vista.

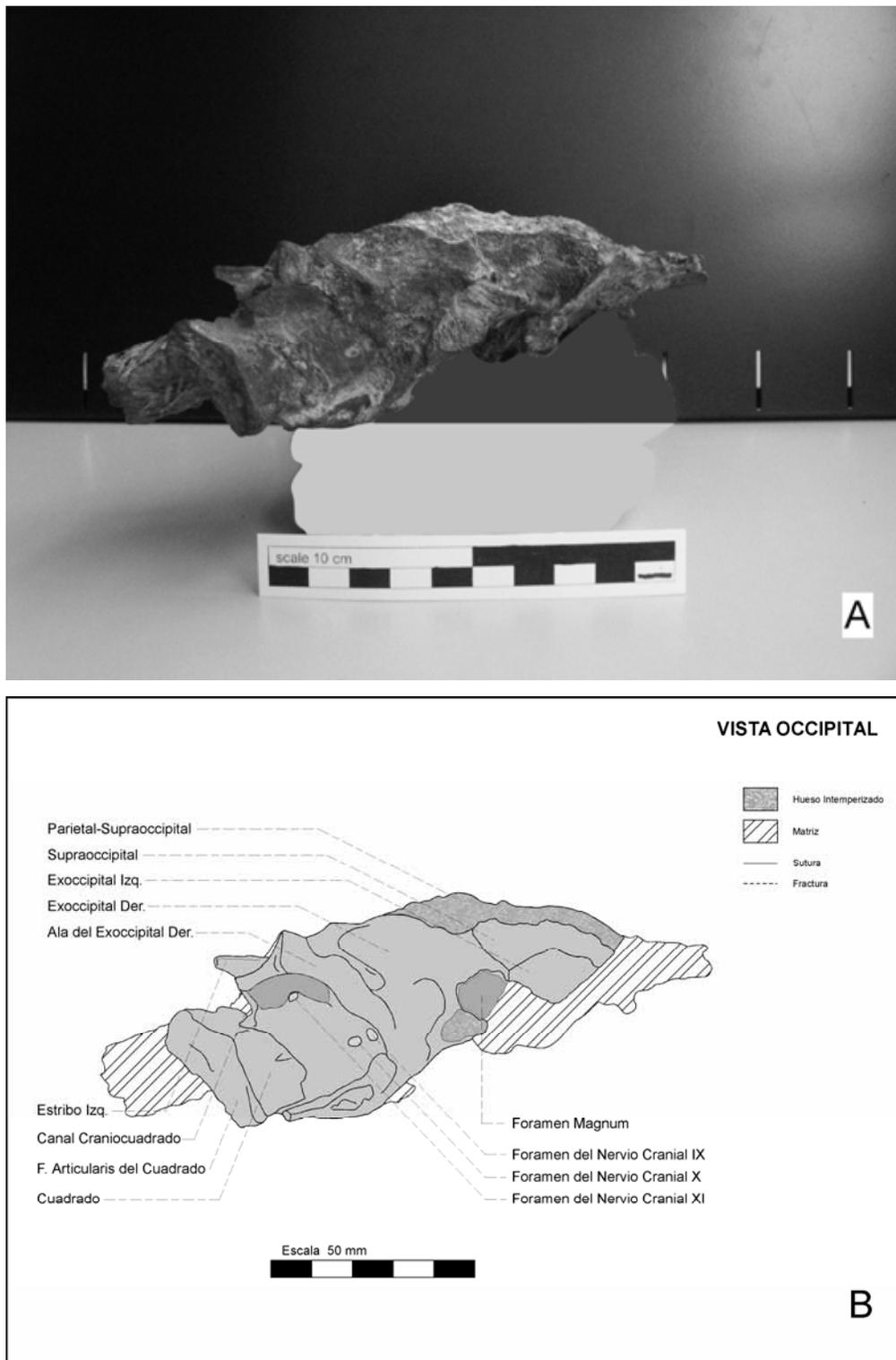


Fig. 27: Espécimen CPC 277, (A) Fotografía del holotipo en vista occipital y (B) Dibujo interpretativo en la misma vista.

5.2 ESPÉCIMEN UANL-FCT-R13

5.2.1 PRESERVACIÓN (Fig. 28A; Fig. 29A; Fig. 30A; y Fig. 31A)

El espécimen UANL-FCT-R13 está preservado en tres dimensiones y ha sido preparado con percutor. El espécimen consiste de un fragmento de rostro que comprende la porción caudal de la parte espleniana de la sínfisis mandibular a aproximadamente la porción caudomedial del dentario izquierdo. El espécimen está preservado con el relleno de la cavidad nasal alineado con los dientes maxilares y dentarios de ambos lados, los cuales están interdigitados. En aspecto lateral izquierdo el espécimen mide 192mm de largo comprendiendo el dentario izquierdo y la porción rostral del esplenio izquierdo. En aspecto lateral derecho el espécimen mide 110mm comprendiendo el dentario derecho y el término rostral del esplenio derecho. El relleno está preservado en la parte rostral del espécimen, y tiene una longitud de aproximadamente 100mm. Comienza alrededor de 25mm caudal a la fractura transversa rostral del espécimen, donde la sección expuesta muestra ambos dentarios. Entre la porción más rostral del espécimen y la porción más rostral del relleno, la pared interna del conducto nasal es visible. Las superficies externas de los huesos están ligeramente algo abrasionadas y disueltas. Como resultado, la compacta externa muestra una fina estriación que corre en dirección longitudinal.

En aspecto ventral, en la parte más rostral del espécimen, un fragmento de los dentarios y de la parte de la sínfisis espleniana está perdida. El fragmento perdido tiene contorno triangular, con aproximadamente 20mm de cada lado. No hay esponjosa expuesta. Caudal al término caudal de la sínfisis mandibular, el espacio espleniano está relleno con matriz. Algo de matriz es también parcialmente

observable en aspecto caudomedial llenando el espacio entre los esplenios, caudal a la sínfisis espleniana. En aspecto ventral, esponjosa queda expuesta en la porción media de los dentarios.

En aspecto lateral derecho, a medio camino caudalmente del dentario derecho preservado, una pieza de hueso sub-rectangular del dentario derecho está perdida. Esta pieza era el doble de alta que lo que era de ancha y con un espesor de aproximadamente 2mm. Siete dientes maxilares y seis dentarios se observan del lado derecho del espécimen. Las coronas de los dientes maxilares son aproximadamente 5mm más prominentes lateralmente que aquellas de los dentarios. Entre los dientes maxilares y dentarios se observa algo de matriz. Continuando caudalmente, en aspecto lateral derecho, una sección diagonal del espécimen se aprecia debido al fracturamiento. La superficie de la fractura es casi plana y corre en dirección laterocaudal izquierda. Esta fractura corre aproximadamente 70mm caudal a la sínfisis espleniana y corta a través de la cara medial del dentario izquierdo y la porción rostral del esplenio izquierdo. Caudal a esta fractura, la cara medial del dentario izquierdo y la sección medial de esplenio derecho se pueden observar. Esta superficie, así como la cara caudomedial del espécimen están cubiertas con resina que fue aplicada durante la preparación con objeto de estabilizar el espécimen.

En aspecto lateral izquierdo, once dientes maxilares y diez dentarios son visibles en el lado izquierdo del espécimen. Al igual que del lado derecho, las coronas de los dientes maxilares son aproximadamente 5mm más prominentes que las de los dentarios. Algo de matriz se observa entre los dientes dentarios y maxilares. En la mitad caudal del espécimen, en aspecto lateral izquierdo, hay dos fracturas que cortan a través de la cara dorsal del dentario izquierdo entre el octavo y noveno diente maxilar y dentario preservado. El diente maxilar más caudal preservado está desplazado laterorostralmente de su alveolo, con el ápice apuntando rostroventralmente. También en aspecto lateral izquierdo, en la mitad

dorsocaudal del espécimen, un fragmento de la maxilla izquierda está preservado. El fragmento maxilar izquierdo yace en posición natural nivelado con las raíces maxilares en esta porción del espécimen. El fragmento del maxilar izquierdo, junto con el dentario y el esplenio izquierdo, forman la extensión más caudal del espécimen a como se encuentra preservado. Caudal y dorsalmente la maxilla izquierda está terminada por un par de fracturas. Como resultado de las fracturas transversales y casi horizontales, las raíces de los dientes maxilares están expuestas. Las raíces de los dientes de ambas maxilas son visibles en aspecto dorsal así como las cavidades de la pulpa.

5.2.2 DESCRIPCIÓN (Fig. 28B; Fig. 29B; Fig. 30B; y Fig. 31B)

5.2.2.1 Maxila

Solamente 65mm de la porción externa de la maxilla izquierda, al nivel de las raíces dentarias está preservada, así como una porción cuadrada de 25mm de lado de la pared ventral interna de las maxilas en la porción más rostral del espécimen. La cara lateral de la porción preservada de la maxilla es verticalmente convexa. La superficie externa está diluida y abrasionada de modo que la textura original de la compacta no es observable. Rostral a la sección preservada de la maxilla izquierda, se observan fragmentos de este hueso entre los dientes maxilares. Estos fragmentos están tan fuertemente abrasionados que no se puede observar detalle alguno. Esto ocurre también en la maxilla derecha.

En la porción más rostral del espécimen, una porción de la pared ventral interna del conducto nasal está expuesta en vista dorsal. La superficie dorsal es de contorno cuadrático y tiene pequeños poros que están aleatoriamente distribuidos sobre esta. Lateralmente, visto en

aspecto rostral, la cara ventral de la superficie interna de las maxilas se levanta lateralmente describiendo una suave curva hasta que alcanza el nivel de las raíces de los dientes. Visto en la sección rostral transversa, el espesor de la pared ventral de las maxilas es de aproximadamente 1mm. A lo largo del plano medio de la pared ventral de las maxilas corre una ranura longitudinal. También es visible en sección transversa una leve cresta a lo largo del plano medio, la cual protuye hacia dentro de la cavidad bucal centralmente por poco menos de 1mm. Esta cresta marca la línea de la parte ventral de la sutura maxilomaxilar en aspecto palatal. Lateralmente, un par de ranuras longitudinales se extienden entre la cresta medial formada por la sutura maxilomaxilar ventral y los dientes maxilares.

En aspecto caudal las maxilas tienen un espesor de 5mm, lo que se observa en los tres cuartos ventrales de la sección transversa. La superficie de la sutura maxilomaxilar está marcada por una ranura longitudinal medial, la cual es más amplia que en la porción rostral. Lo previamente descrito se observa en aspecto caudal.

5.2.2.2 Dentario

Las porciones medias rostrales de ambos dentarios están preservadas. El fragmento del dentario izquierdo tiene 190mm de longitud, mientras que el derecho mide 115mm. Ambos dentarios están terminados rostral y caudalmente por fracturas transversas, las cuales exponen secciones de estos huesos. Los dentarios son delgados, el izquierdo es alrededor de veinte veces más largo que ancho y el izquierdo alrededor de diez veces más largo que ancho. Los dentarios tienen una sección oval, al menos el doble de largo que de ancho con el eje mayor orientado dorsomedialmente. La superficie de la compacta está perdida debido a la abrasión y en algunos lugares la esponjosa queda expuesta. La cara

lateral de los dentarios es convexa en su porción dorsal y cambia a vertical y casi plana en la porción caudal preservada. Esto es más fácil de apreciar en el fragmento del dentario izquierdo, el cual es el más largo preservado. A lo largo de la cara lateral de ambos dentarios un par de ranuras longitudinales elongadas y abiertas lateralmente son visibles. En el dentario izquierdo, las ranuras están interrumpidas por 15mm, caudal al nivel de la terminación caudal de la sínfisis espleniana. En el dentario derecho una pieza de hueso está perdida al nivel de esta interrupción de la ranura en el dentario izquierdo. Por lo mismo, la existencia de la misma interrupción entre las ranuras laterales en los dentarios no puede ser confirmada en el derecho. Las ranuras alcanzan una profundidad de casi 2mm en la porción caudal del dentario izquierdo. En aspecto rostral se puede apreciar que los dentarios dejan un hueco, el cual corresponde a la cavidad bucal. Este hueco tiene el contorno en forma de un trapecio invertido. El hueco mide 13mm en la base, 20mm en la cima y 10mm de alto en sección rostral transversa. En aspecto rostral la parte dentaria de la sínfisis esta aserrada. La sínfisis de los dentarios forma una fina cresta que se extiende aproximadamente 2mm dentro de la cavidad bucal. La superficie dorsal de los dentarios es plana donde los dientes están insertados. En el dentario izquierdo hay once dientes en posición natural mientras que en el derecho hay seis, más la mitad de un alveolo en la fractura transversa caudal. El espacio interalveolar es constante a aproximadamente 10mm en ambos dentarios. Los alvéolos están ligeramente comprimidos labiolingualmente. La sutura espleniodentaria sólo es evidente en aspecto ventral, es lisa y ligeramente cóncava lateralmente. Tiene 125mm de largo desde la sección transversa rostral hasta la unión esplenioangulodentaria. Caudalmente a esta unión, la sutura angulodentaria es visible, la cual es recta y ligeramente cóncava lateralmente con 80mm de largo.

5.2.2.3 Esplenio

La porción más rostral de ambos esplenios está preservada. En aspecto ventral, el fragmento del esplenio tiene aproximadamente 180mm de largo mientras que el derecho mide aproximadamente 115mm. Ambos fragmentos de los esplenios comprenden aproximadamente la mitad rostral de estos huesos. Son largos, delgados y al menos diez veces más largos que anchos y están comprimidos lateromedialmente. La superficie de la compacta esta diluida y abrasionada por lo que no se puede observar superficie original alguna. A lo largo de la parte esplenial de la sínfisis hasta aproximadamente 40mm caudal a esta, la cara ventral de los esplenianos es cóncava en dirección medioventral. Continuando caudalmente, la cara ventral de los esplenios se vuelve gradualmente plana. La porción caudal preservada de los esplenios tiene 10mm de ancho y se reduce gradualmente en dirección rostral a menos de 1mm en la parte espleniana de la sínfisis mandibular. Las suturas espleniodentarias y esplenioangulares son sólo evidentes en aspecto ventral. La sutura espleniodentaria es ligeramente cóncava lateralmente. La parte esplenial de la sínfisis es recta y lisa. Su longitud ventral es de al menos 50mm. La sutura esplenioangular es lisa y ligeramente cóncava lateralmente. La unión esplenioangulodentaria yace a 65mm caudal a la sínfisis espleniana. En la cara medial de la rama mandibular izquierda la sutura esplenioangulodentaria está obscurecida por resina. Desde ahí, la superficie de la parte caudal de la sutura parece ser cóncava laterodorsalmente. Continuando rostralmente, esta sutura está completamente cubierta por resina.

5.2.2.4 Angular

Aproximadamente la octava parte rostral del angular izquierdo está preservada. Como se puede apreciar en aspecto ventral, la porción del angular izquierdo es una lengua delgada de aproximadamente 75mm de largo. En aspecto ventral el angular se reduce de 7mm de ancho en la porción caudal a menos de 1mm rostralmente en la unión esplenioangulodentaria. La cara ventral de este hueso es ligeramente convexa. La superficie ventral del angular yace nivelada con las superficies ventrales del esplenio y del dentario izquierdo en la porción caudal del espécimen. Rostralmente, la superficie ventral del angular se curva gradualmente. Como consecuencia de esto, la mitad rostral del fragmento preservado del angular forma una depresión en la superficie ventral de la rama mandibular izquierda. Las suturas esplenioangular y angulodentaria son lisas y ligeramente cóncavas lateralmente. En la sección caudal, la sutura angulodentaria no es claramente visible. Sin embargo, siguiendo su trazo desde la superficie ventral es probable que esta sea ventromedialmente cóncava. Por lo tanto, el angular en la porción más caudal debe ser ovoide en sección transversa con el eje mayor orientado mediorostralmente. Como se puede apreciar en la sección transversa caudal, el angular contiene unas foramina con contorno oval cuyo eje mayor en posición horizontal y que presentan una prolongación ventral del contorno en la porción media. La posición de las foramina es en la porción rostromedial de la porción oval más rostral del angular. Las foramina están parcialmente rellenas por cristales de calcita. La cara medial de la rama mandibular izquierda esta obscurecida por resina por lo que el angular no es visible en esta vista.

5.2.2.5 Dentición

Siete dientes maxilares y seis dentarios son visibles del lado derecho del espécimen. Del lado izquierdo, once dientes maxilares y diez dentarios están preservados. Los dientes maxilares son aproximadamente 5mm más prominentes lateralmente que los dentarios. Los dos dientes dentarios más rostrales están ligeramente orientados laterodorsalmente, el resto apuntan dorsalmente. A pesar que los dientes tanto maxilares como dentarios están en diferentes estados de preservación, en algunos casos hay enamela preservada. Las coronas de los dientes maxilares tienen en promedio 17mm de largo mientras que las dentarias alcanzan los 15mm. Las raíces de los dientes están curvadas caudalmente y ligeramente lingualmente. En sección horizontal transversa de algunos dientes maxilares, la cavidad de la pulpa es elíptica en la raíz así como en la base de la corona. Hacia el ápice la cavidad de la pulpa se vuelve circular. La cavidad de la pulpa en la porción apical de la corona está ubicada más rostralmente a lo largo del plano medial del diente. Las raíces y coronas de los dientes están ligeramente comprimidas labiolingualmente. La enamela está finamente estriada. Las estrías son costillas de longitud irregular, con una densidad de aproximadamente dos por milímetro sobre la cara lateral de los dientes. Algunas estrías alcanzan el ápice, el cual está ligeramente redondeado. La cara lingual de los dientes no es accesible.

5.2.2.6 Relleno de la cavidad nasal

Aproximadamente 100mm de un relleno de la cavidad nasal está preservado; el cual provee información acerca de la forma y estructuras internas del conducto nasal. Como se puede ver en la sección rostral, el relleno nasal es subcircular, ligeramente más alto que ancho con una superficie dorsal aplanada. Solamente los aspectos dorsal y lateral del

relleno nasal son visibles. El relleno nasal se reduce de 21mm de alto en la porción caudal a 17mm en la rostral. El relleno no llena completamente el conducto nasal, el cual aparentemente tiene un contorno cuadrado en sección transversa. El hueco entre el relleno nasal y la pared ventral del conducto nasal y la cara medial de la maxila a la altura de las raíces de los dientes esta relleno por una capa de sedimento, que mide entre 1 y 2mm de espesor. Este hueco muy probablemente refleja el espesor que ocupaba el revestimiento interno de la mucosa nasal. La superficie del relleno nasal está marcada por una fina estriación, la cual está más acentuada sobre la cara dorsal. A lo largo de la superficie dorsal del relleno hay una depresión longitudinal, la cual tiene aproximadamente 5mm de ancho y está situada ligeramente cargada al lado izquierdo del relleno. Dorsalmente, 28mm caudal a la fractura terminal rostral, una depresión circular es visible, esta es somera con 1mm de profundidad en su centro. A lo largo de las caras laterales, hay un par de crestas longitudinales ondulantes, las cuales son simétricas a ambos lados del relleno. Las líneas aparecen aproximadamente 3mm ventral al nivel de la superficie dorsal aplanada y cada par está separado por aproximadamente 3mm en la porción rostral y aproximadamente por 5mm en la porción caudal. Es probable que todas las estructuras de la superficie sobre el relleno representen impresiones de las estructuras de la mucosa, la cual indica la presencia de pliegues longitudinales, previamente desconocidos. Más aún, el relleno prueba que las partes blandas estaban aún viables, cuando el cadáver se depositó sobre el fondo marino y permaneció hasta que la consolidación del relleno del conducto nasal tomó lugar.

5.2.3 TAFONOMÍA

El espécimen UANL-FCT-R13 estaba preservado en una concreción calcáreo-fosforítica, la cual fue descubierta en un arroyo seco en las inmediaciones de Iturbide, Nuevo León. Desafortunadamente la información precisa sobre las condiciones del hallazgo se ha perdido.

Nada puede decirse acerca del estado de preservación primaria, la posición de empotrado o la causa de la muerte de UANL-FCT-R13. Sin embargo, el cráneo debió haber estado en completa articulación con las ramas mandibulares en oclusión previo a la fosilización. Es también probable que no haya habido transporte posterior o ataque por carroñeros después de la depositación. Durante la diagénesis temprana, la concreción calcárea-fosforítica precipitó al menos alrededor del cráneo en un fondo marino anóxico que prevaleció en los sedimentos de la Formación La Casita. La pérdida de las paredes dorsal y laterales de las maxilas ocurrió después de la destrucción de la concreción, como es indicado por el relleno con impresiones de mucosa. Sin embargo, la superficie del hueso muestra disolución química debida a un pH bajo. Obviamente, el hueso debió haber estado expuesto al agua por un tiempo previo a su enterramiento final. Esto está corroborado por la pobre preservación de la enamela de los dientes. La pérdida de la porción premaxilar del rostro así como la falta de la porción caudal del cráneo pueden ser resultado de la precipitación parcial de varias concreciones, al menos, a lo largo del cráneo. Cuando el cráneo se erosionó, el resto de la porción caudal probablemente se perdió. Si el espécimen estaba empotrado en una sola concreción grande, pudo haber sido fracturada durante la deformación tectónica del anticlinal en el “Cerro Pelón”, donde el espécimen ha sido encontrado. Sin embargo, no hay evidencia de más restos de UANL-FCT-R13 en algún otro fragmento de concreción.

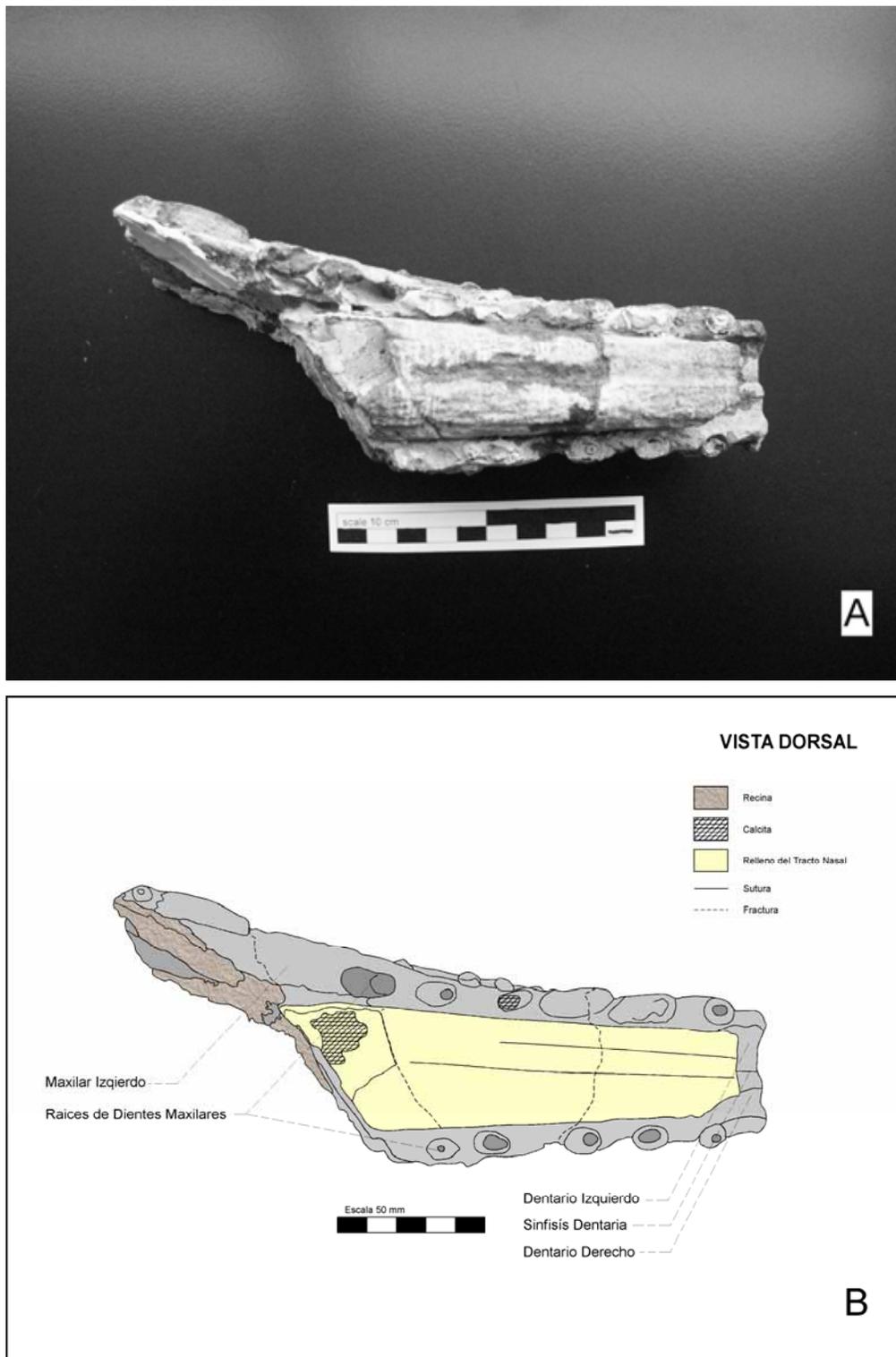


Fig. 28: Espécimen UANL-FCT-R13, (A) Fotografía del holotipo en vista dorsal y (B) Dibujo interpretativo en la misma vista.

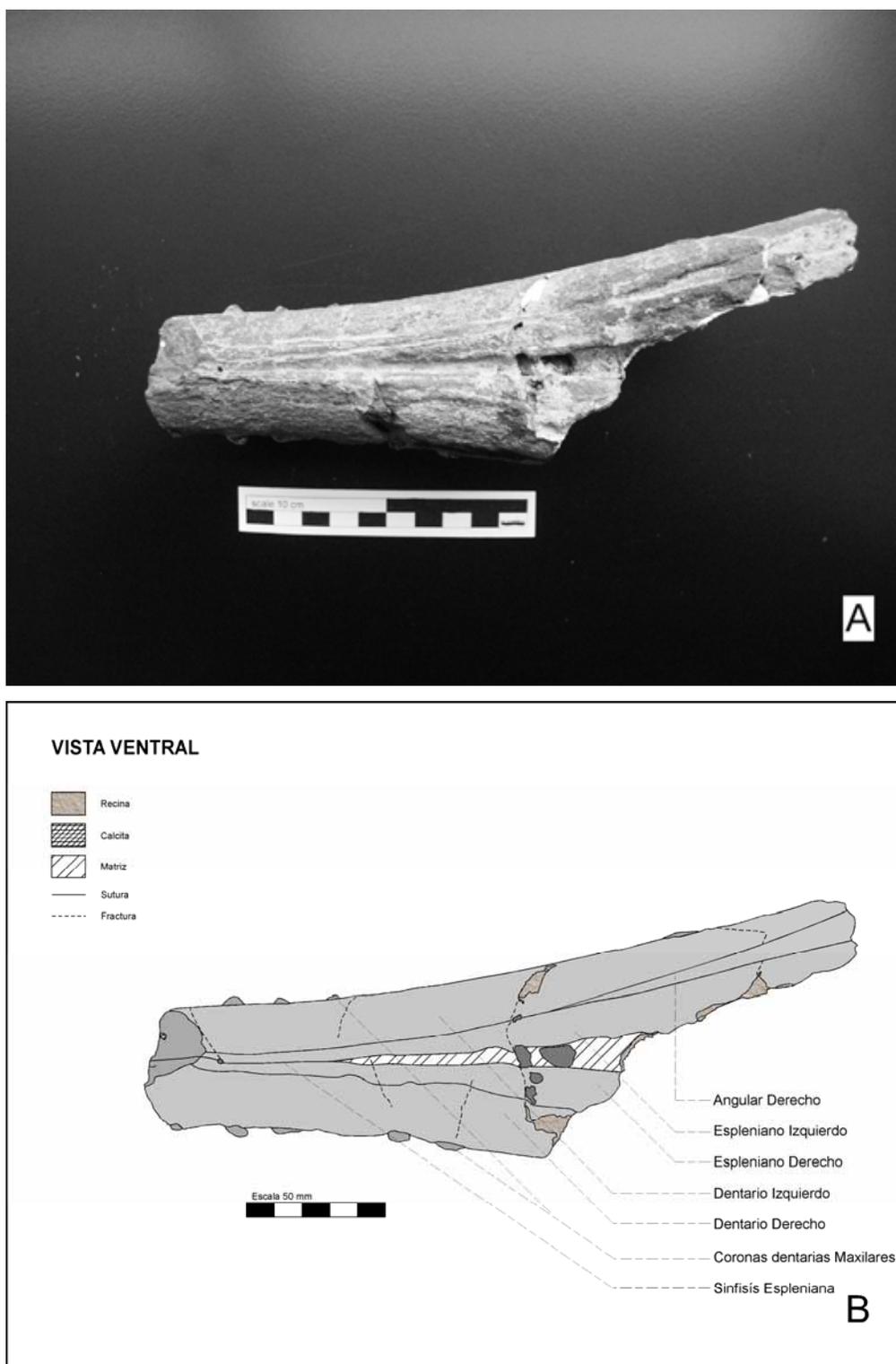


Fig. 29: Especimen UANL-FCT-R13, (A) Fotografía del holotipo en vista ventral y (B) Dibujo interpretativo en la misma vista.

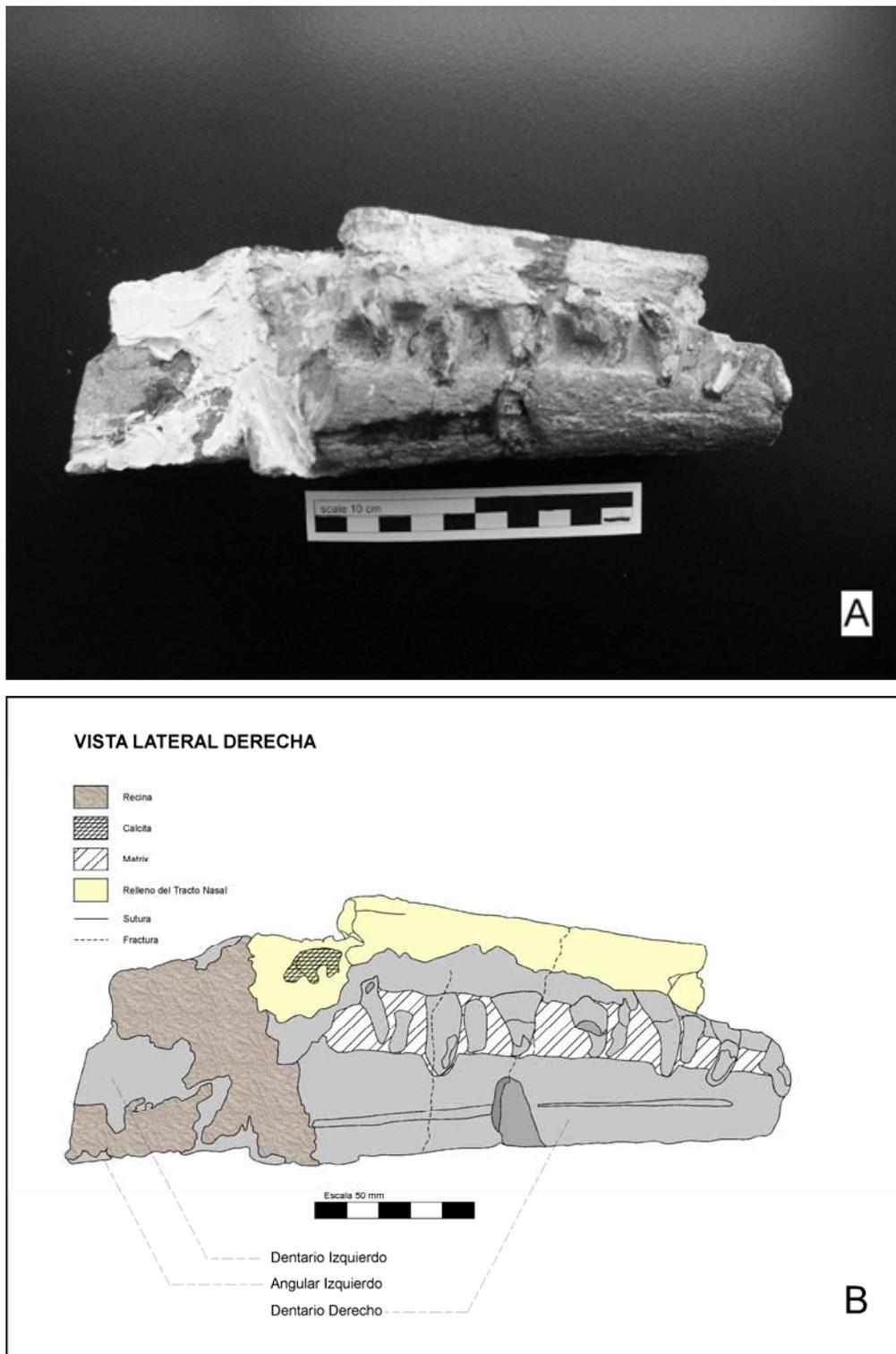


Fig. 30: Especimen UANL-FCT-R13, (A) Fotografía del holotipo en vista lateral derecha y (B) Dibujo interpretativo en la misma vista.

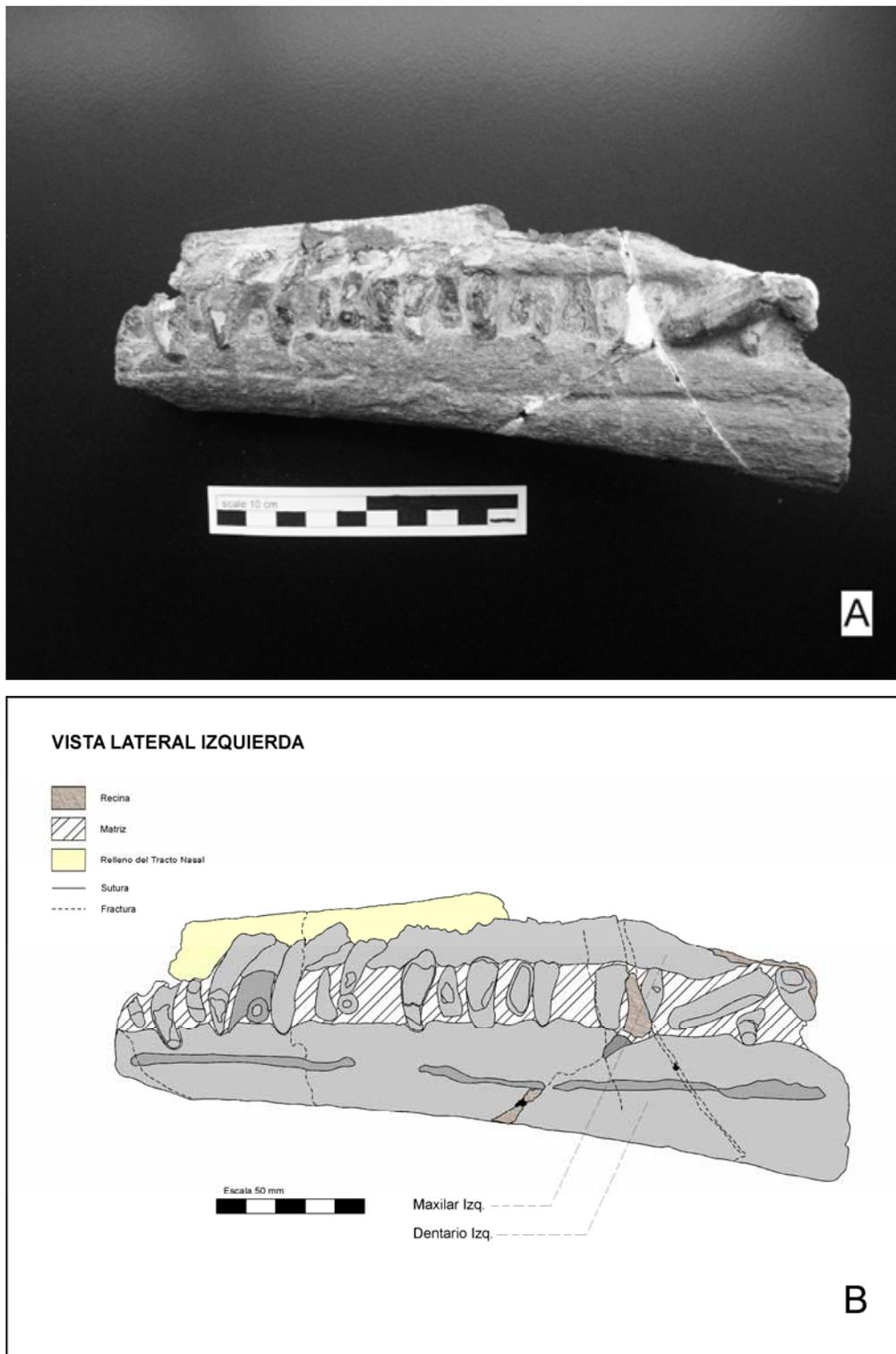


Fig. 31: Especímen UANL-FCT-R13, (A) Fotografía del holotipo en vista lateral izquierda y (B) Dibujo interpretativo en la misma vista.

CAPÍTULO VI

6 PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

6.1 ESPECIMEN CPC 277

Crocodylomorpha BENTON & CLARK, 1988

Crocodyliformes BENTON & CLARK, 1988

Thalattosuchia FRAAS, 1901

Metriorhynchoidea FITZINGER, 1843

Metriorhynchidae FITZINGER, 1843

Metriorhynchinae FITZINGER, 1843

Metriorhynchidea FITZINGER, 1843

Geosaurus CUVIER, 1824

6.1.1.1 Holotipo

Cráneo parcial CPC 277, resguardado en la colección del Museo del Desierto, Saltillo, Coahuila, México.

6.1.1.2 Stratum typicum

Formación La Casita, Jurásico Tardío (Tithoniano Temprano-Medio), en la Sierra “El Jabalí”, aproximadamente a 6km al ESE de Gómez Farias, Coahuila, México.

6.1.1.3 Derivatio nominis

Geosaurus: del Latín, reptil de la tierra.

6.1.2 TAXONOMÍA

El espécimen es referido a los Metriorhynchoidea de acuerdo a las siguientes características diagnósticas (VIGNAUD, 1995):

- a) Ventanas supratemporales grandes y sub-cuadradas (comparadas con las ventanas infratemporales)
- b) Angulo posterior marcado de la ventana supratemporal
- c) Cresta frontoparietal estrecha

El espécimen es referido al género *Geosaurus* debido a las siguientes características mencionadas por VIGNAUD (1995) y FREY *et al.* (2002):

- a) El proceso postorbital del frontal forma un ángulo de 45° con la cresta parietal.
- b) Superficies externas de los huesos craneales casi sin ornamentación
- c) Prefrontales redondeados
- d) Arco temporal superior más bajo que la cresta frontoparietal

6.1.3 PALEONTOLOGÍA COMPARATIVA

Seis especies de *Geosaurus* son reconocidas como válidas, de las cuales dos provienen de Norteamérica y una de Sudamérica. El espécimen CPC 277 difiere de *G. saltillense* BUCHY *et al.*, 2006 en la forma de las fosas supratemporales. En *G. saltillense* BUCHY *et al.*, 2006 son al menos tres veces más largas que anchas y delgadas en proporciones comparadas a aquellas de CPC 277. En CPC 277 las fosas supratemporales son alrededor de dos veces más largas que anchas. Además de esto, en CPC 277 todos los huesos craneales son más anchos y gruesos con respecto al tamaño de los huesos del cráneo de *G. saltillense* BUCHY *et al.*, 2006. CPC 277 difiere

de *G. vignaudi* FREY *et al.*, 2002 en el tamaño del frontal, el cual en el último es 20 por ciento más pequeño. También, el receso entre el proceso postorbital y parietal del escamoso es más abierto con 90° en *G. vignaudi* FREY *et al.*, 2002 comparado con 75° en CPC 277.

G. giganteus SOEMMERING, 1816 es solamente conocido por un cráneo masivo y fragmentario en el cual el espacio interorbital está al nivel de la cresta frontoparietal. En CPC 277 la cresta frontoparietal excede el nivel del espacio interorbital. CPC 277 difiere de *G. suevicus* FRAAS, 1902 el cual tiene un frontal más pequeño así como sus procesos postorbitales menos prolongados caudalmente, los cuales son la mitad en longitud comparados al proceso parietal, mientras en CPC 277 todos los procesos caudales del frontal son aproximadamente de la misma extensión. El espécimen también difiere en la amplitud del receso entre el proceso postorbital y parietal del frontal. Este receso es de aproximadamente 70° en *G. suevicus* FRAAS, 1902, mientras que en CPC 277 es de 48°. El mismo caso ocurre para *G. gracilis* MEYER, 1830 cuyo receso forma un ángulo recto y en *G. araucanensis* GASPARINI & DELLAPÉ, 1976 este mismo receso es de aproximadamente 55°.

CPC 277 es referido a un espécimen juvenil debido a la presencia de una sutura interfrontal. Por lo tanto, no puede representar una forma adulta de *G. vignaudi* FREY *et al.*, 2002, *G. gracilis* MEYER, 1830, *G. suevicus* FRAAS, 1902 o *G. araucanensis* GASPARINI & DELLAPÉ, 1976 (c.f. VIGNAUD 1995).

Una reconstrucción tentativa del cráneo del holotipo de CPC 277 es presentada en la Fig. 32.

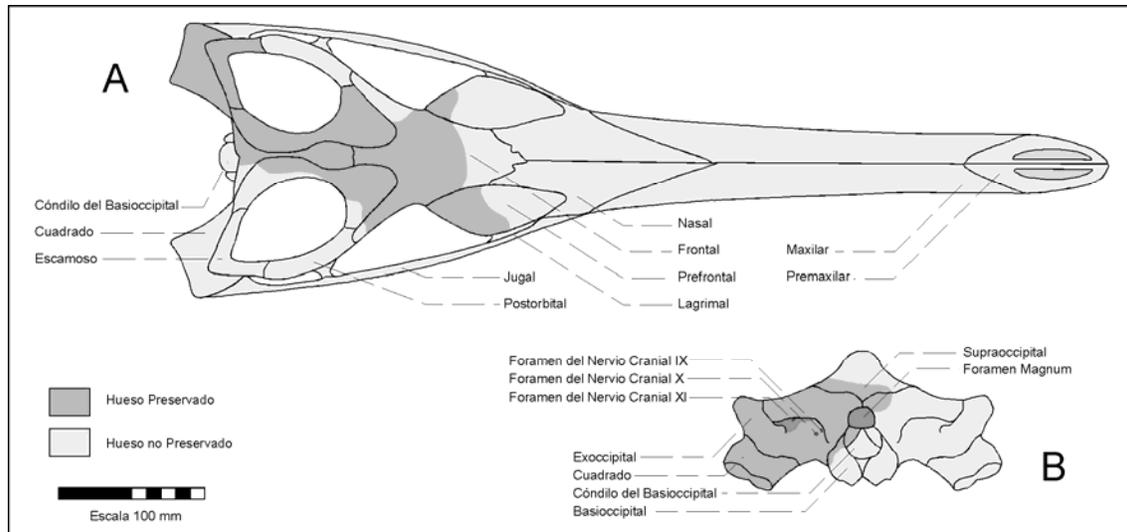


Fig. 32: Reconstrucción tentativa del cráneo de CPC 277 en (A) vista dorsal y (B) vista occipital. *Geosaurus* sp. aff. *G. vignaudi* FREY et al., 2002.

6.2 ESPECIMEN UANL-FCT-R13

Crocodylomorpha BENTON & CLARK, 1988
 Crocodyliformes BENTON & CLARK, 1988
 Thalattosuchia FRAAS, 1901
 Metriorhynchoidea FITZINGER, 1843
 Metriorhynchidae FITZINGER, 1843
 Metriorhynchinae FITZINGER, 1843
 Metriorhynchoidea FITZINGER, 1843
Metriorhynchus MEYER, 1830

6.2.1.1 Holotipo

Rostrum parcial, UANL-FCT-R13, hospedado en la FCT, UANL, Linares, Nuevo León, México.

6.2.1.2 Stratum typicum

Formación La Casita, Jurásico Tardío (Kimmeridgiano), en el “Cerro Pelón”, Sierra La Muralla, Iturbide, Nuevo León, México.

6.2.1.3 Derivatio nominis

Metriorhynchus: del griego, hocico largo.

6.2.2 TAXONOMÍA

El espécimen es referido al los Metriorhynchinae de acuerdo a las siguientes características diagnósticas (VIGNAUD, 1995):

- a) Ranuras longitudinales en la porción palatinal del maxilar
- b) Ligera dentición anisodonta

El espécimen es referido al género *Metriorhynchus* debido a las siguientes características mencionadas por VIGNAUD (1995):

- a) Dientes labiolingualmente comprimidos
- b) Ornamentación reducida en la porción apical de la corona dental
- c) Dientes curvados caudalmente

6.2.3 PALEONTOLOGÍA COMPARATIVA

Nueve especies de *Metriorhynchus* son validas actualmente, de las cuales tres son de Sudamérica. De acuerdo a VIGNAUD (1995) *M. geoffroyi* MEYER, 1832 tiene una sínfisis mandibular más corta que la que probablemente tenía UANL-FCT-R13. Esto es basado en la forma general del espécimen el cual morfológicamente (forma y proporciones de los dentarios y el número dientes y/o alvéolos) apunta a un espécimen más longuirrostrino. Adicionalmente la cara palatinal maxilar de UANL-FCT-R13 es casi llana y no cóncava como aquella de *M. geoffroyi* y su fórmula dentaria maxilar contiene 11 dientes preservados en posición a diferencia

de sólo 8 en *M. geoffroyi* MEYER, 1832. De acuerdo con VIGNAUD (1995) *M. brachyrhynchus* DESLONGCHAMPS, 1868 tiene una sínfisis mandibular más corta que UANL-FCT-R13, así como los dientes de *M. brachyrhynchus* DESLONGCHAMPS, 1868 carecen de estrías y tienen siempre un ápice puntiagudo. Además, los dientes de *M. brachyrhynchus* DESLONGCHAMPS, 1868 no están curvados caudalmente.

UANL-FCT-R13 difiere de *M. leedsi* ANDREWS, 1913, en el número de dientes, el cual es 36-38 en la maxilla y 30-37 en el dentario y por lo tanto el doble que en el nuevo espécimen (c.f. VIGNAUD, 1995). Sin embargo, la corona dental baja de los dientes dentarios de *M. leedsi* ANDREWS, 1913 y su ligera compresión labiolingual es parecido a la de UANL-FCT-R13. *M. palpebrosus* PHILLIPS, 1871 difiere en la longitud del rostrum el cual es “muy longuirrostrino” y por lo tanto excede la longitud que UANL-FCT-R13 (VIGNAUD, 1995) ciertamente hubiera alcanzado. Además de esto, los alvéolos de *M. palpebrosus* son circulares mientras que los de UANL-FCT-R13 son ovalados. De acuerdo a VIGNAUD (1995) *M. acutus* LENNIER, 1887 tiene un conducto nasal ovalado en contorno mientras que en UANL-FCT-R13 es casi cuadrangular. Esta forma del conducto nasal en UANL-FCT-R13 puede ser reconstruida debido a que las paredes internas laterales sugieren que eran rectas, como es sugerido por la forma plana de la superficie dorsal del relleno nasal.

En *M. casamiquelai* GASPARINI & CHONG, 1977 la forma y la longitud del rostro parece ser más corta y ancha que en UANL-FCT-R13, inclusive cuando la sínfisis mandibular parece ser de la misma extensión. Adicionalmente, el conducto nasal está claramente dividido por un septo medial en *M. casamiquelai* GASPARINI & CHONG, 1977 (GASPARINI, 1980), lo cual no es el caso de UANL-FCT-R13. *M. potens* RUSCONI, 1948 difiere de UANL-FCT-R13 por un rostrum aparentemente más largo, pero ambos especímenes coinciden en la morfología de los dientes. El holotipo de *M. westermanni* GASPARINI, 1980 no puede ser diferenciado de UANL-FCT-R13 debido a que carece de rostrum. Sin embargo, la porción más rostral de *M.*

westermanni GASPARINI, 1980 al igual que UANL-FCT-R13 carece de un septo nasal (c.f. GASPARINI, 1980; VIGNAUD, 1995).

M. hastifer DESLONGCHAMPS, 1868 difiere de UANL-FCT-R13 en el cráneo corto, lo cual es proporcionado de la reconstrucción del cráneo de UANL-FCT-R13. Sin embargo, es evidente que los márgenes laterales de las maxilas son paralelos en *M. hastifer*, y los alvéolos son de un diámetro igual y estrechamente espaciados entre ellos como en UANL-FCT-R13. Aún más, el número de dientes maxilares (22-23) en *M. hastifer* DESLONGCHAMPS, 1868 es parecido a aquel que UANL-FCT-R13 debió haber tenido.

UANL-FCT-R13 difiere de *M. superciliosus* BLAINVILLE, 1853 en tener alvéolos más grandes y circulares con respecto a aquellos de UANL-FCT-R13 (VELASCO-SEGURA, 2006 observación personal).

Permanece incierta la identificación de la edad del individuo UANL-FCT-R13. De acuerdo a VIGNAUD (1997) el espécimen UANL-FCT-R13 pertenece al morfotipo dental 1 con dientes cortos recurvados, los cuales están ornamentados con “costillas irregulares”. En este morfotipo dental la carena está presente solamente en los dientes de remplazamiento. Siguiendo a este autor el espécimen podría ser referido a un individuo juvenil.

Una reconstrucción tentativa del cráneo del holotipo de CPC 277 es presentada en la Fig. 33.

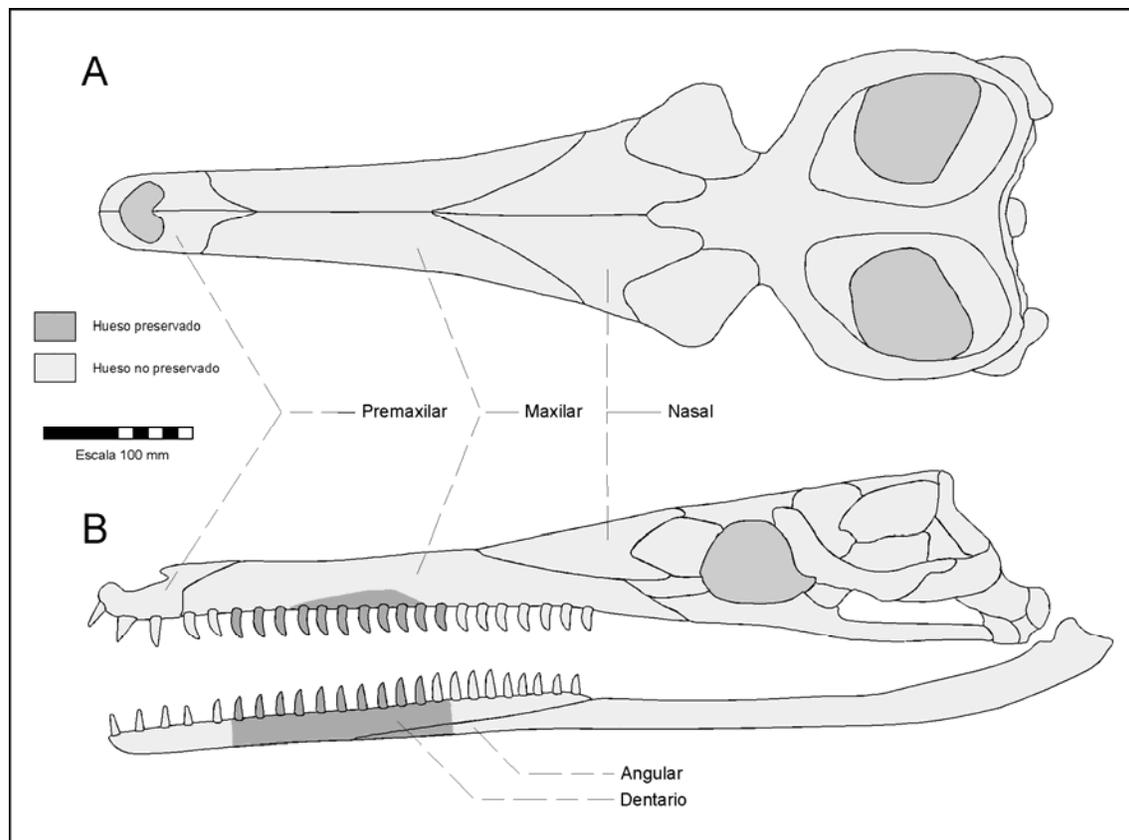


Fig. 33: Reconstrucción tentativa del cráneo de UANL-FCT-R13 en (A) vista dorsal y (B) vista lateral izquierda. *Metriorhynchus* sp. aff. *M. casamiquelai* GASPARINI & CHONG, 1977.

CAPÍTULO VII

7 CONCLUSIONES SOBRE LA PALEOGEOGRAFÍA DE LOS METRIORHYNCHIDOS

Dentro de los Thalattosuchia, solamente especímenes de Metriorhynchini de la familia Metriorhynchidae están reportados fuera del archipiélago Europeo. Hasta ahora tres especies de *Metriorhynchus* (*M. potens* RUSCONI, 1948; *M. casamiquelai* GASPARINI & CHONG, 1977; y *M. westermanni* GASPARINI, 1980), tres de *Geosaurus* (*G. araucanensis* GASPARINI & DELLAPÉ, 1976, *G. vignaudi* FREY *et al.*, 2002; y *G. saltillense* BUCHY *et al.*, 2006) y una de *Dakosaurus* (*D. andeniensis*, VIGNAUD & GASPARINI, 1996) han sido descritas para el Jurásico Tardío del continente Americano.

Dentro de aquellos *Geosaurus* descritos para América, *G. vignaudi* FREY *et al.*, 2002 y *G. saltillense* BUCHY *et al.*, 2006 pertenecen al Tithoniano Medio y Temprano de México, mientras que *G. araucanensis* GASPARINI & DELLAPÉ, 1976 pertenece al Tithoniano Temprano o Medio de Argentina (Fig. 34) (GASPARINI & DELLAPÉ, 1976; VIGNAUD, 1995; FREY *et al.*, 2002; BUCHY *et al.*, 2006). El género *Metriorhynchus* está representado en Sudamérica por *M. casamiquelai* GASPARINI & CHONG, 1977 y *M. westermanni* GASPARINI, 1980 del Calloviano Medio de Chile; y por *M. potens* RUSCONI, 1948 del Tithoniano Tardío de Argentina (Fig. 35) (GASPARINI & CHONG, 1977; GASPARINI, 1980; VIGNAUD, 1995).

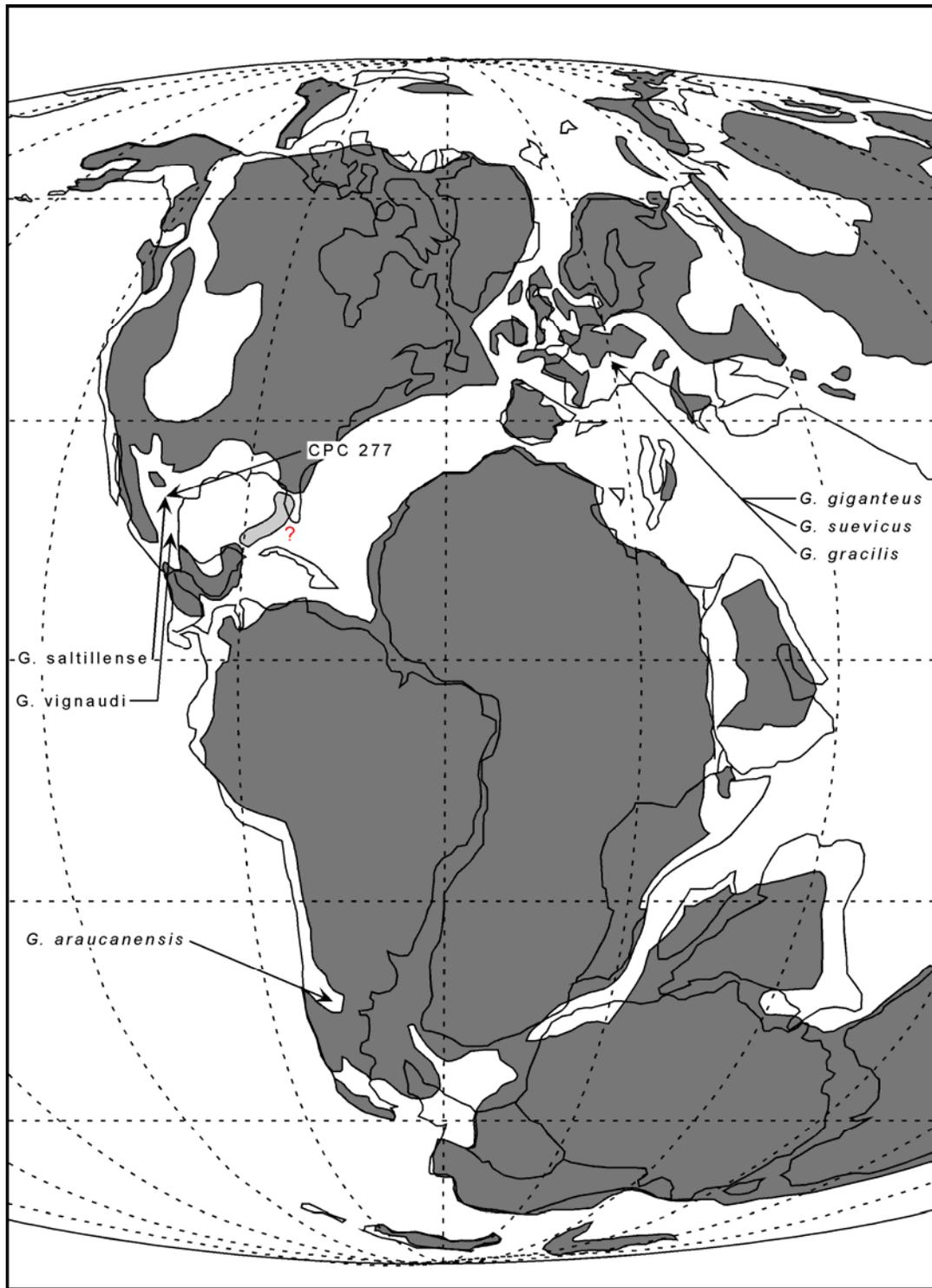


Fig. 34: Mapa paleogeográfico del Jurásico Tardío que muestra la distribución de los géneros válidos reportados de *Geosaurus* y el espécimen CPC 277. Las áreas gris oscuro representan las áreas emergidas y las gris claro, la localización y probable extensión de la plataforma de las Bahamas (Bloque de Florida o cresta de Florida-Yucatán) (GASPARINI & ITURRALDE-VINENT, 2006; PINDELL, 1985; SALVADOR, 1991). Modificado de SMITH *et al.*, 1994.

La dispersión de la fauna de vertebrados marinos se ha dicho que tomó lugar a través del Corredor del Caribe (o Corredor Hispánico según SMITH, 1983) que conectó la parte Occidental del Tethys con el Atlántico Central y la porción Oriental del Océano Pacífico (GASPARINI & ITURRALDE-VINENT, 2006). La distribución de los Thalattosuchia, especialmente de los Metriorhynchidae, debió haber tenido lugar poco antes o durante el Calloviano cuando especímenes del género *Metriorhynchus* habitaron el Sureste del Pacífico (Chile) hasta el Tithoniano Tardío de Argentina, de donde *M. potens* RUSCONI, 1948 es reportado (GASPARINI & CHONG, 1977; GASPARINI, 1980; VIGNAUD, 1995).

Del mismo modo, *Geosaurus* habitó América desde el Tithoniano Temprano y Medio de México (*G. saltillense* BUCHY *et al.*, 2006 y *G. vignaudi* FREY *et al.*, 2002) y durante el Tithoniano Temprano o Medio de Argentina (*G. araucanensis* GASPARINI & DELLAPÉ, 1976). Especímenes del género *Dakosaurus* son también conocidos para el Kimmeridgiano de México (BUCHY *et al.*, 2007, en prensa) y Tithoniano Temprano o Medio de Argentina (*D. andeniensis*, VIGNAUD & GASPARINI, 1996; GASPARINI *et al.*, 2006).

El Corredor del Caribe fue probablemente una conexión intermitente entre los dominios del Tethys (Tethyanas) y del Pacífico Oriental el cual, al menos desde el Bajociano, compartió asociaciones de amonitas (*Stephanoceras-Emileia*, Bajociano Temprano y la presencia de *Parkinsonia* del Bajociano más Tardío al Bathoniano Temprano; BARTOK *et al.*, 1985) y varios géneros de reptiles marinos como Ichthyosauria y Plesiosauria (VIGNAUD, 1995; GASPARINI & ITURRALDE-VINENT, 2006). Otro evento de conexión importante a través del Corredor del Caribe entre los dominios del Tethys y el Pacífico Oriental está reconocido para el Kimmeridgiano, cuando asociaciones de foraminíferos *Epistolina-Haplophragmoides*, "*Spirocyclus*" y *Lenticulina* sugieren una transición de condiciones Tethyanas a condiciones del Noreste de México (GORDON, 1970).

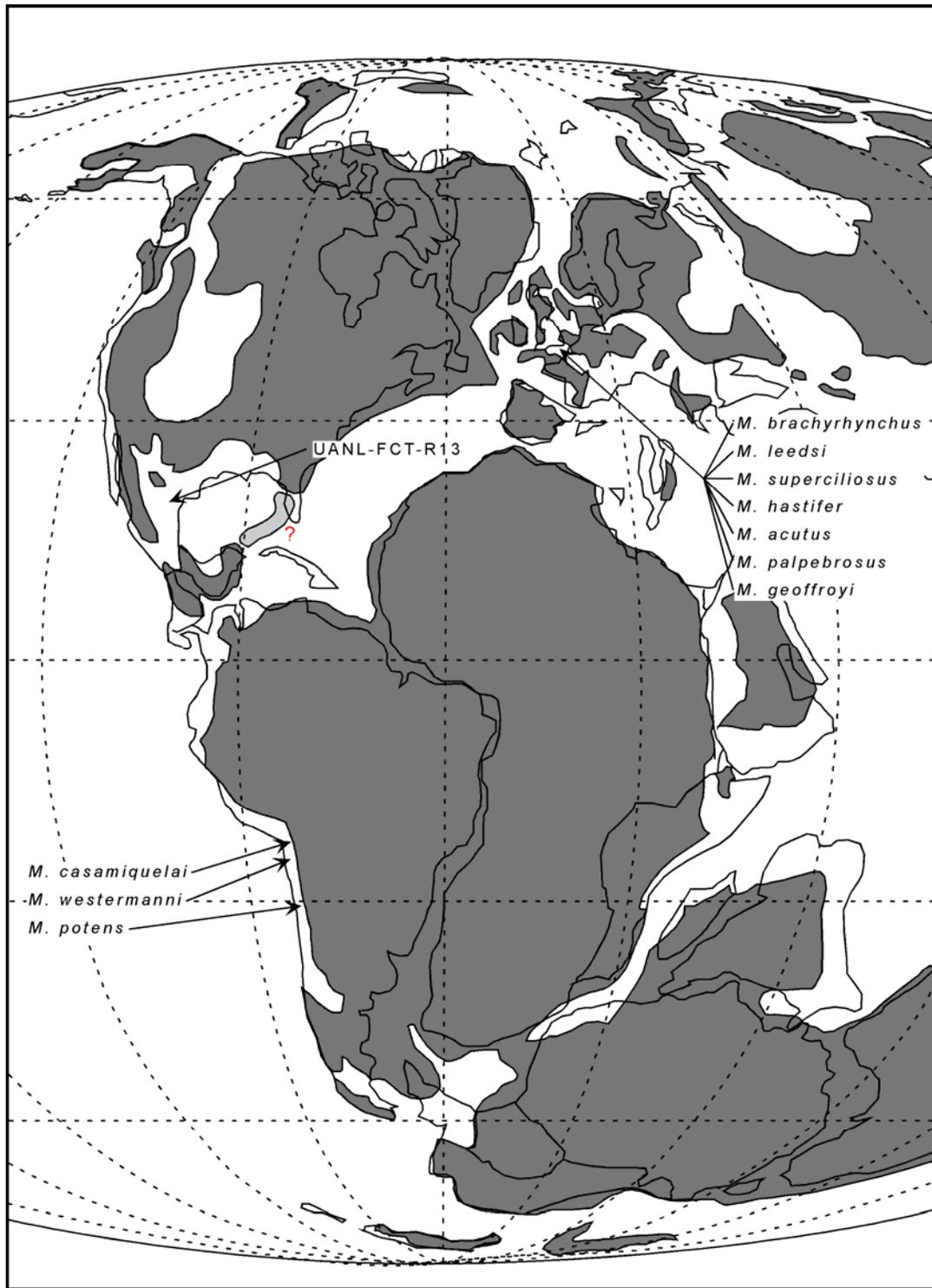


Fig. 35: Mapa paleogeográfico del Jurásico Tardío que muestra la distribución de los géneros válidos reportados de *Metriorhynchus* y el espécimen UANL-FCT-R13. Las áreas gris oscuro representan las áreas emergidas y las gris claro la localización y probable extensión de la plataforma de las Bahamas (Bloque de Florida o cresta de Florida-Yucatán) (GASPARINI & ITURRALDE-VINENT, 2006; PINDELL, 1985; SALVADOR, 1991). Modificado de SMITH *et al.*, 1994.

Los restos geológicamente más antiguos de *Thalattosuchia* del continente Americano están reportados para el Sinemuriano de Chile (GASPARINI *et al.*, 2000) y para el Aaleniano de Óregon en los E.U.A. (STRICKER & TAYLOR, 1989; VIGNAUD, 1995). Sin embargo estos restos son aun dudosos. El material de Chile consiste en cuatro metatarsus de un pes derecho preservado en articulación, el cual GASPARINI *et al.* (2000) refiere a los Teleosauridae debido a su posición estratigráfica. Desafortunadamente la metatarsalia no es diagnóstica. El otro espécimen viene del Aaleniano de E.U.A.; el cual de acuerdo a VIGNAUD (1995) es un organismo intermedio entre *Pelagosaurus* del Toarciano y los posteriores *Metriorhynchidae*. Estos restos más antiguos sugieren que la conexión entre el Pacífico Oriental de Norte y Sudamérica y el Tethys Oriental tuvo que haber estado abierta durante el Jurásico Temprano.

Especímenes del Jurásico Medio a Tardío de *Thalattosuchia* han sido reportados para el Bajociano de Chile (*Metriorhynchus sp.*, GASPARINI *et al.*, 2000), el Bathoniano de Argentina (*Metriorhynchus aff. M. brachyrhynchus*, DESLONGCHAMPS, 1867 en GASPARINI *et al.*, 2005) y el Oxfordiano de Cuba (GASPARINI & ITURRALDE-VINENT, 2006). Estos hallazgos de *Metriorhynchini* son fragmentarios y sugiere que estos animales debieron haber sido extremadamente raros comparados con los regímenes Europeos. Sin embargo, el hecho de que no son co-específicos, en casos inclusive siquiera similares a las formas Europeas indica una radiación independiente de los *Metriorhynchini* de América, probablemente sin posterior influencia del Tethys Oriental. Una conexión estable y probablemente prolongada, así como un intercambio faunístico a través del Corredor del Caribe desde el Jurásico Medio (Bajociano-Bathoniano), no es por tanto sugerido por los *Thalattosuchia*. Más probable es que la radiación de estos cocodrilos forzosamente marinos ocurrió en la unión entre los regímenes del Tethys y el Pacífico.

El Golfo de México estuvo parcialmente aislado del Tethys durante el Jurásico Tardío como lo sugiere ADATTE *et al.* (1992, 1994a, 1994b, 1996a,

1996b). Esta hipótesis está basada en el cambio de las condiciones marinas para el límite Jurásico-Cretácico del Noreste de México, comprendiendo eventos químicos, bióticos y sedimentológicos. Uno de los eventos es la inmigración de los macrofósiles (e.g. amonitas) y microfósiles (e.g. calpionelidos) del Tethys Oriental aunado a un incremento en la productividad oceánica durante el Tithoniano más Tardío. Análisis de minerales arcillosos muestran que la clorita comienza a dominar sobre la kaolinita durante el tiempo en que las microfacies prueban un cambio de condiciones de aguas someras a condiciones marinas abiertas y pelágicas. Todos estos fenómenos sugieren un cambio en las condiciones oceanográficas tales como patrones de desplazamiento de corrientes marinas y apuntan al establecimiento de una conexión directa del Golfo de México con el Tethys Europeo y el fin del Jurásico o inclusive el comienzo del Cretácico. Esta conexión terminó con la radiación endémica de los organismos marinos, la cual prevaleció en el Noreste y Centro de México durante el Jurásico Tardío (ADATTE *et al.* 1996a, 1996b). La apertura del Corredor del Caribe, probablemente fue el resultado de la deriva del bloque de Yucatán al Sur y el hundimiento de la Plataforma de las Bahamas (Bloque de Florida o cresta de Florida-Yucatán; Fig. 34 y Fig. 35) (PINDELL, 1985; SALVADOR, 1991; GASPARINI & ITURRALDE-VINENT, 2006) debido al aumento global en el nivel del mar durante el Berriasiano Temprano previamente observado por HAQ *et al.* (1988).

Los especímenes CPC 277 y UANL-FCT-R13 descritos en este trabajo, así como *G. vignaudi* FREY *et al.*, 2002 y *G. saltillense* BUCHY *et al.*, 2006 previamente descritos, no son referibles a las especies Europeas así como tampoco a las Sudamericanas y por tanto indican el aislamiento paleogeográfico del Golfo de México al menos durante el Jurásico Tardío.

Referencias Bibliográficas

- ADATTE, T., STINNESBECK, W., HUBBERTEN, H., & REMANE, J., 1992, The Jurassic- Cretaceous boundary in Northeastern and central Mexico: A multistratigraphical approach, VIII Cong. Latinoamericano de Geología, Salamanca, Actas Tomo 4, p. 23-29.
- ADATTE, T., STINNESBECK, W., & REMANE, J., 1994a, The Jurassic-Cretaceous boundary in Northeastern and Mexico: Confrontation and correlation by microfacies, clay mineral mineralogy, calcipionellids and ammonites: *Geobios*, M.S. 17, p. 37-56.
- ADATTE, T., STINNESBECK, W., HUBBERTEN, H., & REMANE, J., 1994b, Nuevos datos sobre el límite Jurásico/Cretácico en el Noreste y en el centro de México: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, v. LII, p. 11-14.
- ADATTE, T., STINNESBECK, W., REMANE, J. & HUBBERTEN, H., 1996a, Paleogeographic changes at the Jurassic-Cretaceous boundary in The Western Tethys, northeast Mexico: *Cretaceous Research*, v. 17, p. 671-689.
- ADATTE, T., STINNESBECK, W., REMANE, J. & HUBBERTEN, H., 1996b, Paleogeographic setting of Center-East Mexico at the Jurassic/Cretaceous boundary, correlation with NE-Mexico: *Mitteilungen des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Universität Hamburg*, v. 77, p. 379-393.
- ALVARADO-MOLINA, J.B., 2004, Estudio mineralógico y geoquímico del NE de México en las Formaciones La Casita, Taraises y Carbonera: Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, México 116 pp. (Sin publicar)
- ANDREWS, W.C., 1913, A descriptive catalogue of the marine Reptiles of the Oxford-Clay, London, p. 1-206.
- ARANDA-GARCÍA, M., & EGUILUZ DE ANTUÑANO, S., 1983, Posibilidades económico-petroleras en rocas clásticas del Neocomiano en la margen sur de la Paleoisla de Coahuila: Congreso nacional de la Asociación Nacional de Ingenieros Petroleros de México, p. 5-13.
- ARANDA-MANTECA, F. & STINNESBECK, W., 1993, Reptiles marinos del Jurásico Superior (Kimmeridgiano) del noreste de México;

- Resúmenes Sociedad Mexicana de Paleontología, IV Congreso Nacional, p. 15-16.
- BARTOK, P.E., RENZ, O., & WESTERMANN, G.E.G., 1985, The Siquisique ophiolites, Northern Lara state, Venezuela: A discussion on their Middle Jurassic ammonites and tectonic implications: Geological Society of America Bulletin, v. 96, p. 1050-1055.
- BUCHY, M.-C., FREY, E., STINNESBECK, W. & LÓPEZ-OLIVA, J. G., 2003, First occurrence of a gigantic pliosaurid plesiosaur in the Late Jurassic (Kimmeridgian) of Mexico: Bulletin de la Société géologique de France, v. 174, No. 3, p. 271-278.
- BUCHY, M.-C., SMITH, K.T., FREY, E., STINNESBECK, W., GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, A.H., IFRIM, C., LÓPEZ-OLIVA, J.G., PORRAS-MUZQUIZ, H., 2004, Preliminary catalogue of marine squamates (Reptilia) from the Upper Cretaceous of northeastern Mexico, *in* First Mosasaur Meeting, Abstract Book and Field Guide, Naturhistorisch Museum Maastricht, Holanda, p. 17-23.
- BUCHY, M.-C., VIGNAUD, P., FREY, E., STINNESBECK, W., GONZÁLEZ GONZÁLEZ, A.H., 2006a, A new thalattosuchian crocodyliform from the Tithonian (Upper Jurassic) of northeastern Mexico: Comptes-Rendus Paleovol, v. 5, p. 785-794.
- BUCHY, M.-C., FREY, E., STINNESBECK, W. & LÓPEZ-OLIVA, J.G., 2006b, An annotated catalogue of the Upper Jurassic (Kimmeridgian and Tithonian) marine reptiles in the collections of the Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra, Linares, Mexico: Oryctos, v. 6, p. 1-18.
- BUCHY, M.-C., STINNESBECK, W., FREY, E., & GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, A.H., 2006c, A new Tithonian (Upper Jurassic) marine vertebrate concentration Lagerstätte in north-eastern Mexico: 4th Annual Meeting of the European Association of Vertebrate Paleontologists, Budapest, Hungary, p. 17-19.
- BUCHY, M.-C., FREY, E., STINNESBECK, W., & GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, A.H., 2007 (En prensa) Premiere mention du genre *Dakosaurus* (Crocodyliformes, Thalattosuchia) dans le Kimmeridgien (Jurassique Supérieur) du Mexique.
- BENTON, M.J. & CLARK, J.M., 1988, Archosaur phylogeny and the relationships of the Crocodylia: In The Phylogeny and Classification of the Tetrapods, Systematic Association, Special Volume, 35A, p. 295-338.

- BUFFETAUT, E., 1979: The evolution of the Crocodylians: *Scientific American*, v. 241, No. 4, p. 124-132.
- BUFFETAUT, E., 1980 ; Position systématique et phylogénique du genre *Pelagosaurus* BRONN 1841 (Crocodylia, Mesosuchia) du Toarcien d'Europe: *Géobios*, Lyon, v. 13, No. 5, p. 783-786.
- BUFFETAUT, E., 1982, Radiation évolutive, paléoécologie et biogéographie des crocodyliens Méso-suchiens: *Mémoire du Société Géologique du France*, Paris, Mémoire No. 142, p. 1-88.
- CUVIER, G., 1812, Sur les ossements fossiles de crocodiles et particulièrement sur ceux des environs du Havre et de Honfleur.: En, *Recherches sur les ossements fossiles*, 1ère édition, Deterville Ed., Paris, v. 5 No. 3, p. 1-38
- CUVIER, G., 1824, Sur les ossements fossiles de crocodiles: En, *Recherches sur les ossements fossiles*, 2e éd., v. 5, No. 2, Dufour and D'Occagne, Paris, France, pp. 143-160.
- DUNHAM, R.J., 1962, Classification of carbonate rocks according to depositional texture: En, *Classification of Carbonate Rocks*, W.E. Ham, Ed., *Memoirs American Association of Petroleum Geologists*, v. 1, p. 108-121.
- EGUILUZ DE ANTUÑANO, S., 1990, La Formación Carbonera y sus implicaciones tectónicas, estados de Coahuila y Nuevo León: *Sociedad Geológica Mexicana*, v. 53, p. 1-37.
- EVANGELISTA-PUENTE, M.G., 1993, Cartografía geológica y estudio bioestratigráfico del límite Jurásico-Cretácico en el área de "La Poza" al sureste de Galeana, Nuevo León, México: Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, México 70 pp. (Sin publicar)
- FITZINGER, L., 1843; *Systema Reptilium*: Braumüller & Seidel Ed., Wien, p. 1-106.
- FLÜGEL, E., 1972, Mikrofazielle Untersuchungen in der Alpinen Trias. Methoden und Probleme. *Mitt Ges. Geol. Bergbaustud.* v. 21, p. 9-64. Innsbruck.
- FOLK, R.L., 1962, Spectral subdivision of limestone types: En, *Classification of Carbonate Rocks*, W.E. Ham, Ed., *Memoirs American Association of Petroleum Geologists*, v. 1, p 62-84.

- FORTUNATO, K.S., 1982, Depositional framework of the La Casita Formation (Upper Jurassic-Lowermost Cretaceous) near Saltillo, Coahuila, Mexico: Tesis de Maestría, University of New Orleans, U.S.A., 198 pp. (Sin publicar).
- FORTUNATO, K.S., & WARD, W.C., 1982, Upper Jurassic-Lower Cretaceous fan delta complex, La Casita Formation of the Saltillo area, Coahuila, Mexico: Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions, v. 32, p. 473-482.
- FRAAS, E., 1901, Die Meerkrokodile (*Thalattosuchia* n.g.) eine Sauriergruppe der Juraformation: Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde Württemberg, v. 57, p. 409-418.
- FRAAS, E., 1902, Die Meer-Crocodilier (*Thalattosuchia*) des oberen Jura unter specieller Berücksichtigung von *Dakosaurus* und *Geosaurus*: Palaeontographica, v. 49, p. 1-79.
- FRAME, A. & WARD, W.C., 1987, Lowermost Cretaceous coral-rich limestone in Nuevo Leon and Coahuila, Mexico, Actas Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, No. 2, p. 33-39.
- FREY, E., 1982; Ecology, locomotion and tail muscle anatomy of crocodiles: Neues Jahrbuch der Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, v. 164, p. 194-199.
- FREY, E., 1988a; Anatomie des Körperstammes von *Alligator mississippiensis* Daudin: Stuttgarter Beiträge für Naturkunde, Serie A 424, p. 1-106.
- FREY, E., 1988b; Das Tragsystem der Krokodile: eine biomechanische und phylogenetische Analyse: Stuttgarter Beiträge für Naturkunde, Serie A 426, p. 1-60.
- FREY, E., BUCHY, M.C., STINNESBECK, W., & LÓPEZ-OLIVA, J.G., 2002, *Geosaurus vignaudi* n.sp. (Crocodyloformes: Thalattosuchia), first evidence of metriorhynchid crocodylians in the Late Jurassic (Tithonian) of central-east Mexico (State of Puebla): Canadian Journal of Earth Sciences, v. 39, p. 1467-1483.
- GASPARINI, Z. DE & DELLAPÉ, D., 1976, Un nuevo cocodrilo marino (*Thalattosuchia*, *Metriorhynchidae*) de la Formación Vaca Muerta (Jurásico, Tithoniano) de la provincia del Neuquen (República Argentina): Primer Congreso Geológico Chileno, p. 1-22.

- GASPARINI, Z. DE & CHONG-DIAZ, G., 1977, *Metriorhynchus casamiquelai* n.sp. (Crocodylia, Thalattosuchia), a marine crocodile from the Jurassic (Callovian) of Chile. *Neues Jahrbuch der Paläontologie, Abhandlungen*, Stuttgart, v. 153, No. 3, p. 341-360.
- GASPARINI, Z. DE, 1980, Un nuevo cocodrilo marino (Crocodylia, Mesosuchia) del Caloviano del Norte de Chile: *Ameghiniana*, v. 17, No. 2, p. 97-103.
- GASPARINI, Z. DE, 1985, Los reptiles marinos jurásicos de América del Sur: *Ameghiniana*, v. 22, No. 1-2, p. 23-34.
- GASPARINI, Z. DE, VIGNAUD, P., & CHONG-DIAZ, G., 2000, The Jurassic Thalattosuchia (Crocodyliformes) of Chile: a paleobiogeographic approach: *Bulletin de la Société géologique de France*, v. 171, No. 6, p. 657-664.
- GASPARINI, Z. DE, & ITURRALDE-VINENT, 2001, Metriorhynchid crocodiles (Crocodyliformes) from the Oxfordian of Western Cuba: *Neues Jahrbuch für Paläontologie. Monatshefte*, Stuttgart, v. 9, p. 534-542.
- GASPARINI, Z. DE, CICHOWOLSKI, M., & LAZO, D.G., 2005, First record of *Metriorhynchus* (Reptilia: Crocodyliformes) in the Bathonian (Middle Jurassic) of the Eastern Pacific: *Journal of Paleontology*, v. 79, No. 4, p. 801-805.
- GASPARINI, Z. DE, & ITURRALDE-VINENT, 2006, The cuban Oxfordian herpetofauna in the Caribbean Seaway: *Neues Jahrbuch für Paläontologie. Abhandlungen*, Stuttgart, v. 240, No. 3, p. 343-371.
- GASPARINI, Z. DE, POL, D., & SPALLETI, L.A., 2006, An unusual Marine Crocodyliform from the Jurassic-Cretaceous Boundary of Patagonia: *Science*, v. 311, No. 6, p. 70-73.
- GOLDHAMMER R.K., LEHMANN P.J., TODD R.G., WILSON J.L., WARD W.C., & JOHNSON C.R., 1991, Sequence stratigraphy and cyclostratigraphy of the Mesozoic of the Sierra Madre Oriental, Northeast Mexico, a field guidebook: Gulf Coast Section, Society for Sedimentary Geology (SEPM), 85 pp.
- GOLDHAMMER, R.K., 1999, Mesozoic sequence stratigraphy and paleogeographic evolution of northern Mexico: En, C. Bartolini, J.L. Wilson, and T.F. Lawton, Eds., Mesozoic sedimentary and tectonic history of north-central Mexico: Geological Society of America Special Paper 340, p. 1-58.

- GOLDHAMMER, R.K. & JOHNSON, C.A., 2001. Middle Jurassic - Upper Cretaceous Paleogeographic Evolution and Sequence-stratigraphic Framework of the Northwest Gulf of Mexico Rim: En, Bartolini, C, Buffler, R. T. & Cantú-Chapa, A., Eds., The Western Gulf of Mexico Basin - Tectonics, Sedimentary Basins, and Petroleum Systems. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 75, pp. 45-82.
- GORDON, W.A., 1970, Biogeography of Jurassic Foraminifera: Geological Society of America Bulletin, v. 81, p. 1689-1704.
- HAQ, B.U., HARDENBOL, J., & VAIL, P.R., 1988, Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change: In Sea-Level Changes- an integrated approach, Society for Sedimentary Geology, Special Publication 42, p. 26-108.
- HÄHNEL, W., 1988, Hallazgo de restos de dinosaurio en Aramberri, N.L., México: Actas Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, No. 3, p. 245-250.
- HUA, S., VIGNAUD, P., EFIMOV, V., 1998, First record of Metriorhynchidae (Crocodylomorpha, Mesosuchia) in the Upper Jurassic of Russia, N. Jahrb. Geol. Paläontol. Monatshefte. v. 8, p. 475-484.
- IMLAY, R.W., 1936, Evolution of the Coahuila Peninsula, Mexico, part IV, geology of the western part of the Sierra de Parras: Geological Society of America Bulletin, v. 47, p. 1091-1152.
- IMLAY, R.W., 1937, Geology of the middle part of the Sierra de Parras, Coahuila, Mexico: Geological Society of America Bulletin, v. 48, p. 587-630.
- IMLAY, R.W., 1938, Ammonites of the Taraises Formation of northern Mexico: Geological Society of America Bulletin, v. 49, p. 539-602.
- IMLAY, R.W., 1939, Upper Jurassic ammonites from Mexico: Geological Society of America Bulletin, v. 50, p. 1-78.
- I.N.E.G.I., 1975, Carta Geológica Escala 1:50,000, Hualahuises, G-14-C-57
- I.N.E.G.I., 1975, Carta Geológica Escala 1:50,000, Iturbide, G-14-C-67.
- LENNIER, G., 1887, Description des fossiles du Cap de la Hève: Bulletin Société Géologique de Normandie, Le Havre, v. 12, p. 17-98.

- LOPEZ-ELIZONDO, O.H., 2006, Estudio petrográfico y geoquímico del miembro San Pablo, Formación La Casita en el área de Cañón Cortinas, Sierra Madre Oriental, NE de México.: Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, México 92 pp. (Sin publicar).
- LOPEZ-OLIVA, J.G., 1989, Biostratigraphie des Ober-Jura und der Unterkreide in der Sierra del Fraile, Nuevo León, México.: Tesis de Maestría, Universität Hamburg, 123 pp. (Sin publicar)
- LOPEZ-OLIVA, J.G., 1991, Zonación del Cretácico basal en el braquianticlinal sur de la Sierra del Fraile, N. L., por medio de calpionélidos: Revista de la Sociedad Paleontológica Mexicana, v. 4, p. 43-55
- LÓPEZ-RAMOS, E., 1980, Geología de México, Tomo II: Segunda edición, 454 pp.
- MEYER, H. VON, 1830, Achte Versammlung der Naturforscher und Aerzte zu Heidelberg im September 1829. B. Mineralogische Abteilung, 15, 2. Isis v. Oken, Leipzig, 4/5/6, p. 517-519.
- MEYER, H. VON, 1831, Neue fossile Reptilien aus der Ordnung der Sauria. Nov. Act. phys. med. Acad. Caesar Leopold Carol. Nat. curios., Nürnberg, v. 15, No. 2, p. 171-200
- MEYER, H. VON, 1832, Palaeologica zur Geschichte der Erde und ihrer Geschöpfe. Frankfurt, p. 1-560.
- MICHALZIK, D., 1988, Trias bis tiefste Unterkreide der Nordostlichen Sierra Madre Oriental, Mexiko- Fazielle Entwicklung eines passiven Kontinental randes, Tesis Doctoral, Technischen Hochschule Darmstadt, Darmstadt, Alemania, 247 pp. (Sin publicar).
- MICHALZIK, D., & SHUMMAN, D., 1994, Lithofacies relationships and paleoecology of a Late Jurassic-Early Cretaceous fan delta to shelf depositional system in the Sierra Madre Oriental of northeast Mexico: Sedimentology, v. 41, p. 463-477.
- MUELLER-TOWE, I.J., 2006, Anatomy, phylogeny, and palaeoecology of the basal Thalattosuchians (Mesoeucrocodylia) from the Liassic of Central Europe: Tesis de Doctorado, Chemie, Pharmazie und Geowissenschaften, Johannes Gutenberg Universität Mainz, Alemania, 408 p. (Sin publicar)

- OVIEDO-LERMA, R.E., 1991, Mapeo geológico en el área de Brownsville a sureste de Galeana, Nuevo León y estudio bioestratigráfico del límite Jurásico-Cretácico en el área de San Lucas, Galeana, Nuevo León: Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, México 146 pp. (Sin publicar)
- PADILLA Y SÁNCHEZ, R.J., 1978, Bosquejo geológico-estructural de la Sierra Madre Oriental en el área de Linares-Galeana-San Roberto, estado de Nuevo León: Revista del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, v. 2, p. 45-54.
- PADILLA Y SÁNCHEZ, R.J., 1982, Geologic evolution of the Sierra Madre oriental between Linares, Concepción del Oro, Saltillo y Monterrey, Mexico, Tesis Doctoral: Austin, Texas, U.S.A., 217 pp.
- PADILLA Y SÁNCHEZ, R.J., 1985, Las estructuras de la curvatura de Monterrey, estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí: Revista del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, v. 6, No. 1, p. 1-20.
- PHILLIPS, G., 1871, The Geology of Oxford and the Valley of the Thames: Clarendon Press, Oxford, p. 1-523.
- PINDELL, J.L., 1985, Alleghenian reconstruction and subsequent evolution of the Gulf of Mexico, Bahamas, and Proto-Caribbean: Tectonics, v. 4, p. 1-39.
- PORRAS-VÁZQUEZ, H.B., 2006, Estudio petrográfico y geoquímico de las "Areniscas de la Laguna" (Formaciones La Casita y Taraises) en el área de Laguna de Sánchez, Sierra Madre Oriental, NE de México.: Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, México 106 pp. (Sin publicar)
- ROSSMANN, T., 1996, Anatomische, Konstruktionsmorphologische und systematische Bearbeitung, sowie palökologische Interpretation des abgestorbenen Krokodiliers *Pristichampsus rollantii* (Grey, 1831) Gervais, 1853 aus dem Tertiär von Europa und Nordamerika. Tesis de Doctorado, Johannes Gutenberg Universität Mainz, Alemania, 215 pp. (Sin publicar)
- RUSCONI, C., 1948, Nuevo plesiosaurio, pez y langosta de mar Jurásicos de Mendoza: Revista del Museo de Historia Natural, La Plata, v. 2, p. 3-12.

- SALISBURY, S.W., 2001, A biomechanical transformation model for the evolution of the eusuchian-bracing system: Tesis de Doctorado, University of New South Wales, Australia, 235 p. (Sin publicar)
- SALVADOR, A., 1987, Late Triassic–Jurassic paleogeography and origin of Gulf of Mexico Basin: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 71, p 419-451.
- SALVADOR, A., 1991, Origin and development of the Gulf of Mexico basin: Boulder, Colorado, Geological Society of America, Geology of North America, v. J, pp. 389-444.
- SCHUMANN D., 1988, Observaciones paleoecológicas en secuencias Kimmeridgiano/Thitoniano (Formación La Casita) de Nuevo León, Noreste de México: Actas Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, No. 3, p. 43-59.
- SMITH, P.L., 1983, The Pliensbachian ammonite *Dayiceras dayiceroides* and Early Jurassic paleogeography: Canadian Journal of Earth Sciences, v. 20, p. 86-91.
- SOEMMERING, S.T., 1816, Über die *Lacerta gigantea* der Vorwelt: Denkschrift der königlich-bayrischen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-physikalische Classe, 6, p. 37.
- STINNESBECK, W., ADATTE, T., & REMANE, J., 1993, Mazatepec (Puebla, México) – Reevaluación de su valor como estratotipo del límite Jurásico-Cretácico: Revista Española de Micropaleontología, v. 25, p. 63-79.
- STRICKER, L.S., & TAYLOR, D.G., 1989, A new marine crocodile (Mesosuchia, Metriorhynchidae) from the Snowshoe Formation (Jurassic) of Oregon: Journal of Vertebrate Paleontology, v. 9, No. 3, 28, 40A.
- VALLADARES-ARRIAGA, J.G., 1993, Mapeo geológico, área El Encinal al sureste de Galeana, Nuevo León, México y bioestratigrafía del límite Jurásico-Cretácico, al sureste de Galeana, Nuevo León: Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, México 76 pp. (Sin publicar)
- VELASCO-SEGURA, J.A., 2005, Análisis litológico y estratigráfico de la Formación La Caja en la ‘Sierra El Jabalí’, Saltillo, Coahuila.: Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, México 120 pp. (Sin publicar)

- VIGNAUD, P., 1995, Les Thalattosuchia, crocodiles marins du Mésozoïque: systématique phylogénétique, paléoécologie, biochronologie et implications paléogéographiques, Tesis de Doctorado, Université du Poitiers, Francia, 271 pp. (Sin publicar)
- VIGNAUD, P., 1997, La Morphologie dentaire des Thalattosuchia (Crocodylia, Mesosuchia) : Paleovertebrata, v. 26, p. 35-59.
- VIGNAUD, P. & GASPARINI, Z. DE, 1996, New *Dakosaurus* (Crocodylomorpha, Thalattosuchia) in the Upper Jurassic of Argentina. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, série 2a, v. 322, p. 245-250..
- WARD, W.C., 1999, Relationship of Upper Jurassic-Lowermost Cretaceous coarse-grained siliciclastic rocks to Lower Cretaceous coral-reef limestone southeast of the Coahuila Platform, Northeastern Mexico; En, Wilson, J.L., Ward, W.C., & Marret R.A., Eds., Stratigraphy and Structure of the Jurassic and Cretaceous Platform and Basin Systems of the Sierra Madre Oriental, Monterrey and Saltillo areas, Northeastern Mexico, Field book and related papers, South Texas Geological Society, p. 99-106.
- WILSON, J.L., 1975, Carbonate Facies in geologic history: Ed. Springer-Verlag New York, U.S.A., 471 pp.

Anexos

ANEXO 1

Carta Geológico-Estructural del área cartografiada en Iturbide, Nuevo León
y Secciones Geológicas Transversales



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO (ITURBIDE, N.L.)
Y SECCIONES GEOLÓGICAS TRANSVERSALES
TESIS DE MAESTRÍA
JORGE ANTONIO VELASCO SEGURA
ANEXO 1 SEPTIEMBRE 2007

- LEYENDA**
- Aluvión Plio-Holoceno
 - Congl.-Coluvión Neógeno
 - Fm. Tamps. Sup.
 - Fm. La Peña
 - Fm. Tamps. Inf.
 - Fm. Taraises
 - Fm. La Casita
 - Fm. Zuloaga
- Sección Geológica
- Med. Estructural con Buzamiento
- Cotas 100m
- Cotas 20m
- Drenaje
- Caminos
- Iturbide N.L.

