



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



**“PRESENCIA DE VERTEBRADOS FÓSILES DEL CENOZOICO
EN LA CUENCA DE MACUSPANA, TABASCO”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA:

ALFREDO ABRAHAM JIMÉNEZ CONTRERAS

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

JUAN MANUEL KOLLER GONZÁLEZ

VILLAHERMOSA, TABASCO. NOVIEMBRE 2024.

Declaración de Autoría y Originalidad

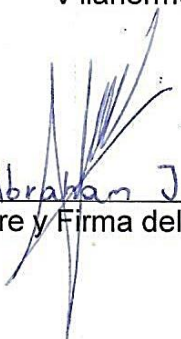
En la Ciudad de Villahermosa, Tabasco, el día 8 del mes de Noviembre del año 2024, el que suscribe **Alfredo Abraham Jiménez Contreras** alumno del Programa de **Biología** con número de matrícula **171G17018** adscrito a la **División Académica de Ciencias Biológicas** de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, como autor de la Tesis presentada para la obtención del título **Licenciatura en Biología** y titulado **“PRESENCIA DE VERTEBRADOS FÓSILES DEL CENOZOICO EN LA CUENCA DE MACUSPANA, TABASCO”** dirigido por: **MCA. Juan Manuel Koller González**.

DECLARO QUE:

La Tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR (Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Federal del Derecho de Autor del 01 de Julio de 2020 regularizando y aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita.

Del mismo modo, asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad o contenido del Desarrollo Tecnológico presentado de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

Villahermosa, Tabasco a 8 de Noviembre 2024.


Alfredo Abraham Jiménez Contreras
Nombre y Firma del Tesista



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
MEMORANTE DEL MAESTRO
REVOLUCIONARIO Y DEFENSOR
DEL TRABAJO
SECRETARÍA DE
MÉXICO

**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**

Villahermosa, Tab., a 30 de Octubre de 2024

ASUNTO: Autorización de Modalidad de Titulación

**C. LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON
JEFE DEL DEPTO. DE CERTIFICACIÓN Y TITULACION
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
PRESENTE**

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado, informo a usted, que en base al reglamento de titulación vigente en esta Universidad, ésta Dirección a mi cargo, autoriza al **C. ALFREDO ABRAHAM JIMÉNEZ CONTRERAS** egresado de la Lic. en **BIOLOGIA** de la División Académica de **CIENCIAS BIOLÓGICAS** la opción de titularse bajo la modalidad de Tesis denominado: "**PRESENCIA DE VERTEBRADOS FÓSILES DEL CENOZOICO EN LA CUENCA DE MACUSPANA**".

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para saludarle afectuosamente.

A T E N T A M E N T E

**DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**U.J.A.T.
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente Alumno de la División Académica
C.c.p.- Interesado



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
INSTITUTO DEL VOLUNTARIADO
EVOLUCIONARIO Y DEL FUSOR
DE LA UNAM
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN
MÉXICO

**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**

OCTUBRE 30 DE 2024

**C. ALFREDO ABRAHAM JIMÉNEZ CONTRERAS
PAS. DE LA LIC. EN BIOLOGIA
PRESENTE**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis denominado: **"PRESENCIA DE VERTEBRADOS FÓSILES DEL CENOZOICO EN LA CUENCA DE MACUSPANA"**, asesorado por MCA. Juan Manuel Koller González, sobre el cual sustentará su Examen Profesional, cuyo jurado está integrado por la MCA. María del Rosario Barragán Vázquez, Dra. Ofelia Castillo Acosta, MCA. Juan Manuel Koller González, Dr. Manuel Pérez de la Cruz y Dr. Armando Romo López.

**ATENTAMENTE
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE**


**DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR**

**U.J.A.T.
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente del Alumno.
Archivo.





**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**

29 de octubre de 2024

C. Alfredo Abraham Jiménez Contreras
Pasante de la Lic. en Biología
PRESENTE

En cumplimiento de los lineamientos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, se implementó la revisión del trabajo recepcional (**Tesis**), a través de la plataforma Turnitin iThenticate para evitar el plagio e incrementar la calidad en los procesos académicos y de investigación en esta División Académica. Esta revisión se realizó en correspondencia con el Código de Ética de la Universidad y el Código Institucional de Ética para la Investigación.

Por este conducto, hago de su conocimiento las observaciones, el índice de similitud y el reporte de originalidad obtenido a través de la revisión en la plataforma iThenticate de su documento de Tesis "**PRESENCIA DE VERTEBRADOS FÓSILES DEL CENOZOICO EN LA CUENCA DE MACUSPANA, TABASCO**".

OBSERVACIONES:

Se incluyó citas, se excluyó bibliografía y fuentes pequeñas (o palabras), y se limitó el tamaño de coincidencias a 16 palabras.

RESULTADO DE SIMILITUD	1 %
	7376 palabras, 2 coincidencias y 2 fuentes

Finalmente, se le solicita al **C. Alfredo Abraham Jiménez Contreras**, integrar en la versión final del trabajo recepcional (Tesis), este oficio y el informe de originalidad con el porcentaje de similitud de Turnitin iThenticate.

Sin otro particular al cual referirme, aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"


DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR

U.J.A.T.
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



C.c.p. MC. Juan Manuel Koller González. Director de Tesis.
C.c.p. Archivo

PRESENCIA DE VERTEBRADOS FÓSILES DEL CENOZOICO EN LA CUENCA DE MACUSPANA, TABASCO

INFORME DE ORIGINALIDAD

1%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	doczz.net Internet	33 palabras — 1%
2	www.researchgate.net Internet	17 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS

DESACTIVADO

EXCLUIR FUENTES

< 10 PALABRAS

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS

< 16 PALABRAS

México
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Villahermosa, Tabasco a 8 de Noviembre 2024.

Por medio de la presente manifiesto haber colaborado como AUTOR(A) y/o AUTORES(RAS) en la producción, creación y/o realización de la obra denominada **“PRESENCIA DE VERTEBRADOS FÓSILES DEL CENOZOICO EN LA CUENCA DE MACUSPANA, TABASCO”** Con fundamento en el artículo 83 de la Ley Federal del Derecho de Autor y toda vez que, la creación y/o realización de la obra antes mencionada se realizó bajo la comisión de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; entendemos y aceptamos el alcance del artículo en mención, de que tenemos el derecho al reconocimiento como autores de la obra, y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco mantendrá en un 100% la titularidad de los derechos patrimoniales por un período de 20 años sobre la obra en la que colaboramos, por lo anterior, cedemos el derecho patrimonial exclusivo en favor de la Universidad.

COLABORADORES



Alfredo Abraham Jiménez Contreras

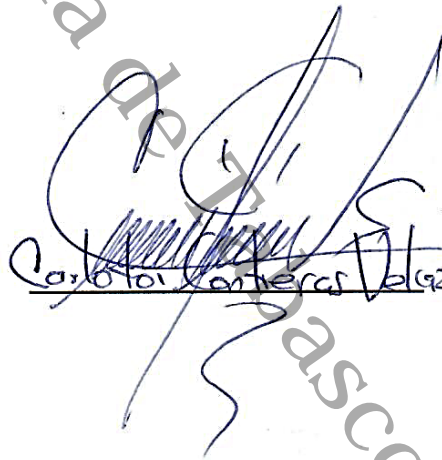


MCA. Juan Manuel Koller González

TESTIGOS



Karla Jiménez Contreras



Carlos Contreras Delgado

Agradecimientos

Este autor quiere reconocer y agradecer los esfuerzos de los ejidos y poblados mencionados en este trabajo, resaltando al poblado Palomas quienes estuvieron al pendiente y protección de un servidor que quedó totalmente en deuda por la hospitalidad y a quienes gracias a su colaboración, apoyo y consentimiento para acceder a las áreas donde se tenía conocimiento de los afloramientos, se lograron los objetivos planteados.

México

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Índice

Resumen.....	1
Abstract.....	2
Introducción.....	3
Capítulo I.....	4
1.1. Marco teórico.....	4
1.1.1. Karl Sapper.....	4
1.1.2. Emil Bosé.....	5
1.1.3. Salas.....	5
1.1.4. Carta Geológico Minera de Tabasco (E15-8).....	5
1.1.5. Padilla y Sánchez.....	5
1.1.6. López Ramos.....	6
1.1.7. Atlas Geológico.....	6
1.1.8. Vertebrados en Chiapas.....	6
1.1.9 Fallas anticlinales y plegamientos.....	7
1.1.10. Compactación de sedimentos.....	7
1.1.11. Plegamientos.....	8
1.1.12. Anticlinales.....	8
1.1.13. Sinclinales.....	9
1.1.14. Fallas.....	9
1.1.15. Orogenia Chiapaneca.....	10
1.1.16. Delta Fluvial.....	10
Capítulo II.....	10
2.1. Justificación.....	10
Capítulo III.....	11
3.1. Pregunta de investigación.....	11
3.2. Hipótesis.....	11
3.3. Objetivo General.....	13
3.3.1 Objetivos específicos.....	13
3.4. Alcances y limitaciones.....	13
Capítulo IV.....	13
4.1. Metodología.....	13
4.1.1. Área de estudio.....	13

4.1.2. Cerro del Tortuguero	14
4.1.3. Cuenca Macuspana.....	15
4.1.4. Formación Cedral	15
4.1.5. Formación Paraje Solo	15
4.1.6. Parque Estatal Agua Blanca	15
4.1.7. Poblado La Calzada	15
4.1.8. Poblado Palomas.....	15
4.2. Métodos	20
Capítulo V	21
5.1. Resultados.....	21
5.2. Discusión	32
Capítulo VI	35
6.1. Conclusiones	35
6.1.1. Aportación al campo o disciplina	35
6.1.2. Dirección para la investigación.....	36
Referencias.....	37

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México

Índice de Figura

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio en el municipio de Macuspana. 16	16
Figura 2. Litoestratigrafía regional de Macuspana. (Modificado de Padilla, 2007). 17	17
Figura 3. Cronología de eventos tectónicos que modificaron la Sierra de Chiapas y la Cuenca de Macuspana con sus acontecimientos. (Modificado de Padilla, 2007). 18	18
Figura 4. Poblados y Ejidos cercanos a las áreas de colecta. 19	19
Figura 5. RTMT 001 erosionado («abrasado»), probablemente un metacarpiano. 23	23
Figura 6. Ampliación de fragmento óseo RTMT 001. Vista dorsal. 24	24
Figura 7. Ejemplar RTMT 001 en vista dorsal, con panorama completo de la matriz. ... 25	25
Figura 8. Ejemplar RTMT 002, vista dorsal. 26	26
Figura 9. RTMT 002, ampliación a vista dorsal. Mantiene una permineralización agatizada. 27	27
Figura 10. RTMT 002 en vista dorsal con panorama de la matriz en canto rodado 28	28
Figura 11. RTMT 003, vista dorsal; Cav = canal neural. Cvt = cuerpo vertebral. Tv = proceso transversal. 29	29
Figura 12. RTMT 003, vista lateral; Cav = canal neural. Cvt = cuerpo vertebral. Tv = proceso transversal. 30	30
Figura 13. RTMT 003, vista anterior; Cav = canal neural. Cvt = cuerpo vertebral. Tv = proceso transversal. 31	31
Figura 14. Afloramiento de la falla anticlinal «Cerro El Tortuguero». A, caliza color azul gris grano fino del Mioceno temprano. B, caliza color crema, grano rugoso del Mioceno tardío. 33	33
Figura 15. Mapa esquemático del traslado de los ejemplares RTMT 001 y 002 desde Chiapas a Tabasco a través del tiempo. 34	34

Resumen

En el área de la paleontología, Tabasco, México; no tiene suficiente información que cubra las variedades de nuevos hallazgos que se clasifican día a día y los registros hasta ahora son con respecto a braquiópodos, bivalvos y corales. **Objetivo:** Por medio de la investigación se realizó una descripción morfológica y tafonómica de tres ejemplares fósiles de vertebrados encontrados en afloramientos y ejidos dentro de la formación «Macuspana». **Metodología:** bibliográficamente se ubicó y realizó la prospección de sitios como: fallas, deslaves de ríos y mesetas para ubicar material paleontológico. La extracción del material se realizó utilizando herramientas de perforación neumática. Se hizo la limpieza de los ejemplares para una facilitar la descripción a través de un estereoscopio. **Resultados:** En la serranía de Macuspana, hay distintos afloramientos sedimentarios, resaltando la falla anticlinal «El Tortuguero», la cual es el lugar donde se realizó el registro de un nódulo de caliza que contiene una vértebra torácica, mientras que los otros dos fragmentos son registros de vertebrados sin identificar del Mioceno y Pleistoceno siendo nuevos reportes para la zona. **Conclusión:** en la formación Macuspana se tiene registro de un ambiente de mar somero fechado a inicios del Cretácico tardío. La dinámica de una zona paleo costera en esta zona, de amplia acumulación de sedimentos. Brazos deltaicos fluviales arrastraron fósiles desde la Sierra Occidental de Chiapas hacia el Suroeste de Tabasco por lo que generalmente los ejemplares encontrados pueden presentar abrasiones asociadas al agua.

Palabras clave: México. Anatomía. Paleontología. Paleobiología. Mioceno.

Abstract

In the area of paleontology, Tabasco, Mexico, does not have enough information to cover the variety of new findings that are classified every day and the records so far are regarding brachiopods, bivalves and corals. **Objective:** By means of this research, a morphological and taphonomic description of three fossil vertebrate specimens found in outcrops and ejidos within the «Macuspana» formation was carried out. **Methodology:** bibliographically, sites such as faults, river landslides and plateaus were located and prospected to locate paleontological material. The material was extracted using pneumatic drilling tools. The specimens were cleaned to facilitate the description through a stereoscope. **Results:** In the Macuspana mountain range, there are different sedimentary outcrops, highlighting the anticlinal fault «El Tortuguero», which is the place where the record of a limestone nodule containing a thoracic vertebra was made, while the other two fragments are records of unidentified vertebrates from the Miocene and Pleistocene, being new reports for the area. **Conclusion:** In the Macuspana Formation there is a record of a shallow sea environment dated to the beginning of the Late Cretaceous. The dynamics of a paleo coastal zone in this area, of extensive sediment accumulation. Fluvial deltaic arms dragged fossils from the Sierra Occidental de Chiapas to the southwest of Tabasco, so generally the specimens found may present abrasions associated with the water.

Key words: Mexico. Anatomy. Paleontology. Paleobiology. Miocene.

Introducción

La paleontología en el estado de Tabasco no se ha desarrollado como en otras partes del país debido a factores ambientales como la alta sedimentación lo que hace que, se tengan suelos relativamente jóvenes en buena parte del territorio tabasqueño, y por otro lado la falta de exploraciones paleontológicas formales y sistemáticas que, lleven a tener un registro fosilífero en los sitios donde se tienen antecedentes de su presencia expuesta, la falta de recursos para proyectos de investigación de este tipo son otro factor limitante para el conocimiento de la paleodiversidad; la degradación kárstica en el ambiente tropical suele ser más elevada, lo que afecta muchos estratos con potencial fosilífero por efecto de la alta humedad y erosión hídrica, lo cual puede constatarse con aquellos ejemplares que se almacenan en playones de roca caliza en ríos, y antiguas zonas de deposición; aunque también algunos ejemplares pueden ser preservados bajo sedimentos aluviales (Geissen et al., 2008b).

Se debe mencionar que, en el Sureste de México, la desfragmentación geológica y la posterior dispersión de Pangea, a principios del Mesozoico que llevó gradualmente a la creación de la Cuenca de Macuspana, misma que continúa sufriendo cambios de transformación a finales del Cretácico y principios del Paleoceno, donde se tienen algunos reportes de fósiles del principio del Cenozoico; es necesario conocer la paleogeografía de Tabasco (Maldonado, 1964). En el comienzo de su formación, la cuenca de Macuspana tiene presencia de sedimento rojizo que se remarca en el Triásico Tardío así como, el Jurásico Temprano mientras que, durante el Jurásico y Cretácico, variedades de carbonatos fueron cambiando a sedimentación clástica (Padilla, 2007). Durante finales del Cretácico la formación Méndez que, comprende una importante región de Macuspana en Tabasco, todavía seguía bajo los mares pero manteniéndose a nivel nerítico exterior y se extendía desde Coahuila bajando por Tamaulipas, Veracruz y cruzando parte Norte de Tabasco terminando en la parte Sur Oeste de Campeche (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2021; Charles, 1981).

La presencia de los mares someros en el Sureste Mexicano quedó registrada con variedades de litofacies (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2021; López, 2012), con

presencia de registro fosilífero asociado a moluscos marinos y arrecifes de coral, así como, otra fauna de ambiente nerítico. Durante el Paleoceno temprano, Rosenfeld (2014) comenta que, en el Golfo habría un repositorio salino compartido con Campeche, la parte norte de Tabasco y Veracruz, teniendo este último registro de territorio sub-cultivo del Jurásico, lo cual coincide con el registro de sales o rocas carbonatadas Jurásicas en el norte de Tabasco compartidas incluso con el estado de Chiapas las cuales podían verse en su Sierra. Durante el Mesozoico y Cenozoico el sureste mexicano sufrió una gran variedad de diversos cambios tectónicos y no fue sino hasta el Mioceno tardío cuando se formaron variedades de fallas asimétricas en toda su extensión Noroeste-Suroeste (Padilla, 2007). La fuerza del movimiento tectónico ocasionó un levantamiento de pliegues anticlinales y sinclinales, algunos efectuando enrollamientos de efecto «Roll-Over» marcando separaciones en los afloramientos (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2021), y sumando el efecto de la karstificación (Geissen et al., 2008b) deja expuestos al intemperie muchos fósiles preservados del Oligoceno y Mioceno que se formaron y sedimentaron sobre pliegues surgidos a finales del Cretácico; principalmente una de esas fallas anticlinales es la del «Tortuguero» (Salas, 1949), pero también zonas cercanas poseen registros fósiles como lo es el parque Estatal Agua Blanca y poblados cercanos como Caparroso, Palomas y Chivalito ubicados en el municipio de Macuspana.

Capítulo I

1.1. Marco teórico

1.1.1. Karl Sapper

En 1893 Karl Sapper realizó expediciones en las regiones inhóspitas de centro América, pero se estableció en América del Norte en 1894 cuando llegó a Tabasco trabajando también en el istmo de Tehuantepec, Yucatán y Chiapas, realizando inspecciones para mapeados topográficos en los que encontró registros fósiles marinos (Köhler y Jimeno, 2004).

1.1.2. Emil Bosé

En 1905; Emil Bosé siguiendo los pasos de Sapper, realizó una trayectoria en centro y norte América, en Tabasco opinó sobre las zonas agrestes de Macuspana haciendo una breve reseña sobre la presencia de fósiles marinos, tomando varios registros que coincidían con especies provenientes de la tierra oriental de Chiapas.

1.1.3. Salas

En 1949; Guillermo P. Salas hace para Tabasco un mapa topográfico con su orografía extensiva, afirmando y postulando la hipótesis que el «Cerro del Tortuguero» es en realidad una falla que se plegó por la contracción de la fuerza tectónica a principios del Cretácico desde la Sierra Oriental Chiapaneca y desde los cimientos de esta se extendió hasta el sureste de Tabasco formando la Cuenca de Macuspana y que en realidad el «Cerro del Tortuguero» es en realidad una falla anticlinal (Salas, 1949).

1.1.4. Carta Geológico Minera de Tabasco (E15-8)

En el 2004; el Consejo de Recursos Minerales publica un conjunto de cartas geológicas de varias secciones del sureste de México, las cuales toman en cuenta los estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas y Oaxaca. Esta carta geológica es importante ya que muestra mediante ilustraciones los tipos de sedimento, grano y múltiples afloramientos con presencia de macro fósiles y micro fósiles. Aunque no es inquisitivo y descriptivo, ayuda a reafirmar las opiniones de Salas en 1949 sobre presencia de fósiles marinos en distintas partes del estado, incluyendo en las fallas anticlinales como el «Cerro del Tortuguero» y varios ejidos municipales que conforman el estado de Tabasco, hasta entonces no había reportes de vertebrados (Islas et al., 2004).

1.1.5. Padilla y Sánchez

En el 2007; el geólogo Padilla y Sánchez publica en el boletín de la Sociedad Geológica Mexicana un importante mapa geológico sucesor al de Salas (1949), sobre el sureste mexicano hablando de las distintas «Cuencas del Terciario» resaltando la de Macuspana, es descripción orográfica más detallada y precisa con un mapa topográfico en el cual

muestra que efectivamente desde Chiapas habría comenzado a formarse un canal que podría ser poseedor de corrientes fluviales deltaicas destructivas. Esta información es importante para el trabajo, ya que, gracias a las formaciones del movimiento de placas, tomando en cuenta la placa del Caribe y la de América del Norte, formaron la cuenca de Macuspana desde el Cretácico pero añade la información que hubo un recubrimiento de sales jurásicas antes de su formación. Sus esquemas muestran que la variedad de sedimentos en Macuspana iban desde rocas calizas del Cretácico hasta la arenisca, limolita y lutita del Plioceno y Mioceno (Padilla, 2007).

1.1.6. López Ramos

López Ramos (2012) a raíz de su libro Geología General y de México, hace una síntesis conceptual sobre la Sierra Madre Oriental de Chiapas la cual está enfocada en los distintos tipos de anticlinales y sinclinales que son importantes para la creación del paso de varios fósiles de la paleofauna desde el norte de Chiapas al norte de Tabasco, clave en la formación de la orogenia Chiapaneca.

1.1.7. Atlas Geológico

En el 2021; la CNDH (Comisión Nacional De Hidrocarburos) publica una carta geológica los pliegues del sureste de México enfatizando el cinturón plegado de la Sierra de Chiapas, tomando incluso la orografía de Tabasco, hace mención de presencia de microfósiles marinos y reitera que Tabasco una vez ya formada la Cuenca de Macuspana durante el Mioceno era un ambiente marino costero sedimentario (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2021).

1.1.8. Vertebrados en Chiapas

González (2023), explica sobre la presencia de la Megafauna en la sierra madre de Chiapas al sureste de México y confirma el hecho la presencia de deltas fluviales, siendo un dato importante y nuevo, ya que aunque se conocía la presencia de mamíferos del Pleistoceno, el artículo también menciona un potencial paso de vertebrados de la Megafauna a través de los ríos y deltas que pudo haber generado un importante paso

migratorio. Creando la posibilidad de que, aunque Tabasco tenía ambiente sedimentario marino somero desde el Mioceno, ya en el Pleistoceno era un ambiente más continental con un delta que provenía desde Chiapas (González et al., 2023).

1.1.9 Fallas anticlinales y plegamientos

Las fallas y pliegues se clasifican por sus orígenes en tectónicos y no tectónicos. Los del tipo tectónico son resultado de fuerzas directas que operan por debajo de la corteza terrestre y conllevan una gran fuerza que, en muchos casos pueden hacer una inmersión de supresión de fuerza en el manto causando las llamadas «fallas» o «fallamientos» que tienden a ser deformaciones terrestres que, usualmente se exponen a la vista por cortes o sublevaciones. Los no tectónicos en su mayoría son el resultado de movimientos producidos por causa de la gravedad en la superficie de la Tierra.

En cuanto a los Pliegues se consideran «ondulaciones» producidos en las rocas y se exponen como formaciones estratificadas que, pueden ser de rocas sedimentarias, ígneas, o metamórficas; aunque cualquier roca laminada, principalmente con estructura sedimentaria, pueden plegarse.

Hay evidencias de pliegues con extensiones de varios kilómetros de distancia y con amplitudes de otras que pudieran ser medidas en centímetros o metros. Pliegues con proporcionales a nivel continental pueden tener centenares de kilómetros de amplitud; por ejemplo, la Sierra Madre Oriental en Chiapas (López, 2012).

1.1.10. Compactación de sedimentos

Usualmente las dataciones pueden hacerse de dos maneras: la relativa y la absoluta, ambas requieren para esto una muestra que, usualmente se expone a la intemperie gracias a la posición de distintos estratos geológicos. Los componentes sedimentarios que presentan fósiles pueden ser de origen marino y continental, y mediante la tafonomía se pueden hacer evaluaciones del tipo de ambiente en el que, el ejemplar fósil pudo encontrarse durante su tanatocenosis y tafocenosis (Moody, 1987).

Según López (2012), los estratos se dividen en cinco posiciones;

- «Rumbo», se define como una dirección que va en línea de intersección por fragmentos de estratos y en un largo plano en horizontal.
- «Echado», estratos en ángulos mayores entre capas estratificadas y con un plano horizontal. De esta posición se presentan símbolos especiales para rumbos utilizados en mapas geológicos para mostrar los variables comportamientos de las capas.
- «Eje de un pliegue», Intersección de un marco o plano axial mediante capas particulares son «ejes» para los distintos pliegues que se encuentren en cualquier posición, ya sean anticlinales o sinclinales.
- «Flancos», en los costados de un pliegue se les consideran «miembros» o «flancos». Por los flancos anticlinales hay una extensión de plano axial desde el anticlinal hasta el axial del sinclinal subsecuente.
- «Cresta», Parte más alta del pliegue, puede considerarse un parteaguas o una estructura divisora de alguna cumbre, si se considera su fisiografía es representada con rocas macizas.

1.1.11. Plegamientos

Actualmente se pueden notar distintas propuestas en términos geológicos para describir aspectos que, caractericen a los diversos tipos de pliegues. Si bien se pueden caracterizar por la formación de cúspides generadas por fuerzas tectónicas que les dieron su particular forma en su mayoría tienden a tener ciertas rupturas del suelo, y presentar dos ejes, uno largo o longitudinal, y otro corto o transversal (López, 2012).

1.1.12. Anticlinales

Pliegues de aspecto convexo, usualmente tienen ejes largos y cortos dependiendo de sus domos estructurales, sus filones se encuentran de uno a otro lado opuestamente con respecto a sus ejes, los cuales pudieran referirse a la posición de los ejes en los mismos plegamientos.

Se considera que, una parte de los anticlinales registrados en el mundo muestran formas complicadas y en ocasiones, los dos flancos de éstas se inclinan en los dos lados a una misma dirección o tienden a ser horizontales. Sin embargo, siempre en ambos casos hay

una inversión desde sus capas estratigráficas y pueden considerarse estos pliegues «recostados» o bien, «recumbentes» y «acostados». Los anticlinales pueden definirse siempre como plegamiento en todas las rocas más antiguas que se ubican en el centro de su curvatura cuando este mismo se ha erosionado (López, 2012).

1.1.13. Sinclinales

Son pliegues cóncavos en el que dos segmentos de tierra se hunden uno hacia otro, pero los flancos pueden inclinarse en una misma dirección y pueden ser parcialmente horizontales o plegados completamente. Los sinclinales son generalmente plegados, albergando rocas más «jóvenes» hacia el centro de este mismo, manteniendo una expresión y formas del relieve similares a las de un valle, mientras se trate de roca blanda (López, 2012).

1.1.14. Fallas

Es el rompimiento de la corteza terrestre por los desplazamientos tectónicos. Se les consideran fracturas de rocas en las que ha habido movimientos telúricos de traslación verticales u horizontales e incluso combinados. Todas las fallas junto con sus expansiones o desplazamientos pueden variar desde un centímetro hasta largas decenas de kilómetros y son originados por impactos, empujones o esfuerzos de compresión, tensiones o torsiones. Gracias a que el movimiento relativo de las rocas en dirección a ambos lados al plano de la fractura realiza la distinción en las fallas de una sencilla diaclasa (rotura) o junta.

Los rumbos y fracturas de una falla en los pliegues se miden de la misma manera que en la estratificación. La intersección forma el plano de una falla con plano horizontal en el primer caso y la fractura hace el ángulo entre la superficie horizontal y lo plano de esta. A pesar de que muchas fallas o «fracturas» tienden a tener un único plano, que en otros casos hay un desplazamiento y no se limita a una sola, conformándose en su lugar que se distribuyen a una zona específica dentro de dicha falla, incluso puede tener hasta centenares de metros de ancho (López, 2012).

1.1.15. Orogenia Chiapaneca

Una formación en cadena que data del Mioceno Medio-Tardío, formando parte del cinturón plegado de Reforma Akal y ocasiono una desfragmentación en formación de canal que afectó las rocas salinas jurásicas ya compactadas en el sureste Mexicano, lo que puede conectar con Tabasco y formó conductos deltaicos (Abdullin et al., 2018).

1.1.16. Delta Fluvial

Una desembocadura, que puede formarse debido a accidentes geológicos o geográficos el cual transporta diversos sedimentos por cuerpos fluviales que van generando procesos de deposición (Salas, 1990).

Capítulo II

2.1. Justificación

Tabasco es considerado uno de los dos estados a nivel nacional que no mantiene un patrimonio de protección de sus recursos minerales y fosilíferos. En las expediciones realizadas para este trabajo de investigación se han hallado registros que, fueron identificados en su mayoría como fósiles de ambiente sedimentario marino lo cual coincide por lo prospectado por Islas Tenorio et al. (2004), sin embargo pese a no haber ningún registro oficial de fósiles vertebrados para el Estado de Tabasco, se han encontrado tres ejemplares y aunque, la falta de información para el estado dificulta una buena descripción base son la primera contribución.

Tabasco tenía presencia de corales fósiles, muy posiblemente del Mioceno temprano y tardío. Se han intentado realizar investigaciones por parte de geólogos y naturalistas extranjeros, pero sin éxito, solamente permanecen como hallazgos sin estudiar a profundidad. El estado está rezagado en la actualización de registros fósiles, por lo que es necesario conocer la paleogeografía de Tabasco. Actualmente, muchos investigadores ajenos al campo de la paleontología han realizado hallazgos de fósiles sin registrar o publicar, sobre todo en la falla anticlinal el «Tortuguero» en Macuspana, de la cual muchas industrias cementeras hacen uso excesivo de sus afloramientos

dinamitándolos y destruyendo múltiples evidencias para el registro fósil del sureste de México.

La realización de las colectas de los registros es arduo trabajo y Tabasco posee presencia de vertebrados sin clasificar, que, como lo demuestra uno de los ejemplares de este estudio, no se puede llegar aún a descripción nivel tipo. El ejemplar está bastante conservado, el cual todavía puede extraerse más información de su nódulo sedimentario. Los otros dos ejemplares, aunque no son nódulos directos de Macuspana, brindan información fehaciente para mejorar la comprensión de los deltas en el Mioceno y Pleistoceno.

En Tabasco no se tiene un equipo de estudio paleontológico, la capacitación de profesionales afines a la disciplina es esencial, pues mediante la descripción anatómica se aporta más información a la comunidad científica sobre las especies que pudieron existir en estos ambientes paleocosteros del principio del Cenozoico.

Mientras que, en el área científica se fomenta una aportación a la investigación de ejemplares microfósiles vertebrados para instituciones de Tabasco dedicadas a la geología o biología, se puede lograr avances técnicos con los métodos de prospección, extracción, creación de férulas para evitar fracturas de los ejemplares, y la adquisición de un lenguaje técnico para la descripción de nuevos registros (Moody, 1987).

Capítulo III

3.1. Pregunta de investigación

- ¿Hay vertebrados fósiles dentro del Estado de Tabasco?
- ¿Es posible identificar a que grupo pertenecen?

3.2. Hipótesis

Mediante el trabajo recopilado por González (2023), deja la evidencia de la presencia de una megafauna que se distribuía por el sureste mexicano, haciendo referencia a la Sierra Madre de Chiapas como el punto y auge del cinturón plegado. La cuenca de la formación

Macuspana coincide con hallazgos de variedades de ejemplares fósiles. Las siguientes formaciones según Islas Tenorio (2004), son de presencia de registros fósiles dentro de la cuenca de Macuspana:

- Formación Amate
- Formación Belem
- Formación Encajonado
- Formación Macuspana
- Formación Tierra Colorada
- Formación Zargazal

Con antecedentes de Salas (1949) quien hace una sugerencia de presencia de fósiles de ambiente sedimentario marinos dentro de la cuenca. Sobre todo presencia de arrecifes coralinos con alta cantidad en sílice que son bio-indicadores de zonas bajas someras, donde hay mayor probabilidad de hallazgos con respecto a fauna de vertebrados marinos (posiblemente peces), si se toma de ejemplo un afloramiento muy representativo de la formación Macuspana «El Cerro del Trotugero» , como punto principal de prospección en ruta (Nájera, 2013).

Los diferentes ambientes estratigráficos muestran una composición a base de lutitas, areniscas, calizas y limolitas, pero la presencia distintos componentes fósiles son mayormente registrados en nódulos descritos en la carta geológica minera E15-8 (Islas, 2004).

3.3. Objetivo General

Describir algunos vertebrados fósiles de la Cuenca de Macuspana en el Estado de Tabasco, México.

3.3.1 Objetivos específicos

- Realizar la descripción morfológica de tres elementos fosilíferos colectados en la cuenca de Macuspana, Tabasco.
- Descripción del ambiente estratigráfico de los sitios de colecta del material fosilífero.

3.4. Alcances y limitaciones

A pesar de la falta de equipo especializado y literatura sobre registros previos, se hace una descripción base de los tres ejemplares descubiertos. Para su estudio, descripción e interpretación se tomó una capacitación en el Laboratorio de Paleontología del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde se tuvo el apoyo con equipo, y asesoría a cargo de especialistas.

Capítulo IV

4.1. Metodología

4.1.1. Área de estudio

La zona de la Sierra de Macuspana está a 75 kilómetros de la ciudad de Villahermosa al Oeste y Noreste en la región fisiográfica de la sierra norte de Chiapas y Guatemala (Palma-López & Rincón-Ramírez, 2007; Zavala-Cruz et al., 2016). Se localiza entre los paralelos 17° 35" y 17° 38" de latitud Norte y 92° 25" y 92° 29" longitud Oeste, a los 100 y 200 m s. n. m. (Zarco et al., 2010.) Incluyendo el área del Parque Estatal de Agua Blanca, los poblados de Palomas y la Calzada (Castillo y Zavala, 1996), Caparroso, Zopo, Buena Vista y el sitio arqueológico el Tortuguero (Nájera, 2013) (Figura 1).

Esta región de Tabasco tiene presencia de afloramientos que, datan del Mesozoico al Cenozoico con un ambiente sedimentario de tipo marino donde hay presencia de fallas y plegamiento tectónico. En esta región, durante el Cenozoico se tenía un gran territorio marino somero y costero abarcando lo que, actualmente es Chiapas y Tabasco, como resultado de levantamientos en la porción del occidente de México y en un plegamiento superpuesto en la Sierra Madre Oriental.

Macuspana, en el Cenozoico temprano desarrolla su cuenca en el subsuelo de la Llanura Costera del Golfo, resultado de una falla en la punta de un anticlinal de Chiapas al Noroeste de Tabasco (Comisión Nacional De Hidrocarburos, 2021; López, 2012). El anticlinal, seccionado por fallamientos normales en la base de la Sierra Oriental ocasiona entonces un hundimiento en la Llanura Costera del Golfo (INEGI, 1985), (Figura 2).

Las distintas regiones visitadas principalmente Melchor Ocampo, poblado de Palomas, Calzada y el Parque Estatal Agua Blanca, presentan sedimentos de las primeras épocas del Cenozoico como el Oligoceno pero también parte de sedimentos más recientes como el Plioceno y Pleistoceno (Geissen et al., 2008), estructurados con afloramientos que presentan lutitas y areniscas del (Castañeda y Quintana, 2007), (Figura 3).

Los climas cálidos húmedos presentan abundantes lluvias en verano y otoño en la zona. La precipitación promedio mensual es de 2500 a 3500 mm. Se tiene registro que las temporadas con mayor precipitación en la zona son septiembre y octubre. La temperatura promedio mensual es de 22°C. El clima es cálido húmedo con lluvias en verano Am(f)w"ig (García, 2004), (Figura 4).

4.1.2. Cerro del Tortuguero

Localizado dentro del Municipio de Macuspana, es una montaña anticlinal con gran presencia de vestigios arqueológicos y fósiles que datan del Mioceno temprano y tardío. Es continuamente explotado por industrias cementeras y graveras lo que expone varios afloramientos de dos colores; gris-azul y crema-arenoso (Nájera, 2013; Castañeda y Quintana, 2007).

4.1.3. Cuenca Macuspana

Es una delimitación del este al sureste del estado mediante una serie de fallas que, se separan desde la península de Yucatán hasta la conexión limitada por la Sierra Oriental Chiapaneca en forma de cinturón plegado y que, comenzó su formación a finales del Cretácico Tardío (Padilla, 2007).

4.1.4. Formación Cedral

Formación con un espesor de 500 metros aproximadamente. Compuesta por depósitos continentales. Se formó durante el Mioceno-Plioceno y está conectada al paso de la orogenia Chiapaneca (Rincón, 1959).

4.1.5. Formación Paraje Solo

Con un espesor de más de 500 metros, se constituye por una serie de mantos de arena color gris claro y algunas de lutita. Esta formación junto con la de Cedral, tienen la característica de estar relacionadas a los deltas que, llegaron subsecuentes a la Orogenia Chiapaneca (Rincón, 1959).

4.1.6. Parque Estatal Agua Blanca

Un área natural protegida considerada una reserva ecológica que, tiene presencia de diversas especies de flora y fauna. Pertenece al municipio de Macuspana, Tabasco, decretada como ANP en diciembre de 1987 (Castillo y Zavala, 1996).

4.1.7. Poblado La Calzada

Localidad ejidal perteneciente al municipio de Macuspana, Tabasco. Característico por sus rocas caliza de río (Consejo de Recursos Minerales, 1999).

4.1.8. Poblado Palomas

Localidad ejidal perteneciente al municipio de Macuspana, Tabasco. Cercano al Parque Estatal Agua Blanca (Castillo y Zavala, 1996).

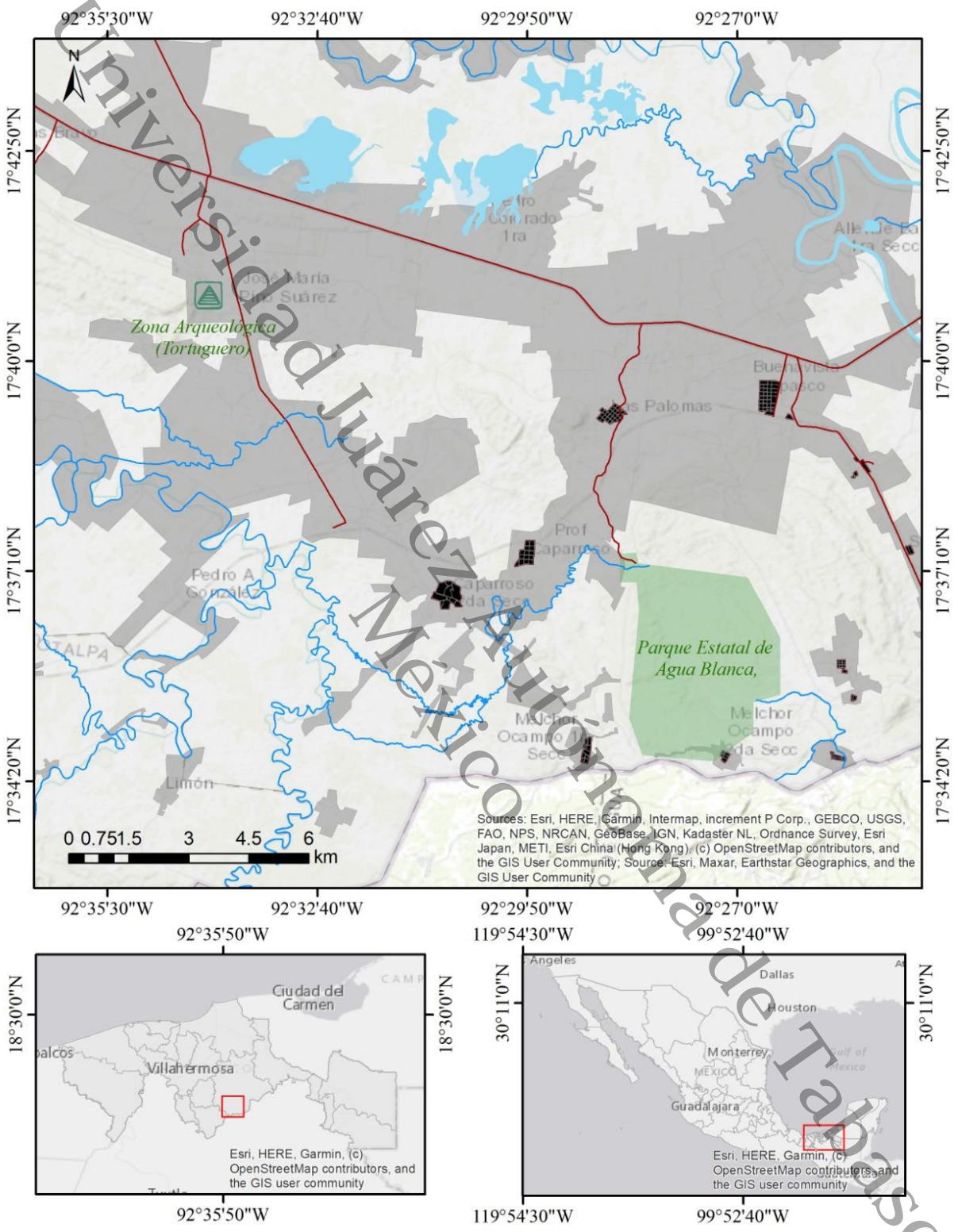


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio en el municipio de Macuspana.

Macuspana

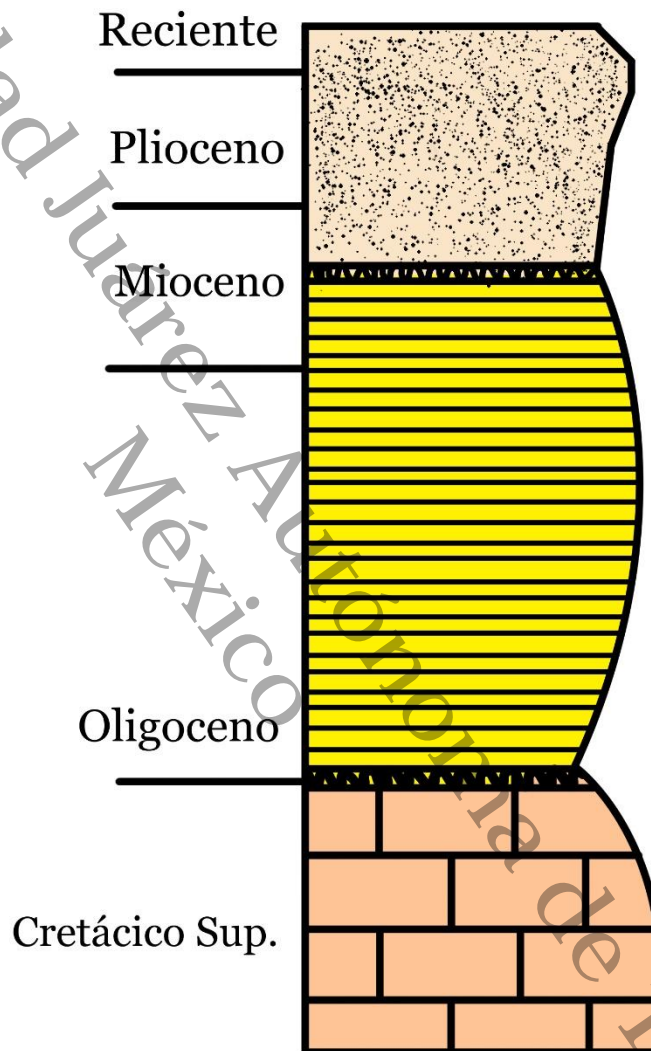


Figura 2. Litoestratigrafía regional de Macuspana. (Modificado de Padilla, 2007).

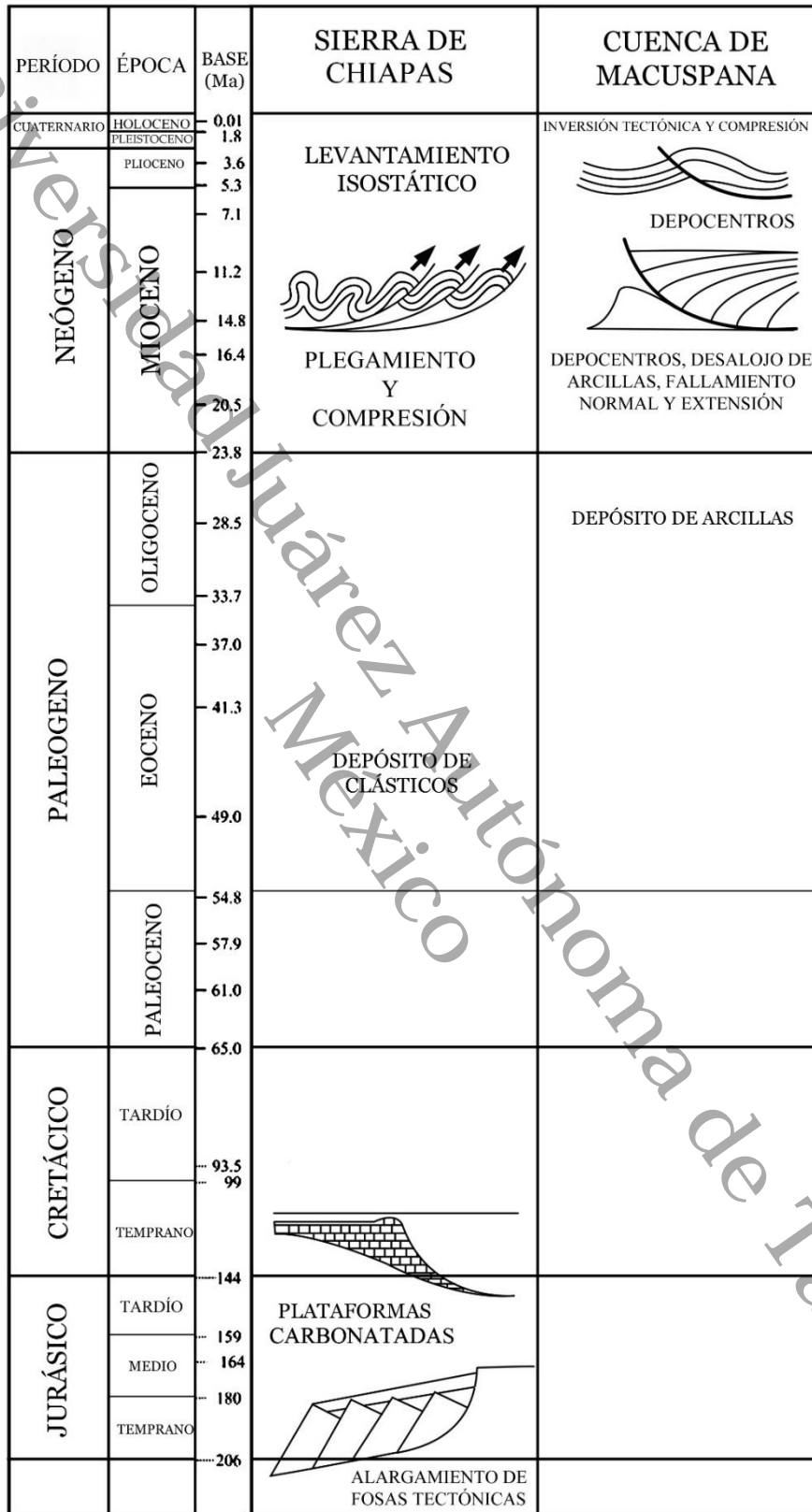


Figura 3. Cronología de eventos tectónicos que modificaron la Sierra de Chiapas y la Cuenca de Macuspana con sus acontecimientos. (Modificado de Padilla, 2007).

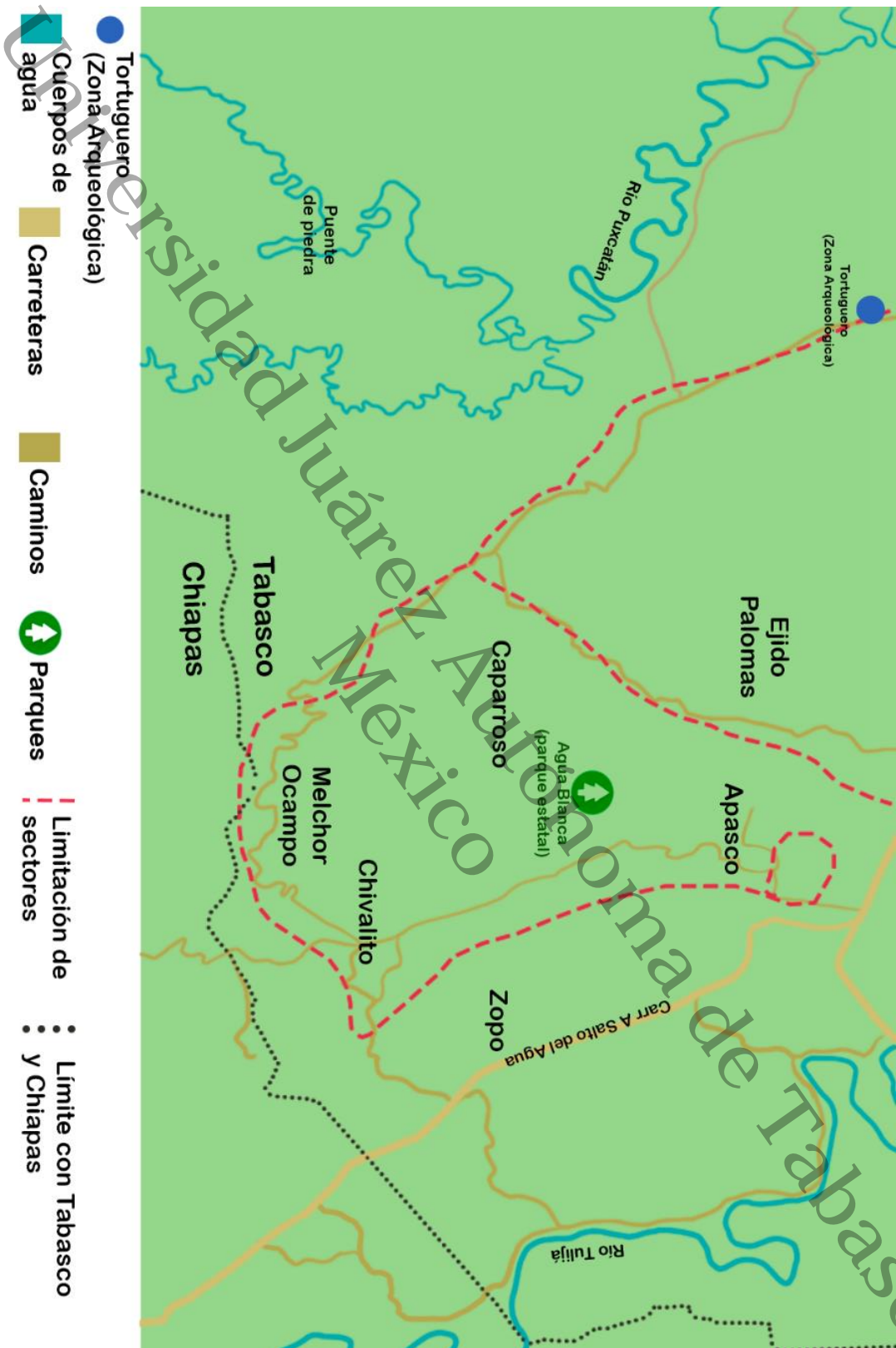


Figura 4. Poblados y Ejidos cercanos a las áreas de colecta.

4.2. Métodos

Mediante prospección de campo se identificaron variedades de afloramientos (Moody, 1987), ubicados en fallas atravesadas por carreteras, ríos y mesetas.

El material colectado se obtuvo en recorridos dirigidos a localidades con registro previo de fósiles en la Sierra de Macuspana. Se consideraron puntos de prospección y colecta en el Cerro del Tortuguero, ejidos Caparroso, Palomas y Parque Estatal de Agua Blanca. Los puntos de colecta son afloramientos naturales, zonas con materiales expuestos por erosión, tanto en afluentes como en zonas terrestres.

Se usó una lupa de campo modelo OBI® con lente primario 30 x 22mm y secundario 60 x 12mm para identificar el nivel de abrasión de los ejemplares. Las fotografías fueron capturadas con un estereoscopio de laboratorio modelo Stemi DV4 marca ZEISS® con los aumentos 10 x 12 x y 32 x con iluminación tenue para resaltar la morfología. Se realizó un registro fotográfico con una cámara convencional CANON® EOS Rebel T7.

No se realizó una limpieza mediante químicos, ya que los fósiles al estar cubiertos con sedimentos mixtos y tierra, simplemente se les quito el exceso de residuos con un cepillo de dientes.

A uno de los tres ejemplares se le realizó un corte septentrional de un fragmento utilizando un taladro Dremel® Stylo.

Se describieron los ejemplares en base a la «Nómina Anatómica Veterinaria» (1975) y Smith y Romer (1946). Los tipos de matriz en los registros (sedimento en el que se encuentran los restos óseos), fueron identificados con base a Pearl (1975 y 1956).

A continuación, los materiales registrados son descritos mediante la composición de la matriz sedimentaria, el tipo de grano, si es un nódulo extraído de base sedimentaria en algún afloramiento, tipo de unidad litoestratigráfica y zona de colecta. La descripción nivel tipo de cada ejemplar fue únicamente a nivel morfológico del cuerpo o fragmento óseo.

Para su abreviación y preservación institucional, el material referido permanecerá bajo resguardo institucional en la colección paleontológica de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y se utilizan las siglas **RTMT (Registro Tortuguero Macuspana Tabasco)** para su clasificación y registro. Dos de los ejemplares fueron retrabajados con limpieza de percutor neumático modelo Microjacket. El ejemplar **RTMT 002** se le hizo un remarcado al contorno de la estructura ósea desconocida para resaltar el fragmento incrustado en la matriz. El ejemplar **RTMT 003** se limpió hasta descubrir las partes óseas muy frágiles halladas dentro de la matriz y el ejemplar **RTMT 001** debido a su nivel alto de abrasión se mantuvo en su estado original para evitar daños durante su estudio.

Capítulo V

5.1. Resultados

A continuación, los materiales registrados se describen mediante la composición de la matriz sedimentaria, el tipo de grano, si es un nódulo extraído de base sedimentaria en algún afloramiento, tipo de unidad litoestratigráfica y zona de colecta. La descripción nivel tipo de cada ejemplar fue únicamente a nivel morfológico del cuerpo o fragmento óseo.

Material referido: RTMT 001; fragmento óseo de posible metacarpiano. Su registro catalogado como aislado y no articulado. Atrapado en matriz con caliza e incrustaciones en sílice.

Procedencia Estratigráfica: Caliza color gris claro con textura lisa de estructura rígida, de grano grueso, canto rodado del Pleistoceno temprano, unidad litoestratigráfica desconocida. Poblado La Calzada, Macuspana Tabasco.

Descripción: RTMT 001 tiene un alto nivel de abrasión en una cuarta parte de su tamaño. Presenta coloración oscura alta en hierro. El fragmento óseo tiene una longitud proximal a 1.5 cm y 1.3 cm de anchura. Permanece incrustado a la matriz exponiendo casi la mitad de su estructura (Figura 5, 6 y 7).

Material referido: RTMT 002; Se desconoce qué tipo de estructura ósea sea el registro. El nivel de abrasión del fragmento descrito es de una tercera parte aproximadamente. Atrapado en matriz.

Procedencia Estratigráfica: Caliza color gris claro, con textura lisa, de estructura rígida, de grano grueso, canto rodado del Pleistoceno temprano, unidad litoestratigráfica desconocida. Poblado La Calzada.

Descripción: RTMT 002 fragmento encapsulado de una matriz de un canto rodado demuestra que, **en su encapsulamiento el fragmento que se estudió fue el único expuesto a intemperismo**. El fragmento óseo tiene una longitud proximal a 6.5 cm y 3 cm de anchura. En el contorno de la matriz sedimentaria se aprecian otras aberturas en la roca de otros fragmentos encapsulados en el interior. El fragmento representa un proximal del 15% de la roca donde se encapsuló. Presenta coloración alta en hierro, mientras que en los poros expuestos del ejemplar se puede apreciar una ligera cristalización en sílice (Figura 8, 9 y 10).

Material referido: RTMT 003 Vértebra torácica no articulada con una coloración mate oscuro. El cuerpo vertebral, el canal neural y el proceso transversal son las partes más visibles en la matriz.

Procedencia Estratigráfica: Caliza color azul gris con textura cristalina de grano fino, formación Macuspana. «Cerro El Tortuguero». Mioceno inferior y superior.

Descripción: RTMT 003 es un nódulo extraído de una formación anticlinal. Presenta variedades de fragmentos óseos de los cuales solo uno fue identificado como posible vértebra torácica. Mantiene un excelente estado de conservación y su nivel de abrasión es ligeramente mínimo. No es articulado y se sospecha que hay más fragmentos en el nódulo. Sus medidas proximales son; cuerpo vertebral 3 mm; canal neural 1 mm; proceso transversal 3 mm y su medida total es de un proximal a 5 mm de longitud y 7 mm de anchura. El material óseo expuesto en la matriz representa un 5% del material completo referido en el cual está encapsulado.

(Figura 11, 12 y 13).

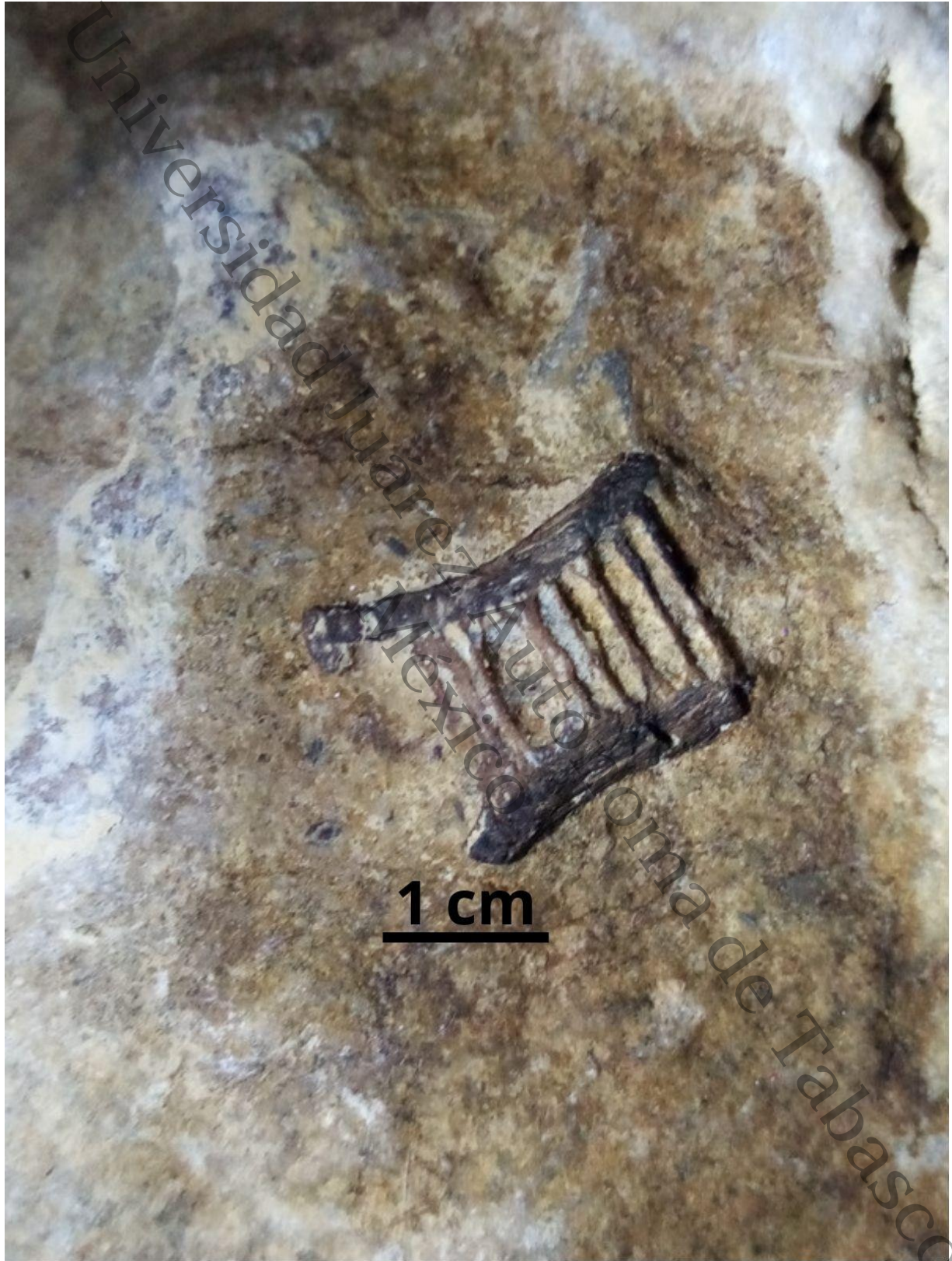


Figura 5. RTMT 001 erosionado («abrasado»), probablemente un metacarpiano.



Figura 6. Ampliación de fragmento óseo RTMT 001. Vista dorsal.



Figura 7. Ejemplar RTMT 001 en vista dorsal, con panorama completo de la matriz.



Figura 8. Ejemplar RTMT 002, vista dorsal.

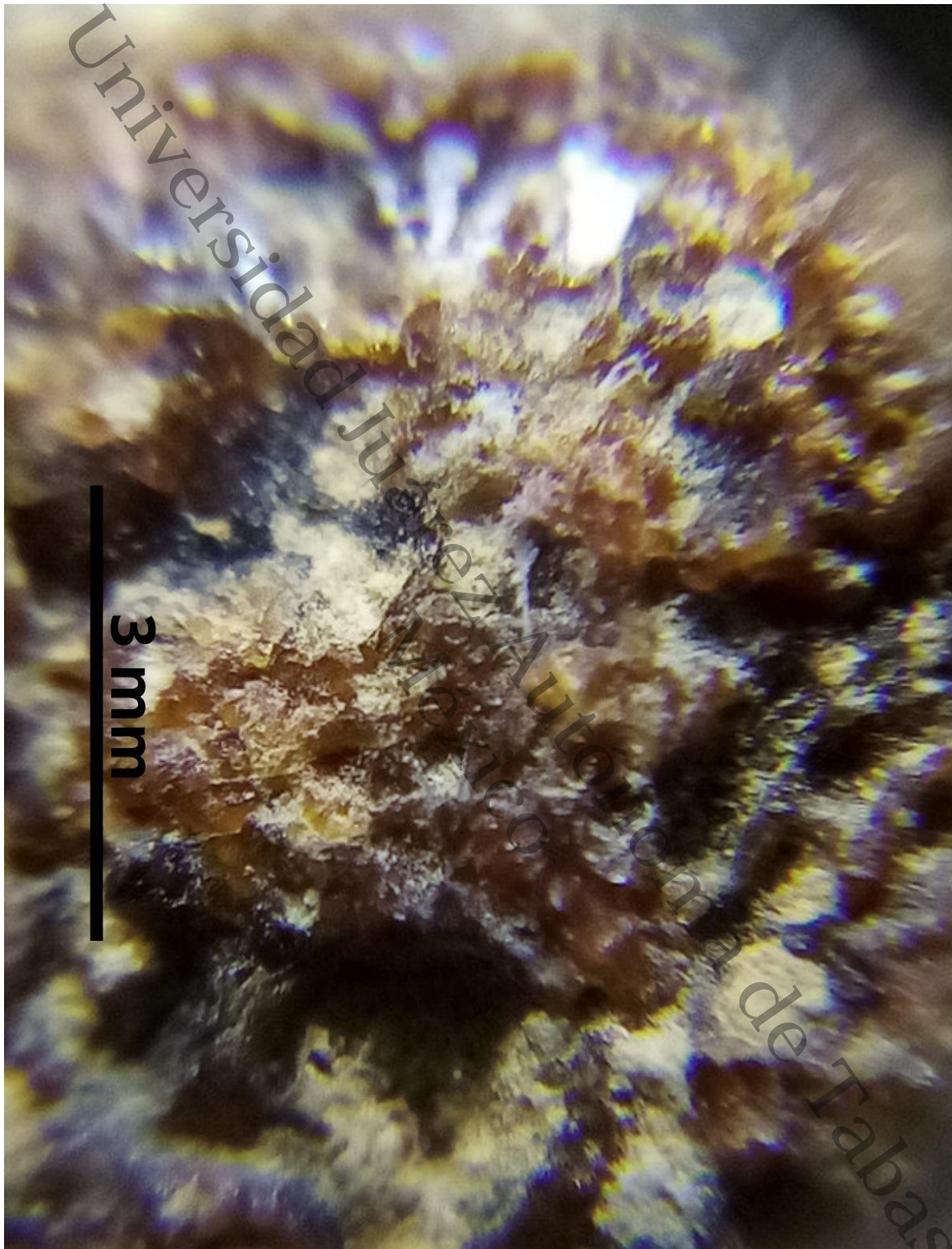


Figura 9. RTMT 002, ampliación a vista dorsal. Mantiene una permineralización agatizada.



Figura 10. RTMT 002 en vista dorsal con panorama de la matriz en canto rodado

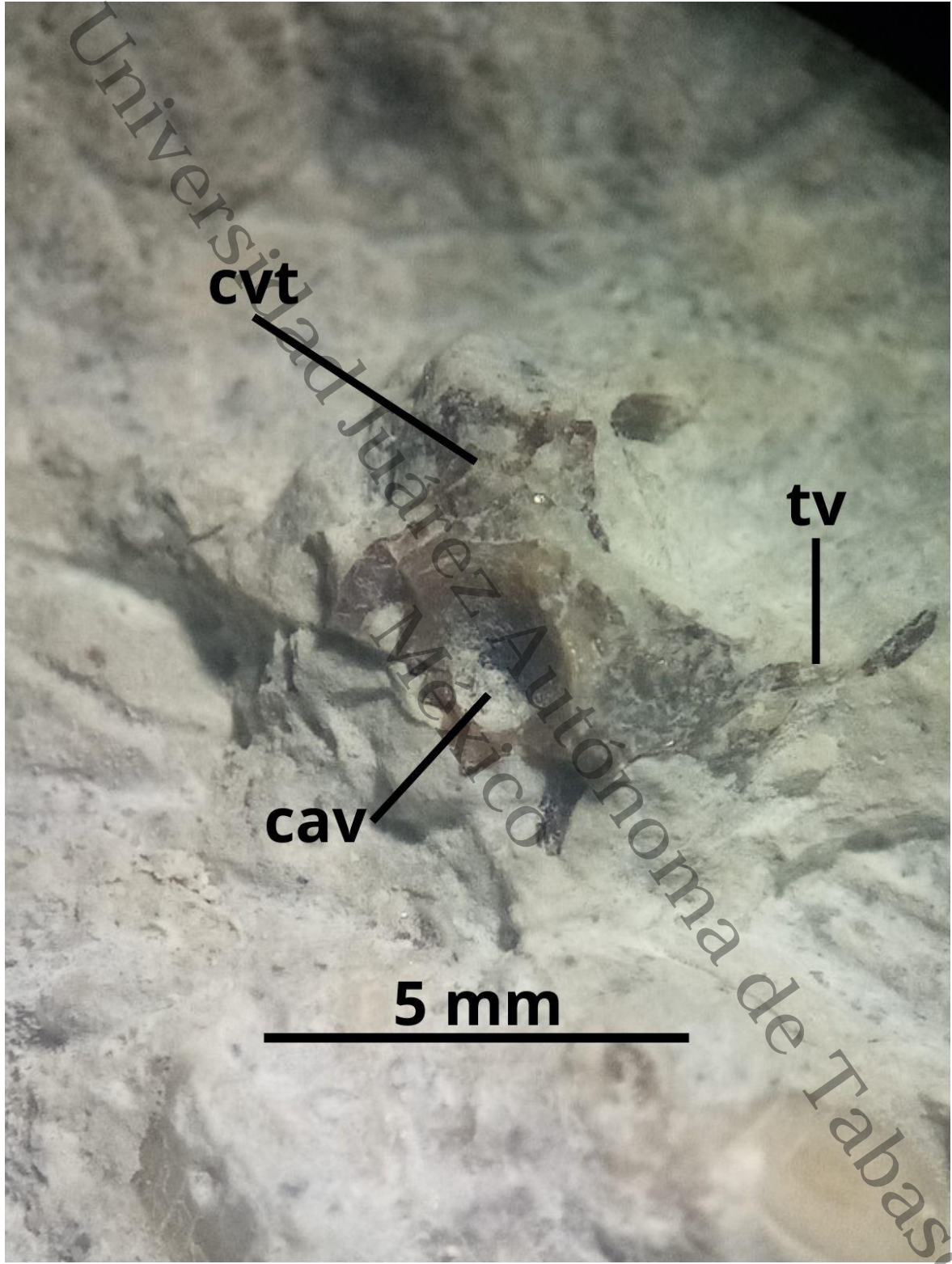


Figura 11. RTMT 003, vista dorsal; Cav = canal neural. Cvt = cuerpo vertebral. Tv = proceso transverso.

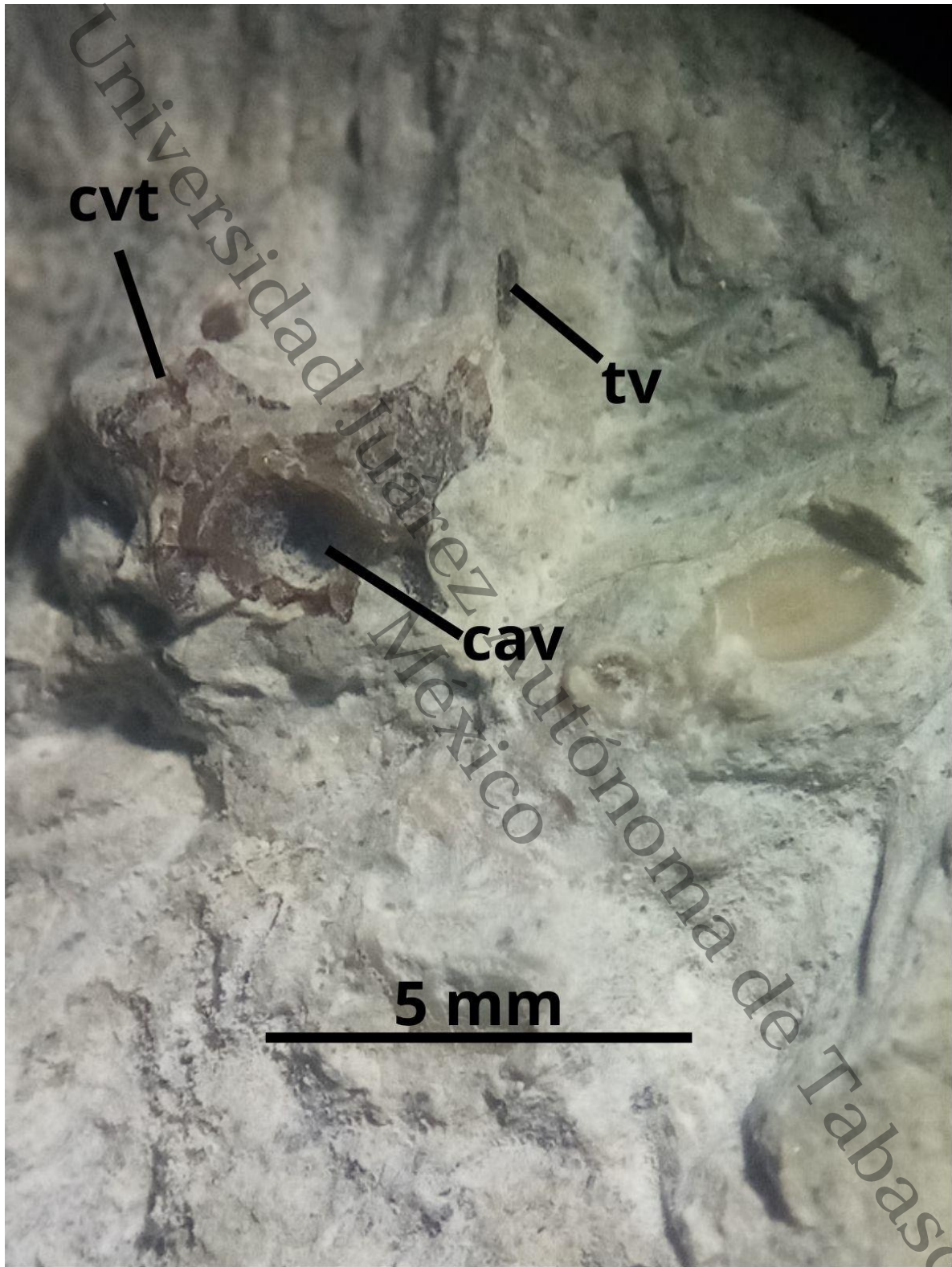


Figura 12. RTMT 003, vista lateral; Cav = canal neural. Cvt = cuerpo vertebral. Tv = proceso transverso.



Figura 13. RTMT 003, vista anterior; Cav = canal neural. Cvt = cuerpo vertebral. Tv = proceso transversal.

5.2. Discusión

El material encontrado pese haberse ubicado en sitios cercanos, tienen condiciones y características distintas en las que únicamente RTMT 001 y 002 tienen una similitud con respecto a su zona de procedencia. La falta de fuentes bibliográficas que apoyen la identificación de nuevos ejemplares del filo vertebrado para el estado es casi nulo, únicamente se tienen registros de corales, bivalvos y braquiópodos (Islas et al., 2004) El material descrito tiene muy pocos rasgos, por lo que no permiten determinar de forma precisa el nivel de taxón, identidad del género específico. Sin embargo, es de notar que el ejemplar RTMT 003 se extrajo directamente de un afloramiento del «Cerro Tortuguero» (Salas, 1949). El tipo de sedimento del registro 003 es azul arcilloso, y puede considerarse que, la matriz cementante es calcita microcristalina del Mioceno temprano posiblemente de mar somero a nivel nerítico (Islas et al., 2004; Narváez et al., 2008). Mientras que los ejemplares RTMT 001 y RTMT 002 al ser canto rodado con material microfósil, el color y textura de la matriz de ambos indican que son Pleistocénicos y se considera la posibilidad de que su procedencia pudiera deberse al cauce de algún delta fluvial destructivo que proviniera desde la Sierra Oriental de Chiapas en tiempos del Pleistoceno tardío cuando inicio el proceso de la tanatocenosis y finalmente la tafocenosis (Salgado, 2020). Los restos al encapsularse; se aislaron en roca caliza y con el tiempo fueron desgastándose por una serie de secuencias fluviales con rumbo al noroeste de Chiapas hasta llegar a la cuenca de Macuspana (González et al., 2023). El afloramiento comparte sustratos con lutita color grisáceo; aunque cerca de este también hay estrato color crema que está constituido de arenisca, limolita y lutita del Mioceno tardío (Sánchez, 2007; Pearl, 1975; Salas, 1949). (Figura 14).

Se ha comprobado que las formaciones durante el Mioceno y Plioceno que cumplen dichas características similares a un delta son «Cedral» y «Paraje Solo» (Rincón, 1959), que compartieron durante inicios del Plioceno temprano su distribución en la Cuenca Macuspana, las cuales tienen registros de fauna marina (Consejo de Recursos Minerales, 1999). Durante el Mioceno tardío hubo un conjunto de facies las cuales se ensamblaron por toda la llanura del sureste mexicano y la fauna marina se estableció a niveles neríticos en la costa, preservando incluso variedades de nano fósiles depositados

en fondo marino Miocénico. Estos últimos encontrados con residuos calcáreos en sílice, los cuales ayudaron en estudios anteriores para una datación más precisa mediante paleobatimetría (Islas et al., 2004; Narvárez et al., 2008). (Figura 15).

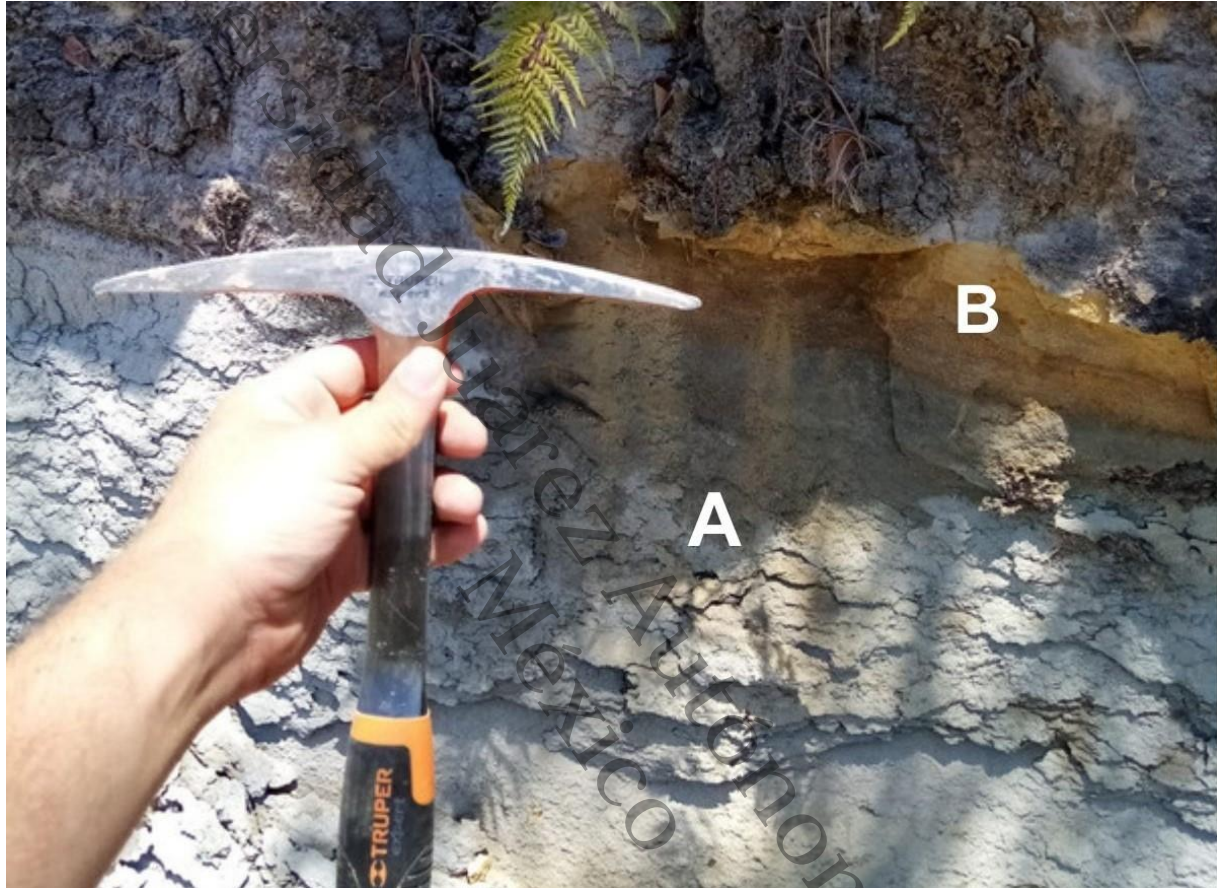


Figura 14. Afloramiento de la falla anticlinal «Cerro El Tortuguero». A, caliza color azul gris grano fino del Mioceno temprano. B, caliza color crema, grano rugoso del Mioceno tardío.

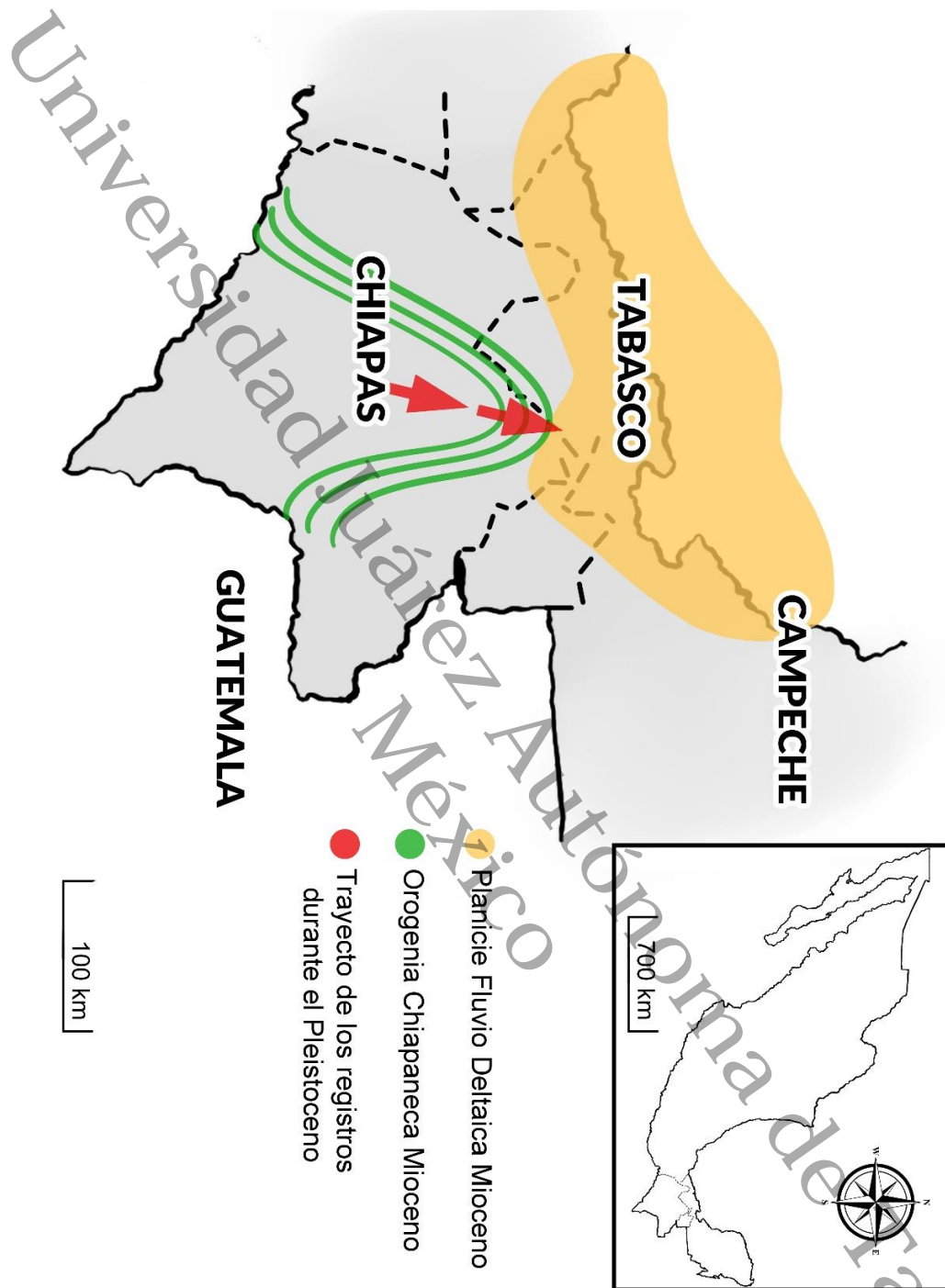


Figura 15. Mapa esquemático del traslado de los ejemplares RTMT 001 y 002 desde Chiapas a Tabasco a través del tiempo.

Amarillo: una planicie formada por deltas fluviales que durante el Mioceno se estableció a nivel nerítico, un mar somero donde posiblemente se hallaba el ejemplar RTMT 003 (Figura 7). **Verde:** Orogenia en Chiapas que se formó durante el Mioceno, permitiendo a otros deltas de como «Cedral» y «Paraje Solo» que conectarían a Tabasco a futuro. **Rojo:** Ejemplares RTMT 001 y 002 (Figura 5 y 6), siendo arrastrados al norte en dirección a Macuspana, a causa de los deltas fluviales destructivos.

Capítulo VI

6.1. Conclusiones

De los tres ejemplares registrados solamente RTMT 003 pudo ser identificado como fragmento de una vértebra torácica perfectamente encapsulada y en buena condición con un mínimo de abrasión lo que permitió una adecuada descripción de sus características. Los ejemplares RTMT 001 y 002 presentaron alto nivel de abrasión y el tipo de matriz nos indica que son similares. Posiblemente, gracias a los deltas de las formaciones «Cedral» y «Paraje Solo» los ejemplares RTMT 001 y 002 durante el Pleistoceno temprano fueron depositados en el fondo de los deltas y posteriormente arrastrados desde la Sierra Occidental de Chiapas donde ya se tiene registros de la Megafauna del Pleistoceno hasta ser transportados al suroeste de Tabasco en la Cuenca de Macuspana, ya anteriormente formada desde el Cretácico, donde se depositaron y enterraron con el tiempo con trayectoria al poblado La Calzada, hasta aflorar por intemperismo combinado con procesos erosivos de origen aluvial en las regiones del poblado Palomas. El ejemplar RTMT 003 fue descubierto en los cimientos de la formación Tortuguero, demostrando que no solamente hay presencia de invertebrados marinos sino también de microfósiles de vertebrados en la región. Los tres ejemplares no pueden ser identificados a nivel tipo todavía debido a las condiciones en las que se encuentran por lo que se requieren mayores esfuerzos para su estudio y complementar una mejor base de datos para el material fosilífero de Tabasco.

6.1.1. Aportación al campo o disciplina

Los datos proporcionados de los fósiles colectados contribuyen a los registros fósiles en la zona, los cuales aportan información a investigaciones en el futuro, brindando una evidencia irrefutable de la presencia de vertebrados no reportados para análisis, proyectos, publicaciones, investigaciones y cualquier trabajo científico que sea del tema geológico, biológico o paleontológico.

La descripción del tema sobre la orogenia Chiapaneca como causante del transporte de los ejemplares RTMT 001 y 002 puede considerarse una hipótesis que explique la de

otros ejemplares óseos en el futuro como parte de la Megafauna desde el Mioceno al Pleistoceno con características similares en matriz de canto rodado encontrados en ríos y lagos cubiertos por fango, tierra, lodo y sedimentos residuales.

6.1.2. Dirección para la investigación

El campo de estudio de la Paleontología actualmente es muy reducido por lo que, en trabajos de investigación similares al presentado, son un apoyo referencial para futuras investigaciones afines al tema.

Se espera que en el futuro la Paleontología ayude a conocer mejor el presente estudiando el pasado, y es necesario que se vea involucrada en toda actividad académica considerándose una disciplina de las ciencias geológicas y biológicas que puede ser un aporte para el país. Con ello se garantiza que más expediciones y prospecciones se realizarían con el fin de sustentar hipótesis para fundamentar la presencia de otros vertebrados sin identificar en el Estado.

Referencias:

Abdullin, F., Solari, L., Ortega, O. C., & Solé, J. (2018). *New fission-track results from the northern Chiapas Massif area, SE Mexico: trying to reconstruct its complex thermo-tectonic history*. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas/Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 35(1), 79-92. <https://doi.org/10.22201/cgeo.20072902e.2018.1.523>.

Bose, E. (1905). *Reseña acerca de la geología de Chiapas y Tabasco (Classic Reprint)*. (1.ª ed.). México, Imprenta y fototipia de la Secretaría de Fomento. 116 p.

Castañeda, O. C., & Quintana, J. R. (2007). *Mastofaunula de la cuenca de Moctezuma, Cenozoico tardío de Sonora, México*. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 24(1), 81-88. <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/2264809.pdf>.

Castillo, O. A., & Zavala, C. J. (1996). *Fisiografías, recursos vegetales y alternativas de manejo en el parque estatal Agua Blanca, Tabasco*. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 12(23), 63-70. <https://doi.org/10.19136/era.a12n23.587>.

Charles, C. J. (1981). *Evolución estructural del sureste de México, paleogeografía e historia tectónica de las zonas internas mesozoicas*. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 5(2), 207-216. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2231664>.

Comisión Nacional de Hidrocarburos. (2021). *Atlas Geológico Cuencas del sureste-Cinturón plegado de la sierra de Chiapas*. Centro Nacional de Información de Hidrocarburos.

https://hidrocarburos.gob.mx/media/3094/atlas_geologico_cuencas_sureste_v3.pdf.

Consejo de Recursos Minerales. (1999). *Carta Geológico-Minera Minatitlán Escala 1: 250,000 Estados de Veracruz y Oaxaca*. Secretaría de Economía. https://mapserver.sgm.gob.mx/InformesTecnicos/CartografiaWeb/T301999AUMM0001_01.PDF.

García, E. (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Instituto de Geografía. <http://www.librosoa.unam.mx/handle/123456789/1372>.

Geissen, V., De Llargo, J. J. G. L., Galindo, A. A., & Reyes, R. R. (2008). *Erosión superficial y carstificación en Macuspana, Tabasco, Sureste de México*. *Agrociencia*, 42(6), 605-614. http://www.redalyc.org/pdf/302/Resumenes/Abstract_30211218001_2.pdf.

González, S., Carbot, C. G., Huddart, D., Israde, A. I., Domínguez-Vázquez, G., Previtali, F., Bocanegra-Ramírez, D. M., & Gómez-Pérez, L. E. (2023). *Late Pleistocene paleoenvironments and megafauna from the Sierra Madre del Sur flanks and the Central Depression of Chiapas (Southern México)*. *Quaternary Science Reviews*, 319, 108331. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2023.108331>.

Islas, T. J. J., Ramírez, G. G., Moreno R. J. P., & Gómez Á. A. (2004). *Carta Geológico-Minera Villahermosa E15-8. Secretaría de Economía. Consejo de Recursos Minerales*. https://mapserver.sgm.gob.mx/InformesTecnicos/CartografiaWeb/T272004ISTJ0001_01.PDF.

Köhler, A., & Jimeno, V. M. E. (2004). *Choles y chortíes de Karl Sapper, 1907*. *Liminar: Estudios Sociales y Humanísticos*, 2(1), 114-142. <https://doi.org/10.29043/liminar.v2i1.147>.

López, R. E. (2012). *Geología General y de México* (7.ª ed.). TRILLAS. 506 p.

Maldonado, K. M. (1964). *1. Geohistory and Paleogeography of Middle America*. En University of Texas Press eBooks. 1, <https://doi.org/10.7560/732599-001>.

Moody, R. (1987). *Fósiles*. (1.ª ed.), España, OMEGA. 192 p.

Nájera, M. I. (2013). Alfonso Arellano, *Tortuguero: una historia rescatada*. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Filológicas, Centro de Estudios Mayas. *Estudios de Cultura Maya*, 32. <https://doi.org/10.19130/iifl.ecm.2008.32.73>.

Narváez, R. J. Y., Helenes, E. J., Del Moral, D. J. M., Martínez, M. V. M., Macías, O. C., Castillejos, Z. O. G., & Sánchez, R. M. A. (2008). *Bioestratigrafía de secuencias del Mioceno-Plioceno de la cuenca Macuspana, sureste del Golfo de México*. *Revista*

Mexicana de Ciencias Geológicas, 25(2), 217-224.
<http://scielo.unam.mx/pdf/rmcg/v25n2/v25n2a2.pdf>.

NOMINA ANATOMICA VETERINARIA. (1975). *Australian Veterinary Journal*, 51(12), 553. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1975.tb09378.x>.

Padilla, S. R. J. (2007). *Evolución geológica del sureste mexicano desde el mesozoico al presente en el contexto regional del Golfo de México*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 59(1), 19-42. <https://doi.org/10.18268/bsgm2007v59n1a3>.

Palma, L. D. J. & Rincón, R. J. (2007). *Suelos de Tabasco: Su Uso y Manejo Sustentable*. Gobierno del Estado de Tabasco. <https://www.researchgate.net/publication/293958380>.

Pearl, R. M. (1956). *Rocks and Minerals*. (1.ª ed.), United States, BARNES & NOBLE. 275 p.

Pearl, R. M. (1975). *Geology*. (4.ª ed.), United States, HarperCollins Publishers. 317 p.

Rincón, H. P. (1959). *Estudio geológico del campo petrolero Rodolfo Ogarrío*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 22(3). <https://doi.org/10.18268/bsgm1959v22n3a1>.

Rosenfeld, J. H. (2014). *Paleocene-Eocene Drawdown and Refill of the Gulf of Mexico—Concept History and Status*. En SEPM (Society for Sedimentary Geology) eBooks. 33(1). <https://doi.org/10.5724/gcs.14.33.0330>.

Salas, G. P. (1949). *El cretácico de la cuenca de Macuspana (Tabasco) y su correlación*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 14(1). <https://doi.org/10.18268/bsgm1949v14n1a4>.

Salas, J. H. O. (1990). *Geomorfología de la región de La Venta, Tabasco: un sistema fluvio-lagunar costero del cuaternario*. INAH.GOB.MX, 3, 5-16. <https://biblat.unam.mx/es/revista/arqueologia-mexico-d-f/articulo/geomorfologia-de-la-region-de-la-venta-tabasco-un-sistema-fluvio-lagunar-costero-del-cuaternario>.

Salgado, G. P. (2020). *Análisis de concentraciones fósiles en la Formación Monte León (Mioceno inferior), en la costa de la provincia de Santa Cruz*. Repositorio Institucional De La UNLP. <https://doi.org/10.35537/10915/90109>.

Smith, H. M., & Romer, A. S. (1946). *Vertebrate paleontology. Journal Of Mammalogy*. 27(3), 285. <https://doi.org/10.2307/1375442>.

Zarco, E. V., Valdez, H. J., Ángeles, P. G., & Castillo, A. O. (2010). *ESTRUCTURA y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA DEL PARQUE ESTATAL AGUA BLANCA, MACUSPANA, TABASCO*. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 26(1), 1-17. <https://doi.org/10.19136/era.a26n1.179>.

Zavala, C. J., Jiménez, R. R., Jesús Palma, L. D., Bautista, Z. F., & Reyes, F. G. (2016). *Paisajes Geomorfológicos: Base para el levantamiento de suelos en Tabasco, México*. *Ecosistema y Recursos Agropecuarios*, 3(8), 161-171. <https://doi.org/10.19136/era.a3n8.643>.

Zenteno, D. J. M., & De Estadística Geografía e Informática, I. N. (1985). *Geología de la República Mexicana: México, 1984*. *Instituto Nacional de Estadística Geografía E Informática*.

https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1329/702825230968/702825230968_9.pdf.

Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional	
Título de Tesis:	“PRESENCIA DE VERTEBRADOS FÓSILES DEL CENOZOICO EN LA CUENCA DE MACUSPANA, TABASCO”
Autor(a) o autores(ras) de la Tesis:	Alfredo Abraham Jiménez Contreras
ORCID:	https://orcid.org/0000-0003-4533-4138
Resumen de la Tesis:	Por medio de la investigación se realizó una descripción morfológica y tafonómica de tres ejemplares fósiles de vertebrados encontrados en afloramientos y ejidos dentro de la formación «Macuspana».
Palabras claves de la Tesis:	México. Anatomía. Paleontología. Paleobiología. Mioceno.
Referencias citadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Comisión Nacional de Hidrocarburos. (2021). Atlas Geológico Cuencas del sureste Cinturón plegado de la sierra de Chiapas. Centro Nacional de Información de Hidrocarburos. https://hidrocarburos.gob.mx/media/3094/atlas_geologico_cuenca_sureste_v3.pdf. - López, R. E. (2012). Geología General y de México (7.a ed.). TRILLAS. 506 p. - Salas, G. P. (1949). El cretácico de la cuenca de Macuspana (Tabasco) y su correlación. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 14(1). https://doi.org/10.18268/bsgm1949v14n1a4.