



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**MICROVERTEBRADOS CRETÁDICOS TARDÍOS
DEL ÁREA DE EL ROSARIO, BAJA CALIFORNIA,
MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

**PAULA ROSARIO ROMO DE VIVAR
MARTÍNEZ**



**DIRECTORA DE TESIS:
DRA. MARISOL MONTELLANO BALLESTEROS
2011**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

1. Datos del alumno

Romo de Vivar

Martínez

Paula Rosario

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

402048783

2. Datos del tutor

Dra.

Marisol

Montellano

Ballesteros

3. Datos del sinodal 1

Dr.

Jesús

Alvarado

Ortega

4. Datos del sinodal 2

M. en C.

Alejandro

Cristín

Ponciano

5. Datos del sinodal 3

Biól.

César Andrés

Torres

Miranda

6. Datos del sinodal 4

Biól.

Norma

Valentín

Maldonado

7. Datos del trabajo escrito

Microvertebrados Cretácicos tardíos del área de El Rosario, Baja California, México

156 p

2011

“La naturaleza dio a Baja California casi todas las bellezas posibles en un clima seco y cálido, elevadas montañas, llanos desérticos pero con cactus que florecen, aguas azules, islas donde anidan multitudes de aves, así como numerosas playas, tan estupendas y atractivas, como las mejores del mundo. Todo esto ha permanecido casi totalmente inviolado, justamente por que muy poco ha podido estroperalo eso que llamamos progreso.”

Joseph Wood Crutch

“Un hombre puede, sí posee la verdadera sabiduría, gozar de todo el espectáculo del mundo desde una silla, sin saber leer, sin hablar con nadie, sólo con el uso de sus sentidos y con el alma que no sepa estar triste”

Fernando Pessoa

A mis Abuelas

A mi Mamá

A mi Papá

A mis hermanitos

Camino sobre el tiempo, apenas unos pasos
¡Millones de años!

Texturas de ambientes, al tacto renacen
antiguos escenarios

Movimiento perpetuo
danzas de Viento, Agua, Fuego, Tierra
Mutabilidad de los viejos elementos.

Ηοφα

Agradecimientos

Le doy gracias a:

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por ser la institución que me formó, no sólo en el ámbito académico, sino también en el cultural y deportivo. Por reforzar mi identidad.

A la Facultad de Ciencias, por ser el recinto dentro de la UNAM, en el cuál comenzó mi formación como bióloga, donde aprendí, me conocí, me estresé, reí, lloré, comí, dormí, etc.

Al Instituto de Geología de la UNAM, el cuál es como un segundo hogar, por permitirme realizar este trabajo, y por la beca otorgada para la realización de esta tesis.

Al apoyo de los proyectos: “Microvertebrados cretácicos de El Rosario, Baja California, México” IN 111209: 2009-2010. "Paleontología y estratigrafía del Cretácico Tardío del área de El Rosario, Baja California, México” IN 104506-2. 2006-2007. Y “Exploring the stratigraphy and systematics of Late Cretaceous vertebrate faunas from Baja California, México” UC-MEXUS2004-2006.

A mi tutora, asesora, maestra, mentora, Dra. Marisol Montellano Ballesteros (Marisol), por todo su apoyo y enseñanzas. Por escucharme hasta cuando no era necesario (con eso de que hablo hasta por los codos), pero sobre todo cuando realmente lo fue, tanto en el ámbito académico, como personal, pero principalmente por su GRAN paciencia, por no ahorcarme mientras tome posesión de su oficina, por dejarme ser y confiar en mis locuras. Ahora no sé donde pondré todas mis cosas.

Al sínodo: Dr. Jesús Alvarado Ortega, M. en C. Alejandro Cristín Ponciano, M. en C. César Andrés Torres Miranda, y la Bióloga Norma Valentín Maldonado; por todos sus comentarios, sugerencias, pláticas, que ayudaron a la elaboración de este trabajo.

Al M. en C. René Hernández Rivera y Gerardo Álvarez Reyes, por ser mis maestros pero sobre todo mis amigos.

A todos aquellos que fueron mis compañeros de campo, Olivier, Gonzalo, Neftali, Andrés, y al equipo de Greg. A la comunidad de El Rosario: Sr. y Sra. Acevedo, Nestor y los empleados del ABD, David, y Antony.

Al Dr. Francisco Aranda, por su hospital en Ensenada, ya sea en la UAB o en el Zarape. Al Instituto de Astronomía de la UNAM en Ensenada, que siempre tienen lista una camioneta que prestarnos para salir al campo.

A los chicos de servicio social, por ayudar a buscar los bichitos.

A la Dra. Julia Sankey, la Dra. Ángela Buscalioni, al Dr. Jim Gardner, al Dr. Don Brikman y al Dr. Luis Chiappe, por responder mis correos, con sus certeros comentarios.

A los hermanos mayores Rosita y Alejandrino: ya que compartieron su experiencia conmigo, aunque nadie aprende en cabeza ajena. Atendieron a mis dudas e inquietudes

tanto de la paleontología, de la geología, de la biología, y en general de la vida y por darnos tiempo para pensar en “babosadas” por no decir otra palabra.

A los hermanos, “Contemporáneos” Hedicita y Chepe. Y al hermanito Germán que se quedará en posesión de la oficina de la “jefa”.

A la Dra. Carreño, por soportar toda clase de ruidos proveniente de la oficina de alado, por externar no solo sus molestias, sí no también su cariño, y no matarme. Y a su variedad de muñecas: La Morenita (Adriana), Ovocita (Fa), La Sisima (Violetita), Carito, y Araceli.

A el Dr. Enrique Martínez Hernández, por aclarar mis dudas palinológicas. Al Dr. José Luis Sánchez Zavala y al M. en C. Enrique Gonzáles Torres, quienes me dieron una probadita de la geología y cuando está se perdió en la memoria me ayudaron a recordarla.

A todos aquellos que perturbe durante mi ruidosa presencia en el instituto y sobre a todos aquellos que a pesar de todo confían en mí, en especial al Doc. Sergio Cevallos, Laura y Susanita.

A Maru, quién desde segundo semestre, siempre ha estado detrás de mí, oyéndome, aconsejándome, impulsándome y hasta invitándome un taco.

A Margarita Caballero, por recordarme con sus clases el por qué elegí esta carrera, en un momento en que no sabía hacia donde caminar, ella sin saberlo regó la semilla que estuvo a punto de no germinar.

En general a todos los maestros de mi vida, que no sólo enseñaron lo referente a sus materia si no que me marcaron como persona, por su lado humano y preocuparse por forma personas. Principalmente a Gabriel Dartíz, Isabel, Juan José, Marilu, Erazo, Vikeira, Lupita, Luz Maria, Sara, Carla, Laura Piñeura, Juan Carlos Zamora, Laura Vargas Parada, Berta Molina y Sara Frías, Palomino, Georgina Nieto, Efrén Zúñiga, y José Sámano,

A mi familia:

A mis abuelas por ser cada una el pilar de mis dos familias: dos mujeres ejemplares, sin ellas no me explico, sin ellas no sería lo que soy, y sin su tenacidad probablemente ni estaría aquí.

A mis padres, tan antagónicos ellos, y sin embargo en su convergencia nací yo, con dos formas distintas de ver la vida, de enseñar, de manifestarse, de ser.

A mis hermanos, que a pesar de que llegaron un poco tarde, después de pedir y pedir un hermanito, de no vivir juntos, siempre serán mis compañeros de vida, mis hermanitos aunque ahora son más altos, y a quienes les he de enseñar con el ejemplo.

A mi abuelo Pepe, que sin conocerlo desde muy pequeña sé que una parte de él habita en mí. A mi no-abuelo, Víctor Ferragut, quien me ha “contaminado” de utopías que espero, algunas, dejen de serlo, que ha sido un gran contador de historias, de la vida,

llena de enseñanzas y a pesar de lo vivido, producen alegrías. A mi querido tío Elias, quien es la figura más cercana a un abuelo, otro pilar importante para la familia Martínez-Ruiz, medio choco medio árabe, medio tío, medio abuelo, y a mi tía Aida, quien sin estar sigue estando.

A mi tío Jorge por ser una inspiración, un maestro, un apoyo incondicional, por aportar un pedazo de sí en mí, y mi tía Marisol gran consejera de vida.

A mi tío Pesho, por estar detrás apurando con la tesis, y en aquellos momentos difíciles estar ahí, junto con mi tía Virginia.

A mi tía Olga y mi Tío Eblén, por saber desde siempre donde terminaría antes de que yo lo supiera, por inspirarme con su música, y su comida, por ser maestros.

A mi tía Karime y mi tío Francisco, los “monstruos” mayores, más atentos que conozco, que al igual que los demás estuvieron ahí principalmente al inicio de esta aventura.

A mi tía Chiquis, extraño esas pláticas decembrinas.

A mis primos de la primera camada por ser mis compañeros de juegos y de vida, y mis primos de la segunda camada por alegrar mi vida.

A Lucia Holguin por preocuparse por mí como una madre, y a Ricardo Martínez, por ser otro papá, por cuidarme, siempre guardo sus pláticas y los juegos que habitamos juntos.

A la familia Abad, Carlos Abad, Hilda López, la señorita Abad, el joven Abad, y la señorita Cecy, por ser una segunda familia, acogerme, apoyarme, cuidarme; en pocas palabras por ser y estar como mi propia familia.

A mis otras familias, los amigos:

A mis amigos del Vives: el paquete básico, Ilán, Anita y Solcito. A Tania, Josefo, Nuria, Karin, Onti, I Erandi, Lore, Mariana Aurora, Nury, Berta y Villarias. Por qué siempre estuvieron ahí, compartiendo aventuras, apoyando en la vida, y la mayoría sigue formando parte del ahora.

A Ana Franco, que además de ser mi maestra, se convirtió en una gran amiga.

A los amigos de la Facultad, Marcelita, Yis, César, Cristina, Iván, Anuar, Gris, Miryam, Abigail, Lailongo, Cristian, Gabriela (mamá) y Marina.

A los no soy de aquí ni soy de allá, pero somos uno siendo tres: mis cronopios favoritos Jazz y Diez.

A mis amigos y compañeros del Tae Kwon Do: Aparicio, Nayuri, Richi y Jorge, Yolo y Jon, Lili y Paty (las famosas Ardillas), Juanito, Roxana, Sandrita, Daniela, El Benjas, Efrén, Eriká, la Tal Ib Ana y Fercitou.

A Rosy, por ayudarme a enfrentarme a mí misma y encontrarme. A Ricardo Ortega

(padre), y Virginia López, por aquellos cafés, en su casa. Al Sr. Héctor y Sra. Paty, por esa rica comida.

A la Pancho Town: Rodrigo-Cimarrón mi viejo maestro joven amigo, José, Hazel, Gamel, Cecy mi hermanita, y el Tío Raúl.

A la casita de Basopas, lugar donde además del instituto se escribió gran parte de este trabajo. Y a sus habitantes de aquellos tiempos: Magda y Angelo, y a sus famosas visitas, La Teniente Vilka y La Gaby Gaby.

A mis queridos alumnetos, de quienes aprendo día a día.

A las chicas de las librerías, Mónica Pacheco y Anaid.

Y por último aquellas personas que por azares del destino, malentendidos y demás nos distanciamos, pero aprecio todo aquello que pasamos juntas.

Gracias a todos ustedes, y a muchos más que seguro deje escapar, soy quien soy, e influyeron en la culminación de este trabajo.

Mayo 2011

Paula.

Tabla de Contenido

| | Página |
|--|---------------|
| Lista de figuras | |
| Resumen. | 1 |
| I Introducción: | 2 |
| 1.1 Antecedentes de los estudios en el área de El Rosario, Baja California | 2 |
| 1.2 Paleogeografía | 4 |
| 1.3 Edad y biocronología | 5 |
| II Objetivo | 9 |
| III Material y Método: | 10 |
| 3.1 Campo | 10 |
| 3.2 Laboratorio | 10 |
| 3.3 Gabinete | 11 |
| 3.4 Análisis de provincialismo y Edad (NALMA) | 15 |
| Abreviaturas | 19 |
| IV Localidad | 22 |
| 4.1 Ubicación | 22 |
| 4.2 Marco Geológico | 22 |
| V Paleontología Sistemática | 27 |
| VI Resultados | 86 |
| 6.1 Abundancia | 86 |
| 6.2 Paleoambiente | 88 |
| 6.3 Asociación faunísticas | 89 |
| 6.4 PAE | 95 |
| 6.4 Análisis de similitud (UPGMA) | 97 |
| VII Discusión | 99 |
| 7.1 Edad | 99 |
| 7.2 Provincialismo faunístico e implicaciones biogeográficas | 100 |
| 7.2.1 Asociaciones faunísticas | 100 |
| 7.2.2 Análisis de similitud | 101 |
| 7.2.3 PAE | 101 |
| 7.2.4 Algunas consideraciones | 102 |
| VIII Sumario | 105 |
| IX Conclusiones | 107 |
| X Anexos | 108 |
| XI Referencias | 135 |

Lista de figuras y tablas

| | Página |
|---|--------|
| Figura 1 Reconstrucción paleogeográfica de Norte América | 8 |
| Figura 2 Nomenclatura propuesta por Smith (2002) para los dientes. | 11 |
| Figura 3 Longitud de la base de la corona | 12 |
| Figura 4 Ancho de la base de la corona | 12 |
| Figura 5 Puntos para medir CH, AL, y θ | 13 |
| Figura 6 Medidas propuestas por Smith y por Sankey para medir los dientes | 14 |
| Figura 7 Ornamentación de la corona | 15 |
| Figura 8 Mapa geológico y ubicación del área de El Rosario | 23 |
| Figura 9 Sección estratigráfica de Kilmer y sección generalizada con tobas de Renne | 25 |
| Figura 10 Sección estratigráfica de la localidad Ros 51 | 26 |
| Figura 11 Diente oral de <i>Ptychotrygon</i> | 29 |
| Figura 12 Diente de Lepisosteidae | 30 |
| Figura 13 Diente de Paralbulinae | 31 |
| Figura 14 Dentario cf. <i>Albanerpeton</i> | 33 |
| Figura 15 Fragmentos de maxila, húmero, e ilium de anura | 39 |
| Figura 16 Coracoides, extremo proximal de fémur, isquion, fragmento de urostilo, terminación de tibiofibula, terminaciones proximales de ulnas, de anura | 40 |
| Figura 17 Túberculo cf. <i>Naomichelys</i> | 43 |
| Figura 18 Dientes de <i>Dichothodon bajaensis</i> | 44 |
| Figura 19 Diente cf. <i>Exotinus</i> | 45 |
| Figura 20 Diente cf. <i>Palaeosaniwa canadensis</i> | 47 |
| Figura 21 Dientes de Varonoidea | 49 |
| Figura 22 Centro vertebral de squamata | 50 |
| Figura 23 Dientes cf. Atoposauridae | 53 |
| Figura 24 Dientes cf. <i>Leidyosuchus</i> | 55 |
| Figura 25 Dientes cf. <i>Brachychampsa</i> | 57 |
| Figura 26 Dientes ? <i>Brachychampsa</i> | 58 |
| Figura 27 Dientes indeterminados (Crocodylomorpha) | 59 |
| Figura 28 Diente de Globiodonta | 61 |
| Figuras 29-31 Dientes de Mesoeucrocodylia | 62-64 |
| Figura 32 Diente <i>incertae sedis</i> Mesoeucrocodylia | 65 |
| Figura 33 Diente de <i>Saurornitholestes</i> | 69 |
| Figura 34 Dientes de cf. <i>Troodon formosus</i> | 72 |
| Figura 35 Diente de <i>Richardoestesia gilmorei</i> | 73 |
| Figura 36 Dientes de <i>R. isósceles</i> | 75 |
| Figura 37 Diente de Terópodo | 76 |
| Figura 38 Diente de cf. Ave | 78 |
| Figura 39 Diente de Terópodo | 79 |
| Figura 40 Ungales de Maniraptora | 80 |
| Figuras 41-42 Fragmentos de dientes de Terópodo | 82 |
| Figura 43 Abundancia relativa por clase | 87 |
| Figura 44 Abundancia relativa por clase (incluyendo mamíferos) | 87 |
| Figura 45 Abundancia relativa por orden | 88 |
| Figura 46 Porcentaje de los hábitos de los organismos de Ros 51 | 88 |

| | |
|--|----------------|
| Figura 47 Abundancia de mesoreptiles | 90 |
| Figura 48 Abundancia de cocodrilos | 91 |
| Figura 49 Porcentaje de pequeños terópodos en Ros 51 | 93 |
| Figura 50 Asociaciones de terópodos del Campaniano tardío-Maastrichtiano temprano | 93 |
| Figura 51 Asociaciones de terópodos del Maastrichtiano tardío | 94 |
| Figura 52 Correlación de formaciones | 108 |
| Figura 53 Matriz de presencia y ausencia | 118 |
| Figuras 54-68 Cladogramas | 119-124 |
| Figuras 69-85 Fenogramas | 125-133 |
| Figura 86 Matriz de similitud, usando el índice de Jaccard | 134 |
| Gráfica 1 Morfotipos de dientes | 68 |
| Tabla I Comparación de ilia de anuros | 38 |
| Tabla II Medidas de dientes de cocodrilos | 66 |
| Tabla III Medidas de dientes de terópodos | 84 |
| Tabla IV Medidas en las carenas | 84 |
| Tabla V Cuantificación de taxas de Ros 51 | 110 |
| Tabla VI Listado faunístico de la formación El Gallo | 113 |

Resumen

Se estudiaron los microvertebrados (no mamíferos) de la localidad Ros 51, la cual se encuentra dentro de la Formación El Gallo, de edad campaniana, en el área El Rosario, Baja California. Se aislaron 169 restos fósiles en 3,200 Kg. de sedimento que se recolectó y tamizó en las temporadas de campo de los años 2006 y 2007.

Se describieron diversos taxa dentro de los siguientes órdenes y se determinó su abundancia relativa: Rajiformes 1%, Lepisosteiformes 1%, Elopiformes 9%, Allocaudata 1%, Anura 17% Testudines 1%, Squamata 8%, Crocodylia 49% y Terópodos (sin aves) 11%, Aves 2%. De los organismos identificados se puede destacar la presencia de la familia Albanerpetontidae; la abundancia relativa dentro de los terópodos de los géneros *Troodon* y *Richardoestesia* y la probable presencia de aves, además llama la atención la abundancia de cocodrilos juveniles, y la probable presencia de la familia Atoposauridae. Así como una alta representatividad de elementos postcraneales de anuros. Este contenido faunístico dentro de la localidad es acorde con un ambiente fluvial, como se ha interpretado por autores previos.

Se ha propuesto al El Gallo como una de las formaciones que podría defender la existencia formal de la NALMA “Edmontoniano” (Cifelli, *et al* 2004; Lehman, 2001; Sullivan y Lucas, 2006), para comprobar esta hipótesis, y la del provincialismo faunístico propuesto por Lehman (1997, 2001) del lado de la costa pacífica, se comparó el contenido faunístico de otras formaciones cretácicas tardías de Norte América, contra lo encontrado en El Gallo (incluyendo los taxa anteriormente reportados para el área de estudio, incluyendo los mamíferos). Se realizaron diversos análisis (PAE y análisis de similitud) concluyendo que la formación El Gallo es similar a las formaciones que se encuentran al norte o al centro del interior occidental de Norte América, principalmente con aquellas que se encontraban en una paleolongitud similar y un ambiente de depósito fluvial. A pesar de no tener resultados contundentes para decir que El Gallo puede defender el “Edmonotoniano”, se puede apoyar la idea que fue un periodo de transición en el cuál hubo un reacomodo de las faunas de vertebrados terrestres. Por último, la “singular” composición faunística recuperada en la formación El Gallo sugiere el inicio de un aislamiento geográfico con respecto al resto de Norte América occidental.

I. Introducción

Este trabajo es parte de un proyecto que se inició en el año 2004 entre la UABC, el Instituto de Geología de la UNAM, y el Museo de Paleontología de UC, Berkeley, cuyo fin era la prospección de los depósitos no marinos del Cretácico Superior (Formación El Gallo) en El Rosario, cuyos objetivos eran redescubrir las antiguas localidades y descubrir nuevas localidades fosilíferas, así como la recuperación y estudio sistemático de microvertebrados y comprobar la hipótesis de Lehman del provincialismo faunístico del Campaniano y Maastrichtiano en Norte América (Montellano *et al.*, 2005, 2008).

Desde el inicio del proyecto se encontraron restos fósiles de peces teleosteos, salamandras, tortugas, lagartijas, cocodrilos, dinosaurios terópodos de diferentes tamaños y mamíferos. Uno de los primeros descubrimientos fue el hallazgo de elementos craneales y post-craneales de *Dicothodon bajaensis* (Montellano *et al.*, 2005, 2008).

Dentro de los trabajos de prospección se encontró una localidad rica en microvertebrados, ROS 51, el material que aquí se describe proviene de esa localidad.

1.1 Antecedentes de estudios en el área de El Rosario, Baja California, México.

Los primeros estudios que se realizaron en el área de El Rosario, fueron principalmente de carácter geológico. Entre éstos se encuentran los de Gabb (1869), Merrill (1892), Darton (1921), Beal (1924, 1948), Santillán y Barrera (1930), Anderson y Hanna (1935), Meigs (1935), Kilmer (1963), Schile (1974), (Kilmer 1963; Schile, 1974), Renne *et al* (1991), Fulbord y Busby (1993), Busby (2004). A continuación se mencionarán los trabajos más relevantes para este estudio.

Beal (1924, 1948), reconoció dos formaciones cretácicas en el área de El Rosario. La más antigua, Formación San Fernando, de edad cretácica tardía aflora a 48Km. al Sureste del poblado El Rosario. La Formación más joven es la Formación Rosario, expuesta cerca de la población El Rosario, la cual se define con base en el reconocimiento de fósiles cretácicos tardíos de rocas no metamorfoseadas.

Posteriormente Santillán y Barrera (1930) examinaron la estratigrafía de El Rosario, y propusieron dividir la Formación Rosario en tres horizontes: Inferior, Intermedio y Alto.

Kilmer (1963) consideró la Formación Rosario como Grupo Rosario y estableció de manera informal cuatro nuevas formaciones dentro del Grupo Rosario: La Bocana Roja (Turoniano?), Punta Baja (Campaniano), El Gallo (Campaniano tardío), y Rosario (Campaniano tardío-Maastrichtiano). Las formaciones propuestas por Kilmer no han sido aceptadas porque su nomenclatura no cumple con el Código de Nomenclatura Estratigráfica (American Commission on Stratigraphic Nomenclature, 1961, artículos lic, 16d, citado en Schile, pag.12). Además, la nomenclatura estratigráfica debe ser publicada en un medio aceptable para que sea legítima (Schile, 1974) y el trabajo de Kilmer quedó en tesis.

Schile (1974), llevó a cabo un estudio sedimentológico de la Formación El Gallo, en particular del Miembro El Disecado de Kilmer, y concluyó que el ambiente de depósito de este miembro corresponde a un sistema fluvial meándrico.

Renne *et al* (1991) realizaron un análisis radiométrico en la Formación El Gallo y obtuvieron edades que van de 74.87 +- 0.05 Ma a 73.59 +- 0.09 Ma, que corresponden al Campaniano.

Posteriormente, Fulbord y Busby (1993), realizaron un trabajo sobre el control tectónico en la sedimentación no-marina de la Formación El Gallo, dividiendo la formación en 4 sucesiones litológicas, con base a un estudio de carácter sedimentológico, estratigráfico, petrográfico y geocronológico, e interpretaron una secuencia retrogradacional de depositación de un sistema fluvial trenzado a un sistema fluvial sinuoso y finalmente a un subambiente de mareas seguido por una transgresión marina.

Busby (2004), menciona que las rocas mesozoicas de Baja California, son un ejemplo de la evolución de los sistemas de arco hacia las grandes cuencas oceánicas. Propone un modelo de tres fases, en el cual, el Grupo el Rosario corresponde a la compresión del arco, que es la última etapa del modelo o fase de subducción, la cual abarca del Cretácico tardío al Paleoceno temprano (100 Ma – 50 Ma).

Desde el punto de vista de los estudios paleontológicos el primer hallazgo de un dinosaurio en Baja California fue en 1925 de acuerdo a W.J. Morris (1965); en 1953 Durham y Peck registraron fragmentos de dinosaurio, en lo que hoy se conoce como Formación El Gallo. Entre 1959 y 1960 Kilmer y Russell realizaron una expedición paleontológica a Baja California. Colbert en 1960 halló el primer diente de terópodo en

Baja California, entre otros restos (Hilton, 2003).

A partir de mediados de los sesentas y hasta principios de los setentas se realizaron expediciones paleontológicas a cargo del Museo de Historia Natural del Condado de Los Angeles (LACM), California, junto con miembros de la Universidad de California y del Instituto de Geología, (UNAM) en el área de El Rosario, principalmente en la Formación El Gallo.

Durante estas expediciones se reportaron restos fósiles de anfibios, pequeños reptiles, tortugas, lagartijas, alligatorinos, dinosaurios entre los que se encuentran hadrosaurios (*Lambeosarus laticaudus*) y carnosaurios, otros arcosaurios, aves y mamíferos (Lillegraven, 1972; Clemens, 1980; Morris, 1981). Entre los mamíferos se identificaron los géneros *Mesodma*, *Stygmimys*, *Pedimys*, *Gallolestes pachymandibularis* (Lillegraven, 1972; Clemens, 1980). De la Formación Bocana Roja se describieron los restos de un ave, *Alexornis antecedens* (Brodkorb, 1976). Con base en los invertebrados recolectados en la “Formación El Gallo”, ésta se correlacionó con la Formación “Chico” (Santoniano-Campaniano) en California (Kilmer, 1963). Los dinosaurios se han comparado con los hallados en la parte superior de la Formación Edmonton, en Alberta, Canadá (Morris, 1967). Con base en material dental, Nydam (1999) describió una nueva especie de lagartija *Polyglyphanodon bajaensis*, ahora conocida como *Dicothodon bajaensis* (Nydam, 1999; Nydam *et al.*, 2007).

Después de los trabajos y expediciones paleontológicas a cargo del Museo de Historia Natural del Condado de Los Angeles, California, la prospección y trabajo de campo quedó en manos del personal de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), enfocándose a los dinosaurios (Montellano *et al.*, 2005, 2008).

1.2 Paleogeografía

En Norte América durante el Crétacico tardío acontecieron ciclos de regresiones y transgresiones. Además comenzó la Orogenia Laramide producto de la subducción de la placa Farallón, por lo que hubo una alta actividad Volcánica. A lo largo de la costa pacífica de Norte América un proceso dominante fue la formación de arcos Volcánicos (Williams y Stelck, 1975; Lehman, 1997, 2001; Busby, 2004).

Había un mar interno conocido como “Mar Interior Occidental” (Western Interior Sea) que dividía a Norte América en Asia-América (al oeste) y Euramérica (al este) (Fig. 1). Diversos autores han reconocido un provincialismo florístico a partir de

granos de polen, del lado oeste del Mar Interior Occidental, se encontraba la provincia caracterizada por granos de polen del género *Aquilapollenites*, y al este del Mar Interior, se encontraba la provincia caracterizada por granos de polen del tipo Normapoles (Baten, 1984; Traverse, 2007), y dentro de estas provincias habían sub-provincias latitudinales (Traverse, 2007; Graham, 1999; Upchurch y Wolfe 1993; Wolfe y Upchurch 1987; Baten, 1984) (Fig. 1).

Cabe destacar que la división de estas provincias floríticas no era una línea recta de norte a sur, ya que por ejemplo en la Formación Aguja en Texas se han encontrado granos de Normapoles (Médus y Almeida-Lenero, 1982, en Lehman, 1997), y en Nuevo México se han encontrado ensambles mixtos (Anderson, 1960; Manfrino, 1984; Newman, 1965, 1987; Tshudy, 1980, 1981, en Lehman, 1997) (Fig. 1).

Lehman (1987, 1997, 2001) propuso un provincialismo faunístico para el Cretácico tardío en Norte América, determinado principalmente por dinosaurios. Para el Campaniano tardío sugiere la presencia de faunas norteñas y sureñas. A grandes rasgos las faunas del norte estaban caracterizadas por lamberosaurinos y centrosaurinos, mientras que las faunas típicas del sur estaban dominadas por hadrosaurinos y chasmosaurinos (Lehman, 1997). Además indica que este provincialismo está reflejado en la estructura de otras asociaciones faunísticas como son peces y reptiles, determinados por sus gradientes de abundancia. Sankey *et al* (2005), Sankey (2008b) y Baszio (1997) a su vez han observado asociaciones de pequeños terópodos características del sur y del norte respectivamente, para el Cretácico tardío.

Gates *et al* (2010), aceptan el provincialismo faunístico propuesto por Lehman (1987, 1997, 2001), reconociendo que existen faunas sureñas y norteñas con una zona intermedia. Para explicar esta situación, proponen dos hipótesis: 1) la existencia de dos biomas diferentes en ambos extremos (norte-sur), con una amplia zona de mezcla (una tercera biozona mixta), y 2) un gradiente latitudinal de fauna continua.

1.3 Edad y Biocronología

Renne *et al* (1991) realizaron un estudio radiométrico, con $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, en la Formación El Gallo, con el cual determinaron que el rango de edad es de 74.87 +- 0.05 Ma a 73.59 +- 0.09 Ma, lo que corresponde al límite Campaniano / Maastrichtiano. Además mencionan que la mayoría de la fauna de vertebrados de El Gallo, se encuentran en sedimentos cuya edad se encuentra entre 74.25 y 73.59 Ma.

Russell (1975) tomando como base las asociaciones de mamíferos propuso cinco edades biocronológicas para el Cretácico tardío de Norte América: Paluxiano, Aquiliano, Juditiano, “Edmontoniano” y Lanciano. Lillegraven y McKenna (1986), definieron formalmente el Aquiliano, Juditiano y Lanciano, y el “Edmontoniano” (75 Ma – 70 Ma.) lo reconocieron como un hiatus entre la fauna típica del Juditiano (80 Ma. – 75 Ma.) y el Lanciano (70 Ma a 65 Ma.). Posteriormente Cifelli *et al* (2004) delimitan al Juditiano 79Ma – 74 Ma, y al Lanciano 67.5Ma. – 65.5 Ma.

El “Edmontoniano” no se ha reconocido formalmente por varios motivos (Russell 1964, 1975; Lillegraven y Mackenna, 1986; Lillegraven, 1987) como son: la falta de estratos no marinos pertenecientes a esta edad en el área del Occidente Interior, ocasionados por las transgresiones marinas durante el Campaniano tardío y el Maastrichtiano temprano. Y por los pocos mamíferos representados o conocidos para esta edad.

Actualmente existen varias localidades propuestas para sustentar la definición formal del “Edmontoniano”. En Alberta, Canadá, las faunas encontradas en las formaciones St. Mary River y Horseshoe Canyon se han propuesto como características del Edmontoniano. Los mamíferos hallados en la formación Williams Fork en Colorado, representan, probablemente, mamíferos diagnósticos del “Edmontoniano”. Y por correlación bioestratigráfica es posible que la fauna proveniente de la parte superior de la Formación Fruitland y la parte baja de la Formación Kirtland, en Nuevo México pertenezcan al límite entre el Juditiano y el “Edmontoniano”, lo mismo se ha mencionado para la Formación El Gallo, en Baja California (Cifelli *et al.*, 2004; Lehman 2001; Sullivan y Lucas, 2006). Con base a su edad absoluta El Gallo correspondería a la parte más antigua del “Edmontoniano” y/o a la más joven del Juditiano. Para el Cretácico tardío, además de contemplar asociaciones de mamíferos para definir las NALMA, también se ha intentado contemplar otro tipo de organismos como son otros microvertebrados.

Lehman (2001) posterior a su propuesta inicial del provincialismo faunístico, también contempló las edades biocronológicas de mamíferos y caracterizó las provincias de la siguiente manera:

En el Juditiano identificó las siguientes faunas del norte: al sur de Alberta, lamberosaurinos y centrosaurinos (representados por *Corynthosaurus* y *Centrosaurus*), sin embargo, cerca de Montana los lamberosaurinos son menos abundantes y la

asociación típica son los géneros *Maiasauria* y *Eniosaurus*. Mientras la fauna característica del sur estaba representada por los hadrosaurinos, una baja diversidad de lambeosaurinos y los centrosaurinos están casi ausentes, la asociación típica son los siguientes géneros *Kritosaurus* y *Parasaurolophus*. Para el “Edmontoniano” Lehman sólo reconoce cambios en el norte, las faunas del sur siguen igual. Al sur de Alberta encuentra una reducción notable de centrosaurinos y lambeosaurinos quedando una forma bizarra de centrosaurino *Pachyrinosaurus* y representando a los lambeosaurinos está *Hypracosaurus*. Y hacia el interior del continente se encuentra la asociación típica de *Saurolophus* y *Pachyrhinosaurus* (Lehman, 2001).

En resumen El Gallo juega un papel interesante durante el Cretácico tardío tanto en el contexto biogeográfico, por su ubicación geográfica ya que queda al oeste de lo que se conoce como Western Interior Basin, y junto con Aguja son las formaciones más sureñas. Y en el contexto biocrológico por su edad absoluta que podría estar representando el límite entre el Juditiano y el “Edmontoniano”.

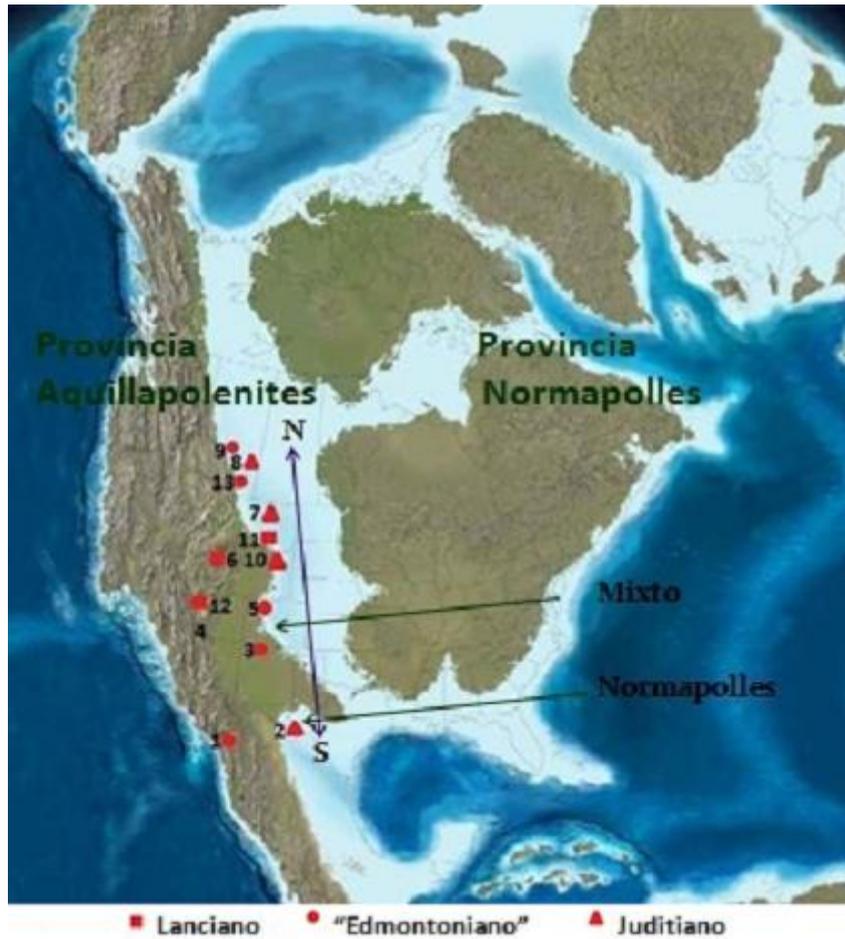


Figura 1 Reconstrucción paleogeográfica de Norte América hace 75ma. Modificado de Blakey (2009). El azul claro indica aguas marinas poco profundas del mar epicontinental. En verde se observan las provincias palinoflorísticas y la línea morada hace referencia al provincialismo faunístico. Los números corresponden a las siguientes formaciones: 1. El Gallo; 2. Aguja; 3. Fruitland-Kirtland; 5. Kaiparowits; 6. Lance; 7. Judith River-Two Medicine; 8. Forestmost, Oldman y Dinosaur Park; 9. Horseshoe Canyon; 10. Mesaverde; 11. Hell Creek; 12. North Horn; 13. St. Mary River.

II Objetivo

Objetivo General:

- Comprobar si el provincialismo faunístico propuesto por Lehman (1997, 2001) se cumple al oeste del North American Western Interior Basin comparando la fauna de microvertebrados recolectada en la localidad ROS 51 de la Formación El Gallo con otras faunas de microvertebrados de Norte América, y discutir si la Formación El Gallo es de edad edmontoniana, como ha sido sugerido por autores previos.

Metas:

- Identificar y describir los microvertebrados cretácicos tardíos recolectados en la Formación El Gallo, Baja California, México.
- Estimar la abundancia relativa.
- Comparar esta fauna de microvertebrados con faunas jurásicas, edmontonianas y lanciaanas de Norte América, a nivel de familia, género y de ser posible a especie.

III Materiales y Métodos

3.1 Campo:

La recolecta del material se realizó durante los años 2006 y 2007; además, se incluyó el material que se encontró en superficie y durante el proceso de tamizado en la temporada de campo de 2009. Durante la prospección y recolecta de sedimentos, los fósiles encontrados en superficie fueron envueltos en papel sanitario y puestos en pequeños frascos de plástico, etiquetados con fecha y localidad. Los fósiles que lo requerían se endurecieron con glyptol. Para la recolecta de los sedimentos se usaron martillos, picahielos, palas, y estos se transportaron en costales. Los sedimentos fueron puestos en cubetas con agua de unas horas hasta un día completo para disgregar las rocas. Luego fue tamizado preliminarmente en campo para eliminar la arcilla, usando dos tamaños de tamices uno de apertura grande (alrededor de 3mm^2) y otro de menor apertura (alrededor de 1mm^2). El sedimento que quedó en los tamices se puso a secar sobre una lona, fueron obtenidos dos tamaños uno fino y otro grueso, posteriormente se colocó dentro de costales y fue enviado al Laboratorio de Paleontología del Instituto de Geología de la UNAM. Durante el proceso de tamizado se encontraron algunos fósiles y fueron puestos en frascos de la misma forma que los hallados en superficie.

3.2 Laboratorio:

El sedimento que no se logró tamizar en el campo fue puesto a remojar en cubetas con agua en el Laboratorio de Paleontología del Instituto de Geología de la UNAM; el material se mantuvo en agua hasta que se disgregara y quedará como lodo, lo cual no se logró en todos los casos.

Se procedió igual que en el campo, se tamizó con dos tamices de diferente apertura, uno grande de 3mm^2 y uno chico de 1mm^2 . El residuo que quedó en los tamices se puso a secar fuera del laboratorio en charolas con papel periódico. Una vez seco se puso en cubetas separando el sedimento fino y el sedimento grueso. Igual que en el campo, durante este proceso se hallaron algunos fósiles, que sólo fueron separados en frascos de vidrio o plástico. Posteriormente se revisó el sedimento con microscopios estereoscópicos, (Olympus SZ61), con la finalidad de verificar la presencia de restos de microvertebrados. Los hallados se fueron separando de la misma forma que los hallados durante el proceso de tamizado. Se revisó un total de 3, 200 Kg de sedimento.

3.3 Gabinete:

Se usó un microscopio Olympus SZ61 con una cámara Olympus DP12-2 y la luz Olympus LG-PSZ, para observar, medir y tomar fotografías digitales de los restos fósiles. Estos se compararon con bibliografía.

Para los dientes en general se siguió la nomenclatura propuesta por Smith y Dodson (2003), con algunas variaciones según el grupo (Fig. 2).

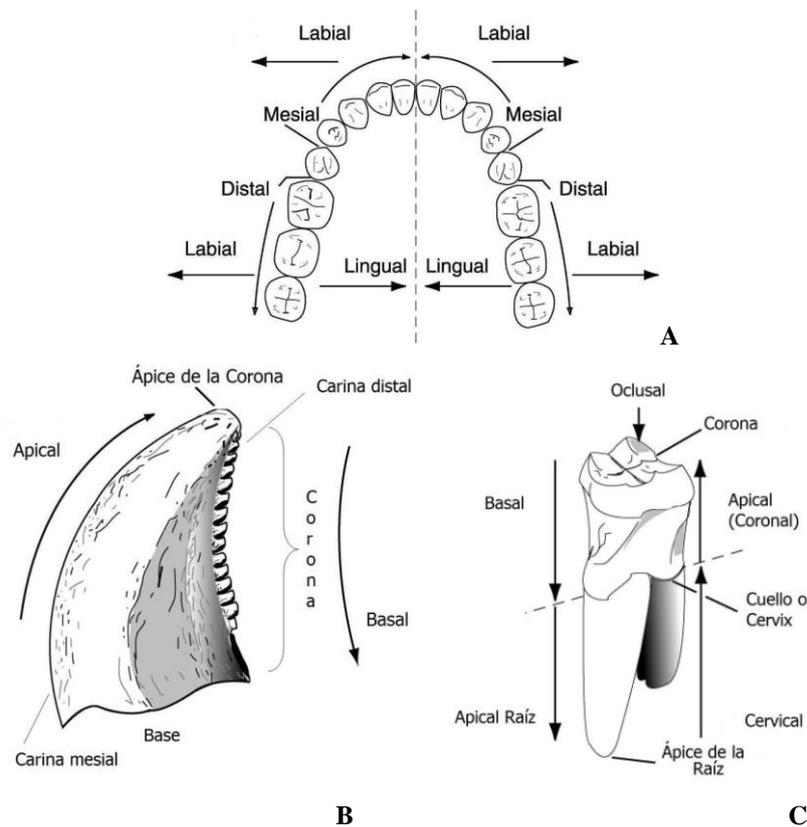


Figura 2 Nomenclatura propuesta por Smith (2002), Smith y Dodson (2003). A: Orientación respecto a la mandíbula, ejemplo en humanos. B: Orientación en un diente caniniforme o incisivo, ejemplo en terópodo. C: Orientación en un diente molariforme o molar, ejemplo molar humano. Tomado de Smith y Dodson (2003).

En particular para los dientes de terópodos se usó la nomenclatura propuesta por Smith *et al* (2005), se tomaron la mayoría de las medidas sugeridas, salvo aquellas que para su procesamiento necesitaran de un software especial, como es el perfil de la curva. Además de tomar por fines comparativos algunas medidas usadas por Sankey *et al.*, (2002; 2005), Sankey (2008b), Currie *et al* (1990). Las medidas que se tomaron en el presente estudio fueron las siguientes:

CBL (Crown Base Length): se refiere al largo de la base de la corona del diente.

Se toma del punto más lejano del lado mesial (A), al punto más lejano del lado distal (B), ambos puntos están sobre el eje de las X, la longitud de AB corresponde a CBL (Fig. 3). Esta medida corresponde a la denominada FABL usada por Currie (1990).

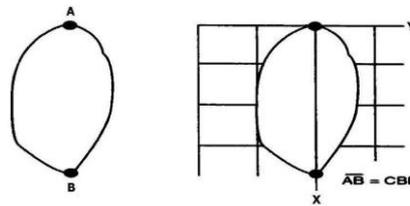


Figura 3 Longitud de la base de la corona CBL. Modificado de Smith (2002).

CBW (Crown Base Width): se refiere al ancho de la base de la corona del diente. Corresponde a la línea perpendicular a AB, que va del punto más lejano de la cara lingual (C), al punto más lejano en la cara labial (D), ambos puntos se encuentran sobre el eje de las Y, la longitud de CD corresponde a CBW (Fig.4). Esta medida corresponde a la denominada CBL usada por Currie *et al* (1990).

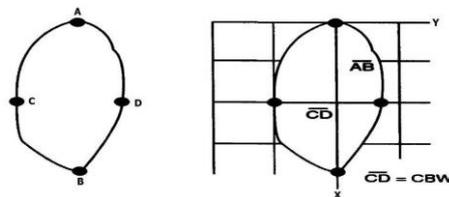


Figura 4 Ancho de la base de la corona CBW. Modificado de Smith (2002).

CBR (Crown Base Ratio): es la razón $CBW : CBL$. Esta razón nos indica la forma de la base de la corona y se evalúa en un rango de valores que van de 0 a 1. Cuando el valor de la razón $CBW : CBL$ es cercano a 1 indica que la forma de la base tiende a ser circular. Cuando el valor se aproxima a 0 indica que la forma de la base es elíptica, y entre más cercano a cero el diente se encuentra más comprimido.

CH (Crown Height): se refiere a la altura de la corona del diente. Es la longitud de GB, donde G se encuentra sobre el eje de las Z, en la práctica es el punto más lejano sobre el ápice de A en línea recta. Idealmente la altura de la corona, debería ser la longitud del EF, pero esto es difícil de ubicar. E es el punto del ápice sobre la curvatura mesial, desde el punto A y se encuentra en el eje de las Z, y F es el punto que se encuentra al intersectar E con el segmento AB sobre el eje de las X. De E se traza una línea recta sobre Z, justo donde se intersecte con una línea recta que proceda de B, y este punto será G (Figs.5 y 6A).

CHR (Crown Height Ratio): es la razón CH: CBL, lo cual indica que tan alto o baja es la corona. Si el valor es grande, la corona es alta. Si el valor es pequeño la corona es baja.

AL (Apical Length): se refiere a la distancia que existe entre A y G (AG). Y esta medida ayuda a calcular el ángulo de la corona denominado como CA (Crown Angle) (Figs. 5y 6.A).

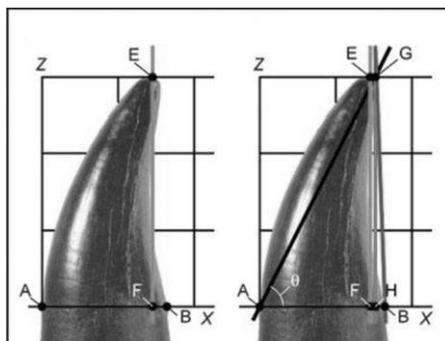


Figura 5 Puntos para medir CH, AL, y θ . Tomado de Smith y Dodson (2005).

CA (Crown Angle): está definido por θ , se refiere al ángulo de la corona (Fig. 4 y Fig. 5.A). Esto nos dice que tanto se desplaza el ápice con respecto a la intersección de AB con CD (es decir el centro de la corona de la base). Si el ápice está localizado cerca al centro de la base, CA tomará un valor alto (e.g., $\sim 85^\circ$). Si el ápice se encuentra desplazado hacia B, el valor de CA será pequeño (e.g., $\sim 45^\circ$). Se calcula a partir de la Ley de Cosenos, despejando θ de $C^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \theta$ obtenemos la siguiente fórmula:

$$\theta = \arcsin \left(\frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} \right)$$

Donde a = CBL (segmento AB), b= AL (segmento AG), y c= CH (segmento GB).

Densidad denticular: se refiere a la cantidad de dentículos por unidad de distancia. Smith (2002, 2005) propuso dividir las carenas en tres secciones, en cada sección se propone hacer el conteo denticular, en 1mm o 2mm para dientes pequeños y en 5mm en dientes grandes. Para este estudio en los dientes que fue posible se siguió esta división, en los que no fue posible se tomo el número de dentículos en 1mm y en 2 mm, independientemente de su ubicación en la carena. Las tres secciones propuestas por Smith (2002; 2005) son las siguientes:

MB y **DB** (Densidad denticular basal): es el número de dentículos por unidad de distancia sobre la carena mesial y distal respectivamente, se cuentan apicalmente lo más

cercano posible a la base de la corona.

MC y DM (Densidad denticular media): es el número de denticulos por unidad de distancia en la mitad de la carena mesial y distal respectivamente.

MA y DA (Densidad denticular apical). Es el número de denticulos por unidad de distancia en la carena mesial y distal respectivamente, se cuentan basalmente lo más cercano posible al ápice de la corona.

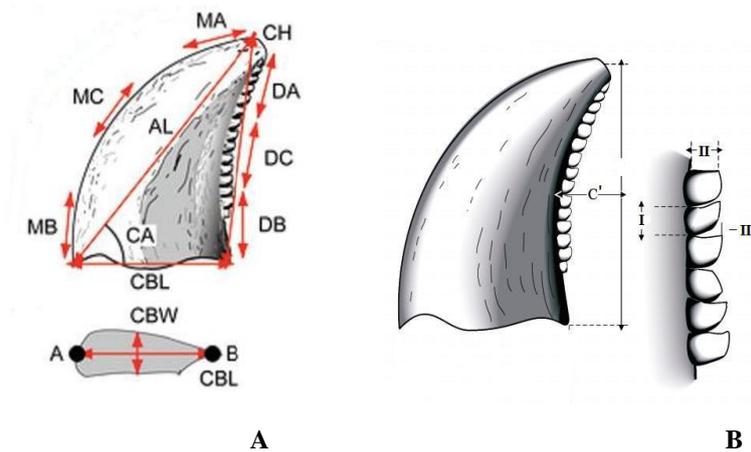


Figura 6. A: Medidas usadas en este estudio propuestas por Smith, modificado de Smith *et al* (2005). B: Medidas usadas en este estudio propuestas por Sankey *et al* (2002, 2005, 2008), Currie *et al* (1990), modificado de Sankey *et al* (2002).

Para los dientes que no fueron de terópodo se tomaron las siguientes medidas: CBL, CBW, CH, CBR, CHR. Además en los dientes que presentaron una amplia superficie oclusal se midió siguiendo la metodología de Smith para la base de los dientes de terópodo pero aplicada a la superficie oclusal.

Para la ornamentación del esmalte se evaluó la terminología usada por diversos autores en los distintos grupos, y su pertinente traducción al español. Los términos usados fueron los siguientes:

- Estrías: son depresiones angostas y longitudinales (Fig. 7.A).
- Surco: son depresiones amplias (Fig. 7.B; y 7.C).
- Crestas longitudinales: son protuberancias longitudinales que pueden o no estar limitadas por estrías (Fig. 7.A).
- Cresta oclusal: protuberancia larga sobre la superficie oclusal (Figs. 7. A; 7.C).
- Carena: son crestas longitudinales o bordes que delimitan la cara labial de la lingual, siempre presentes en terópodos, y son comunes en cocodrilos, y pueden presentarse en algunos otros grupos (Fig. 7.A).

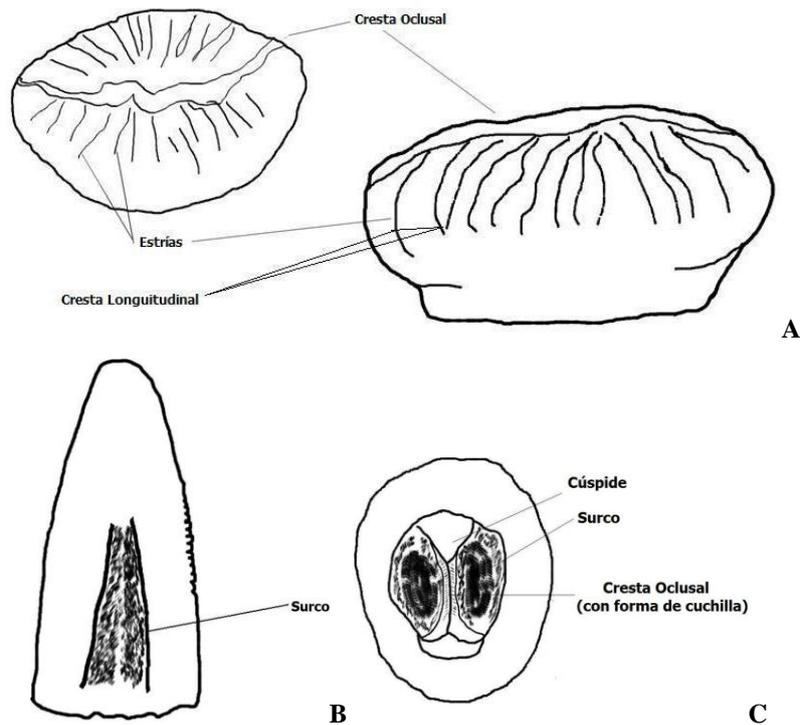


Figura 7 Ornamentación de la corona. A: Diente posterior molariforme de *Alligatorino*, vista oclusal y lateral, donde se observan estrías longitudinales y la cresta oclusal. B: Diente en vista lateral de *Richardoestesia* donde se observa un surco. C: Diente en vista oclusal de *Dicothodon* donde se observan las cúspides, surcos, y cresta oclusal (con forma de cuchilla).

Por la forma del diente en el caso de los cocodrilos, y de la base, en algunos terópodos y en algunas lagartijas como *Dicothodon* se puede inferir la posición en la mandíbula.

Los elementos postcraneales, además de compararlos con bibliografía, se compararon con material reciente. Para el caso de los anuros se utilizó la nomenclatura en latín de Sanchíz (1998), y entre paréntesis la nomenclatura de Holman (2003).

Nota: La clasificación usada para los cocodrilos, fue la propuesta por Benton y Clark (1988), la cual es cladista y siguen el código filogenético internacional, por lo que sus categorías taxonómicas no corresponden a las categorías taxonómicas propuestas por Lineo.

3.4 Análisis de provincialismo y edad (NALMA)

Para comprobar si el provincialismo faunístico propuesto por Lehman (1997, 2001) se cumple al oeste del North American Western Interior Basin y discutir si la Formación El Gallo sustenta el “Edmontoniano”, se obtuvieron listados faunísticos de distintas formaciones de edad cretácica tardía de Norte América a través de la revisión bibliográfica (ver Figs. 1, 52, 53)

Los listados faunísticos se codificaron en una matriz de presencia / ausencia, 1 es presencia y 0 ausencia, las filas representan las 15 formaciones cretácicas de Norteamérica y las columnas los taxones presentes en ellas. Se obtuvieron tres matrices generales con dicha información:

a) Una matriz para 302 taxones identificados a nivel de género y/o especie, presentes en 15 formaciones de Norte América de edades que van del Campaniano al Maastrichtiano (y que son consideradas juditianias, edmontonianas o lancianas).

b) Una matriz sólo con ocho formaciones, las cuales por su edad absoluta se pueden correlacionar con El Gallo en al menos una parte de ellas, y que incluye la presencia de 254 taxones.

c) Una matriz con nueve formaciones donde se incluyen las formaciones usadas en un análisis biogeográfico por Gates *et al* (2010), y las propuestas como edmontonianas con 251 taxones.

Se hicieron tres aproximaciones, la primera aproximación comparando las asociaciones características reportadas previamente para formaciones norteñas y sureñas, contra la asociación descrita para El Gallo, las otras dos aproximaciones se hicieron con base en las matrices obtenidas mediante análisis de parsimonia y de similitud:

a) Comparación contra asociaciones previamente identificadas, a nivel de grupos (mesoreptiles, terópodos, etc.) tomando en cuenta publicaciones previas.

Se revisó la propuesta del provincialismo faunístico planteado por Lehman (1987, 1997, 2001), y se comparó los resultados de abundancia obtenidos en este estudio, contra lo encontrado por Lehman (1997). Esto se hizo sólo a nivel de mesoreptiles y cocodrilos (Figs. 47 y 48). En el caso de los mesoreptiles, a diferencia de Lehman, se juntaron las serpientes con las lagartijas dentro del orden Squamata.

Con respecto a los terópodos se realizó una gráfica de abundancia relativa y ésta se comparó contra las asociaciones descritas por Baszio (1997, en Torres-Rodríguez, 2006) para la fauna del norte, y por Sankey *et al* (2005) y Sankey (2008b) para la fauna sureña.

Por último se comparó contra las asociaciones propuestas por Gao y Fox (1996) para Canadá para las NALMAs Juditiano, Lanciano y Edmontoniano. Así como lo encontrado recientemente por Nydam y Cifelli (2002) y Nydam *et al* (2007), para el

grupo Polyglyphanodontini en Norte América.

b) Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE por sus siglas en inglés), método que clasifica áreas con base en una analogía en la sistemática filogenética, de acuerdo con sus taxones compartidos, al considerarlos como caracteres, mediante la solución más simple (criterio de simplicidad o parsimonia) (Crisci *et al.*, 2000 en Escalante-Espinosa y Morrone, 2003). El PAE emplea un algoritmo de parsimonia con el propósito de obtener un cladograma de áreas, basado en los taxones que habitan las áreas (Rosen, 1988 en Escalante-Espinosa y Morrone, 2003), obteniendo dos índices; 1) índice de consistencia (Ci) el cuál es una medida “directa” de la homoplasia, en este caso, reflejo de elementos que no responden a eventos de vicarianza en eventos biogeográficos, 2) índice de retención (Ri) es una medida de la homoplasia en la cuál los caracteres no informativos ya no son considerados. En ambos índices si el valor es cercano a cero refleja una gran cantidad de caracteres homoplásicos lo que en biogeografía indica que el proceso fundamental en la distribución de las especies es la dispersión debido al efecto del azar, mientras si el valor es cercano a uno refleja una menor cantidad de caracteres homoplásicos (Wiley, 1981), bajo este supuesto el proceso fundamental en la distribución de las especies sería la vicarianza. Para realizar este análisis se usó el programa NONA (Goloboff, 1999) mediante su interfaz para windows (Winclad ver. 1.00.24; Nixon, 2000). Se realizó una búsqueda heurística mediante múltiples TBR, buscando en 10000 árboles iniciales, con 100 réplicas y guardando 10 árboles por réplica. Si resultaba más de un árbol igualmente parsimonioso, se obtenía un árbol de consenso estricto, tras lo que se identificaban las sinapomorfias en los clados. De manera adicional se realizó una eliminación progresiva de taxones PAE-PCE, es decir se desactivaron los taxones sinapomórficos que le daban identidad al clado (Luna *et al.*, 2000). El análisis del PAE-PCE fue realizado para las dos de las tres matrices (las de 15 y ocho formaciones) agregando una fila codificada en ceros que sirvió como raíz del árbol.

Después se corrieron las mismas matrices quitando los taxones autoapomórficos y aquellos que se localizan solamente en dos formaciones, con el fin de que el número de taxones entre las formaciones fuera similar. Adicionalmente se obtuvieron cuatro nuevas matrices, dos (una para las 15 formaciones y otra para las ocho formaciones)

con los siguientes grupos monofiléticos: Squamata (lagartijas), Dinosauria (dinosaurios), Mesoeucrocodylia (cocodrilos), Mammalia (mamíferos) y una para las 15 formaciones y otra para las ocho formaciones contemporáneas a El Gallo; otras dos matrices que incluyen Squamata (lagartijas), Dinosauria (dinosaurios), Mesoeucrocodylia (cocodrilos), una para las 15 formaciones y otra para ocho formaciones. Con lo anterior se homogenizó el número de taxones presentes en las formaciones, para reducir el efecto de sesgos en los listados faunísticos. Se eligieron esos grupos, por ser los más informativos con respecto a las asociaciones dentro de la literatura revisada.

c) Análisis de similitud. Se calcularon las matrices de similitud utilizando el índice de Jaccard, entre las 15 formaciones cretácicas tardías de Norte América. El índice de Jaccard, es un coeficiente de similitud cualitativo, por lo cual, expresa el grado en que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, y es una medida inversa de la diversidad Beta, la fórmula es la siguiente:

$$I_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde

a = número de especies presente en el sitio A

b = número de especies presente en el sitio B

c = número de especies presente en ambos sitios A y B

Para generar los fenogramas de cada matriz se uso el programa de NTSySpc versión 2.11 (Rohlf, 2000), el cual inicia calculando la similitud entre el conjunto de áreas iniciales, en este caso, usando el índice de Jaccard, y luego tras los agrupamientos iniciales calcula nuevas matrices de similitud de manera iterativa hasta obtener un único árbol a través de medias aritméticas no ponderadas, de modo que todas las áreas convergen en un único fenograma (método UPGMA), siendo un método secuencial, aglomerativo y jerárquico.

Abreviaturas:

AAC: ancho de la superficie oclusal.

Ac: acetábulo

AF: Formación Aguja.

AL: longitud apical, abreviatura por sus siglas en inglés (Apical Length).

Ap: aprón

C°: grados centígrados.

C': curvatura de los dientes.

CA: ángulo de la corona, abreviatura por sus siglas en inglés (Crown Angle).

CBL: longitud de la base de la corona, abreviatura por sus siglas en inglés (Crown Base Length).

CBR = BC: la razón de la base de la corona (CBW: CBL), por su siglas en inglés (Crown Base Ratio).

CBW: ancho de la base de la corona abreviatura por su siglas en inglés (Crown Base Width).

cf: conferido.

CH: altura de la corona, abreviatura por sus siglas en inglés (Crown Height).

CHR: es la razón de la altura (CH: CBL), abreviatura por sus siglas en inglés (Crown Height Ratio).

Ci: índice de consistencia.

cm: centímetros.

Cr: cresta

Cr Ocl: cresta oclusal

Cr 2°: cresta secundaria

Cri L: *Crista lateralis*

Cri M: *Crista medialis*

Cu: cúspide

DI: ancho de un denticulo en la carena distal.

DII: alto de un denticulo en la carena distal.

DIII: espacio denticular en la carena distal.

DA: densidad denticular apical de la carena distal.

DB: densidad denticular basal de la carena distal.

DM: densidad denticular media de la carena distal.

Dp: depresión

DPF: Formación Dinosaur Park.

EG: Formación El Gallo.

Em Ca: *Emminentia capitata*

Ep R: *Epicondylus radiales*

Ep Ul: *Epicondylus ulnaris*

Fc: Foramen central

FF: Formación Foremost.

FFKF: parte superior de la Formación Fruitland y parte inferior de la Formación Kirland.

Fm: formación

Fn: *Foramina* nutritivos

Fs Cu: *Fossa cubitalis*

Fs sp: fosa supracetabular

HCF: Formación Horseshoe Canyon.

HCKF: Formación Hell Creek.

Im Ol: *Impressio oleocraneum*

Indet: indeterminado.

JRTM: Formaciones Judith River y Two Medicine.

KF: Formación Kaiparowits.

Kg: kilogramos.

Km: kilómetros.

L: longitud de los cladogramas.

LAC: ancho de la superficie oclusal de la corona.

LACM: Museo de Historia Natural del Condado de Los Angeles.

LF: Formación Lance.

Lm: *lamina horizontalis*

MI: ancho de un dentículo en la carena mesial.

MII: alto de un dentículo en la carena mesial.

MIII: espacio denticular en la carena mesial.

m: metros.

MA: densidad denticular apical de la carena mesial.

Ma: millones de años.

MB: densidad denticular basal de la carena mesial.
MC: densidad denticular media de la carena mesial.
Mg Act: margen acetabular
mm: milímetros.
mm²: milímetros cuadrados.
m/m.a: metros por millones de años.
MVF: Formación Mesaverde.
NHF: Formación North Horn.
°Npl: paleolatitud norte.
OMF: Formación Oldman.
PAE: Análisis de Parsimonia de Endemismos, por sus siglas en inglés (Parsimony analysis of endemism).
Pd: Parapeto dental
Ps As: *Pars ascendens*
Ps Dc: *Pars descendens*
Psd: Placa subdental
RC: es la razón CBW: CH
Ri: índice de retención.
SMRF: Formación St. Mary River.
Su: surcos
Tu D: tubérculo dorsal
UABC: Universidad Autónoma de Baja California.
UC: University of California.
UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México.
WFF: Formación Williams Fork.

IV Localidad

4.1 Ubicación:

La localidad Ros 51 se encuentra dentro del El área de El Rosario, al suroeste del Rosario Arriba y al norte de la Playa La Bocana y del Arroyo El Rosario, a una altura de 78m sobre el nivel del mar. Sus coordenadas geográficas son 30° 03' 12.5'' latitud norte y 115° 45' 34.2'' longitud oeste (Figs. 8). La localidad Ros 51 forma parte de una colina, dentro del malpaís característico al Norte del Arroyo. Esta localidad es parte del Miembro El Disecado de la Formación El Gallo (Fig. 8).

4.2 Marco Geológico

Los afloramientos de la "Formación El Gallo" se encuentra a 7.5Km del poblado El Rosario de Arriba. Al oeste estos yacimientos se extienden hasta encontrar el Océano Pacífico. Su superficie abarca 16km², con un espesor aproximado de 1300m., está caracterizada por la presencia de sedimentos no marinos, compuestos por conglomerados, arenisca, limolita, lutita y toba, los cuales están expuestos en el flanco occidental y oriental del Sinclinal del Rosario (Kilmer, 1963; Shile, 1974). En el Oeste la "Formación El Gallo" descansa sobre los sedimentos continentales de la "Formación Bocana Roja" con una discordancia angular, en el noroeste se intercalan con la parte superior de los sedimentos marinos de la "Formación Punta Baja", al este se encuentra sobrelapada localmente contra los sedimentos marinos de la Formación Alisitos. Al este los sedimentos marinos de la "Formación Rosario" sobreyacen a los sedimentos de la "Formación El Gallo" sobre una discordancia (Kilmer, 1963; Shile, 1974). La Formación El Gallo está dividida en tres miembros: El Disecado, La Escapa y El Castillo (Kilmer, 1963; Schile, 1974) (Figs. 8 y 9).

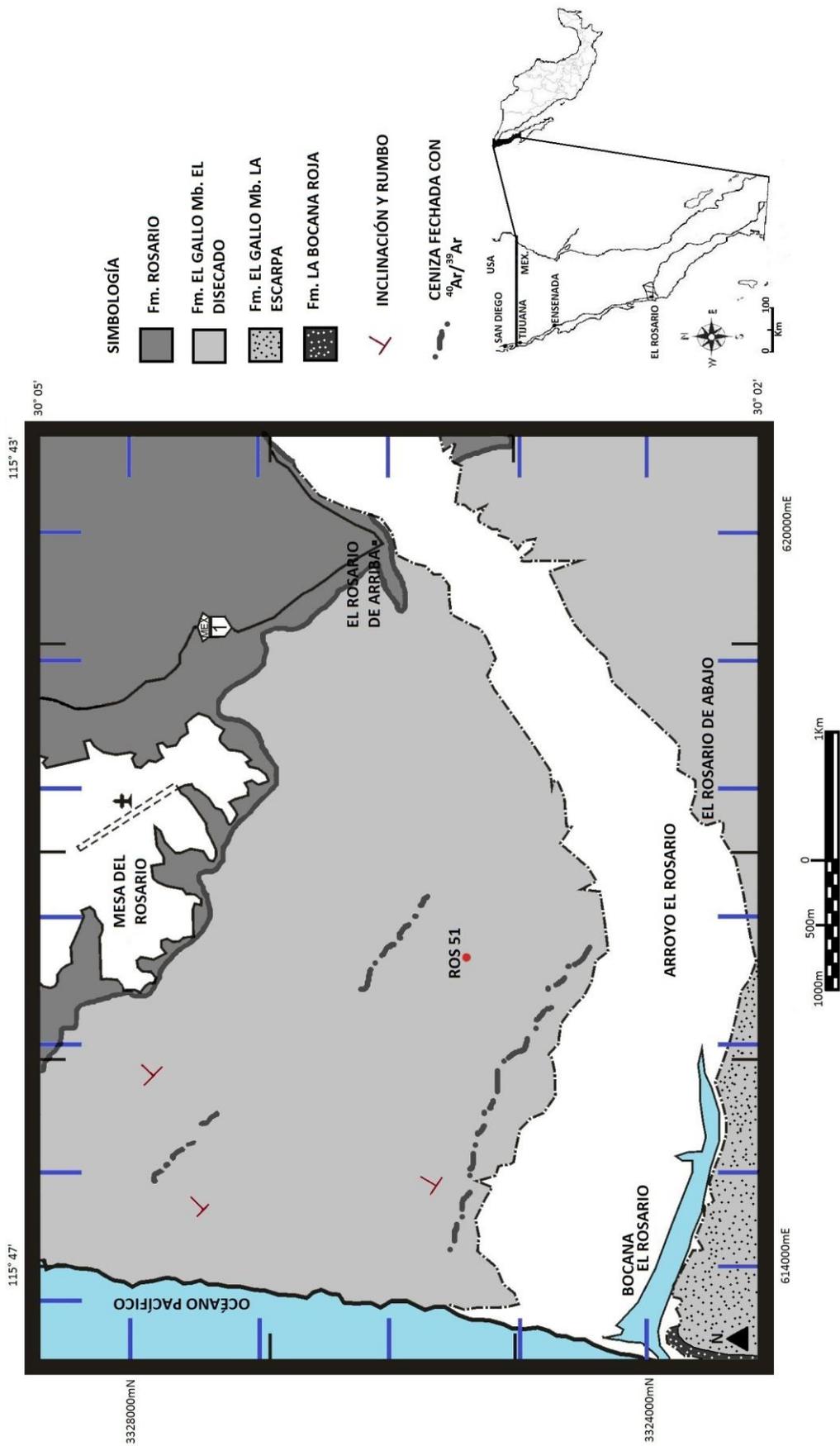


Figura 8. Mapa chico de Baja California (modificado de Kilmer, 1963). Mapa grande de la parte norte del arroyo del área de El Rosario, con datos geológicos tomados de Fulbord y Busby (2004).

- El Miembro La Escarpa: constituye la parte inferior de la formación, se encuentra mejor expuesta en los acantilados sureños de La Bocana. La litología consiste en capas masivas de conglomerado alternando con arenisca abirragada, limolita, arenisca arcillosa, y toba (Kilmer 1963; Shile 1974). La base de este miembro se encuentra interdigitada con la Formación “Punta Baja”.
- El Miembro El Disecado: comprende la parte central y más prominente de la formación. La litología consiste en arenisca de color amarillo y porosas, presentan estratificación plana y cruzada, y son cavernosas por meteorización; limolita, arenisca tobácea y variedad de lodolitas que van de gris-verdosas, a cafés oscuras, y también pueden ser rojas o marrones. Los estratos de lodolita cuando se intemperizan se fracturan de forma concoidal u ocasionalmente forman fragmentos parecidos a “palomitas de maíz” (Kilmer, 1963; Shile, 1974). La mayor porción del miembro está expuesto al norte del Arroyo del Rosario. La base del miembro está expuesto por encima del “Miembro La Escarpa” de forma concordante (Fulford y Busby, 1993). El Disecado tiene un contacto gradual con la Formación Rosario que es suprayacente. De esta unidad proviene el material fósil de la Formación El Gallo (Kilmer 1963; Renne, *et al.*, 1991; Shile, 1974). Y en particular la localidad Ros 51 se encuentra entre la parte inferior y media de este miembro, entre las dos cenizas Volcánicas que Renne, *et al.*, (1991), usaron para fechar El Disecado (figs. 8 y 9.)
- Miembro El Castillo: Es el miembro más oriental de la formación. Litológicamente se caracteriza por conglomerados grises bien redondeados y mal clasificados, con interestratos de arenisca de grano grueso con estratificación cruzada. Se encuentra principalmente expuesto en los acantilados del Arroyo del Rosario, y es discordante con la Formación Alisitos (Kilmer, 1963; Shile, 1974).

Fulford y Busby (1993) reconocieron cuatro sucesiones litológicas en la Formación El Gallo; Sucesión 1, la cual corresponde al miembro La Escarpa. Sucesión 2, comprende la base del Miembro El Disecado, con una secuencia en la cuál disminuye el tamaño de grano, compuesta de areniscas y limolitas, de esta sucesión provienen los restos de vertebrados (Busby, 2004). Sucesión 3, corresponde a la parte media del Miembro El Disecado. Y la sucesión 4, la cual corresponde a la parte superior del Miembro el Disecado.

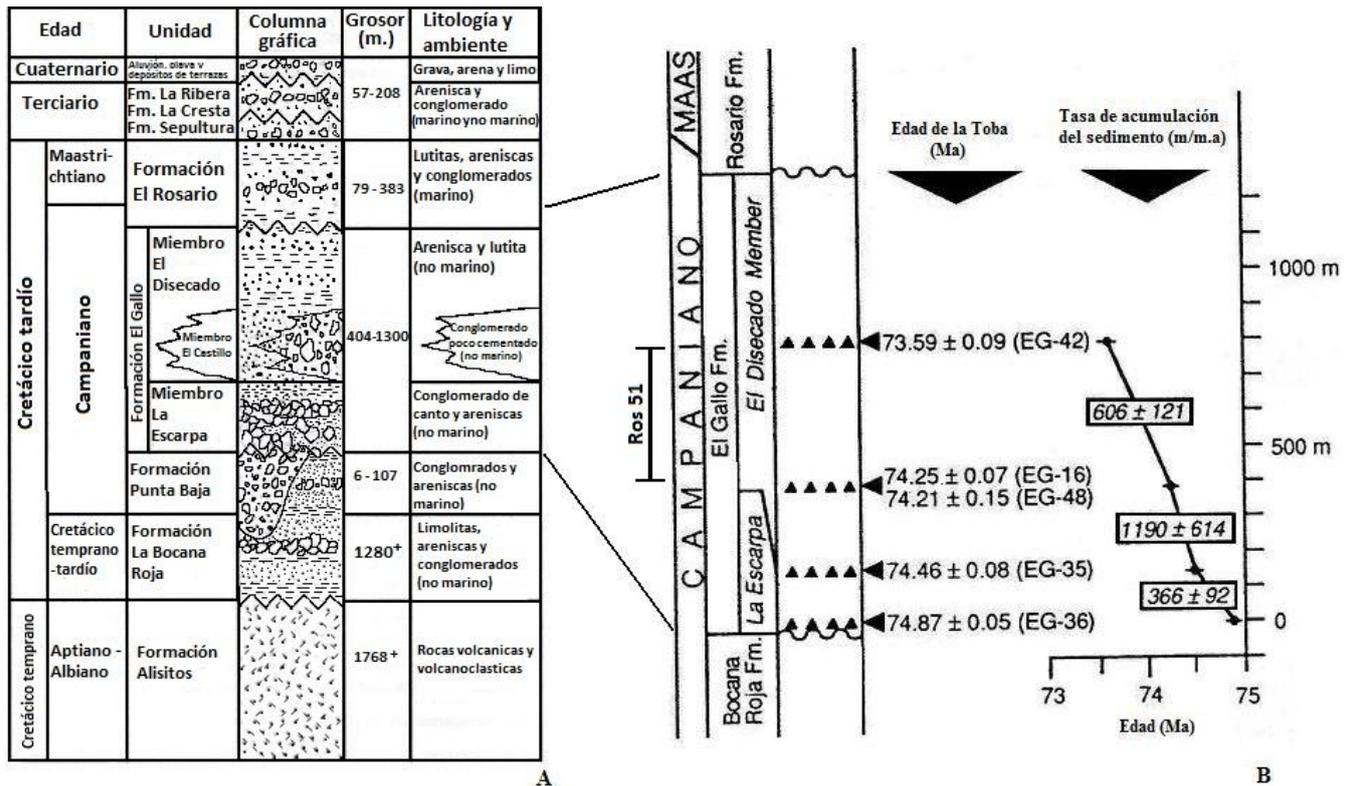


Figura 9. A: Sección estratigráfica de Kilmer, tomado de Quintero (2005). Modificado por Fulbord y Busby (1999). **B:** Sección estratigráfica generalizada, con la posición de las tobas fechadas por Renne *et al* (1991), y se señala la posición de ROS 51. Modificado de Renne *et al.*, 1991. (m/m.a = metros por millones de años).

La sección estratigráfica de la localidad Ros 51, de forma general está compuesta por arenisca amarilla a crema, de grano medio a grueso, que puede presentar fragmentos de roca, feldespatos, cuarzo, las principales estructuras sedimentarias son estratificación cruzada y horizontal e imbricación de forma caverosa (estratos 1, 5, 8, 10, 12, 14, 16. Fig.10). Estas unidades están intercalada por secuencias de arenisca gris y verde de grano fino, con matriz de arcilla en menor o mayor cantidad. Otras unidades intercaladas son de limolita gris y verde que pueden presentar arena en mayor o menor cantidad. De manera recurrente los contactos son transicionales (Fig. 10). Los microfósiles provienen del estrato 11, el cual es una arenisca arcillosa, de grano fino, de color gris verdosa, con fragmentos muy pequeños de roca, cuarzo, mica y nódulos de carbón.

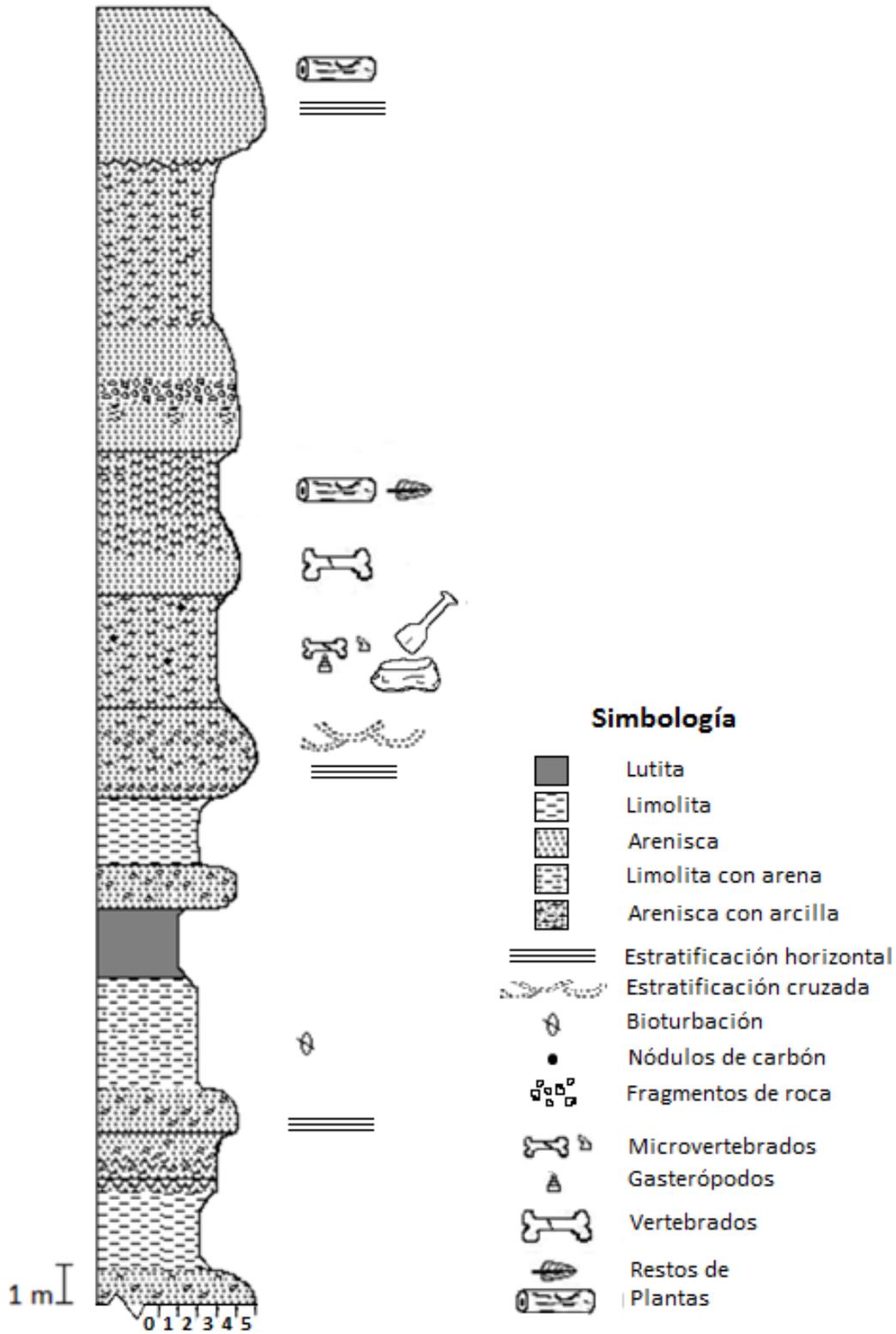


Figura 10. Sección estratigráfica de la localidad Ros 51. 0=Lutita, 1=Limolita, 2= arenisca de grano fino, 3= arenisca de grano medio, 3= arenisca de grano grueso.

V Paleontología Sistemática

Clase **Chondrichthyes** Huxley, 1880

Subclase **Elasmobranchii** Bonaparte, 1838

Cohorte **Euselachii** Hay, 1902

Subcohorta **Neoselachii** Compagno, 1977

Superorden **Batomorphii** Capetta, 1980

Orden **Rajiformes** Berg, 1940

Familia **Sclerothynchidae** Capp.etta, 1974

Género **Ptychotrygon** Jaekel, 1894

Material referido: Ejemplar 82, diente oral (Fig. 11).

Descripción: Diente pequeño, con la corona dorsoventralmente comprimida y mesiodistalmente alargada con forma triangular en vista oclusal, presenta cuatro crestas transversales en dirección mesiodistal, la superficie oclusal es lisa con depresiones entre las crestas. Existe una cúspide baja, roma y amplia en la parte central de la corona. En la cara labial presenta un pequeño borde redondeado en su parte media conocido como “apron”. A pesar de que la raíz está erosionada se observa su foramen central y que es bilobulada. La longitud mesiodistal de la corona es de 3.1mm. y la longitud labiolingual es de 2.0mm.

Discusión: *Ptychotrygon* se caracteriza por presentar dientes orales de talla pequeña a mediana (de hasta 6mm de ancho), por lo general más anchos que largos, con una corona con contorno sub-triangular en vista oclusal. Las coronas son en general altas, usualmente con cúspide y crestas transversales, más o menos nítidas, más o menos paralelas al borde labial, y cuyo número es variable. La superficie del esmalte, generalmente es lisa, aunque también puede estar ornamentada en las zonas de depresión situadas entre las crestas transversales. En la cara labial tienen una expansión (“apron”) la cual es amplia y prominente, y en ocasiones puede tener un extremo truncado. La raíz se expande en dos lóbulos de contorno triangular, en muchos casos se extiende lateralmente más allá de la corona. El surco es amplio y profundo con un foramen central largo (Capp.etta, 1987). El alcance estratigráfico del género es durante el Cretácico tardío.

El ejemplar 82 presenta las características del género *Ptychotrygon* y en consecuencia es referido a este género.

Existen varias especies nominales dentro del género *Ptychotrygon*, sin embargo la sistemática del género es polémica (Case y Schiimmer, 1988 en Becker *et al*, 2006; Capp.etta, 1987), no hay un acuerdo real de cuantas especies están incluidas dentro del género y en ocasiones las especies están separadas por diferencias temporales (Becker *et al*, 2006) y no morfológicas.

El ejemplar 82 es muy similar en forma a *P. vermiculata* (Capp.etta y Case, 1975), y con respecto al tamaño se encuentra en el rango inferior pero varía de esta por no presentar ornamentación sinuosa entre sus crestas. Además *P. vermiculata*, *P. triangularis*, y *P. texana*, especies encontradas en el Crétacico tardío de Norte América, probablemente se encuentran en sinonimia (Case y Shiimer, 1988; Case and Capp.etta, 1997; ambos en Becker *et al*, 2006), algunos autores proponen separarlas por su alcance estratigráfico ya que *p. vermiculata* y *P. triangularis* se restringen al Maastrichtiano y *P. texana* se puede encontrar desde el Cenomaniano (Becker *et al*, 2006), aunque existen algunas diferencias morfológicas como el tipo de ornamentación. En este caso se podría conferir el ejemplar referido en este trabajo a *P. triangularis*, pero la corona de esta especie es más alta y tiene más crestas transversas que el ejemplar 82.

Por otro lado, el ejemplar aquí descrito también es bastante similar a *P. sp* proveniente de Vendée (Francia) y descrita por Capp.etta (1981) de edad santoniana temprana, principalmente por la ausencia de ornamentación, la forma de las crestas transversales y la forma de la cúspide. Sin embargo, decir que se trata de la misma especie es difícil tanto por la diferencia espacial como temporal, por último sería necesario tener más ejemplares tanto de la especie descrita por Capp.etta, así como de la “Formación El Gallo” para llegar a una determinación más específica.

Aunado a lo anterior, otro problema del género es que sólo se conocen sus dientes orales aislados y a partir de éstos se erigió el género y sus especies, por lo cual, se desconce realmente la variación intraespecífica que pueda existir en este grupo. Esta situación es bastante común para los restos de condriictios fósiles.

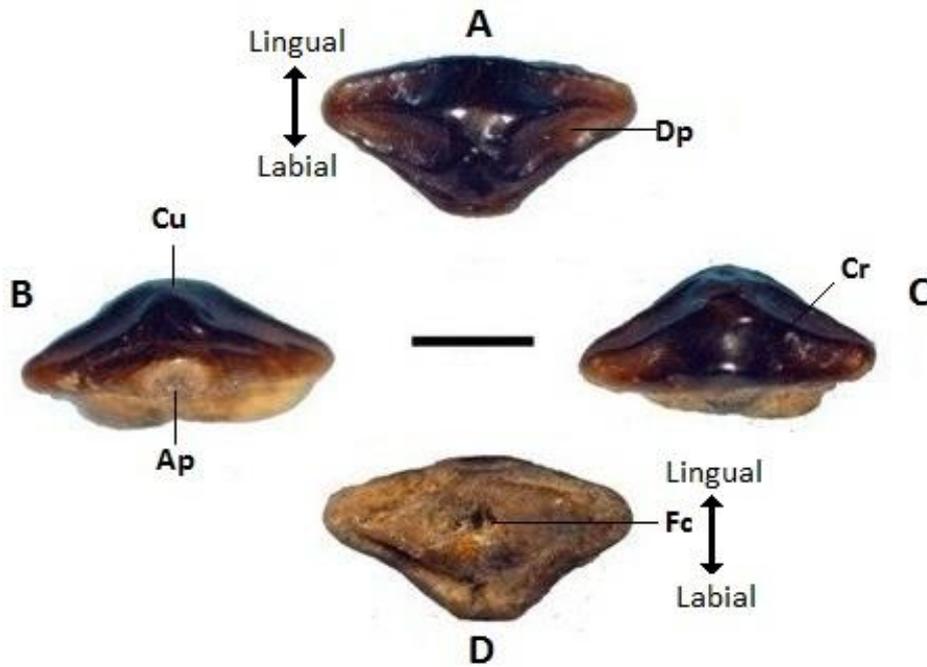


Figura 11. Ejemplar 82, diente, *Ptychotrygon*. A: vista oclusal; B: vista labial; C: vista lingual; D: vista basal. Barra = 1mm. Ap=Aprón; Dp=Depresión; Cr=Cresta; Cu=Cúspide; Fc=Foramen Central

Clase Osteichthyes

Orden **Lepisosteiformes** Hay, 1929

Familia **Lepisosteidae** Cuvier, 1825

Material referido: Ejemplar 30, un diente (Fig. 12).

Descripción: Diente cónico, alargado, alto y curvo; con la cara lingual cóncava y la labial convexa. Se encuentra comprimido lateralmente por lo cual en corte transversal tiene forma ovalada. Su corona está ornamentada con estrías longitudinales. En la base de la corona hay una constricción muy ligera. La base es elíptica y tiene una amplia cavidad pulpar. La punta se encuentra fragmentada. La altura de la corona es 2.22mm. y el largo de la base 1.22mm.

Discusión: Los dientes de la familia Lepisosteidae son cónicos alargados con estrías longitudinales, tienen una capa en la punta que es más translúcida, entre la capa y la corona el diente se constriñe (Peng *et al*, 2001). El alcance estratigráfico de la familia va de finales del Cretácico temprano al reciente (Cavin, 2010; Brito *et al*, 2000).

El ejemplar 30 se encuentra fragmentado en el ápice de la corona, por lo cual no es posible observar si presenta o no la capa translúcida, sin embargo las siguientes características permiten asignarlo a esta familia: es un diente cónico, alargado, con

estrías longitudinales con una constricción cerca de la base. Por otro lado, la base de los dientes del género *Lepisosteus* tienen la base redonda, y el ejemplar 30 presenta una base elíptica.

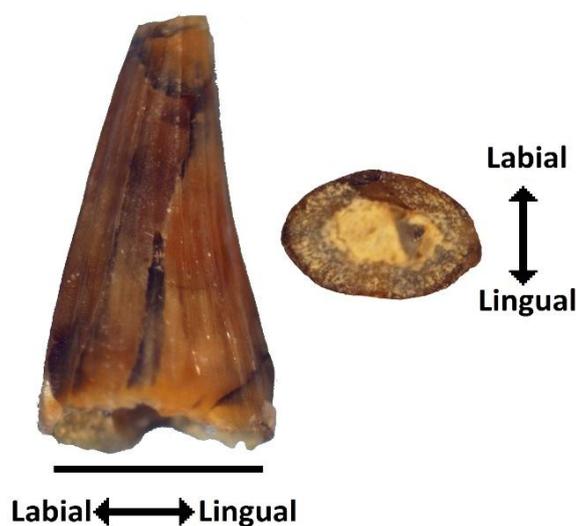


Figura 12. Ejemplar 30, diente, Familia Lepisosteidae. A: vista lateral; B: vista de de la base.

Barra = 1mm.

Subdivisión **Teleostei** Müller, 1846

Orden **Elopiformes** Sauvage, 1875

Familia **Phyllodontidae** Sauvage, 1875

Subfamilia **Paralbulinae** Estes, 1969

Material referido: Ejemplares 28A-I dientes.

Descripción: Los dientes son esféricos y bajos. El ápice de la corona es romo y tienen una superficie oclusal circular. La corona es casi lisa (Fig. 13). Algunos se encuentran asociados a un fragmento de la placa dental, la cual no es cavernosa.

Discusión: La subfamilia Paralbulinae, incluye los géneros *Paralbula*, *Pseudoegertonia*, y probablemente *Eodiaphyodus*. Esta subfamilia tiene placas dentales en el hueso basibranchial y en el parasfenoides (Estes, 1969a), los dientes presentes en estas placas varían, tanto en un mismo género, así como en géneros distintos. En *Paralbula* los dientes suelen ser hemiesféricos y sin distorsión por crecimiento; en *Pseudoegertonia* suelen ser alargados, redondeados o bulbosos, y distorsionados; en *Eodiaphyodus* tienen forma de huso y no están distorsionados (Estes, 1969a). El alcance temporal de esta familia va del Campaniano al Eoceno.

Peng *et al* (2001) indican que los dientes asociados a placas dentales del

género *Paralbula*, suelen ser cortos y romos. Los dientes de *Paralbula* pueden variar en forma y tamaño, además este género se encuentra reportado en Norte América para el Cretácico tardío (Peng *et al*, 2001). Por la forma estos ejemplares se podrían conferir al género *Paralbula*. Al mismo tiempo carecen de estrías longitudinales características del género *Paralbula* (Estes, 1969a), es por esto que sólo quedó identificado a nivel de subfamilia.

En general, se observó que los dientes aislados de los osteíctios no son una buena herramienta taxonómica, la mayoría sólo permiten llegar a nivel de familia, y a veces a nivel género, sin embargo, al no contar con parte del cráneo, el cual es fundamental en la identificación de los peces óseos, es muy arriesgado llegar a niveles taxonómicos más específicos.



Figura 13. Ejemplar 28A, diente, Subfamilia Paralbulinae. Vista oclusal. Barra 1 mm.

Clase **Amphibia**

Orden **Allocaudata** Fox y Naylor, 1982

Familia **Albanerpetontidae** Fox and Naylor, 1982

Género **cf. Albanerpeton** Estes y Hoffstetter, 1976

Material referido: Ejemplar 57, fragmento de dentario con 4 dientes (Fig. 14).

Descripción: Fragmento de la parte media de un dentario izquierdo, presenta 4 dientes alargados pleurodontos, labiolingualmente comprimidos, están fragmentados en el ápice de la corona, sin embargo en el que está más completo se observa que tiene forma de cincel. Los dientes se encuentran muy próximos entre sí. En la cara labial tiene *foramina* nutritivos externos. Su placa subdental tiene forma de canal. Y su parapeto dental es bajo.

Discusión: Las mandíbulas y maxilares de los organismos pertenecientes a los órdenes Caudata y Allocaudata, son elementos con valor taxonómico para una identificación principalmente a nivel de género; varios géneros y especies se encuentran basados en

las características presentes en estos elementos para el Cretácico, como se puede observar en algunos trabajos como los de Gardner (2000), Gardner y Böhm (2008), Rocek (2008).

El dentario de los albanerpetontidos es robusto, con una placa subdental en forma de canal, un parapeto dental bajo, y foramina nutritivos externos en la cara labial (Com. Pers. Gardner, 2009; Gardner, 2000). Los dientes marginales de los albanerpetontidos son rectos, altamente pleurodontos, no pedicelados, se encuentran labiolingualmente comprimidos, con forma de cincel. Los dientes pueden variar de cortos, robustos y ampliamente espaciados, a muy prolongados, gráciles y con un espacio muy reducido entre ellos (Gardner, 2000; Gardner y Böhme, 2008). El ejemplar 57 presenta estas características diagnósticas, por lo cual se puede ubicar fácilmente dentro esta familia. Una característica importante en el género *Albanerpeton* es la presencia de dientes con coronas tricúspides, sin embargo, el ejemplar 57 está fragmentado en su ápice y no es posible reconocer si son tricúspides, a pesar de esto, se observa que hacia el ápice del diente que se encuentra más completo, éste se ensancha. Por otro lado, el ejemplar 57 al estar fragmentado no se pudo observar otras características diagnósticas, por lo cual no hay suficiente evidencia morfológica para asignarlo a este género, y es por eso que se dejó sólo conferido. Este ejemplar es muy similar, en la forma de los dientes y de la placa subdental, al reportado recientemente por Brinkman (2008, fig 4.6.C, pág. 48), como *Albanerpeton* recolectado en la Formación Dinosaur Park (Alberta, Canadá). En Norte América, hasta ahora sólo se conoce el género *Albanerpeton* dentro de la familia Albanerpetontidae. El alcance de la familia va del Jurásico medio al Mioceno y se encuentra distribuida en Norte América, Europa, Asia y África. Para Norte América su alcance estratigráfico va del Campaniano al Maastrichtiano.

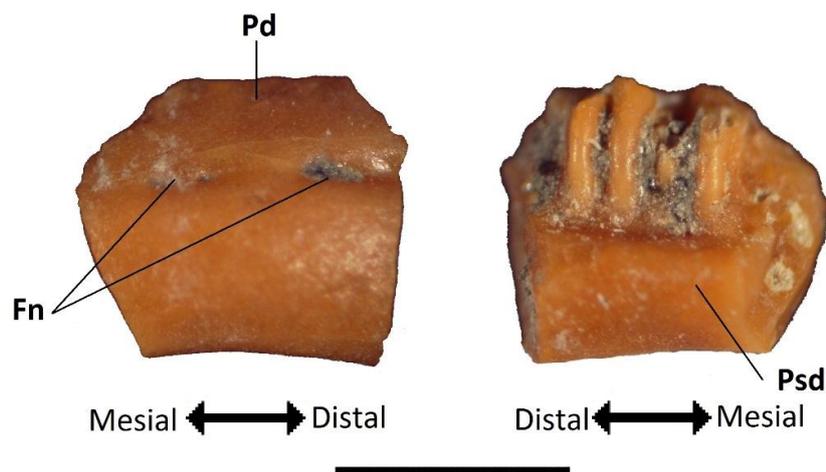


Figura 14. Ejemplar 57, fragmento de mandíbula, cf. *Albanerpeton*. A: vista labial; B: vista lingual. Barra = 1m. Fn= *Foramina* nutritivos; Pd= Parapeto dental; Psd= Placa subdental.

Orden **Anura** Rafinesque, 1815

Material referido: ejemplar 22, fragmento de maxila con dientes (Fig. 15. A-B). Ejemplar 62, un coracoides izquierdo (Fig. 16.A). Ejemplar 63D, terminación distal de un húmero derecho (Fig. 15. C-D). Ejemplares 1, 23, 41, 94, extremos proximales de ulnas, (Fig. 16. F-H). Ejemplares 58A-F, extremos posteriores de ilia, tres derechos y tres izquierdos (Fig. 15. F-K). Ejemplar 67, isquion, (Fig.16.C). Ejemplares 27 y 59, extremos proximales de urostilos (Fig. 16.D). Ejemplar 54, extremo proximal de fémur (Fig. 16B). Ejemplar 56, terminación de una tibiofíbula, (Fig. 16.E).

Descripción: Maxila, ejemplar 22 (Fig 15. A-B), es un fragmento con parte del borde lingual y seis dientes incompletos pleurodontos. Estos son pequeños, y el espacio entre ellos es reducido. Los dientes están rotos en el ápice de la corona, y son huecos. Por debajo de la base de los dientes está la *lamina horizontalis* la cual es fina, alargada y plana. En vista labial, se distingue un patrón de ornamentación de pequeños surcos irregulares y crestas bajas.

Coracoides. Ejemplar 62 (Fig. 16.A), es un elemento muy pequeño, que se encuentra fragmentado por su *pars epicoracoidales* (terminación proximal), la *pars glenoidales* (terminación distal) perdió la fosa glenoidea; el *margo anterior* (margen anterior) es ligeramente cóncavo, casi recto, y el margen posterior es convexo en su extremo distal, y cóncavo hacia el extremo proximal. Al estar fragmentado por sus extremos no se tiene la certeza de que sea de anuro por lo cual este ejemplar queda

como ?coracoides de anuro

Húmero. Ejemplar 63D (Fig. 15. C-D) la *impressio oleocraneum* (impresión del oleocraneon) es alargada. La *eminencia capitata* (cóndilo distal) es grande, esférica y redondeada, su diámetro mide 1.6mm. La *cresta lateralis* (cresta lateral) se expande y se inflexiona ligeramente hacia la parte dorsal, es convexa en cara ventral, y presenta “flares”. El *epicondylus radialis* (cóndilo radial o lateral) es alargado y moderadamente desarrollado, llega casi justo al nivel de la parte más distal de la *eminencia capitata*. La *cresta medialis* (cresta medial) no está bien desarrollada, en su porción más distal está fracturada. La parte menos distal del *epicondylus ulnaris* (epicóndilo ulnar, o medial) se encuentra rota, en la parte distal se observa un resto de éste, y en vista dorsal se observa mejor, aparentemente estuvo desarrollado de forma moderada, llega al nivel distal de la impresión del oleocraneon. La *fossa cubitalis* (fosa cubital) es profunda, de forma ligeramente triangular.

Ilium. El ejemplar 58A (Fig. 15.F) corresponde a un extremo posterior derecho, es robusto, conserva parte del acetábulo, aunque muy desgastado posteriormente y también su margen acetabular. El acetábulo está cargado hacia la *pars descendens* (expansión acetabular ventral) y se expande hacia la *pars ascendens* (expansión acetabular dorsal), este aparenta haber sido amplio y profundo, con su margen acetabular alto. El ejemplar tiene un estrecho tubérculo dorsal, y una amplia y profunda fosa supracetabular.

El ejemplar 58B (Fig. 15.G), corresponde a un ilion izquierdo, presenta un amplio y profundo acetábulo ligeramente asimétrico, casi circular, cuyo diámetro es de 1.35mm., el margen acetabular está bien desarrollado y es alto. El acetábulo se encuentra cargado hacia la *pars descendens* (expansión acetabular ventral) y se expande poco más de 2/3 sobre el *pars ascendens* (expansión acetabular dorsal). La *pars ascendens* se encuentra bien desarrollada ligeramente expandida con forma de triángulo escaleno. El *pars descendens* se encuentra fracturado, sin embargo, aparenta no haber estado bien desarrollado. Tiene una fosa supracetabular en forma de óvalo estrecho. Carece de tubérculo dorsal.

El ejemplar 58C (Fig. 15.I) corresponde a un ilion izquierdo, es robusto, con un acetábulo grande y profundo, con probable forma de campana, poco alargado hacia la *pars ascendens*, cuyo diámetro mide 1.55mm. Presenta un margen acetabular alto y moderadamente grueso.

Los ejemplares 58D y 58E (Figs 15. H y J), son fragmentos de ilia derechos en los que sólo se observa una parte del acetábulo y la fosa superior. En ambos ejemplares el margen acetabular está bien desarrollado y es alto. La fosa supracetabular tiene rasgos similares a los descritos en el ejemplar 58B. La superficie del ejemplar 58D se encuentra ligeramente arrugada y el diámetro de su acetábulo mide 1.44mm. El ejemplar 58F (Fig. 15.K) es un fragmento izquierdo el cual sólo tiene parte del acetábulo y de su margen acetabular que es alto.

Isquion. Ejemplar 67 (Fig. 16.C), se encuentra prolongado dorsoventralmente, la porción dorsal es más gruesa que la región ventral, está ligeramente comprimido lateralmente y en esta vista tiene forma semicircular, al igual que la porción anterior de la fosa articular, las superficies articulares del ilium están ligeramente desgastadas.

Urostilos. Ejemplar 27 (Fig.16.D), terminación proximal de un urostilo, los cóndilos se encuentran ligeramente fragmentados, presenta una cresta urostilar, casi del mismo ancho que el urostilo, este carece de procesos transversos, probablemente se encuentre fragmentado, sin tomar en cuenta la cresta se encuentra dorsoventralmente comprimido, y presenta una ligera prominencia ventral. El ejemplar 59 es un extremo proximal dorsoventralmente comprimido, que carece de cresta y sus cóndilos están muy fragmentados.

Tibiofibula. Ejemplar 56 (Fig. 16.E), la terminación se encuentra comprimida lateralmente, es grácil, presenta un surco muy profundo, y en la cara ventral cerca de la terminación presenta una cresta lateral.

Discusión: Una característica que une al grupo de los anfibios modernos son los dientes pedicelados, en el caso de los anuros, éstos por si solos no son diagnósticos; sin embargo, el número, el tamaño, y la posición de los dientes puede ayudar a la identificación de taxa de anuros (Holman, 2003). Las características de las maxilas de anuros son: una cresta dental, conocida como *lamina horizontalis*, un proceso posterior, un proceso palatino, y la *fossa maxilaris* (Holman, 2003). Además muchos anuros presentan un patrón de ornamentación en la cara labial de la maxila.

El ejemplar 22 no puede ser determinado con mayor precisión porque se encuentra muy fragmentado. No es posible observar completa su ornamentación sobre la cara labial, sin embargo, esta recuerda a la presente en *Eopelobates* cuyos huesos del cráneo presentan una ornamentación reticulada (conformada por surcos irregulares y crestas bajas), pero esto también se encuentra presente en otros taxa de anuros (Gardner

2008; Comunicación personal con Gardner, 2009).

Además el género *Eopelobates*, es un taxón problemático, se encuentra bien documentado para el Eoceno al Plioceno-Pleistoceno de Europa, pero en Norte América la asignación de los fósiles a este género ha sido polémica; para el Cretácico tardío hay material que sólo se ha referido como similar a *Eopelobates* (Holman, 2003; Gardner, 2008), y el ejemplar aquí descrito recuerda a los descritos por Gardner procedentes de la Formación Lance, Wyoming (Gardner, 2008: Fig. 13.3 A-B). Es por esto, aunado a que el ejemplar 22 es sólo un fragmento que no es certero que pertenezcan a este género.

Estes y Sanchíz (1982a) reportaron en la Formación Lance, Wyoming un par de extremos distales de húmero que tentativamente refirieron como *Paradiscoglossus americanus* con las siguientes características: una *eminentia capitata* grande, y un *epicondylus radialis* que se extiende posteriormente hasta el nivel distal de la *eminentia capitata*. Una *fossa cubitalis* bien definida y una cresta distal poco desarrollada. Y una cicatriz del oleocraneon alargada y de talla moderada.

Estes (1969b) describió de la Formación Hell Creek (Montana), 11 terminaciones distales como paratipos de *Scotiphryne pustulosa*, en donde la cicatriz del oleocraneon es oblicua, con una *fossa cubitalis* pequeña y profunda; el *epicondylus ulnaris* bien desarrollado, y el *epicondylus radialis* es bi-tubercular; la *eminentia capitata* está bien desarrollado, se encuentra flanqueado por una prominente *crista lateralis*, seguida de un eje al tubérculo proximal sobre el *epicondylus radialis*, y por un fuerte *crista medialis* seguido del epicóndilo. Probablemente el desarrollo variable del área de inserción muscular aplanado sobre la *crista medialis* este reflejando el dimorfismo sexual, característica frecuente en las ranas (Estes, 1969b).

El ejemplar 63D no coincide con ninguna de las dos especies anteriormente descritas, pues ambas presentan un epicóndilo ulnar bien desarrollado. Los húmeros de anuros han sido frecuentemente reportados y en ocasiones referidos a algún género; sin embargo, estos elementos esqueléticos son de poco valor taxonómico, ya que existe una amplia variación intraespecífica (Holman, 2003), por esto, al no estar asociados a algún elemento óseo diagnóstico es difícil asignar los húmeros a alguna familia. Shani (1972) reportó un par de extremos distales de húmeros dejándolos como discoglóssidos indeterminados en la Formación Judith River (Campaniano). Sin embargo, la morfología descritas por él, tampoco coincide con lo aquí reportado

Los ejemplares 58A 58B, 58C, 58D, 58E y 58F comparten varias características

con ejemplares que han sido asignados dentro de la familia “Discoglossidae”, sin embargo, no comparten la combinación de estados de carácter diagnósticos de algún género particular (Tabla I). Por otro lado, como se verá más adelante la familia Discoglossidae se encuentra en discusión con respecto a organismos fósiles. Es por ello que también se comparó con dos géneros de otras dos familias que se han reportado para Norte América: Palaeobatrachidae y Pelobatidae (ver Tabla I).

“Discoglossidae”?

Enneabatrachus hechti Norte América Jurásico Superior (Tithoniano).

Scotiophrine pustulosa Norte América, Cretácico superior (Campaniano y Maastrichtiano) y Paleoceno en duda.

Paradiscoglussus americanus Norte América, Cretácico superior (Maastrichtiano).

Palaeobatrachidae

Palaeobatrachus occidentalis Norte América, Cretácico Superior (Maastrichtiano).

Pelobatidae

Eopelobates Europa Eoceno al Plioceno. Y cuestionable para Norte América, Cretácico superior (Maastrichtiano) y Paleoceno.

Tabla I
Comparación de ilia en anuros

| | ESSA | ES8B | ES8C | ES8D | ES8E | ES8F | E. ancho | S. puerilosa | P. amplexus | P. occidentalis | Eopleobans |
|---------------------|-------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------|----------|---------------------------------|---|--|----------------------|------------------------|
| Eje ilial | Moderado | Estrecho | | Estrecho | Ligeramente Estrecho | Estrecho | Estrecho | Robusto | | | |
| Cresta dorsal | ¿? | Ausente? | | | | | Poco desarrollada | Ausente | Bien desarrollada | Ausente | Prominente |
| Pars ascendis | Bien desarrollado | Bien desarrollado y ligeramente largo | | | | | Moderadamente desarrollada | Moderadamente bien desarrollada y larga | Moderadamente desarrollado y muy largo | Ligeramente reducido | Relativamente moderada |
| Pars descendis | | Moderadamente desarrollado | | | | | Moderadamente desarrollada | Baja | Moderadamente desarrollado | | Relativamente moderada |
| Fosa acetabular | | Largo y profundo | Muy profunda y desarrollada | | | | | Larga | Muy profunday desarrollada | Largo | |
| Prominencia dorsal | | Ausente | | | | | Bue desarrollo, prominentemente | No presenta tal cual | Bien desarrollado | Pequeña y ovalada | Prominente |
| Margen acetabular | | Bien desarrollado | Bien desarrollado | Bien desarrollado | Bien desarrollado | | Expandido | Bien desarrollado | Prolongado y comprimido | Recto | |
| Fosa supracetabular | | Pequeña | | Pequeña | Pequeña | | Somera | | Muy profunda y larga | | |

Tabla I Comparación de ilia de anuros, modificada de Holman, 2003.

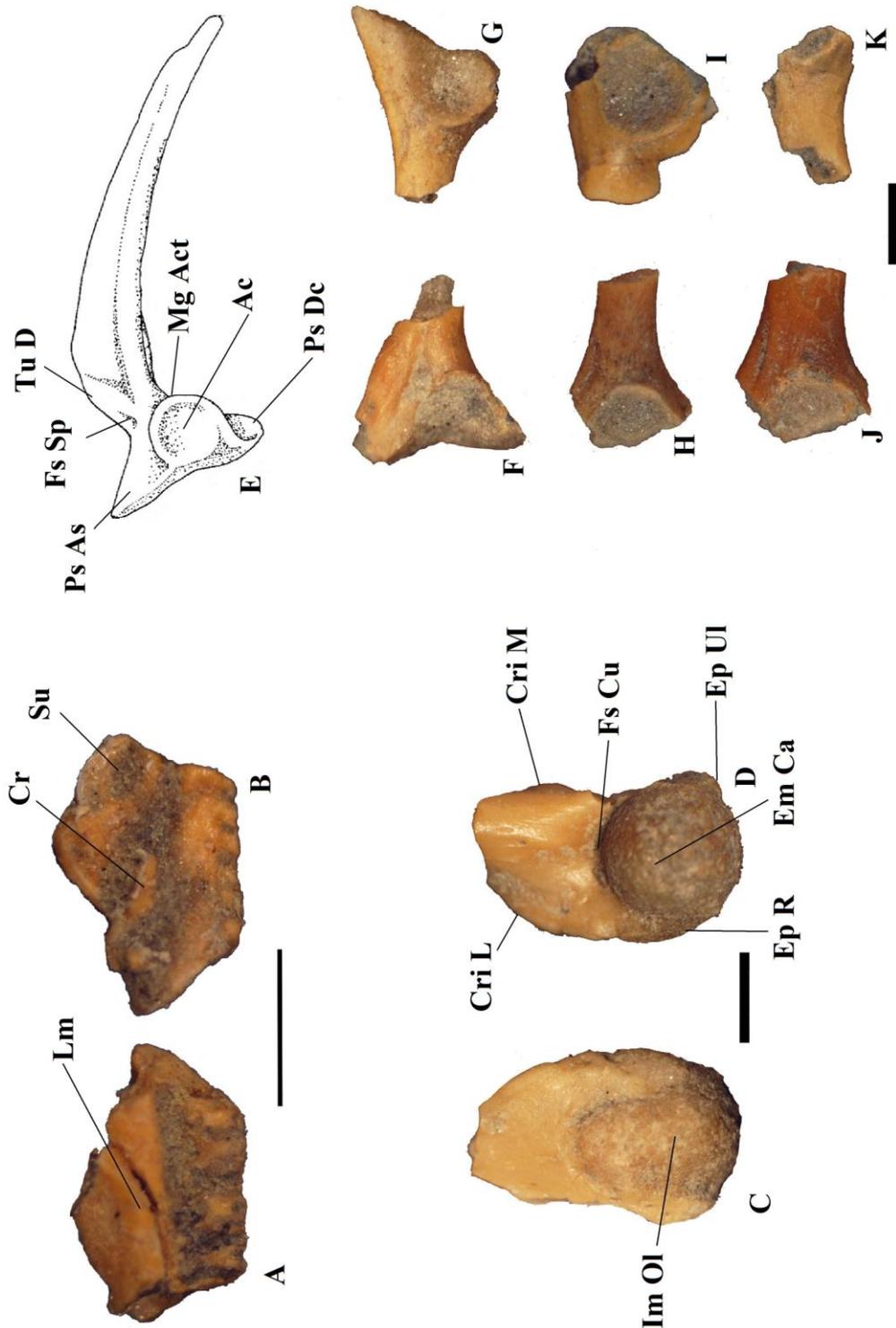


Figura. 15. A-B: Ejemplar 22, Maxila de anuro indeterminado. A: vista lingual; B: vista labial. C-D: Ejemplar 63D. Familia indeterminada de Anura? Terminación distal de un húmero derecho. C: vista dorsal; D: vista ventral. E: ilion tomado de Felix y Montori, 1986. F-K: ilia de anura en vista lateral. F: ejemplar 58A; G: ejemplar 58B; H: ejemplar 58D; I: ejemplar 58C; J: ejemplar 58E; K: ejemplar 58F. Barra. = 1mm. Lm: *lamina horizontalis*; Su: surcos; Cr: crestas; Im Ol: *impressio oleocraneum*; Em Ca: *eminentia capitata*; Cri L: *crista lateralis*; Cri M: *crista medialis*; Fs Cu: *fossa cubitalis*; Ep UI: *epicondylus ulnaris*; Ep R: *epicondylus radialis*; Ps As: *pars ascendens*; Ps Dc: *pars descendens*; Fs sp: *fosa supracetabular*; Tu D: *tubérculo dorsal*; Mg Act: *margen acetabular*; Ac: *acetábulo*.

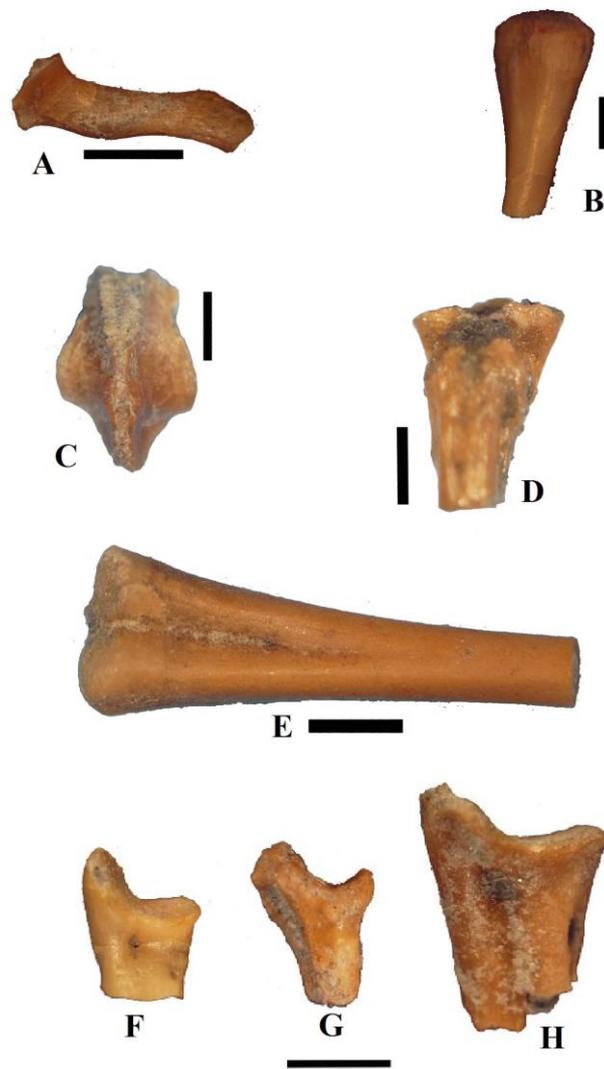


Figura 16. Anura Indeterminado. A: ejemplar 62, coracoides; B: ejemplar 54, extremo proximal de un fémur; C: ejemplar 67 isquion; D: ejemplar 27, fragmento de urostilo; E: ejemplar 56, terminación de una tibiofíbula. F: ejemplar 1; G: ejemplar 23; H: ejemplar 41. Terminaciones proximales de ulnas. Barra = 1mm.

Para El Gallo existe un reporte de *Scotiophryne putulosa*, que consiste en un cráneo y elementos postcraneales sin describir (Estes y Sanchíz, 1982a). La diagnosis revisada por Gardner (2000) (modificada de Estes 1969b; Sanchíz 1998) es la siguiente: ilion con un tubérculo dorsal pobremente desarrollado, expansión pre-acetabular baja, y la región ventral anteriormente corta, la *pars ascendens* baja y la *pars descendens* moderada, con una depresión comparada con la altura de la expansión acetabular dorsal (Gardner 2000, 2008; Holman, 2003). El ejemplar 58B coincide en tener un acetábulo amplio y un tubérculo dorsal poco desarrollado o ausente.

Gardner (2008, figuras.13.4.k y 13.4.l, pág. 235) describe dos ilia anteriormente

conferidos a *S. putulosa* por Estes (1969b) de la Formación Lance, los excluye de esta especie y los deja como género indeterminado, el ejemplar 58B coincide con la morfología general de estos ejemplares principalmente en la forma del acetábulo y de la expansión acetabular ventral, pero difiere del ejemplar AMNH 27007 en que presenta un pequeño tubérculo lateral en la expansión acetabular dorsal, y se diferencia de ambos en que presentan un tubérculo largo y ovalado con la cara lateral aplanada.

Los elementos más abundantes colectados de anuros fueron: los extremos proximales de ulnas (cuatro) y los ilia (seis), dentro de las ulnas encontramos tres muy parecidas morfológicamente, pero de distinto tamaño, y una tercera morfológicamente distinta. Con respecto a los ilia encontramos tres derechos y tres izquierdos, de los cuales los ejemplares 58D, 58E (derechos) y 58B (izquierdo) son similares. Los ejemplares 58A y 58C son diferentes entre sí y diferentes a 58D, 58E y 58B (Fig. 5.6). Por lo anterior, es probable tener la presencia mínima de cuatro anuros, y al menos dos especies distintas por las diferencias entre los ilia y las ulnas, aunque estas diferencias también pueden estar relacionadas con el sexo del individuo.

Cabe mencionar, que se aislaron diversos huesos del cráneo que presentan ornamentación (micro-osteodermos) en los cuales se observan dos patrones de ornamentación distintos, por lo cual, es muy probable la presencia de al menos dos géneros diferentes.

Entre los anuros fósiles existe un problema a nivel taxonómico; en las familias actuales un carácter diagnóstico importante es el número de vértebras (Holman, 2003; Sanchíz, 1998) y en cambio en los fósiles, pocos son los ejemplares completos y articulados donde se pueda contar el número de éstas. Se ha observado que los huesos del cráneo, incluyendo los de la mandíbula, pueden ser una herramienta taxonómica importante, ya que presentan patrones de ornamentación característicos en cada grupo.

Gran parte de la clasificación de los anuros cretácicos está basada en los ilia, ya que es un elemento común en el registro fósil (Holman, 2003; Sanchíz, 1998). Los ilia aquí reportados, se asemejan a los ilia de la familia Discoglosidae, sin embargo, como ya se mencionó, no cuentan con la combinación de estados de carácter para asignarlos a un género particular, además su estado de conservación no es bueno, es por esto, aunado al problema taxonómico de la familia Discoglosidae (Holman, 2003), que no se llegó al nivel de familia con estos elementos.

Holman (2003) menciona que esta familia es un claro ejemplo del caos que existe en la sistemática de anuros, por un lado Sanchíz la considera válida mientras que Gardner (2000) no. Estes (1969b), Estes y Sanchíz (1982a) y Sanchíz (1998), incluyen las especies *Scotiophrine pustulosa* y *Paradiscoglossus americanus* dentro de la familia Discoglossidae, por compartir algunas características principalmente del ilion con géneros actuales pertenecientes a esta familia. Por otro lado, Holman (2003) cita que Rocek (2000) indica la presencia de tres discoglósidos en Montana de edad cretácica tardía (Campaniano) y los nombra como “Montana discoglósidos I, II, III”. Sahni (1972) reporta ilia, húmeros, y maxilas dentro de la familia Discoglossidae, sin llegar a género, recolectados en la Formación Judith River (Campaniano).

Gardner (2000), en su tesis doctoral evalúa material existente y nuevo de anuros norteamericanos campanianos y maastrichtianos, y excluye las especies fósiles que se encontraban dentro de esta familia, dejándolos dentro de una o varias familias indeterminadas. Esta idea la retoma en su reciente publicación “New Information on Frogs (Lissamphibia: Anura) from the Lance Formation (Late Maastrichtian) and Bug Creek Anthills (Late Maastrichtian and Early Paleocene), Hell Creek Formation, USA.” (Gardner, 2008)

Clase **Reptilia** Linnaeus, 1758
Subclase **Anapsida** Williston, 1917
Orden **Testudines** Batsch 1788
Suborden **Cryptodira** Cope, 1868
Suborden **Eucryptodira** Gaffney, 1975
Familia *incertae sedis*
Género **cf. Naomichelys** Hay, 1908

Material referido: Ejemplares 6 A-AAj Sesenta y cuatro tubérculos.

Descripción: Los tubérculos son sólidos, esféricos y bajos o cilíndricos. Todos son romos, con forma de pilar (Fig. 17).

Discusión: Los fragmentos de caparazón de *Naomichelys* se distinguen de otras tortugas por presentar numerosos tubérculos con forma de pilar, sobre la superficie dorsal (Hay, 1908). El primer reporte de este género proviene de los yacimientos de la Formación Morrison, Montana del Jurásico superior (Hay, 1908). Posteriormente también se han

encontrado en la parte superior de la Formación Foresmost de edad campaniana (Peng *et al*, 2001). Los tubérculos aquí descritos se asignaron a este género por presentar forma de pilar y ser sólidos (Brinkman, 2009, com. pers.), además de parecerse a los tubérculos presentes en el pedazo de caparazón descrito por Peng *et al* (2001), y finalmente durante la temporada de campo 2009 se encontraron algunos restos de caparazón que presentaban este tipo de tubérculos, provenientes de otras localidades dentro del área de estudio (observación personal).

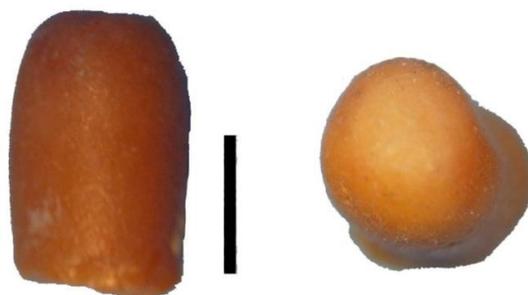


Figura. 17. Tubérculos de cf. *Naomichelys*. Vista lateral y oclusal. Barra = 1mm.

Subclase **Lepidosauria**

Orden **Squamata**, Opp.el, 1811

Infraorden **Scincomorpha** Camp, 1923

Superfamilia **Borioteiioidea** Nydam, 2007

Subfamilia **Polyglyphanodontinae** Estes, 1983

Tribu **Polyglyphanodontini** Nydam, 2007

Género *Dicothodon* Nydam 1999

Dicothodon bajaensis Nydam, 1999

Material referido: Ejemplar 20, un diente mesial (Fig. 18. A-B). Ejemplar 21, diente posterior, (Fig. 18. C-D). Ejemplar 52, fragmento de diente.

Descripción: Dientes pequeños, mesiodistalmente comprimidos. En vista oclusal tienen forma de óvalo, son bicúspides; una cúspide se encuentra en el extremo labial y la otra en el extremo lingual. Ambas cúspides tienen casi la misma altura y se encuentran unidas por una especie de cresta oclusal delgada con forma de cuchilla, lateralmente bicóncava. Presentan crestas secundarias semicirculares en los extremos mesial y distal. La cara lingual hacia la punta tiende a hacerse plana. Entre la cuchilla y las crestas

secundarias se encuentran un par de depresiones (surcos). Ambas caras son cóncavas con forma de cono. En vista labial los ejemplares se observan cónicos.

El ejemplar 20 se encuentra menos comprimido, es casi circular en corte transversal y su cresta oclusal es casi recta tendiendo un poco a semejarse a una V. El ejemplar 21 se encuentra más comprimido y el borde de su cuchilla central en vista lateral tiene forma entre U y V, tendiendo a semejarse más a una V.

Discusión: Los dientes transversalmente orientados son característicos de la subfamilia Polyglyphanodontinae (Nydham *et al*, 2007). Los caracteres diagnósticos del género *Dicothodon* (Nydham, 1999), presentes en los ejemplares son: la presencia de la cresta central en forma de U o V, y las crestas secundarias semicirculares. Nydham *et al* (2007) mencionan para diferenciar a *D. cifellii* y *D. morensis* de *D. bajaensis*, en que este último presenta casi la misma altura para las cúspides, y que sus surcos o depresiones son menos profundas o en ocasiones pueden estar ausentes.

Existen reportes de dientes de *Dicothodon bajaensis* para el área de estudio (Nydham, 1999; Nydham *et al*, 2007), además en la localidad “Evelia” (la cual también se encuentra dentro de la Formación El Gallo) se recuperó un esqueleto parcial que incluye una mandíbula con dientes, parte del cráneo y elementos post craneales (Montellano-Ballesteros, 2009, Com. Pers.). *D. bajaensis* sólo se ha encontrado en el Campaniano tardío, en la Formación El Gallo.

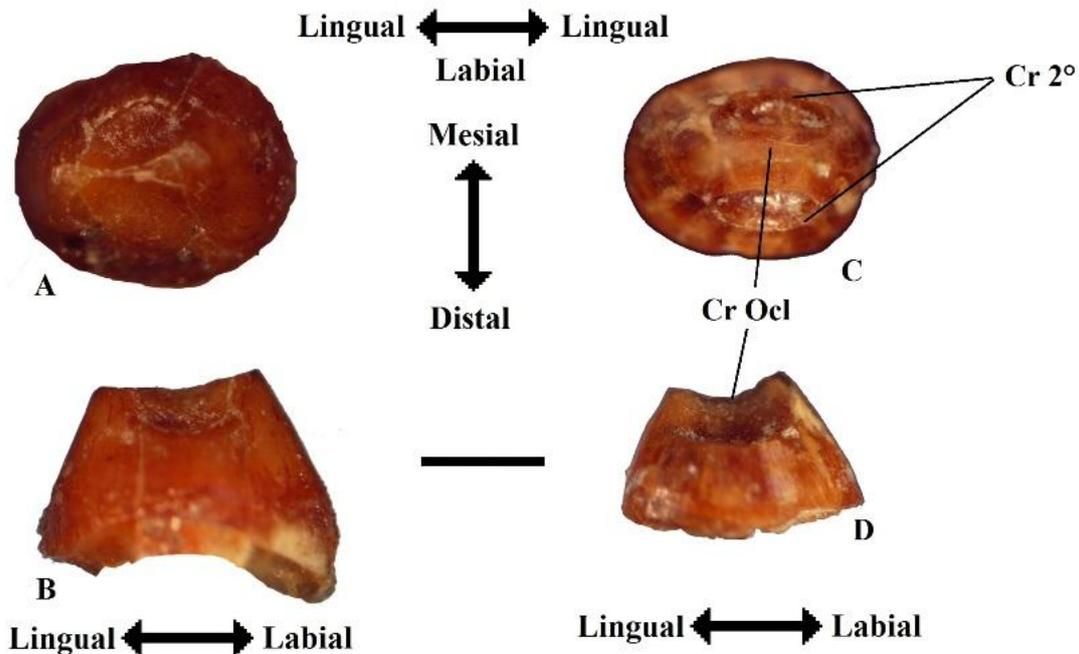


Figura 18. *Dicothodon bajaensis*. A y B: ejemplar 20, vista oclusal y distal; C y D: ejemplar 21, vista oclusal y mesial. Cr. Ocl.: cresta oclusal; Cr 2°: cresta secundaria. Barra =1mm.

Infraorden **Anguimorpha** Fürbringer, 1900

Familia **Xenosauridae** Cope, 1886

Género **cf. Exotinus** Gilmore, 1982

Material referido: Ejemplar 33, un diente, (Fig. 19).

Descripción: Diente pequeño, cónico, lateralmente comprimido cuya altura es 2.04 mm y la longitud mínima de su base es 0.88mm. La corona es lisa. Presenta un borde cortante muy evidente y convexo, probablemente corresponda al lado mesial. El otro borde es menos evidente, más recto y menos largo. Está fracturado en la base.

Discusión: Los dientes característicos de la familia Xenosauridae son simples y ligeramente recurvados (sin embargo, los dientes posteriores tienden a desarrollar una fina cúspide anterior) (Estes, 1964). Los dientes del maxilar de *Exotinus lancensis* son de corona unicúspide, ligeramente curvos, con un borde incisivo mesial, sin estrías, los ejes de los dientes son subcilíndricos y de paredes gruesas. Los dientes del dentario tienen un eje subcilíndrico, o carecen de compresión o expansión. La corona está ligeramente comprimida lateralmente y curvada, el borde cortante mesial es mucho más largo que el distal, dándole al diente la apariencia de una daga. En algunos dientes puede presentar finas estrías en la superficie medial (Gao y Fox, 1996). Su alcance temporal fue durante el Cretácico tardío.

El ejemplar 33 se confirió a *Exotinus* por presentar un borde cortante muy marcado, estar ligeramente comprimido, tener apariencia de una daga y carecer de serraciones. Al no contar con el maxilar, no se puede asignar al género ya que una característica diagnóstica es un patrón de ornamentación característico de la superficie lateral del maxilar (Gao y Fox, 1996) y es por esta razón se dejó conferido.



Figura 19. cf. *Exotinus*. Vista lateral ejemplar 33. Barra= 1mm.

Familia **Varanidae** Gray, 1827
Género ***Palaeosaniwa*** Gilmore, 1928
cf. *Palaeosaniwa canadensis* Gilmore, 1928

Material referido: Ejemplares 8 y 93, dientes marginales (Fig.20).

Descripción: Los ejemplares 8 y 93 son dientes pequeños, incisivos, lateralmente comprimidos. Cuyas respectivas medidas de la corona son 3.08mm y 4.86mm de altura; 1.56mm y 2.4mm largo de la base; y 1.03mm y 1.26mm ancho de la base. En ambos ejemplares el ápice termina en punta y está ligeramente curvado; presentan medialmente (en dirección dorsoventral) un eje engrosado y hacia las carenas se adelgazan. Sus carenas son cortantes, ambas carenas del ejemplar 93 presentan microserraciones, mientras en el ejemplar 8 sólo una de ellas tiene microserraciones (Fig. 5.10). La superficies lingual es ligeramente convexa y la labial es convexa. La carena mesial es convexa y la distal es recta. En sección transversal tienen forma de óvalo, con puntas alargadas hacia las carenas y un foramen ovalado. Hacia la base del ejemplar 93 se observan algunas invaginaciones de la pared.

Discusión: La especie tipo del género *Parasinawa* es *P. canadensis*, cuyos dientes están lateralmente comprimidos, son incisivos, tienen bordes cortantes (carenas) con microserraciones. La corona es puntiaguda y recurvada. La base del diente está ampliamente expandida y presenta invaginación de la pared, por encima de esto el diente se adelgaza pero presenta medialmente (en dirección dorsoventral) un eje engrosado hacia el ápice. La altura en dientes aislados se encuentra entre 2mm y 4mm. (Peng *et al*, 2001; Gao y Fox, 1996). El alcance stratigráfico de *P. canadensis* fue durante el Cretácico tardío de Norte América.

Otros varanoides cretácicos tardíos no presentan serraciones por lo cual se asignó los ejemplares aquí descritos al género *Parasinawa* además de que son dientes lateralmente comprimidos e incisivos, medialmente con un eje engrosado. A pesar de que los ejemplares carecen de la base son similares a dientes aislados reportados por Peng *et al* (2001) de la Formación Oldman (Alberta), y a los reportados por Estes (1964) de la Formación Lance (Wyoming), sólo que el ejemplar 8 presenta serraciones en uno de sus bordes, además no están asociados a algún otro elemento óseo, como el maxilar o el dentario, los cuales poseen características diagnósticas. El ejemplar 93 presenta invaginaciones hacia la base, y es probable que el ejemplar 8 sea un fragmento

de un diente similar en tamaño al 93, en este caso ambos dientes serían ligeramente más grandes a los 4mm, por lo cual quedaron sólo conferidos a la especie.

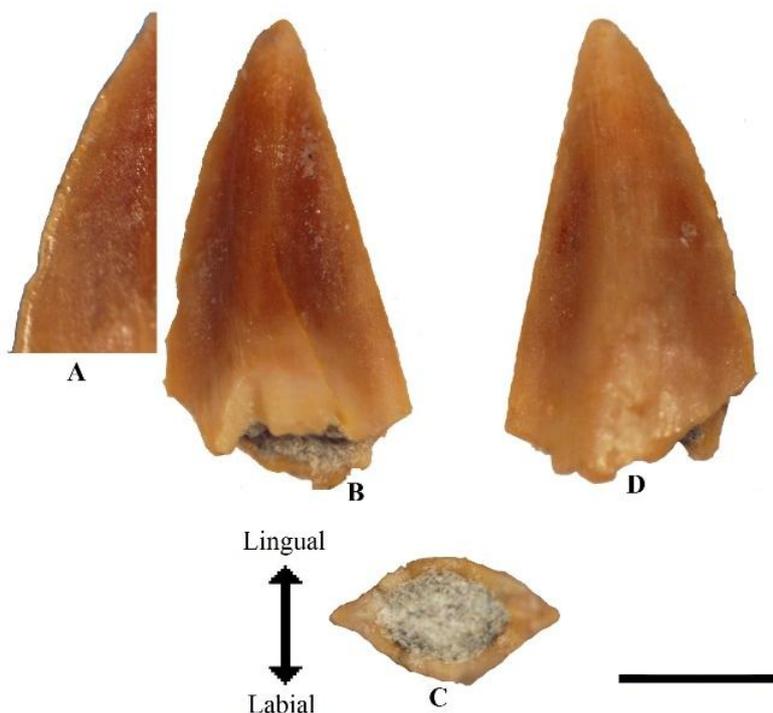


Figura 20. cf. *Palaeosaniwa canadensis*, ejemplar 8. A: detalle de la carena mesial en vista lingual de microserraciones; B: cara lingual; C: vista basal; D: cara labial. Barra = 1mm

Superfamilia **Varanoidea** Camp, 1923

Indeterminado

Material referido: Ejemplares 37 y 77, dientes marginales (Fig.21).

Descripción: Dientes pequeños, incisivos, lateralmente comprimidos, cuyo ápice de la corona termina en punta, la base en sección transversal tienen forma de óvalo, y sus caras labial y lingual son convexas. Cuyas medidas son ejemplar 33: altura de la corona 1.31mm; longitud de la base 0.66mm; ancho de la base 0.33mm. Ejemplar 77: largo de la base 1.6mm, ancho de la base 1.1mm, altura de la corona 2.77mm.

El ejemplar 37 (Fig. 21A-C) tiene forma de punta de flecha, las superficies labial y lingual se aplanan hacia las carenas, y presentan medialmente (en dirección dorsoventral) un eje engrosado, en sección transversal tiene forma de elipse alargada con el centro ancho y sus vértices que corresponden a las carenas son muy estrechos. Las carenas son gruesas. La corona del lado de la carena mesial presenta un ligero constriñimiento, esta carena es convexa y hacia la corona se vuelve recta. La carena distal es recta. Los bordes de las carenas parecen no haber presentado serraciones, pero puede ser debido al desgaste. Al centro de la base se encuentra la cavidad pulpar con

forma circular.

El ejemplar 77 (Fig. 21D-F) es de forma triangular. La corona está ligeramente curvada hacia la región distal. Su borde mesial es convexo, está muy desgastado y fracturado cerca de la base. Su borde distal es recto, ligeramente cóncavo. La superficie labial cerca del borde distal es plana, de forma similar al ejemplar 8, sin embargo, por la cara lingual es convexo, y en esta cara no es evidente el eje engrosado, esto puede ser debido al desgaste, además, carece de esmalte, y por lo tanto tampoco es posible observar la presencia o ausencia de microserraciones.

Discusión: El ejemplar 37 por la forma incisiva del diente, y la compresión lateral, podría ser conferido a *Parasinwa wyomingensis*. Esta especie presenta dientes marginales incisivos fuertemente comprimidos lateralmente sin serraciones, y la base del diente está dilatada, tiene estrías basales pronunciadas y plegamientos de su pared (Gao y Fox, 1996). Aunque morfológicamente también se parece al ejemplar 8 conferido a *Palaeosaniwa canadensis*. Sin embargo, el ejemplar 37 presenta los bordes incisivos muy gruesos, y son muy rectos, por lo cual el diente tiene forma de punta de flecha, y carece de serraciones.

El ejemplar 77 al no tener esmalte, no se puede observar si carecía o presentaba serraciones, tiene características comunes con *Parasiniwa* y *Palaeosaniwa*, como son ser incicivo y estar comprimido labiolingualmente, y cuya principal diferencia es la ausencia o presencia de serraciones, respectivamente. Por la forma de su base en sección transversal, que es un óvalo que tiende a ser circular, es de pensarse que se trate de un diente de la región anterior.

En general se observó que los dientes de lagartijas aislados pueden llegar a ser una buena herramienta taxonómica, siempre y cuando tengan una buena preservación, ya que dependiendo del grupo presentan ciertas características particulares, que pueden compartir desde nivel de familia, hasta características muy particulares como la presencia o ausencia de serraciones que pueden diferenciar géneros con una morfología dental muy similar. Como antecedente hay trabajos como el de Gao y Fox (1996), y Nydam (1999), Nydam *et al* (2007), en los cuales realizan descripciones detalladas de los dientes asociados algún otro elemento, principalmente dentarios y maxilares, donde se identifican características diagnósticas en los dientes, que ayudan a asignarlos, al menos, a algún género.

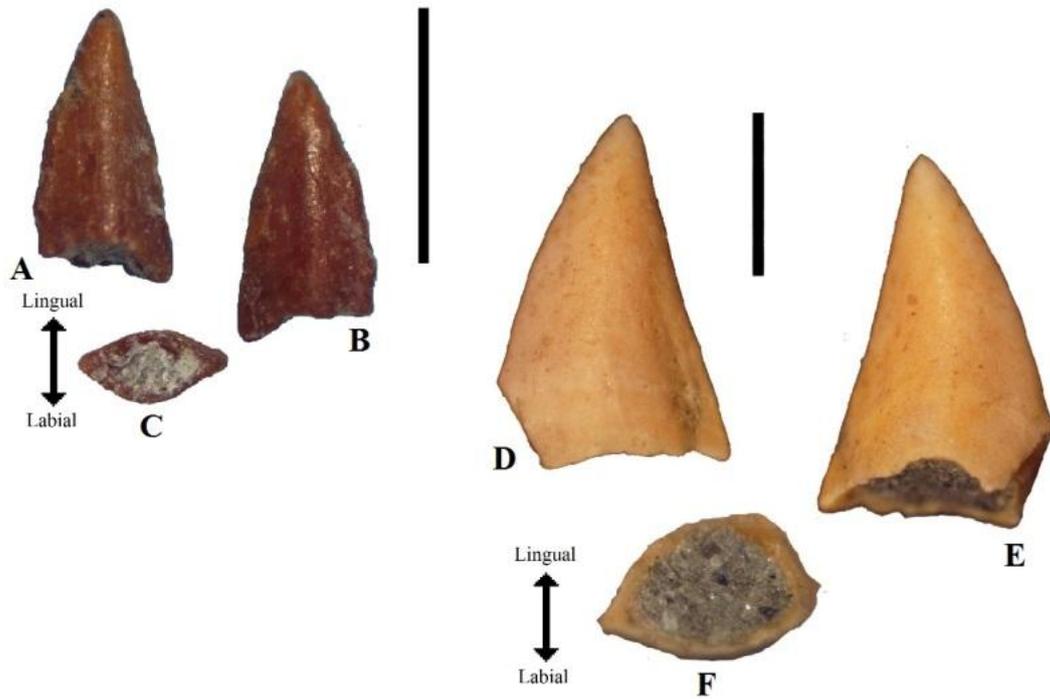


Figura 21. A-C Varanoidea indeterminado, ejemplar 37; A, vista lingual; B, vista labial; C, vista basal. D-F Varanoidea indeterminado, ejemplar 77, D, vista labial; E, vista lingual; F, vista basal. Barra = 1mm.

Orden **Squamata**, Opp.el, 1811

Indeterminado

Material referido: Ejemplar 63A, centro vertebral (Fig. 22).

Descripción: Centro vertebral procélico comprimido lateralmente con un gran cóndilo posterior esférico, y un cotilo anterior alargado dorsoventralmente, se observa el inicio de los procesos transversos, pero estos están fragmentados, y conserva el molde interno del canal neural. Estas características son típicas de la morfología de los squamata, sin embargo al estar fragmentada no podemos saber si se trata del suborden

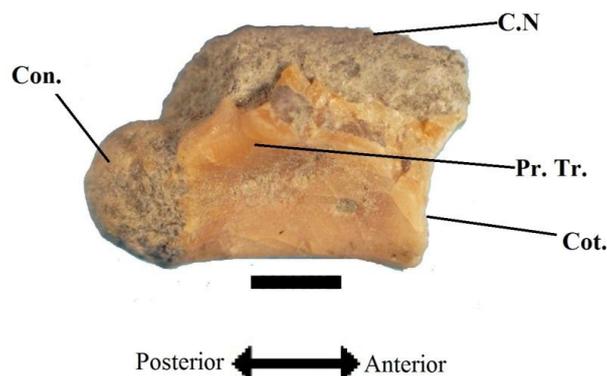


Figura 22. Escamado ejemplar 63A. Vista lateral. Con: cóndilo; C.N: canal neural; Pr. Tr. proceso transverso; Cot: cotilo. Barra = 1mm.

Subclase **Archosauria** Cope, 1869

Crocodylomorpha Walker, 1970 (sensu Clark 1986)

Crocodyliformes Hay, 1930 (sensu Clark, 1986)

Mesoeucrocodylia Whetstone y Whybrow, 1983 (Sensu Benton y Clark, 1988)

Neosuchia Benton y Clark, 1988

cf. Familia **Atoposauridae** Gervais 1871

Material referido: Ejemplares 26, 32, 49, 60, 84 y 95, dientes (Fig. 23).

Descripción: Dientes pequeños (ver tabla II), cónicos, con coronas altas, labiolingualmente comprimidos, la cara lingual es cóncava y la labial convexa, la forma de la corona es parecida a una lanza y con la punta del ápice ligeramente roma y se curva suavemente hacia la cara lingual. Las carenas se unen en el ápice de la corona y desaparecen cerca de la base del diente, estas están fuertemente aplanadas labiolingualmente. En la corona presenta estrías longitudinales y las estrías más cercanas a las carenas se dirigen hacia éstas y son ligeramente más profundas que las otras. La corona hacia la base se constriñe. Como se puede observar en la gráfica (Graf. 1), son dientes cuyo morfotipo se encuentra cercanos al límite inferior izquierdo, de tipo A, los cuales corresponden a dientes de coronas lanceolada y comprimidas, pertenecientes a la serie posterior de Atoposaurios, (ver Buscalioni *et al.*, 2008; Fig. 1.3).

Los ejemplares 49 (Fig. 5.13 D-F), 60 (Fig. 5.13. G-H) y 84 son los que tienen una corona más alta y están más comprimidos, presentan tenues estrías longitudinales en la corona, éstas son muy rectas y paralelas entre sí. Además en la superficie lingual tiene crestas muy bajas. La base en sección transversal es elíptica. El ejemplar 60 no se

curva en el ápice de la corona, hacia ninguna carena, éste es recto en vista labial o lingual, en cambio el ejemplar 49 se curva ligeramente hacia una de sus carenas.

Los ejemplares 26 (Fig. 5.13 J-K) y 95 son de corona más baja. La cara lingual es casi plana presentan estrías muy rectas y paralelas, y las crestas que se encuentran entre ellas son bajas y tenues, en el ejemplar 95 son más notorias. La cara labial presenta estría, rectas y paralelas pero más tenues que en los otros dos ejemplares.

El ejemplar 32 (Fig. 5.13 A-C) es más largo y más estrecho, aunque, es el más incompleto. El ápice está fragmentado y se curva hacia la cara lingual. La cara lingual está ligeramente comprimida. Tiene finas estrías longitudinales. La base en sección transversal es ovalada, casi circular.

Discusión: La morfología general de estos dientes recuerda a los dientes presentes en la familia Atoposauridae (Mesosuchia). Estes y Sanchíz (1982b) y posteriormente Garrison Jr. *et al* (2007) mencionaron que los dientes de la familia Atoposauridae se caracterizan por la presencia de un patrón distintivo de finas estrías espaciadas uniformemente a lo largo de los bordes de los dientes que se extienden más abruptamente cerca de la base de la corona; la forma de estos dientes varían de cónicos a bajos y prolongados, los dientes bajos y prolongados se encuentran lateralmente comprimidos.

Vullo (2005) mencionó que los dientes de esta familia son dientes pequeños (la altura de la corona no es mayor a los 5mm.), más o menos gráciles. Los dientes posteriores tienen forma de hoja y se caracterizan por una ligera compresión labiolingual y una constricción basal. La ornamentación de estos dientes consiste en finas costillas paralelas relativamente bien marcadas, más pronunciadas en la cara lingual. Éstas divergen hacia los bordes de las carenas otorgándoles un aspecto de denticulos. Los dientes más anteriores son más delgados y menos comprimidos labioligualmente, y su ornamentación, en contraste, es idéntica los dientes posteriores.

Por su parte Clark (1986) señaló que los dientes maxilares posteriores son transversalmente aplanados, relativamente cortos y terminan en una punta discreta.

Por último, Sánchez-Hernández *et al* (2007) describieron unos dientes asignados a esta familia como de corona lanceolada, con raíces tan grandes como la corona. La base de la raíz de uno es rectangular y la otra circular. Presentan una constricción entre la corona y la raíz. Las coronas carecen de ornamentación y poseen bordes ligeramente crenulados.

Los dientes referidos en este estudio son semejantes a los de esta familia por la forma lanceolada de la corona y su ornamentación. Los ejemplares 49 y 60 son muy similares en la forma de la corona a un diente reportado por Mudroch (1996) de *Theriosuchus* (Atoposauridae) indeterminado, este género se encuentra presente en la Formación Cedar Mountain, en Utah (Cretácico inferior) (Cifelli *et al.*, 1999a) y tentativamente en la Formación North Horn, también en Utah (Cifelli *et al.*, 1999b), sin embargo, los ejemplares 49, 60, 84 difieren del reportado por Mudroch, en que presentan estrías muy finas con crestas muy bajas. Y en contraste el ejemplar reportado por Mudroch las crestas longitudinales son más notorias, a pesar de también ser bajas, pero las estrías son menos evidentes. La ornamentación sobre la cara lingual, de los ejemplares 49, 60, y 84 se desvía hacia las carenas, característica en común con la familia Atoposauridae.

El ejemplar 32 también es semejante al reportado por Mudroch, sólo que más estrecho y con la ornamentación similar al ejemplar 49. En particular los ejemplares 26 y 95, son similares al ejemplar conferido a la familia Atoposauridae por Fiorillo para la Cedar Mountain Formación (1999, Fig. 7 pág. 263).

Estos ejemplares no pueden ser asignados a esta familia, por el poco valor taxonómico de los dientes de cocodrilo, y por otro lado a pesar de que existen reportes para Norte América del Cretácico inferior y Tardío en Utah, su asignación está en duda (Cifelli *et al.*, 1999a; Cifelli *et al.*, 1999b; Fiorillo, 1999; Eaton *et al.*, 1999). En Europa el registro más reciente es el registrado por Vullo (2005) y Vullo y Néraudeau (2008), que es de edad cenomaniana. Anteriormente, Steel (1973) menciona que el alcance estratigráfico de los Mesosuchia (suborden en desuso, actualmente está contemplado en Mesoeucrocodylia) va del Jurásico inferior, al Eoceno inferior, pero las familias que se han registrado para Norte América durante el Cretácico superior son Goniopholididae y Pholidosauridae, y la morfología de los dientes aquí descritos no coincide con los descritos para estas familias.

Los ejemplares 49, 60, 84, y 32 por su morfología, comparándolos contra el grupo A de Buscalioni *et al* (2008), son ligeramente más altos, por lo cual, debieron pertenecer a la serie dental anterior o media, mientras el ejemplar 26, de corona más baja, debió pertenecer a la serie posterior dental (Ver gráfica, Graf. 1).

Los ejemplares 49 y 84 ligeramente recuerdan en morfología a un diente triangular conferido a *Leydiosuchus* por Ji-Yeo (2005), sin embargo, el ejemplar 49

hacia la base tiene una constricción similar a la presente en dientes de aves y en la familia Atoposauridae.

Es por lo anterior que los ejemplares aquí descritos fueron conferidos y no asignado a la familia Atoposauridae.

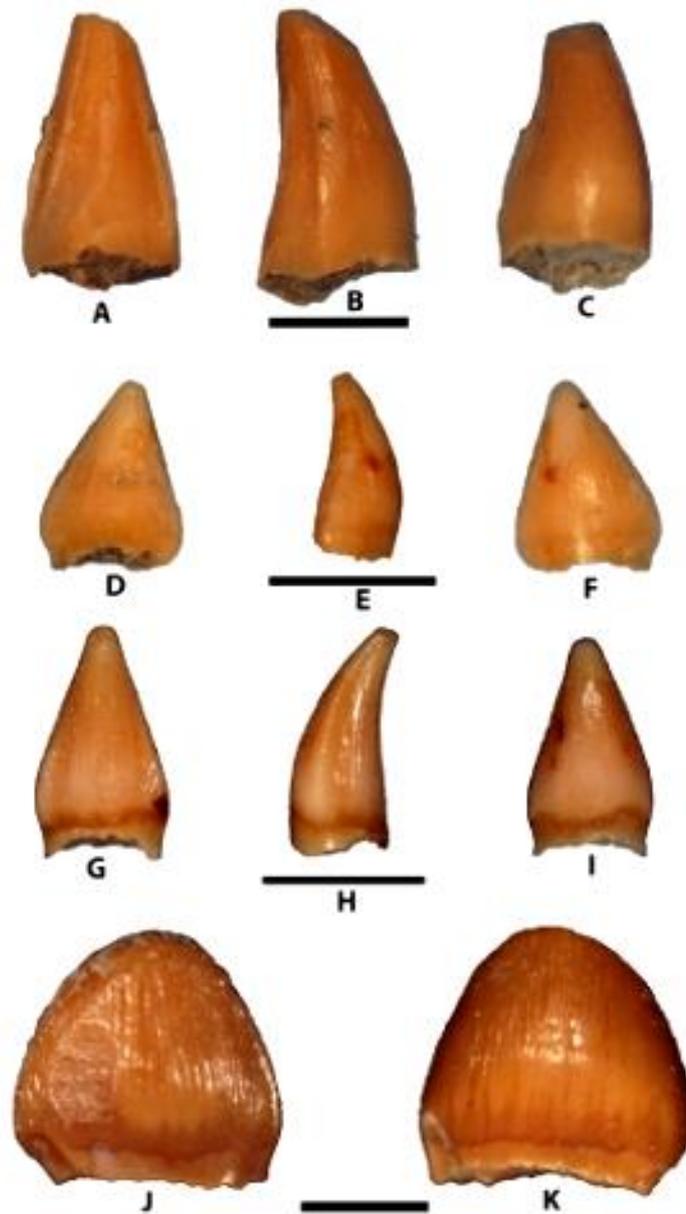


Figura 23. cf Familia Atoposauridae. A-C: ejemplar 32. D-F: ejemplar 49. G-I: ejemplar 60. J-K: ejemplar 26. A, D, G, J vista lingual; B, E, H vista distal o mesial. C, F, I, K: vista labial. Barras = 1mm.

Eusuchia Huxley 1875

Crocodylia Gmelin 1788 (sensu Benton y Clark, 1988)

Género cf *Leidyosuchus* Lambe, 1907

Material referido: Ejemplares 9, 10, 12, 13, 14, 74 y 80, dientes (Fig. 24).

Descripción: Dientes pequeños (ver Tabla II), de coronas altas, cónicos, poco comprimidos labiolingualmente se constriñen hacia la base, cerca del cérvix, y la punta del ápice se curva ligeramente hacia la cara lingual. La punta es entre roma y redondeada. La cara labial es convexa y la lingual cóncava, ambas delimitadas por las carenas. La superficie de la coronas muestran estrías tenues longitudinales y en ocasiones crestas longitudinales suaves o esmalte liso. A veces las estrías son más prominentes en sus caras linguales. La forma de su base en sección transversal va de elíptica a casi circular. El ejemplar 12 (Fig. 24 J) se encuentra fragmentado longitudinalmente. El ejemplar 74 (Fig. 24 F-H) es el más alto y grácil, y presenta un morfotipo característico de la serie dental anterior (Graf. 1). Su cara lingual es cóncava. Las carenas son muy delgadas y presentan estrías perpendiculares a ellas. La base en sección transversal es casi circular.

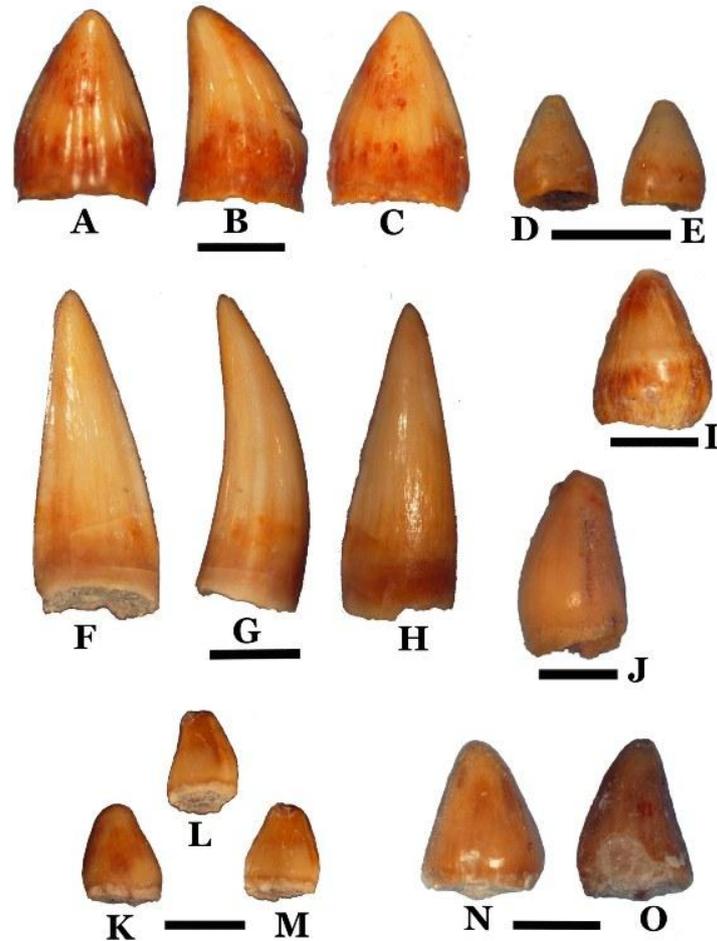


Figura 24. cf. *Leidyosuchus*. A-C: ejemplar 9; D-E: ejemplar 10; F-H: ejemplar 74; I: ejemplar 14; J: ejemplar 12; K-M: ejemplar 80; N-O: ejemplar 13. Vista lingual A, D, F, K, O. Vista lateral B, G, L. Vista labial C, E, H, I, J, M, N. Barra = 1mm.

Familia *Alligatoridae* Gray 1844

Género cf. *Brachychampsia*

Material referido: Ejemplares 4, 5, 42, 68, 73, y 98 dientes posteriores molariformes, (Fig. 25 A- M). Ejemplares 18, 19, 38, y 103, dientes posteriores (Fig. 25 N-Q). Ejemplares 96 y 97, fragmentos de dientes posteriores molariformes.

Descripción: Dientes pequeños (ver Tabla II). Presentan muchas estrías y crestas longitudinales, se encuentran constreñidos a la base, en esta área, las estrías se hacen gradualmente tenues hasta desaparecer. Se puede decir que los dientes se encuentran muy arrugados, ya que las crestas no son completamente rectas y en algunos puntos se intersectan.

Los ejemplares 4, 5, 42, 68, 73, 98 son dientes bulbosos, romos de corona muy

baja, prolongados mesiodistalmente y con una amplia superficie oclusal en forma de óvalo, la cual presenta una cresta en el eje medio con dirección mesio-distal. Estos dientes se encuentran ligeramente comprimidos labiolingualmente y constreñidos entre la corona y la base. Presentan el morfotipo tipo B, el cual corresponde a dientes molariformes de corona baja, y base comprimida (Graf. 1, ver Buscalioni *et al.*, 2008, Fig. 1.3). La cresta mesiodistal de los ejemplares 73 y 98 es más alta que la presente en los otros ejemplares.

Los ejemplares 96 y 97, son fragmentos de corona, el 96 es muy similar al ejemplar 68 y el fragmento 97 es similar al ejemplar 98 pero la cresta mesiodistal está desgastada.

Los ejemplares 18, 19, 38 y 103 son dientes subcónicos, de coronas un poco bajas, bulbosas, y robustas. Están un poco comprimidos labiolingualmente, la punta del ápice es roma y presentan una superficie oclusal pequeña. La cara labial es convexa y la lingual cóncava. Tienen carenas y una de ellas es más amplia que la otra. Las carenas del ejemplar 18 tienen pequeños surcos, que dan la apariencia de tener serraciones. La carena menos amplia del ejemplar 38 presenta un surco. El ejemplar 103 presenta una punta un poco menos roma.

El ejemplar 19 tiene raíz, la cual mide 0.55mm de ancho y el largo de la base de la raíz es de .48mm, hacia la base de la corona se constriñe, pero luego se hace más ancho en la base. La raíz se comprime fuertemente hacia su ápice, el cual tiene forma circular en sección transversal. Es probable que la raíz esté desgastada o fragmentada, ya que al comparar con el ejemplar 40 se observa que las raíces son similares, y esto puede ser la causa de estar fuertemente constreñida.

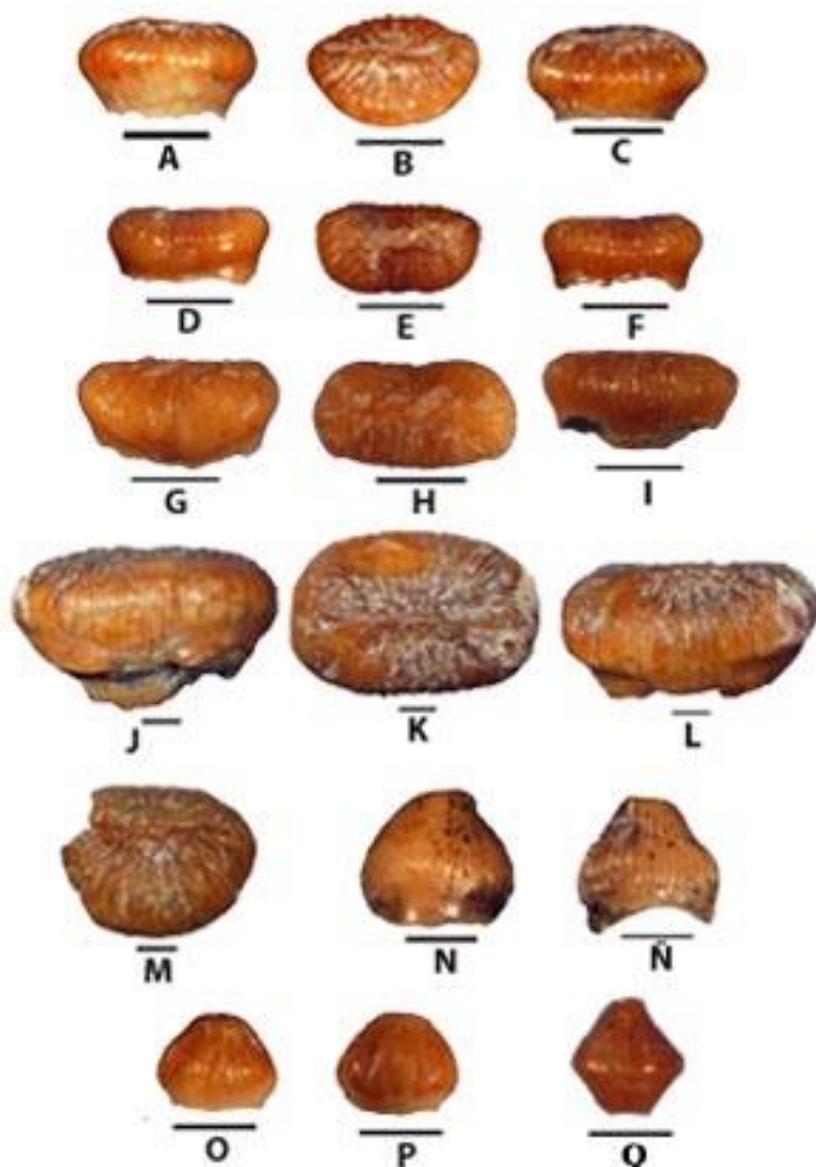


Figura 25. cf. *Brachychampsia*. A-B: ejemplar 4; D-F: ejemplar 5; G-I: ejemplar 42; J-L: ejemplar 68; M: ejemplar 73; N-Ñ: ejemplar 18; O-P: ejemplar 38; Q: ejemplar 19. Vista lingual A, D, G, L, Ñ. O. Vista labial C, F, I, J, N, P. Vista oclusal B, E, H, K, M. Barra = 1mm.

Género ?*Brachychampsia*

Material referido: Ejemplares 16, 31, 45, 46, 79, 81, 89, 90, 91, 92, 99, 100 dientes molariformes posteriores, (Fig. 26 A-N), L). Ejemplares 87 y 88, dientes posteriores.

Descripción: Son dientes pequeños (ver Tabla II), romos, de coronas bajas, labiolingualmente comprimidos, y con una superficie oclusal alargada mesio-distalmente, corresponden con el morfotipo B (Graf. 1, ver Buscalioni *et al.*, 2008, Fig. 1.3). Presentan estrías y crestas longitudinales. La cara lingual es ligeramente cóncava. La cara labial es convexa. Los bordes mesial y distal están redondeados a la altura de la

corona, luego hay un pequeño constrinimiento hacia la base y se vuelven rectos hacia la raíz.

Los ejemplares 31, 79, 81, 99 y 100 se encuentran muy desgastados de la superficie oclusal, se observan los restos de una cresta oclusal. En el ejemplar 16 la cresta oclusal es relativamente alta. El ejemplar 31 presenta en la parte media de la cara lingual un surco. Los ejemplares 45 y 46 están muy desgastados, y sus estrías se observan poco, la superficie oclusal está lisa por el desgaste.

Los ejemplares 87 y 88 son morfológicamente muy parecidos a los ejemplares 38 y 18, sólo que más chicos. Son dientes subcónicos, ligeramente bajos, bulbosos, y robustos. Poco comprimidos labiolingualmente, el ápice es romo con una superficie oclusal pequeña. La cara labial es convexa y la lingual cóncava. Presentan pocas crestas y estas son más bajas, con respecto a las presentes en los ejemplares 38 y 18. Además el ejemplar 88 presenta parte de la raíz donde se observa una pequeña constricción.

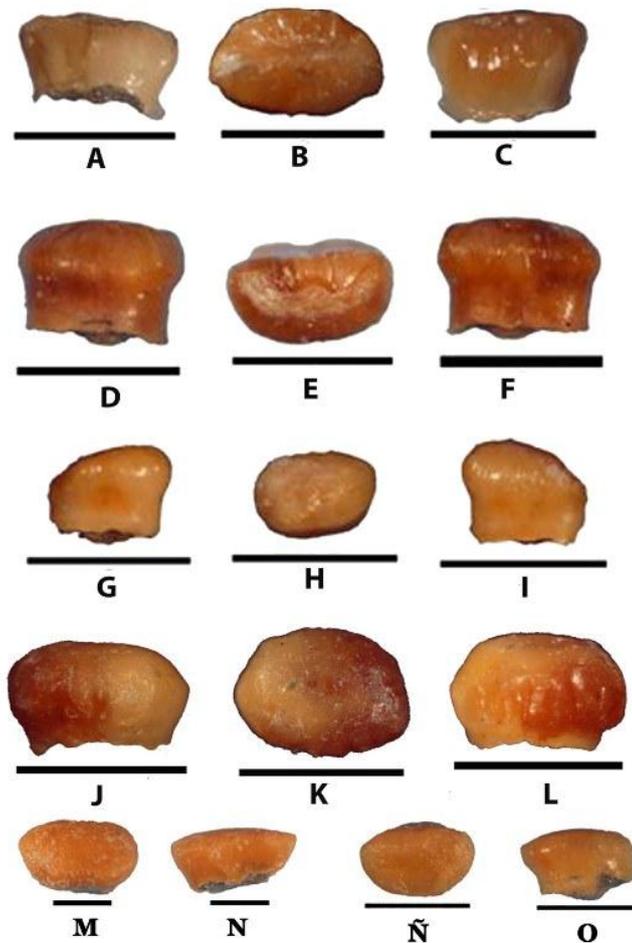


Figura 26. ? *Brachyochampsia* dientes juveniles. A-C: ejemplar 16; D-F: ejemplar 31; G-H: ejemplar 79; J-L: ejemplar 81; M-N: ejemplar 45; Ñ-O: ejemplar 46. A, D, G, J: vista labial; C, F, I, L: vista lingual; B, E, H, K, M, Ñ: vista oclusal; N y O: vista lateral. Barra = 1mm.

Indeterminado, morfotipo A

Material referido: Ejemplares 39, 40, 50, 55, 85, 86, 101, 102, dientes (Fig. 27 A- G).

Descripción: Los ejemplares 50, 55, 85, 86, 101 y 102, son dientes pequeños, de coronas altas, cónicos con la punta roma. La cara labial es convexa y la lingual cóncava. Presentan estrías y crestas bajas longitudinales.

Los ejemplares 39 y 40 son robustos y de coronas un poco bajas, presentan estrías longitudinales finas. El ejemplar 40 tiene una cara cóncava en las carenas y estas tienen un surco. La carena mesial es convexa, y cóncava en la cara lingual. La carena del lado distal es delgada, casi recta con tendencia a ser cóncava. El ápice es romo y se carga levemente hacia el lado distal. La base parece que fue ovalada en corte transversal. El ejemplar 39 se encuentra fragmentado longitudinalmente, au ápice romo se constriñe en dirección apical y luego se vuelve a ensanchar.

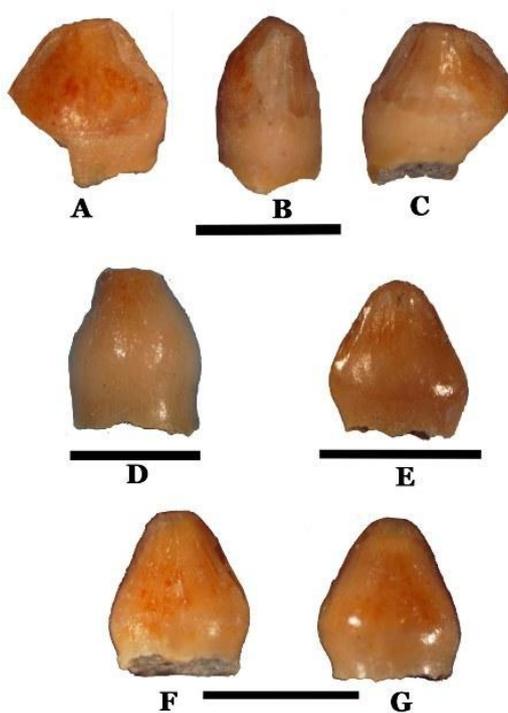


Figura 27. Indeterminado A: A-C, ejemplar 40; D: ejemplar 39; E: ejemplar 50; F-G: ejemplar 55. A, E, F: vista lingual. C, D, G: vista labial. B, vista lateral. Barra= 1mm

Discusión: Peng (1997) describe dos morfotipos de dientes aislados conferidos a *Leidyosuchus*, con las siguientes características, dientes cónicos casi lisos o con estrías muy suaves (los más pequeños tienden a ser más estriados) y los otros son bulbosos de

corona baja, finamente estriados y ovalados en sección transversal, con un cuello evidente en la corona. El alcance estratigráfico de *Leidyosuchus* va del Cretácico tardío al Eoceno medio.

La dentición en *Brachychampsa* también es heterodonta. Los dientes anteriores son cónicos o subcónicos, labiolingualmente comprimidos y constreñidos en la base, son dientes de tipo lanceolado. Los dientes entre más posteriores son más bulbosos, labiolingualmente más comprimidos y mayor es su constricción basal, además en vista oclusal son prolongados. Se encuentran muy estriados o arrugados y sus coronas son bajas (Gilmore, 1911; Carpenter y Lindsey, 1980; Norrel *et al.*, 1994; Williamson, 1996; Sullivan y Lucas, 2003). El alcance de *Brachychampsa* va del Cretácico tardío al Eoceno medio.

Los ejemplares 9, 10, 12, 13, 14, 74, 80 (Fig. 24) se confirieron a *Leidyosuchus* por presentar pocas estrías o estrías muy finas e inclusive caras lisas, y un constriñimiento cerca de la base.

Los ejemplares 4, 5, 42, 68, 73, 18, 19, 38, 96, 97, 98 y 103, han sido conferidos al género *Brachychampsa*, principalmente por presentar un esmalte muy estriado o arrugado, y por la constricción basal (Fig. 25).

Los ejemplares 16, 31, 45, 46, 79, 81, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 99 y 100 son muy pequeños comparados con los que anteriormente se han descrito como *Brachychampsa* en este estudio, además presentan estrías y crestas longitudinales en menor cantidad (Fig. 5.16). Los ejemplares 39, 40, 50, 55, 85, 86, 101, y 102 (Fig. 27) son dientes de tipo lanceolado, que podrían ser conferidos a *Leidyosuchus*, por presentar estrías finas. Sin embargo, los dientes con morfotipo lanceolado, también están presentes en la serie anterior de *Brachychampsa*.

Se ha observado que los dientes en animales jóvenes o dientes de reemplazo tienen menos crestas de ornamentación (Mook, 1921; Buscalioni, 2009 Com. Pers.), la diferencia del tipo de estrías presentes en los distintos dientes podría estar relacionada con un proceso ontogenético, por ejemplo en los ejemplares 85, 86, 101, y 102 comienzan a presentar algunas crestas bajas, principalmente en la cara lingual, y aunque tienden a ser paralelas algunas comienzan a curvarse un poco.

Por lo anterior, los ejemplares 16, 31, 45, 46, 79, 81, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 99 y 100 de coronas bajas y los ejemplares 39, 40, 50, 55, 85, 86, 101, y 102 de tipo lanceolado podrían haber pertenecido a animales jóvenes del género *Brachychampsa*.

Alligatorioidea Gray, 1844

Globiodonta

Indeterminado morfotipo B

Material referido: Ejemplar 17, diente posterior molariforme (Fig. 28).

Descripción: Diente pequeño (ver Tabla II), bajo, romo, robusto y ligeramente bulboso. Se encuentra ligeramente comprimido labiolingualmente. En vista oclusal tiene forma de elipse tendiendo a círculo. Presenta una cresta oclusal alta en el eje medio con dirección mesio-distal, la cual se ensancha en su parte media del lado lingual. La superficie oclusal es más amplia del lado labial que del lingual. Presenta estrías y crestas longitudinales que son perpendiculares a la cresta oclusal, y van desde la cresta hacia la base del diente, entre las estrías se forman surcos. La cara lingual es convexa. La cara labial es más convexa que la cara lingual. Los bordes mesial y distal son redondeados, se constriñen y luego caen rectos con una ligera inclinación hacia dentro del diente. Su base en sección transversal es ovalada.

Discusión: Este ejemplar a pesar de estar muy arrugado, carecterística presente en el género *Brachychampsia*, no se confirió a ningún género, por presentar una cresta oclusal muy alta.

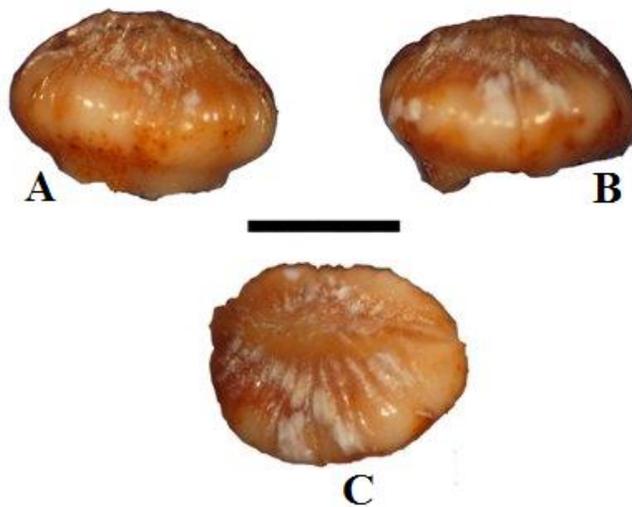


Figura 28. Globiodonta indeterminado, ejemplar 17. A: cara lingual; B: cara labial; C: vista oclusal, ligeramente oblicua. Barra = 1mm.

Mesoeucrocodylia Whetstone y Whybrow, 1983 (Sensu Benton y Clark, 1988)

Indeterminado, morfotipo C

Material referido: Ejemplar 70, diente (Fig. 29).

Descripción: Diente pequeño (ver Tabla II), alargado, cónico de corona alta, grácil, ligeramente comprimido labiolingualmente, con el ápice de la corona romo e inclinado hacia la cara lingual, su superficie oclusal es pequeña. La corona presenta estrías longitudinales poco profundas. La cara lingual es cóncava con crestas y la cara labial es convexa. Las carenas sobresalen de la corona y están muy aplanadas labiolingualmente, en vista labial son convexas y en vista lingual cóncavas. En ambas caras de las carenas presentan pequeñas estrías tenues en dirección mesio-distal (Fig.29 C). La base en sección transversal es ovalada casi circular.

Discusión: La ornamentación de las carenas que presenta el ejemplar 70 es similar a la presente en la familia Atoposauridae, sin embargo las estrías y crestas longitudinales son estrictamente paralelas entre sí, ya que algunas de éstas se intersectan, por lo que podríamos decir que está ligeramente arrugado, característica de la ornamentación en el género *Brachychampsia*. Por la morfología descrita, podemos asignar este ejemplar como *Mesoeucrocodylia*, por su morfotipo (ver Gráf. 1), es un diente de la serie anterior.

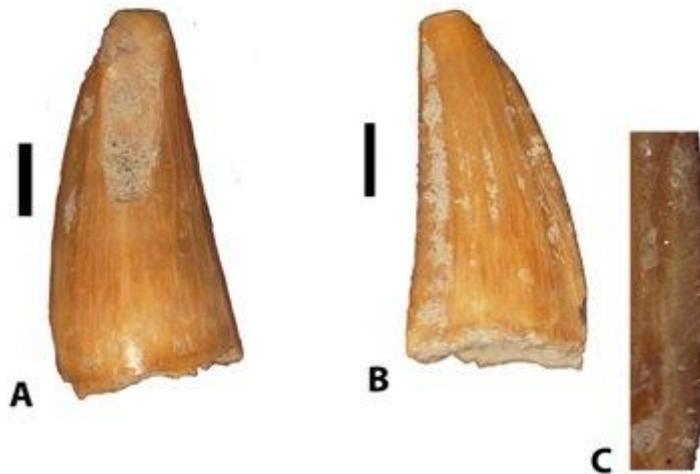


Figura 29. *Mesoeucrocodylia* indeterminado C, ejemplar 70. A: vista labial; B: vista lingual; C: detalle de la carena. Barra = 1mm.

Indeterminado, morfotipo D

Material referido: Ejemplar 15, diente sin esmalte (Fig. 30).

Descripción: Diente pequeño (ver Tabla II), de corona alta, robusto y cónico. Cara lingual comprimida. El ápice es romo. La cara labial es convexa y la lingual cóncava. Hacia la base el diente presenta un estreñimiento. Carece de esmalte.

Discusión: Por la morfología anteriormente descrita, podemos reconocer al ejemplar 15 como miembro del grupo Mesoeucrocodylia, pero al carecer de características de ornamentación del esmalte, no es posible determinar su identidad taxonómica con mayor precisión.

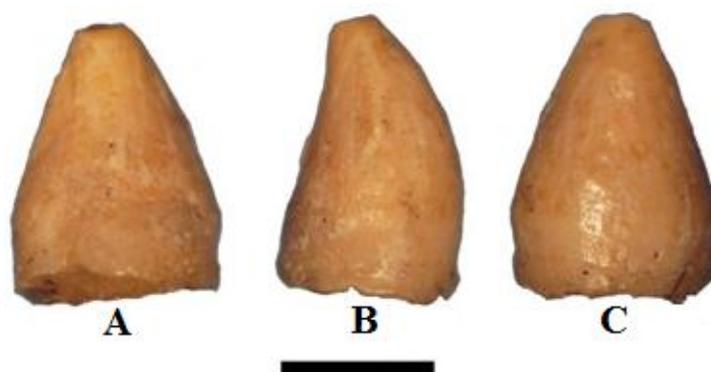


Figura 30. Mesoeucrocodylia indeterminado D, ejemplar 15. A: vista lingual; B: vista mesial o distal; C: Vista labial. Barra = 1mm.

Indeterminado, morfotipo E

Material referido: Ejemplar 51, diente (Fig. 31).

Descripción: Diente pequeño (ver tabla II), cónico, de corona ligeramente alta y robusto, fuertemente comprimido labiolingualmente, y se constriñen hacia la base. Con el ápice romo, el cual tiene forma hexágono asimétrico en vista oclusal y se curva hacia la cara lingual. En ambas caras, en la parte media cerca de la base presenta una ligera depresión. La cara lingual tiene algunos surcos pequeños y crestas longitudinales cortas, esta cara es cóncava en los extremos distal y hacia el centro es ligeramente convexa. La cara labial es lisa y convexa. Las carenas son gruesas y rectas de la parte apical y hasta la región de la base, donde se vuelven cóncavas. La base en sección transversal es ovalada casi circular.

Discusión: Este ejemplar por tener la cara labial lisa, y la cara lingual con poca ornamentación podría ser conferido a *Leydiosuchus*, sin embargo en vista oclusal es

semejante al reportado por Sankey como cocodrilo indeterminado tipo A (Sankey, 2008b). Por otro lado su forma es ligeramente lanceolada, por lo que recuerda a los dientes de la familia Atoposauridae.



Figura 31. Mesoeucrocodylia indeterminado E, ejemplar 51. A: vista labial; B: vista lingual.
Barra = 1mm.

Incertae sedis
Indeterminado, morfotipo F

Material referido: Ejemplar 35 (Fig. 32).

Descripción: Diente pequeño, cónico, y alto. Ligeramente comprimido labiolingualmente. El ápice es romo y se curva hacia la cara lingual. El lado labial es convexo. El lado lingual en general es cóncavo, pero en su parte media es ligeramente convexo, además presenta un pequeño surco longitudinal cerca de la base. Las carenas son delgadas, y del lado lingual se observan planas y amplias. Hacia la base se constriñe. La base tiene forma de óvalo.

Discusión: Por la presencia de un surco, el ejemplar 35, se parece a los reportados por Longrich (2008) como Archosauria *incertae sedis*, pues presentan características como el surco longitudinal cerca de la base, que los puede colocar dentro de Mesoeucrocodylia como de Aves. Sin embargo, el ejemplar 35, carece de ornamentación, y está menos comprimido y es más chico que los reportados por Longrich (2008).



Figura 32. Mesoeucrocodylia indeterminado F, ejemplar 35. A: vista labial; B: vista lingual; C: vista mesial o distal. Barra = 1mm.

Los dientes de los crocodylomorpha tienen un amplio rango de variación morfológica, incluyendo número y arreglo de cúspides inclinación y orientación del ápice, la forma en sección transversal, vista lateral, grado de compresión de la corona, compresión de la raíz, y la presencia de cíngulos, así como la ornamentación de la corona entre otros (Brandelise de Andrade y Bertini 2008); los distintos estados de carácter que pueden presentar ayudan a asignarlos algún taxón. Sin embargo, esta variación también se observa dentro de la mandíbula, ya que muchos organismos dentro de este grupo son heterodontos, además de la variación ontogenética presente en el grupo, vuelven difícil y poco certera la asignación taxonómica a partir de dientes aislados. Por esto, sólo se confirieron los ejemplares y ninguno fue asignado a algún taxón. Además, cabe mencionar que todos los ejemplares que fueron indeterminados, se manejaron como morfotipos, pues no implica que estén representando distintos taxones.

Por la variación morfológica presente en los dientes sería interesante poner atención a estas características, tanto en organismos fósiles como actuales, para determinar si efectivamente son o no caracteres taxonómicos diagnósticos y a que nivel podrían funcionar de forma certera. O simplemente están relacionadas con una variación intraespecífica, ontogenética, y / o de la función y lugar que ocupa el diente dentro de la boca. Con respecto a esto, diversos autores han utilizado las características de la dentición dentro de diversos trabajos de carácter eVol.utivo (Brandelise de Andrade y Bertini 2008), valiéndose de distintas herramientas para el análisis de estas variaciones como son la microscopía electrónica observando diferencias dentro de características que en un inico podría confundirse como las mismas. Sería interesante si estas herramientas ayudarían a esclarecer las variaciones morfológicas de los dientes como características con valor taxonómico.

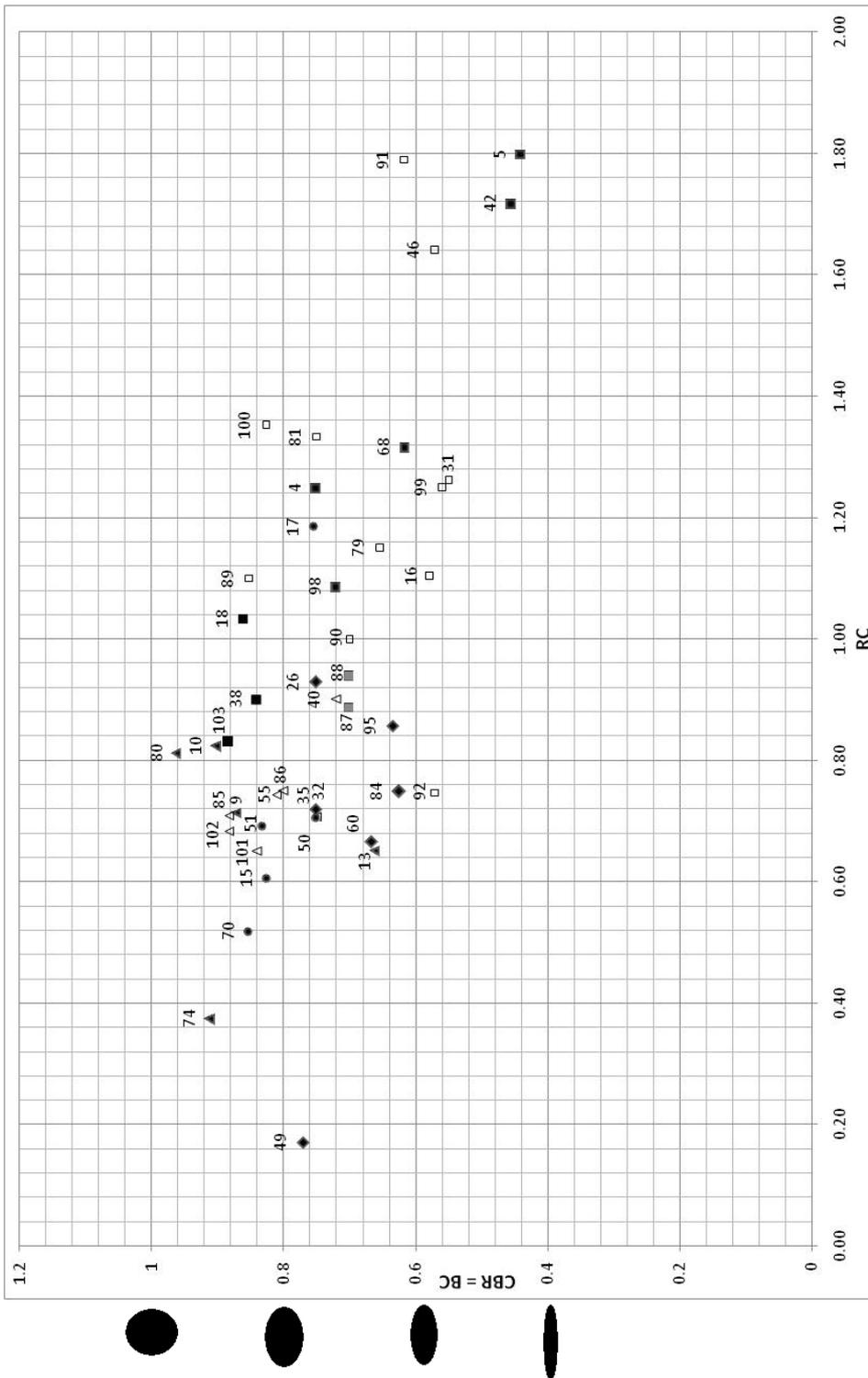
Tabla II.

Medidas de los dientes de cocodrilos:

| EJEM | CBL | CBW | CBR | CH | CHR | RC | AAC | LAC |
|-------------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| 9 | 2.00 | 1.74 | 0.87 | 2.80 | 1.40 | 0.71 | | |
| 10 | 0.80 | 0.72 | 0.90 | 0.97 | 1.20 | 0.82 | | |
| 13 | 1.50 | 1 | 0.66 | 2.30 | 1.53 | 0.65 | | |
| 14 | 1.73 | ----- | ----- | 2.33 | 1.34 | ----- | | |
| 40 | 1.26 | 0.91 | 0.72 | 1.40 | 1.10 | 0.90 | | |
| 74 | 1.50 | 1.37 | 0.91 | 4.00 | 2.66 | 0.38 | | |
| 80 | 1.00 | 0.96 | 0.96 | 1.23 | 1.23 | 0.81 | | |
| 17 | 1.66 | 1.25 | .7530 | 1.4 | .8433 | 1.19 | 1.96 | 2.04 |
| 4 | 1.60 | 1.2 | .75 | 1.28 | 0.80 | 1.25 | 1.60 | 2.40 |
| 5 | 1.80 | .8 | .44 | 1.00 | 0.55 | 1.80 | 1.20 | 2.28 |
| 68 | 6.06 | 3.73 | 0.6155 | 4.60 | 0.75 | 1.32 | 4.90 | 7.50 |
| 18 | 2.40 | 2.08 | 0.86 | 2.32 | 0.96 | 1.03 | | |
| 38 | 1.28 | 1.08 | 0.84 | 1.42 | 1.10 | 0.90 | | |
| 16 | 0.95 | .55 | .5789 | 0.86 | 0.90 | 1.10 | 0.71 | 1.15 |
| 31 | 1.11 | 0.62 | 0.55 | 0.88 | 0.79 | 1.26 | 0.66 | 1.26 |
| 79 | 0.84 | 0.55 | .6547 | 0.73 | .8690 | 1.15 | 0.62 | 0.95 |
| 15 | 1.70 | 1.4 | .8235 | 2.80 | 1.64 | 0.61 | | |
| 12 | 2.06 | ----- | ----- | 3.00 | 1.45 | ----- | | |
| 19 | 1.57 | ----- | ----- | 1.17 | 0.74 | ----- | | |
| 49 | 0.77 | 0.60 | 0.77 | 4.50 | 5.84 | 0.17 | | |
| 32 | 0.53 | 0.40 | 0.75 | 0.75 | 1.40 | 0.71 | | |
| 51 | 0.77 | 0.64 | 0.83 | 1.11 | 1.44 | 0.69 | | |
| 39 | 1.17 | ----- | ----- | 1.44 | 1.23 | ----- | | |
| 81 | 1 | .75 | .75 | .75 | 0.75 | 1.33 | .975 | 1.3 |
| 73 | ≥4.40 | 3.40 | ----- | ≥3.40 | ----- | ----- | 4.60 | ≥5.00 |
| 70 | 2.96 | 2.52 | 0.8513 | 5.7 | 1.92 | 0.52 | | |
| 60 | 1 | .6666 | .6666 | 1.5 | 1.5 | 0.67 | | |
| 42 | 2.2 | 1 | .4545 | 1.28 | .5818 | 1.72 | 1.44 | 2.84 |
| 50 | .9 | .675 | .75 | 1.25 | 1.38 | 0.72 | | |
| 55 | .95 | .77 | .8105 | 1.28 | 1.3473 | 0.74 | | |
| 35 | 0.53 | 0.40 | 0.75 | 0.75 | 1.41 | 0.71 | | |
| 26 | 2 | 1.5 | .75 | 2.15 | 1.075 | 0.93 | | |
| 45 | ≥2 | 1.15 | ----- | 1.2 | ----- | ----- | 0.8 | 2.72 |
| 46 | 1.05 | .60 | .5714 | .64 | .6095 | 1.64 | 0.8 | 1.4 |
| 84 | 1.20 | .75 | .625 | 1.6 | 1.33 | .75 | | |
| 85 | .85 | .75 | .8823 | 1.2 | 1.41 | .71 | | |
| 86 | .75 | .6 | .8 | 1 | 1.33 | .75 | | |
| 87 | .8 | .5666 | .7 | .9 | 1.125 | .89 | | |
| 88 | .8 | .5666 | .7 | .85 | 1.0625 | .94 | | |
| 89 | .88 | .75 | .8522 | .8 | .9090 | 1.10 | .88 | 1.48 |
| 90 | .8 | .56 | .7 | .8 | 1 | 1 | .56 | 1.24 |
| 91 | 1.36 | .84 | .6174 | .76 | .5588 | 1.79 | .84 | 1.68 |
| 92 | .56 | .32 | .5714 | .75 | 1.3392 | .75 | .36 | .76 |
| 95 | 1.5 | .95 | .6333 | 1.75 | 1.16 | | | |

| | | | | | | | | |
|------------|-------|-----|-------|------|--------|---|------|------|
| 96 | - | - | - | - | - | - | >4.2 | 47 |
| 97 | - | - | - | - | - | - | >2 | >3.2 |
| 98 | 2.5 | 1.8 | .72 | 2.3 | .92 | | 2 | 3.1 |
| 99 | 1.25 | .7 | .56 | 1 | .8 | | .85 | 1.5 |
| 100 | 1.15 | .95 | .8260 | .85 | .7391 | | .9 | 1.05 |
| 101 | 1.04 | .88 | .84 | 1.6 | 1.53 | | | |
| 102 | 1.133 | 1 | .8826 | 1.66 | 1.4651 | | | |
| 103 | 1.133 | 1 | .8826 | 1.36 | 1.206 | | | |

Morfotipos de dientes de cocodrilos



Gráfica 1. Morfotipos de dientes. RC= razón CBW:CH; BC= razón CBW:CBL .Cuando el valor de CBR se acerca a 0 la base se encuentra labiolingualmente más comprimida, si el valor se acerca a 1 ó es 1 la base tiende a ser circular. Cuando el valor de RC es cercano a 0 el diente tiene una corona alta, mientras más grande es el valor más baja la corona. Ver Buscalioni *et al.*, 2008, Fig. 1.3. El número sobre el punto hace referencia al número de ejemplar del diente.◆ Atoposauridae (forma lanceolada). ▲cf. *Leidyosuchus*, forma caniniforme a lanceolado. ●cf. *Brachychampsa*, Molariforme. ■cf. *Brachychampsa*, Molariforme-Coniforme. □ ?*Brachychampsa*, Molariforme. ■ ?*Brachychampsa*, Molariforme-coniforme. ○ Indeterminados varios morfotipos.

Clase **Dinosauria** Owen, 1842
Orden **Saurischia** Seeley, 1888
Suborden **Theropoda** Marsh, 1881
Familia **Dromaeosauridae** Matthew & Brown, 1922
Subfamilia **Velociraptorinae**, 1983
Saurornitholestes Sues, 1978

Material referido: Ejemplar 72, diente (Fig. 33).

Descripción: Diente pequeño (ver Tabla III) con forma de D. Fuertemente comprimido labiolingualmente. Carece de esmalte y está roto en el ápice. Es más robusto del lado mesial y más delgado en el lado distal. La cara labial es convexa. La cara lingual es menos convexa, casi plana, presenta un pequeño surco o depresión en la parte media cerca de la base. La carena distal presenta dentículos desgastados, su densidad denticular es de 4 dentículos por milímetro (Tabla IV). La sección transversal tiene forma ovalada con el extremo correspondiente a la carena distal más estrecho.

Discusión: Los dientes de *Saurornitholestes langstoni* varían en tamaño, pero siempre tienen forma de D en vista lateral y se encuentran fuertemente comprimidos, la carena distal puede presentar en menor o mayor grado una fuerte curvatura y son puntiagudos (Currie *et al*, 1990; Baszio, 1997). Los dentículos varían mucho en forma, pero siempre presentan una curvatura hacia el ápice del diente, la base de los dentículos se encuentra labiolingualmente comprimidas y tienen forma de cincel (Currie *et al*, 1990; Baszio, 1997). El espacio interdenticular es profundo, y la densidad denticular se encuentra entre 3 y 6 dentículos por milímetro en la carena distal, mientras en la mesial pueden o no presentar, y si los presentan son muchos más pequeños (Currie *et al*, 1990; Baszio, 1997). El ejemplar 72 se asignó a este género por la densidad denticular y por la forma de D y estar fuertemente comprimido labiolingualmente. El alcance de *Saurornitholestes* fue del Campaniano al Maastrichtiano.

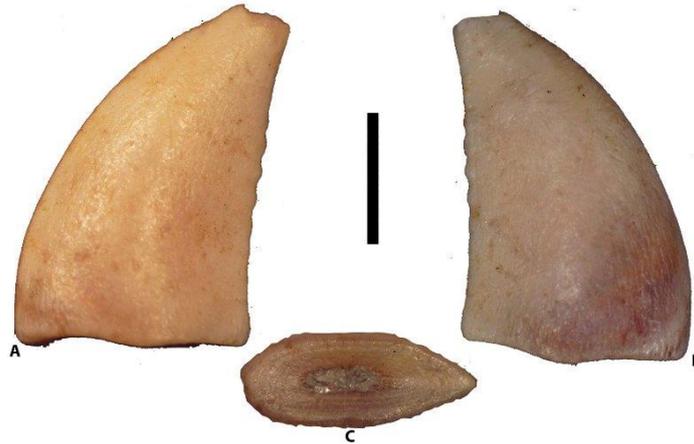


Figura 33. *Saurornitholestes*, ejemplar 72. A: cara lingual; B: cara labial; C: base. Barra = 1mm.

Familia **Troodontidae** Gilmore, 1924

Género *Troodon* Leidy, 1856

cf. *Troodon formosus*

Material referido: Ejemplares 69 y 71, dientes maxilares casi completos, (Fig. 34).

Descripción: Los dientes son pequeños (Tabla III), en vista lateral tienen forma triangular tendiendo a semejarse a una D. Labiolingualmente comprimidos, biconvexos. Son robustos cerca del borde mesial y menos robustos en el borde distal. La sección transversal tiene forma ovalada.

La carena distal es cóncava y presenta dentículos grandes y largos, éstos tienen forma triangular y/o de pentágono irregular con su vértice exterior apuntando ligeramente hacia arriba. Los dentículos de en medio son los más grandes y los que se encuentran cercanos a la base son los más chicos; a pesar de que los dentículos también disminuyen hacia el ápice, no son tan pequeños como los de la base. Los dentículos de en medio y basales son más altos que largos, los del ápice son más largos que altos. En promedio su densidad denticular es de 2 dentículos por milímetro en la carena distal y el espacio interdenticular es amplio (ver Tabla IV).

La carena mesial es convexa y presenta dentículos más pequeños. Cerca de la base son muy pequeños e incrementan gradualmente su tamaño hacia el ápice. Son de forma rectangular con los bordes exteriores redondeados. Los dentículos de la base son más altos que largos y los de la parte media son más largos que altos.

Discusión: La diagnosis del género *Troodon* se basa en las características de la especie *T. formosus*. Los dientes de *Troodon* son fácilmente reconocidos por las características

de sus dentículos; éstos son largos, ganchudos y con la punta dirigida hacia el ápice del diente (Bazio 1997; Currie *et al*, 1990; Sankey *et al*, 2002; Sankey, 2008b). En promedio presentan dos dentículos por milímetro y un amplio espacio interdenticular en la carena distal. Los dentículos mesiales están labiolingualmente comprimidos y presentan pequeñas hendiduras interdenticulares. Además presentan una corona biconvexa y una constricción entre la base del diente y la raíz (Bazio 1997; Currie, *et al*, 1990; Sankey *et al*, 2002; Sankey, 2008). El alcance stratigráfico de *Troodon* va del Campaniano medio al Maastrichtiano.

Ambos ejemplares referidos como *Troodon* por su corona biconvexa, su forma en vista lateral. Su densidad denticular y por su amplio espacio interdenticular de la carena distal, así como la forma y dirección de sus dentículos en ambas carenas. Y por la forma de su sección transversal.

La especie tipo del género *Troodon* es *T. formosus*, los ejemplares aquí descritos comparten en su mayoría caracteres diagnósticos tanto del género como de la especie, además son bastante parecidos, con respecto a forma (tanto de la corona como de los dentículos), tamaño y densidad denticular, a los dientes maxilares de *T. formosus* reportados por Currie *et al* (1987, Fig. 5. j-o, pág. 79; 1990, Fig. 8.3B-C pág. 112) y a los reportados por Bazio (1997, Fig. 38 y 39; 33 y 34, pág 59) conferidos a *T. formosus* para la Formación Horseshoe Canyon y para el grupo Dinosaur Park. Es por lo anterior que estos ejemplares se confirieron a la especie *T. formosus*.

Por la forma de D ambos dientes debieron ser dientes laterales. Por la forma de su sección transversal el ejemplar 69 debió estar en una posición más mesial, mientras que el ejmplar 71 debió estar en una posición más distal.

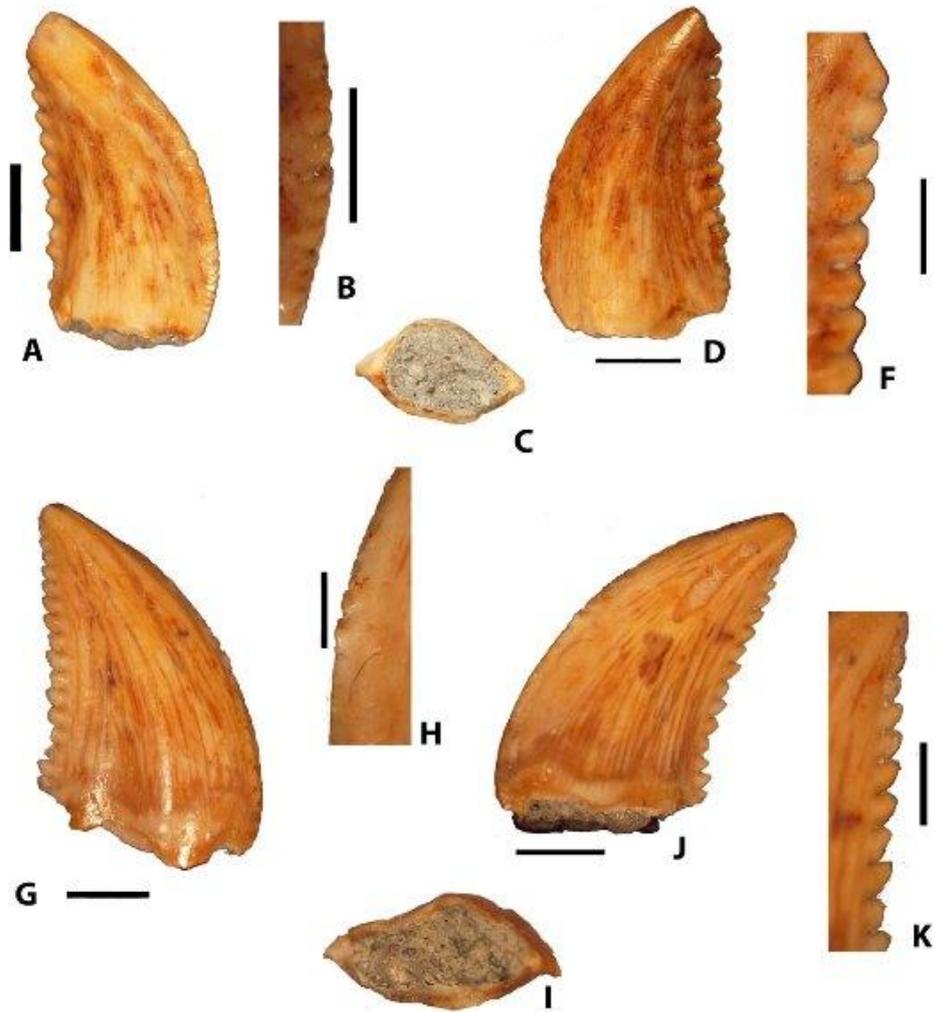


Figura 34. Dientes maxilares, cf. *Troodon formosus* A, B, C, D, F: ejemplar 69 (A, vista lingual; B, detalle de carena mesial; C, vista basal; D, vista labial; F, detalle de carena distal). G, H, J, K, I: ejemplar 71 (G vista labial, H detalle de la cara mesial, I cara basal, J cara lingual, K detalle de la cara distal). En A, D, G y J, barra = 2mm. En B, F, H, y K, barra = 1 mm.

Infraorden **Maniraptora** Gauthier, 1986

Familia desconocida

Richardoestesia Currie *et al.*, 1990

Richardoestesia gilmorei Currie *et al.*, 1990

Material referido: Ejemplar 34, diente (Fig. 35).

Descripción: Diente pequeño (ver Tabla III), en vista lateral es triangular, con una ligera tendencia a semejarse a una D. Está comprimido labiolingualmente. El ápice de la corona lo tiene fracturado. La cara labial es plana con crestas longitudinales, presenta un surco en la parte media cerca de la base. La cara lingual es convexa y cerca de la carena

distal se aplana. La base, en sección transversal, tiene forma de óvalo alargado o elipse al igual que la cavidad pulpar.

La carena mesial es convexa, gruesa y redondeada. La carena distal es más delgada, casi recta, presenta dentículos pequeños, estos se localizan de la parte media a la base de la carena, se observa que hacia el ápice hubo dentículos y algunos se conservan pero están fragmentados. Los dentículos son rectangulares con el borde redondeado y el espacio interdenticular es muy pequeño. Su densidad denticular es de 11 dentículos por milímetro (ver Tabla IV)

Discusión: Los dientes de *Richardoestesia gilmorei* se encuentran labiolingualmente comprimidos, siempre presentan una curvatura en la porción proximal. Varían bastante en forma y tamaño. Los dientes premaxilares presentan dentículos muy pequeños comparados con otros terópodos. Las serraciones en ocasiones se limitan a la carena distal, en promedio pueden presentar entre 7 y 12 dentículos por milímetro, su tamaño varía a través de la carena y el espacio interdenticular es muy pequeño. La sección transversal varía de ovalada a ovalada aplanada (Currie *et al.*, 1990; Bazio, 1997; Sankey *et al.*, 2002). El ejemplar 34 se confirió a *R. gilmorei* por el conteo denticular, tamaño de los dentículos y por presentar un espacio interdenticular muy pequeño. Además es muy similar en tamaño y forma al reportado por Currie *et al.* (1990; pág. 114, Fig. 8.4 P). El alcance de *R. gilmorei* es del Santoniano tardío al Maastrichtiano.

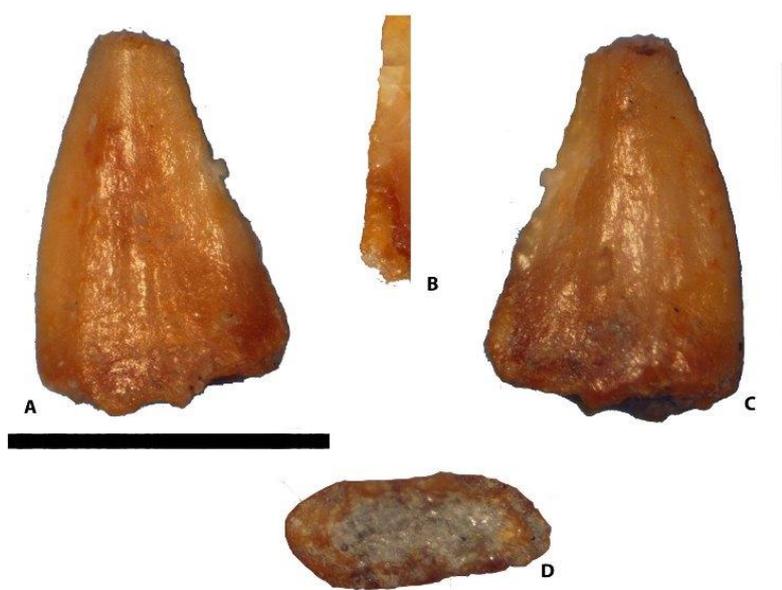


Figura 35. *Richardoestesia gilmorei*, ejemplar 34. A y C: vistas laterales; B: detalle de la carena distal; D: vista basal. Barras = 1mm

Richardoestesia isosceles Sankey 2001

Material referido: Ejemplares 75, 76, 83, fragmentos de dientes (Fig. 36).

Descripción: Dientes con forma de triángulo isósceles, comprimidos labiolingualmente, con ambas carenas rectas; con dentículos de pequeños a minúsculos de forma cuadrada. La sección transversal es ovalada (ver Tablas III y IV)

El ejemplar 76 es un diente pequeño, fragmentado en el ápice y la base. La carena mesial es ligeramente convexa y su borde es translúcido, hacia el ápice se esbozan dentículos minúsculos. La cara labial presenta un surco no muy profundo y delgado, que es ancho cerca de la base de la corona y más angosto hacia el ápice de ésta. La cara lingual presenta un surco triangular, profundo y ancho cerca de la base el cual es más delgado y menos profundo hacia el ápice. El esmalte presenta estrías sumamente delgadas y tenues.

El ejemplar 75 es un fragmento cercano a la base de un diente pequeño. Las carenas son rectas. Los bordes de los dentículos y de la carena mesial que los presenta son translúcidos. Una de las caras posee un surco triangular el cual es ancho cerca de la base del diente. La otra cara tiene dos surcos triangulares, cada uno a un lado del eje medio longitudinal del diente.

El ejemplar 83 es un fragmento muy pequeño, cercano a la base, conserva sólo 4 dentículos (en 0.3714mm), y se encuentra más comprimido que los otros dos ejemplares.

Discusión: Los dientes que se han referido a *Richardoestesia isosceles* se caracterizan por ser prolongados y estrechos; rectos o ligeramente curvados, por lo que tienen forma de un triángulo isósceles. Pueden presentar dentículos cuadrados rectos o ligeramente redondeados, que van de pequeños a minúsculos, o carecer de éstos. En la cara labial y lingual presentan depresiones o surcos que se extienden de la base al ápice. Pueden presentar crestas longitudinales, pero la tendencia es a perderlas. Hacia la base presentan una pequeña constricción y su sección transversal es ovalada. (Longrich, 2008; Sankey, 2008b). En los ejemplares 75 y 76 se observaron varias de las características que caracterizan los dientes referidos a *R. isosceles* como son: la forma de la corona, la forma de las carenas, el tamaño y forma de sus dentículos (cuando los presentan), la forma de su sección transversal, así como su ornamentación de la corona. A pesar de que el ejemplar 83 es un fragmento muy pequeño, se puede observar que

debió tener forma de triángulo isósceles, y presenta dentículos muy chicos de forma cuadrada, también es posible observar un pequeño surco en una de las caras, además su sección transversal es elíptica y está labiolingualmente comprimido. El alcance de *R. isosceles* va del Campaniano temprano al Maastrichtiano.

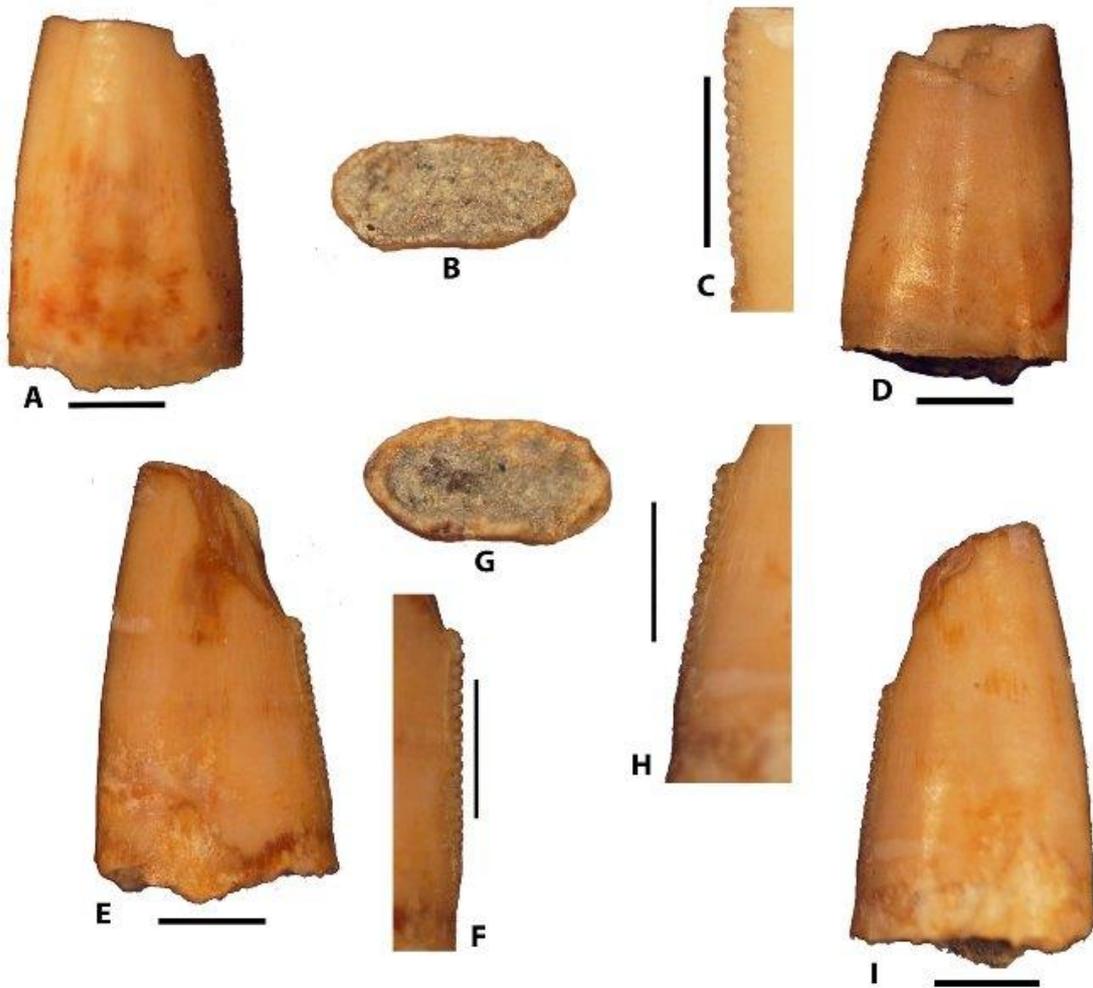


Figura 36. *Richardoestesia isosceles*. A, B, C, D: ejemplar 75. A y D: vistas laterales; B: vista basal. C detalle de la carena. E, F, G, H, I: ejemplar 76. E e I: vistas laterales; F y H: detalles de las carenas, G: vista basal. Barra = 1mm.

incertae sedis

Material referido: Un diente, ejemplar 7 (Fig 37).

Descripción: Diente pequeño (ver Tabla III) con forma de D en vista lateral. El ápice de la corona tiene forma de cincel; sin embargo en vista distal se observa un desgaste por lo cual es probable que la forma de la punta sea producto del desgaste (Fig 37). La carena mesial es convexa lisa y ancha, en el ápice se vuelve recta. La carena distal es

convexa y en el ápice se vuelve recta. En vista labial presenta un surco en la parte media, el cual surge en la base del diente, y va hacia el ápice curvándose en dirección a la carena distal. En vista lingual presenta dos surcos que surgen en la base y van desapareciendo hacia el ápice de la corona y también se curvan hacia la carena distal; además presenta crestas longitudinales, y un surco que surge en el ápice del lado de la carena mesial, el cual no se proyecta hasta la base. La base del diente se constriñe levemente del lado de la carena mesial; en sección transversal tiene forma ovalada constreñida en la parte media por lo cual se asemeja a un ocho.

Discusión: Los dientes del género *Paronychodon* son aplanados lateralmente, o al menos una cara es plana y la otra convexa, presentan tres o más crestas longitudinales, y nunca presentan dentículos, y su carena distal se encuentra ligeramente curvada (Currie *et al*, 1990; Baszio, 1997; Sankey *et al*, 2002; Sankey, 2008b). El ejemplar 7, por la presencia de crestas longitudinales y la ausencia de dentículos podría ser conferido al género *Paronychodon*. Sin embargo, no es un diente aplanado. Por otro lado, también su forma recuerda al de algunos dientes de ave, los cuales también presentan crestas longitudinales, pueden tener pequeños dentículos o carecer de ellos, se encuentran labiolingualmente comprimidos, su sección transversal es ovalada u ovalada aplanada. El surco de la cara labial recuerda a los que presentan los dientes de ave reportados por Sankey *et al* (2002), sin embargo, no presenta una fuerte constricción hacia la base, lo cual es característico en aves.

Por otro lado, Currie *et al* (1990) menciona que los dientes asignados a *Paronychodon* podrían en realidad ser dientes de terópodos con alguna patología. Y finalmente hay que mencionar que existen dientes de terópodos que no son *Paronychodon* sin dentículos; Averianov y Sues (2006) describieron un nuevo género y especie de troodóntido, de Uzbekistán de edad cretácica tardía, *Urbacodon itermirensis* cuyos dientes carecen de dentículos.

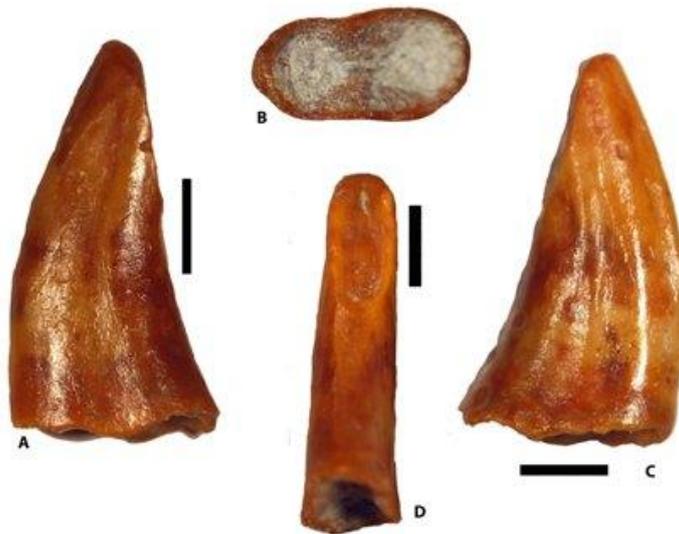


Figura 37. Diente de terópodo, ejemplar 7. A: vista labial; B: vista basal; C: vista lingual; D: carena mesial. Barra = 1mm.

cf. Ave

Indeterminado

Material referido: Ejemplar 11, un diente, (Fig. 38).

Descripción: Diente pequeño (ver Tabla III) cónico labiolingualmente comprimidos, el ápice de la corona es ligeramente parecido a un cincel. La cara labial es convexa y su esmalte presenta estrías longitudinales muy tenues. La cara lingual es cóncava en los extremos y ligeramente convexa casi plana al centro, con estrías longitudinales muy tenues y al centro tiene un par de surcos longitudinales cortos y pequeños, en la base tiene un surco un poco más amplio el cual se constriñe hacia la raíz. La base del diente es más angosta que la raíz en el cervix. Lo que se conserva de la raíz es casi igual de larga que la corona del diente, hacia el ápice de la raíz, ésta se vuelve menos ancha, y presenta un par de lóbulos hacia el cervix. La altura total es de 3.6mm; la altura de la raíz: 1.8mm; largo del ápice de la raíz: 1.6mm (para las demás medidas ver Tabla III).

Discusión: Los dientes de las aves presentan una fuerte constricción entre la corona y la raíz. El ejemplar 11 presenta esta característica, además presenta una gran expansión de la raíz, característica que podría incluirlo dentro de las aves (Chiapp.e, 2009, com. Pers.).

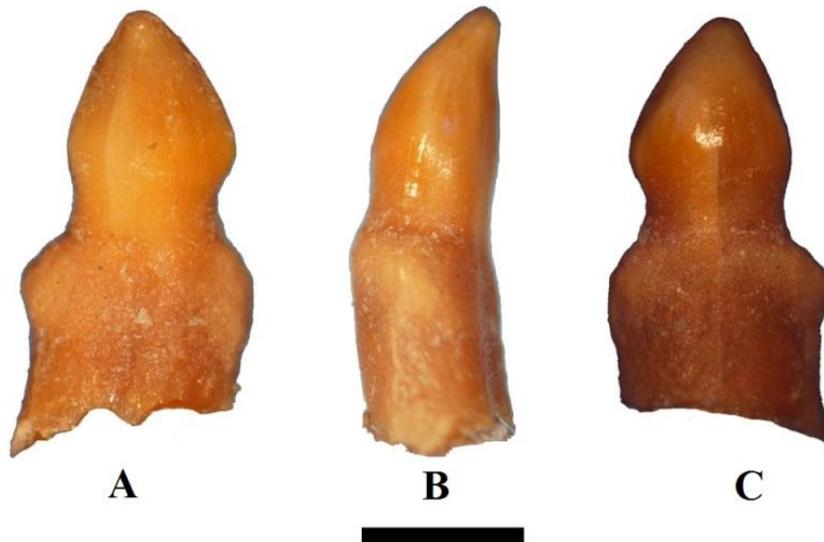


Figura 38. cf. Ave, ejemplar 11. A: vista lingual; B: distal o mesial; C: vista labial.
Barra = 1mm.

Terópodo A

Material referido: Ejemplar 2, diente (Fig. 29).

Descripción: Diente triangular, pequeño (ver Tabla III) muy comprimido labiolingualmente, con una ligera tendencia a parecerse a una D en vista lateral. La carena mesial es convexa y la distal ligeramente cóncava. El ápice está redondeado y se curva hacia la carena distal. La cara labial es ligeramente convexa y esta aplanada en la parte media basal. La cara lingual es menos convexa con un surco longitudinal poco profundo que va de la mitad de la base a la parte media del diente. Los bordes de las carenas son translúcidos y sin dentículos. La base tiene forma de ovalo y se observa una pequeña evaginación del lado lingual en la parte media, justo donde se encuentra el surco.

Discusión: El ejemplar 2 por su forma en vista lateral y en vista basal se parece bastante a algunos dientes reportados como *Richardoestesia gilmorei*. Por las mismas características podría pertenecer a *Saurornitholestes*, pero por la ausencia de dentículos no se puede asignar ni conferir a ninguno de estos dos géneros. El único género de terópodos presente en Norte América que carece de dentículos es *Paronychodon*, sin embargo, morfológicamente no se parece a los dientes asignados a este género. Además no hay que olvidar los recientes hallazgos de dientes de terópodos sin dentículos, como *Urbacodon itermirensis*, anteriormente mencionados, ya que el ejemplar 2 podría pertenecer a un diente de algún terópodo nuevo, o ser simplemente una patología.

Finalmente por la ausencia de dentículos y su pequeño tamaño este diente podría pertenecer a un ave (Sankey, 2009; com. Pers.; Chiapp.e, 2009), com. Pers.).

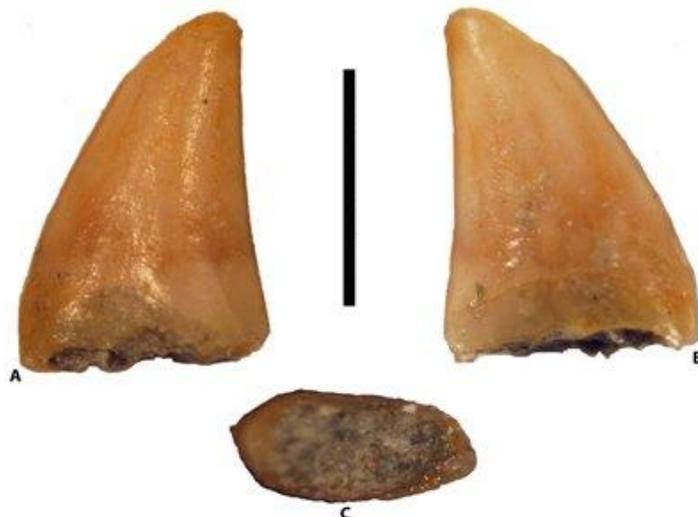


Figura 39. Terópodo A, ejemplar 2. A: cara lingual; B: cara labial; C: vista basal. Barra = 1mm.

Maniraptora Gauthier, 1986

Indeterminado

Material referido: Ejemplares 24 y 25, ungales, (Fig. 40).

Descripción: El ejemplar 24 es un ungal pequeño en la parte dorsal se curva convexamente, tiene forma de triángulo prolongado. Se encuentra ligeramente comprimido lateralmente. En vista ventral por su parte proximal conserva el tubérculo flexor, el cual está ligeramente erosionado, se curva convexamente y después del tubérculo la cara ventral es cóncava. Está roto por su parte distal. El tubérculo flexor proximalmente es redondeado y ventral y distalmente es ligeramente recto, en vista ventral el tubérculo tiene forma de cono. Lateralmente una de sus caras presenta un surco medial en dirección anteroposterior, en la parte distal es más profundo y hacia el lado proximal desaparece, cerca del tubérculo flexor ya no se observa, los bordes que delimitan al surco, ventral y dorsalmente son casi iguales. En la otra cara también presenta un surco en dirección anteroposterior, el borde ventral que lo delimita es más grueso y nace donde termina el tubérculo. La faceta articular está erosionada, tiene forma de óvalo más grueso en su extremo ventral.

El ejemplar 25, es un ungal incompleto, se encuentra fragmentado tanto distal como proximalmente, además lateralmente se encuentra algo erosionada. También presenta surcos lateralmente, en una cara es un poco más evidente que la otra y se logra

observa un borde dorsal más grueso delimitando al surco. El tubérculo flexor está redondeado; esto puede ser producto de la erosión.

Discusión: En la Formación El Gallo se han reportado las siguientes familias de terópodos de talla mediana o pequeña: Ornithomimidae, Troodontidae y Dromeosauridae (Weishampel *et al.*, 2004). El ejemplar 24 no pertenece a la familia Ornithomimidae ya que los ungales de los dígitos de las manus presentan un tubérculo flexor poco desarrollado y los ungales de los pes no son recurvados, son puntiagudos y ventralmente aplanados con una depresión semicircular en vez de un tubérculo flexor y su sección transversal es triangular. (Makovicky *et al.*, 2004; Barsbold y Osmólska, 1992; Torres-Rodríguez, 2006).

Los ejemplares descritos, podrían pertenecer a la familia Troodontidae o Dromeosauridae, ya que en ambas familias se presentan ungales curvados, lateralmente comprimidos y con un tubérculo flexor bien desarrollado, por lo general los de los pes son más curvados filosos y con un tubérculo flexor más grande; estas características se encuentran más desarrolladas en los dromeosáuridos (Makovicky y Norrell, 2004; Norrell y Makovicky, 2004).

El ejemplar 24 presenta un tubérculo bien desarrollado y se encuentra recurvado, por el tamaño es muy probable que se trate de un organismo juvenil o neonato. Mientras que el ejemplar 25 está mal preservado. También los ungales de las aves presentan las características de un tubérculo flexor bien desarrollado, y curvados con surcos en una o en ambas caras laterales (Chiapp.e *et al.*, 1999; Lammana *et al.*, 2006), y por el tamaño los ejemplares aquí descritos también podrían pertenecer a un ave. Por lo anterior se dejaron dentro del grupo Maniraptora el cual incluye a troodontidos, dromeosáuridos y aves.

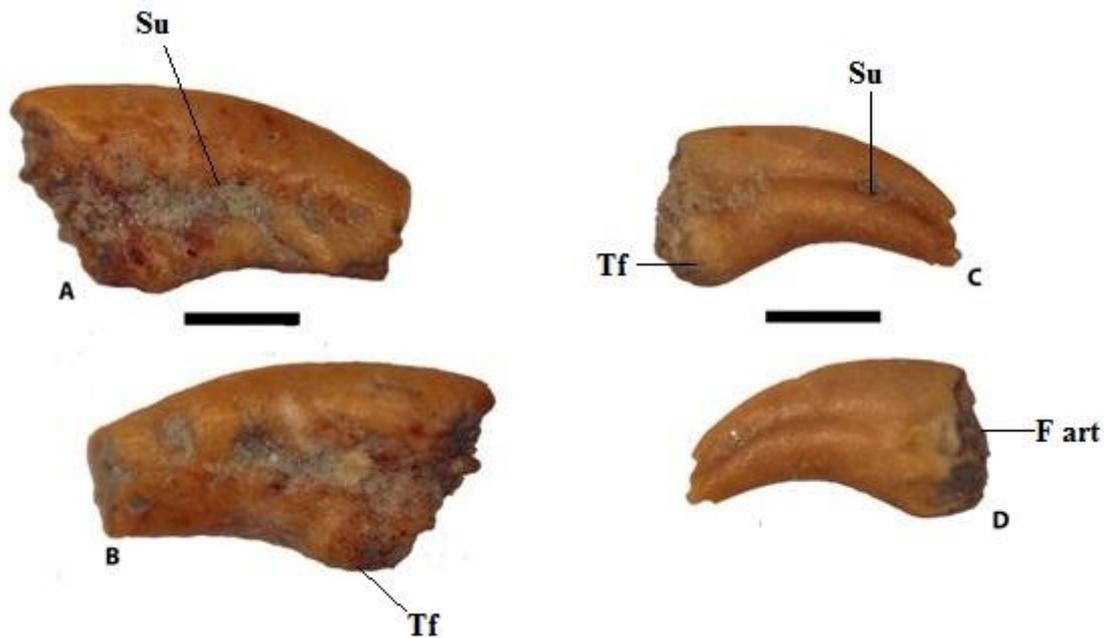


Figura 40. Ungales de maniraptora, A y B: ejemplar 25; C y D: ejemplar 24. Tf: tubérculo flexor; Su: surco; F art: faceta articular Barra = 1mm.

Teropoda Indeterminado

Terópodo B

Material referido: Un fragmento de un diente, ejemplar 3 (Fig. 41).

Descripción: Fragmento de diente, de 3.66mm de longitud. Presenta 23 dentículos rectangulares de talla uniforme, su densidad denticular es de 8 dentículos por milímetro (ver Tabla IV). La carena está ligeramente curvada.

Discusión: Es probable que el ejemplar 3 sea un fragmento de una carena mesial, por la curvatura convexa que presenta. Por conteo denticular, forma de los dentículos y el poco espacio interdenticular es probable que se trate de *Richardoestesia gilmorei*, ya que los dentículos de esta especie son muy pequeños, y en promedio pueden presentar entre 7 y 12 dentículos por milímetro. Por otro lado, los dentículos también son semejantes a los presentes en la carena mesial de *Saurornitholestes*; los dentículos del ejemplar 3 son muy semejantes en forma y tamaño a los del ejemplar reportado por Currie *et al* (1990, Fig. 8.2G) cuya densidad denticular es de 7 dentículos por milímetro.



Figura 41. Terópodo B, ejemplar 3. Barra =1mm.

Terópodo C

Material referido: Ejemplar 36, fragmento de diente (Fig. 42).

Descripción: Diente pequeño (ver Tabla III) desgastado y lateralmente fragmentado. Tiene forma de triángulo con una ligera tendencia a parecer una D, el ápice es romo, aunque es probable que sea consecuencia de su desgaste. La carena mesial es ligeramente convexa mientras que la distal es recta.

Discusión: Por la mala preservación del ejemplar 36 no se es posible asignarlo a ningún taxón formal; sin embargo, morfológicamente es similar al ejemplar 2 que no se pudo identificar, pero presenta algunas características que recuerdan a los dientes de ave.



Figura 42. Terópodo C, ejemplar 36. Barra = 1mm.

Como comentario final con respecto a los terópodos tenemos que gracias a los trabajos de Currie *et al* (1990), Currie (1987), Sankey (2001), Sankey *et al* (2002) y Baszio (1997), y posteriormente por Smith (2002), Smith *et al* (2005) quienes realizaron un estudio detallado de denticiones completas de terópodos, se llegaron a reconocer una serie de caracteres diagnósticos para la identificación de elementos aislados.

Sin embargo, en el caso de las aves, y del género *Paranychodon* la determinación taxonómica es complicada a partir de dientes. En ambos casos, una característica importante es la ausencia de dentículos, pero se han encontrado dientes de terópodos sin dentículos como ya se mencionó, o en el caso de las aves se han encontrado dientes con dentículos (Currie y Coy, 2008). Otra característica diagnóstica importante tomada en cuenta para la asignación de dientes a aves, es la fuerte constricción entre la base y la raíz, la cual también está presente en otros grupos de arcosaurios, como en los atopusaurios, en este caso, la ornamentación y el grado de comprensión labiolingual puede ayudar en la identificación de estos dientes.

Finalmente el género *Paronychodon* se encuentra definido a partir de dientes aislados, y a la fecha no se han encontrado asociados a ningún otro elemento esquelético, esto es un grave problema, y de ahí la controversia de si en verdad es un género de terópodo, sea ave o no, o si son sólo una patología común en dientes de terópodos. Por lo anterior, vale la pena reevaluar si efectivamente estos dientes tienen una validez como taxón.

Uno de los mayores problemas en la identificación de material fósil en este trabajo, como ya ha señalado Baszio (2008), fue que los elementos hallados se encuentran desarticulados, con un estado de preservación que va de mala a regular, y sólo en algunos casos fue bueno. A pesar de que se han establecido nuevas claves taxonómicas para la identificación de material aislado, no siempre ha funcionado para todos los grupos, o no se han realizado los estudios necesarios para establecerlas.

Por otro lado, con lo que respecta a los microfósiles hallados en Norteamérica, los primeros fósiles descritos provienen del Norte, por ende, las formaciones de estas latitudes se han estudiado más, produciendo una muestra de mayor tamaño con respecto al sur. Es por esto que lo hallado en el Sur tiende a compararse contra lo que anteriormente se ha descrito para el norte (Lehman, 1997; Sankey, 2008a) y esto puede generar un sesgo para abordar problemas de diversidad y provincialismo, entre otros tópicos.

Finalmente cabe mencionar, que en la identificación del material fósil proveniente de Ros 51 se fue conservador sin proponer taxones nuevos, en parte por los puntos que se mencionaron en los párrafos anteriores.

Tabla III
Medidas de dientes de terópodos

| | CBL mm | CBW Mm | CBR | CH mm | CHR | AL mm | CA | C' |
|-----------|-------------------------|-------------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|-----------|-----------|
| 2 | 1.36 | 0.4 | 0.2941 | 1.82 | 1.33 | 2.06 | 60.2452 | 0 |
| 3 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 7 | 3 | 1.3 | 0.43 | 5.5 | 1.83 | 5.5 | 74.1733 | 0 |
| 34 | 1 | 0.4222 | 0.4222 | >1.4 | - | 1.48 | - | 0 |
| 36 | 0.88 | - | - | 1.73 | 1.96 | - | - | - |
| 69 | 4.6 | 2.93 | 0.6376 | >8.3 | - | 8.6 | - | 0.6 |
| 71 | 5.9 | 2.7 | 0.4576 | 8.0 | 1.35 | 10.35 | 50.3488 | 1.7 |
| 72 | 2.17 | 0.84 | 0.387 | 2.74 | 1.26 | 3.84 | 44.2140 | 0.2 |
| 75 | 3 | 1.55 | 0.5166 | - | - | - | - | - |
| 76 | 2.73 | 1.43 | 0.5238 | >5.2 | - | 5.33 | - | 0 |
| 11 | 1.20 | | | 1.80 | 1.50 | | | |
| 83 | 2.3 | 1 | 0.4347 | - | - | - | - | - |

Tabla IV
Medidas en las carenas.

| | DB | DC | DA | MB | CM | MA | DI Mm | DII Mm | DIII mm | MI mm | MII mm | MIII Mm |
|-----------|--------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------|---|-----------|------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 2 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | M 8d x 1mm | | | 0.2 | 0.88 | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | 11d x 1mm | | | | | 0.11 | 0.11 | 0 | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | |
| 69 | 2d x 1mm 4d x 2mm | Casi 2d x 1mm 3d x 2mm D 9d x 5mm | 2d x 1mm 3.5d x 2mm | 5d x 1mm 8d x 2mm | 2d x 1mm 4d x 2mm M 15d x 5mm | | 0.46 | 0.33 | 0.166 | 0.51 | 0.35 | 0.06 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------------------|-------------------------|---------------------|--|-----------------|--|--------|---------|--------|--------|-------|--------|
| 71 | 2.1d x 1mm | 2d x 1mm | Casi 3d x 1mm | | | | 0.53 | 0.44 | 0.06 | | | |
| | 4.3d x 2mm | 4d x 2mm | 5d x 2mm | | | | | | | | | |
| | 10d x 5mm | 10d x 5mm | 11d x 5mm | | | | | | | | | |
| 72 | | D 4d x 1mm | | | | | 0.2 | 0.04 | 0.04 | | | |
| 75 | 10d x 1mm | 8d x 1mm | | | M | | 0.1333 | 0.1333 | 0.022 | 0.0888 | 0.022 | <0.022 |
| | 18d x 2mm | 17d x 2mm | | | 14d x 1mm | | | | | | | |
| 76 | 9d x 1mm | 8d x 1mm | | | | | 0.11 | 0.11 | 0.0222 | | | |
| 83 | 4d x .3714 mm | | | | | | 0.1142 | 0.05714 | 0.0285 | | | |

D = Carena distal; M = Carena mesial; A= Apical; C= Central; B= Basal; d = Dentículos; I = Ancho del dentículo; II = Alto del dentículo; III = Espacio denticular.

VI Resultados

6.1 Abundancia:

A partir de lo hallado en este estudio, se calculó la abundancia relativa, tomando en cuenta el número de elementos recuperados. No se pudo calcular el número mínimo de individuos, ya que para esto sería necesario contar con elementos que no sean dientes. Sólo en el caso de los anuros se pudo calcular el número de individuos mínimo recuperados en Ros 51 (ver apartado de Paleontología Sistemática).

Se realizó una tabla donde se contaron el total de organismos identificados en Ros 51 (Tabla V; Anexo II). Dentro del grupo de reptiles, las tortugas, a pesar de ser el grupo más abundante, es de los menos diversos, teniendo en cuenta que un caparazón presenta muchos tubérculos, por lo cual a pesar de ser el más abundante, puede estar representando un solo individuo.

Se elaboraron tres gráficas de abundancia relativa, dos a nivel de Clase (Fig. 43-44), en una de ellas se incluyeron los mamíferos hallados en Ros 51 que no forman parte de este estudio, pero fueron recolectados junto con el material aquí reportado, (Fig. 44). Y una a nivel de orden (Fig. 45) (En las tres gráficas se contempla a las tortugas como 1). El grupo más abundante a nivel de clase es reptilia seguido por el de anfibia; mientras que el grupo menos abundante a nivel de clase resultó ser el de condrictios. A nivel de orden el grupo más abundante, es crocodylia seguido de anura; mientras los grupos menos abundantes fueron los rajiformes y lepisosteiformes (Figs. 43 – 45).

Una peculiaridad de Ros 51, con respecto a otros micrositos es la baja representación de peces, pues son los elementos más comunes en este tipo de yacimientos.

Otro grupo que no se incluyó en el estudio, además de los mamíferos fue el de los hadrosaurios, el cual se encuentra pobremente representado, ningún diente se halló completo, lo cual, también difiere de otros micrositos.

Junto con los restos de vertebrados aquí reportados, hay fragmentos de osteodermos los cuales no se incluyeron, éstos pertenecen a tres diferentes grupos: anuros, tortugas y cocodrilos: siendo el grupo más abundante el de los anuros, ya que la mayoría son pequeños y con pequeñas ornamentaciones, comunes en los huesos del cráneo de los anuros. También se encontraron abundantes moldes internos de bivalvos y gasterópodos pequeños (de unos cuantos milímetros a 3cm aprox.). Y con respecto a los

restos de plantas se hallaron pequeñas semillas.

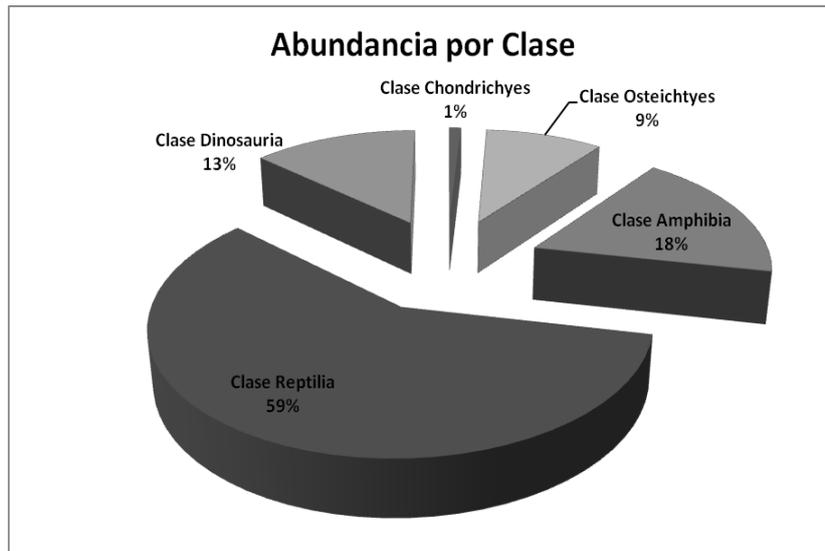


Figura 43. Abundancia relativa a nivel de clase, sólo con los taxos reportados en este estudio.

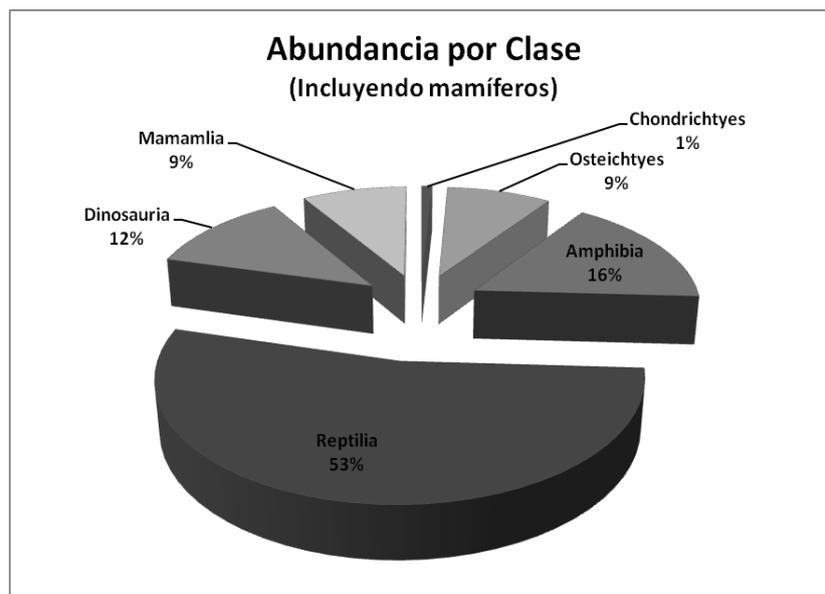


Figura 44. Abundancia relativa a nivel de clase, incluyendo los mamíferos hallados en Ros 51.

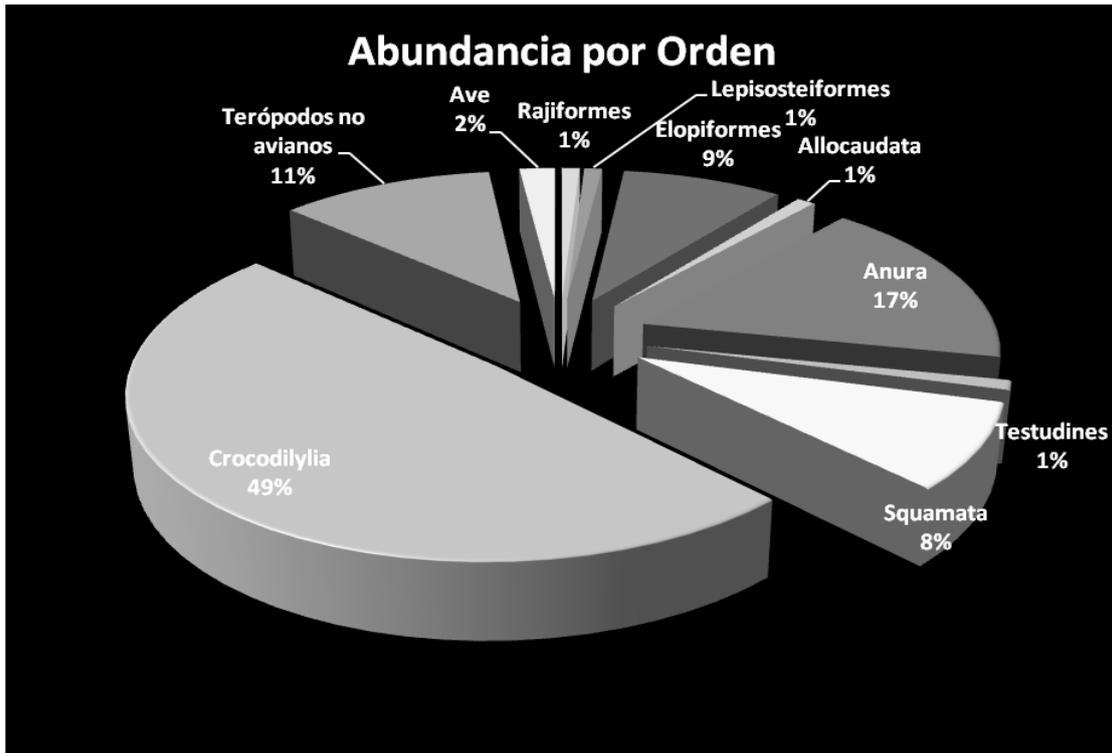


Figura 45. Abundancia relativa a nivel de orden. Sólo incluye los taxos de este estudio

6.2 Paleambiente:

Se realizó una gráfica donde los organismos identificados se dividieron en tres categorías según sus hábitos: 1) acuáticos, 2) anfibios, y 3) terrestres. En Ros51, dentro de los organismos acuáticos están los osteoictios y condriictios; los organismos anfibios están conformados por los amphibia, testudines y crocodylia; entre los organismos terrestres, se encuentran los squamata, terópodos incluyendo aves, y mammalia. Los porcentajes fueron los siguientes: acuáticos 10%, los anfibios el 62%, y los terrestres el 28% (Fig. 46). Los organismos anfibios y terrestres presentan una mayor diversidad, mientras que los acuáticos tienen una menor diversidad.

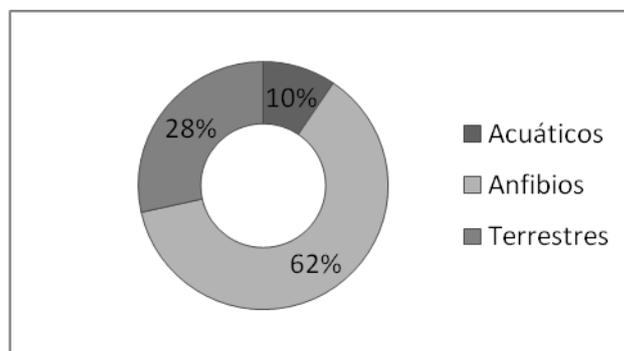


Figura 46. Porcentaje de los hábitos de los organismos encontrados en Ros 51. Con tortugas con valor de 1.

El ambiente bajo el cual se depositó la Formación El Gallo ha sido interpretado como un ambiente fluvial (Kilmer, 1963; Shile, 1974). Shile (1974) concluye en su tesis que el Miembro El Disecado de la Formación El Gallo representa un meandro. Posteriormente, Fulbord y Busby (1993), interpretan a la Formación El Gallo, como un sistema fluvial con drenaje transversal, con ríos de entre 3-5m de profundidad.

Por la presencia principalmente de dientes y de algunos elementos postcraneales desarticulados y rotos, con una preservación que va de media a mala, se puede inferir que los restos de organismos hallados en Ros 51 fueron transportados. Además, la presencia de algunos dientes de cocodrilos y terópodos que carecen de dentina, sugiere que sufrieron algún tipo de abrasión.

Los organismos acuáticos, que están representados por la raya *Ptychotrygon*, y las familias de peces óseos Parabulinae y Lepisosteidae, se pueden encontrar desde estuarios a ambientes de agua dulce, y la familia Parabulinae y la raya *Ptychotrygon* también se encuentran en el mar (Budker, 1971 en Sankey 2008a; Wiley, 1976 en Sankey, 2008a; Bryant, 1989 en Sankey 2008a; Estes, 1969a).

Entre los organismos de hábitos anfibios, se reconoció la familia Albanerpetontidae, esta familia se encuentra en aguas salobres, ambientes transicionales, y aguas dulces: en Norte América, el género *Albanerpeton*, es típico de agua dulce, encontrándose en ambientes fluviales y llanuras de inundación (Gardner y Böhm, 2008). Por otro lado, los anuros, dependen estrictamente del agua dulce para su reproducción, aunque existen algunos con una tolerancia a ambientes ligeramente salobres. Los cocodrilos habitan ambientes transicionales y de agua dulce. En la actualidad los alligatorinos, se encuentran principalmente en ambientes de agua dulce, aunque también habitan en estuarios.

La fauna aquí reportada, es coherente con lo que se esperaba encontrar en un ambiente de depósito fluvial, como el que anteriormente se ha descrito en la Formación El Gallo.

6.3 Asociación faunística:

Lehman (1997) comparó las formaciones consideradas Judith River y Two Medicine (situadas al norte), Fruitland y Kirtland (al centro) y Aguja (del sur). Hay que recordar que está en discusión si la parte superior de Fruitland y la inferior de Kirtland son de edad “edmontoniana”. Los resultados obtenidos por Lehman (1997) se

compararon con lo encontrado en ROS 51. Se debe resaltar que los taxa cuantificados en este estudio para El Gallo son el resultado de lo encontrado en un periodo de tres años en una sola localidad, mientras que en las otras formaciones se ha trabajado por varios años, lo que influye en la cantidad de taxa descubiertos.

Se obtuvieron dos gráficas, una a nivel de lo que Lehman denomina “mesoreptiles”, y otra de cocodrilos, donde se observa la abundancia relativa de cada grupo. Además se observa los gradientes de abundancia que están definiendo asociaciones características del norte, sur y centro, según Lehman (1997), durante el Campaniano tardío en Norte América.

Con respecto a los mesoreptiles y tomando en cuenta todos los tubérculos de tortuga, la Formación El Gallo se parece más a las asociaciones de Fruitland y Kirtland, en cambio, si se contabiliza la presencia de tortuga como 1 El Gallo tiende a comportarse según lo propuesto por Lehman (1997) donde el porcentaje de tortugas es menor en las faunas sureñas (Fig. 47).

Abundancia Mesoreptiles

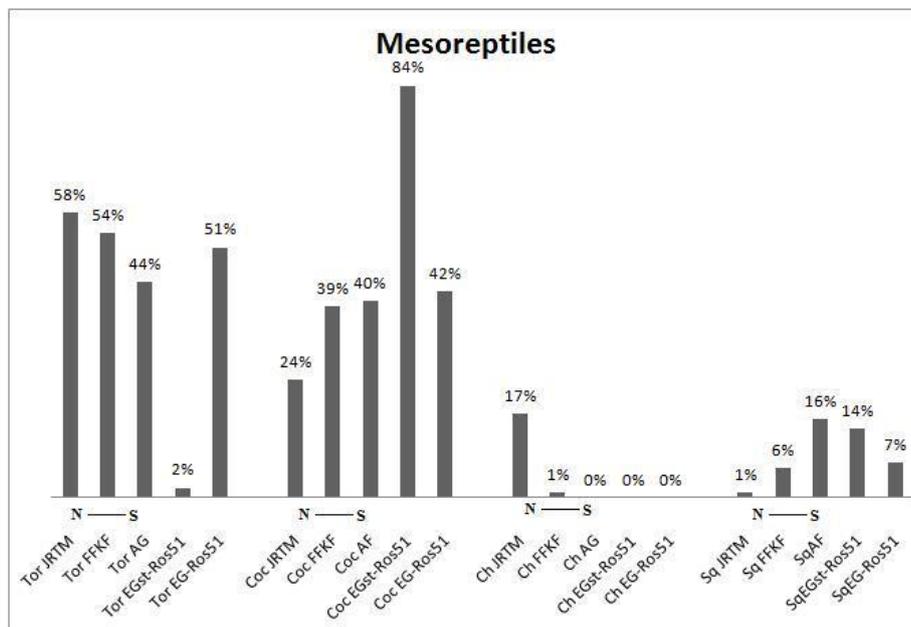


Figura 47. Tor =Tortugas. Coc = Cocodrilos. Ch = *Champsosaurus*. Sq = Esquamata. JRTM = Judith River Fm y Two Medicine Fm juntas. FFKF = Fruitland y Kirtland Fm juntas. EG-Ros51 = Loc. Ros51 de la Fm El Gallo. st= sin tortugas. m= media entre EG y EGst.

Con respecto a la composición de cocodrilos (Fig. 48) se observa que Ros 51 tiende a parecerse a las asociaciones Fruitland y Kirtland, por la ausencia de *Deinosuchus* y por el porcentaje de abundancia del género *Brachychampsia*. Hay que mencionar que *Goniopholis* no se ha encontrado en Ros 51, en cambio en Fruitland y

Kirtland está bien representado, en este caso El Gallo se parece más a las asociaciones norteñas (Judith River y Two Medicine), donde este género de cocodrilo también está ausente. Finalmente la abundancia de *Leidyosuchus* en El Gallo es mayor a la reportada en las asociaciones sureña y del centro, pero es menor comparada con las del norte. Por último, la familia Atoposauridae presente en El Gallo, se encuentra sólo reportada para Utah, en la Formación Cedar Mountain de edad albiana-cenomaniana y tentativamente en la Formación North Horn, de edad maastrichtiana (Cifelli *et al.*, 1999a; Cifelli *et al.*, 1999b).

Abundancia de Cocodrilos

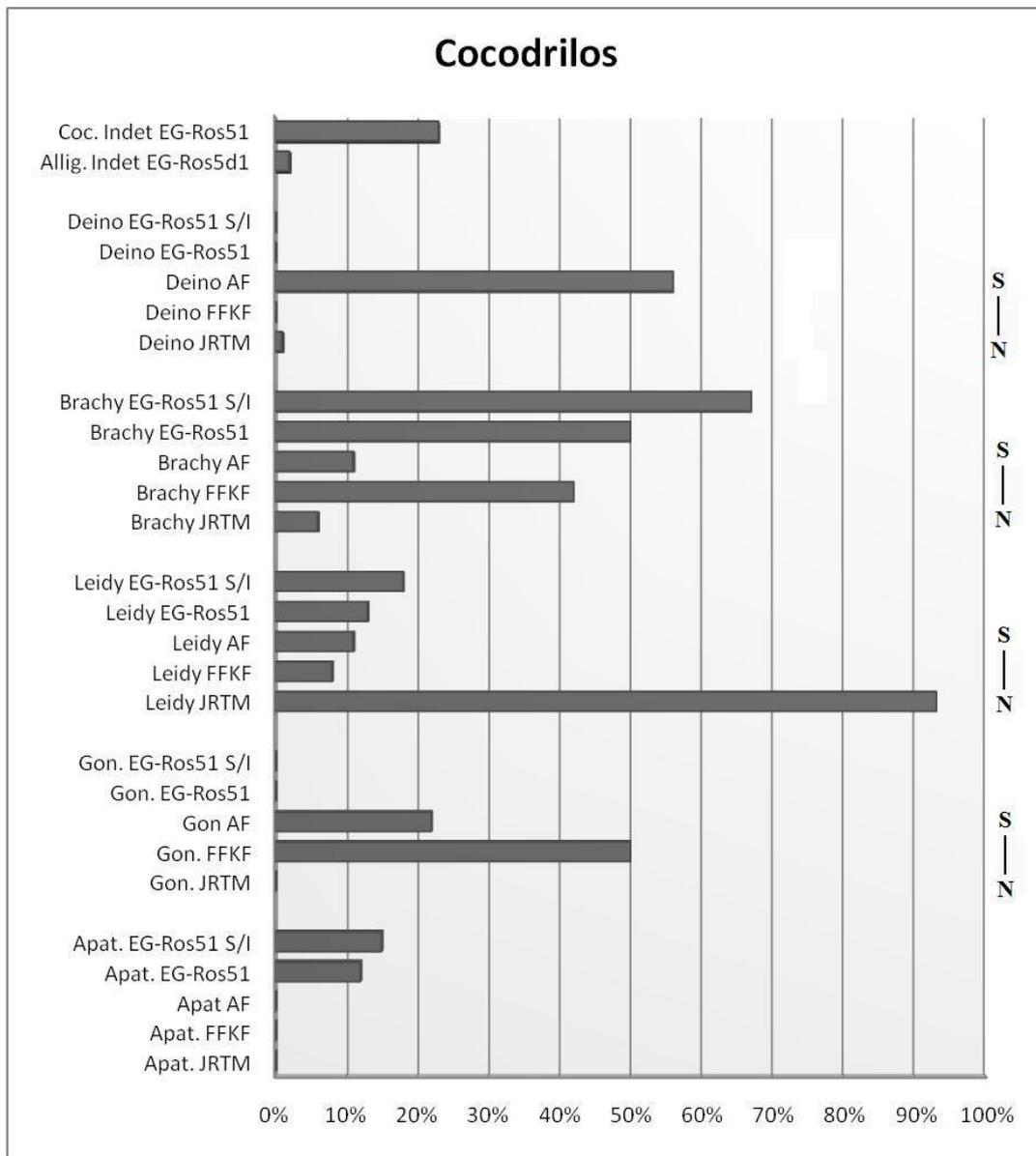


Figura 48. Coc. Indet. Cocodrilos indeterminados. Allig. Indet. Alligatorinos indeterminados. Deino= *Deinosuchus*. Brachy = *Brachychampsia*. Leidy = *Leidyosuchus*. Gon = *Gonopholis*. Apat = Atoposauridae. JRTM = Judith River Fm. y Two Medicine Fm. juntas. FFKF = Fruitland y Kirtland Fm. juntas. EG-Ros51 = Loc. Ros51 de la Fm. El Gallo. S/I = Porcentaje sin contar los elementos indeterminados.

Con base en los gradientes de abundancia de mesoreptiles, se observa que la fauna de la Formación El Gallo tiende a parecerse más a las asociaciones del centro (Fruitland y Kirtland) y a la sureña (Aguja); en cambio con respecto a la abundancia de los cocodrilos, El Gallo tiende a parecerse más a las asociaciones del centro (Fruitland y Kirtland) y ligeramente a las norteñas (Judith River y Two Medicine) (Figs.47 y 48).

Para Canadá, Baszio (1997) documentó patrones de abundancia relativa del Campaniano tardío al Maastrichtiano tardío, reconociendo dos asociaciones: la encontrada en Dinosaur Park y Horseshoe Canyon (Campaniano tardío – Maastrichtiano temprano), la cual está caracterizada por una abundancia del género *Troodon* y una baja presencia del género *Richardoestesia* (Fig. 49). La segunda asociación, se encuentra en la Formación Milk River (Santoniano tardío-Campaniano temprano) y está caracterizada por una elevada abundancia de los géneros *Richardoestesia* y *Paronychodon* (Baszio, 1997, en Torres-Rodríguez, 2006) (Figs. 50 y 51).

Así mismo Sankey (2005) observó la presencia de dos asociaciones distintas de terópodos en el sur, la primera corresponde al Campaniano tardío-Maastrichtiano temprano, caracterizada por una mayor abundancia de *Saurornitholestes cf. langstoni* y *Richardoestesia isosceles* (Figs. 50 y 51); esta asociación se encuentra en ambientes costeros. La otra asociación, del Maastrichtiano tardío, se desarrolló en hábitats más terrestres y está caracterizada por una abundancia elevada de *Saurornitholestes sp* y *Paronychodon* (en Torres-Rodríguez, 2006).

Con respecto a la abundancia de *Troodon* y de *R. gilmorei*, la localidad ROS 51 se parece más a lo encontrado por Baszio (1997, en Torres-Rodríguez, 2006) para las asociaciones norteñas del Campaniano tardío-Maastrichtiano temprano de Canadá, sin embargo, por la abundancia de *R. isosceles* se asemejaría más a las asociaciones sureñas reportadas por Sankey (Figs. 49, 50 y 51).

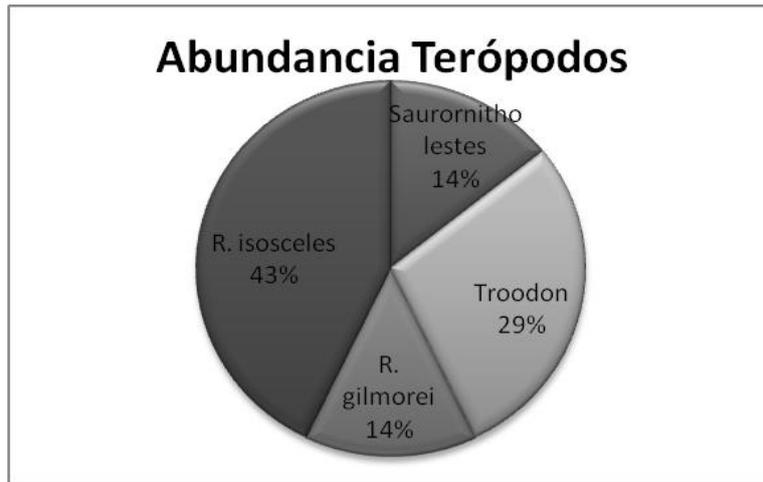


Figura 49 Porcentaje de pequeños terópodos presentes en Ros 51.

Abundancia y asociaciones de Terópodos Campaniano tardío - Maastrichtiano temprano

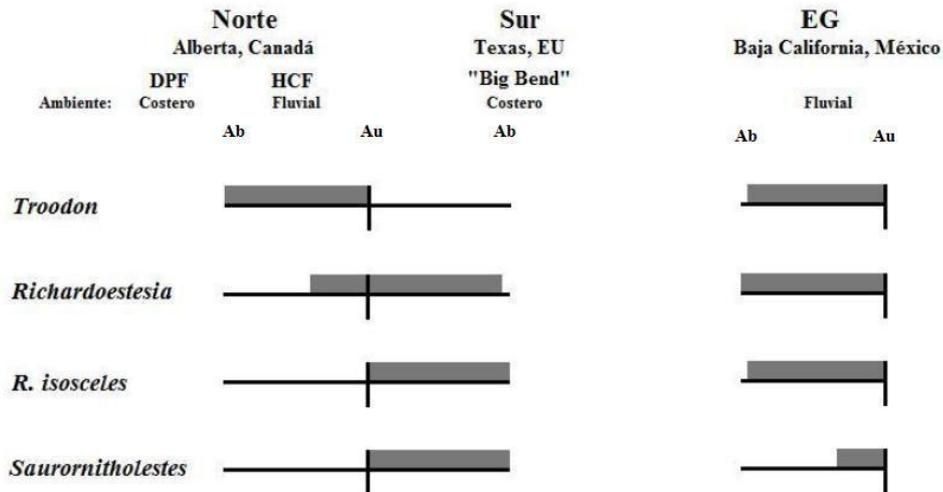


Figura 50. Abundancia y asociaciones de terópodos durante el Campaniano tardío-Maastrichtiano temprano. Ab=Abundante; Au=Ausente. Nota: estos gráficos representan las asociaciones típicas reportadas por Baszio (1997) y Sankey (2005), por lo cual que un taxón esté representado como ausente, no implica que en la formación no se haya encontrado.

Abundancia y asociaciones de Terópodos

Maastrichtiano tardío

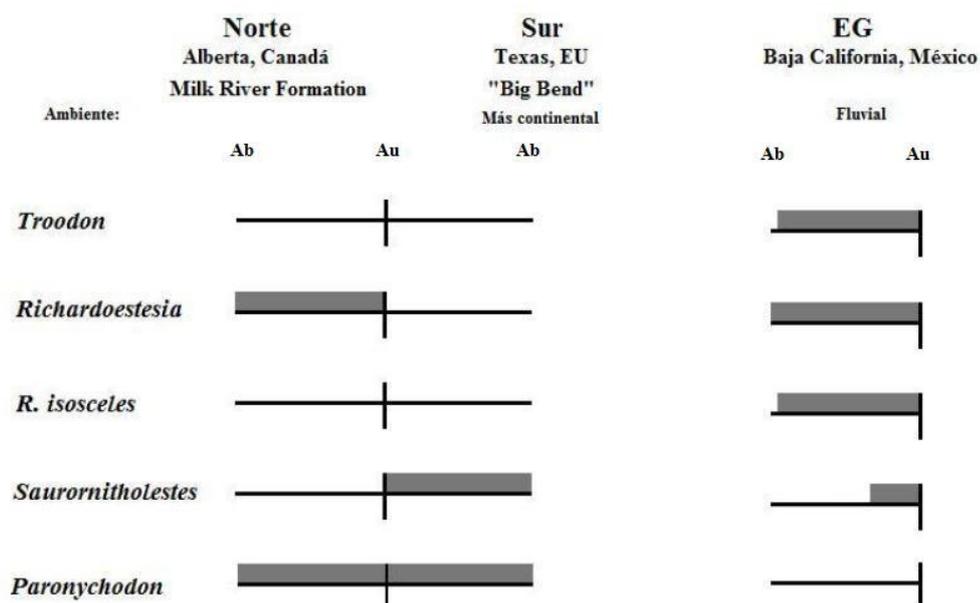


Figura 51. Abundancia y asociaciones de terópodos durante el Maastrichtiano tardío.

Ab=Abundante; Au=Ausente. Nota: estos gráficos representan las asociaciones típicas reportadas por Baszio (1997) y Sankey (2005), por lo que un taxón esté representado como ausente, no implica que en la formación no se haya encontrado.

Gao y Fox (1996) realizaron un estudio sobre la evolución y taxonomía de lagartijas cretácicas tardías del oeste de Canadá, donde observan claramente asociaciones características para el Juditiano y el Lanciano, para el Edmontoniano sólo existe un género (*Chamops*), el cual, también se encuentra tanto en el Juditiano como en el Lanciano. De los géneros en los cuales no hay duda sobre su ubicación taxonómica en Ros 51, están *Palaeosaniwa* y *Dicothodon*, el primero Gao y Fox lo consideran Juditiano, sin embargo existen reportes de la presencia de este taxón en formaciones lancianas como en la Formación Lance (Estes, 1964); y a la fecha no existen reportes para la Formación Aguja.

El género *Dicothodon* además de encontrarse en la Formación El Gallo, también ha sido reportado en la Formación Cedar Mountain, en Utah (Nydam, 1999; Nydam y Cifelli, 2002), de edad albiana-cenomaniana. Nydam *et al* (2007) reconocen el grupo Polyglyphanodontini (que incluye a *Polyglyphanodon*, *Paraglyphanodon*, *Peneteius* y *Dicothodon*) con una distribución sureña (Texas, Nuevo México, Utah, Oklahoma, Baja California) y con un alcance desde el Aptiano-Albiano al Campaniano. En el Maastrichtiano aparece *Peneteius aquilonius* en la Formación Hell Creek, al norte de

Montana, lo que sugiere que el grupo tenía antiguamente una distribución sureña, y que más tarde alcanzó latitudes más altas.

6.4 PAE:

En los cladogramas 1 y 2 se observa un clado en el que se encuentran las formaciones edmontonianas Horseshoe Canyon y St. Mary River, definido por el género *Pachyrinosaurus* (una forma bizarra de ceratópido, que no se ha reconocido en El Gallo), y coincide con lo definido por Lehman para las faunas edmontonianas de latitudes norteñas (Figs. 54 y 55).

En todos los cladogramas (donde se contemplaron las formaciones Hell Creek, Lance, Judith River-Two Medicine y Dinosaur Park) los clados más consistentes son el Lanciano (Hell Creek y Lance) y el Juditiano del norte (Judith River-Two Medicine y Dinosaur Park), coincidiendo con lo propuesto por Lehman (1997). En algunos cladogramas las faunas juditianas tienden a agruparse de forma congruente a su posición geográfica: las norteñas: Judith River, Two Medicine y Dinosaur Park y la del centro Fruitland-Kirtland y el sur Aguja, respectivamente. La formación Kaiparowits es la más inconstante en la posición esperada dentro de los cladogramas para que corresponda a su posición geográfica (Figs. 54-67).

Gates *et al* (2010) en sus distintos análisis biogeográficos para Norte América durante el Cretácico tardío consideran como formaciones norteñas a Dinosaur Park y Judith River, en el centro a Kaiparowits y Fruitland-Kirtland, y al sur, la formación Aguja. Al realizar el PAE con las formaciones que compararon Gates *et al* (2010), contra las formaciones “edmontonianas” (El Gallo, Williams Fork, Horseshoe Canyon y St. Mary River) (cladograma 2, Figs. 10.4), se observa que las formaciones Horseshoe Canyon y St. Mary river se agrupan (ambas formaciones son “edmontonianas” norteñas), luego se encuentra la formación El Gallo, seguida de la formación Williams Fork, y a estas le siguen las no edmontonianas se agrupan de acuerdo a su posición geográfica como lo obtenido por Gates *et al* (2010, Fig 6, pp. 380). Hay que aclarar que en este análisis se juntaron las formaciones Judith River y Two Medicine por lo que no se encuentran separadas en el cladograma. La diferencia con lo obtenido por Gates *et al* (2010), es la inversión de posición de Fruitland-Kirtland y Kaiparowits, esto es, siguiendo las interpretaciones de Gates *et al* (2010), para este análisis, Fruitland-Kirkland queda más al norte y Kaiparowits al sur; contrario de lo esperado, sin embargo, ambas

conservan su posición central, lo que sigue coincidiendo con su posición geográfica.

Con respecto a las formaciones “edmontonianas” en el cladograma 2 se observa, (Fig. 55), que El Gallo conserva una ubicación intermedia entre el norte (St. Mary River y Horseshoe Canyon, Cánada) y centro (Williams Fork, Colorado), contrario a lo que se esperaría por su ubicación geográfica, sin embargo está más relacionado con Williams Fork, que con el clado foraco por Horseshoe Canyon y St. Mary River.

La posición de El Gallo tiende a mantenerse intermedia entre Williams Fork y Horseshoe Canyon o formando un clado con esta última, como se observa en varios los cladogramas. Esto puede también estar reflejando la diferencia en el ambiente de depósito como ya se ha discutido antes.

En los cladogramas resultantes del PAE-PCE, tras la remoción interativa de tasones a apartir del cladograma 1 (Fig. 54) en el cual se contemplan todas las formaciones, el índice de retención y de consistencia se mantienen bajos, indicando dispersión (tanto espacial como temporal). En el primer cladograma generado al desactivar taxones, surgen 4 clados interesantes: el primero está conformado por las formaciones Williams Fork, El Gallo, y Horseshoe Canyon (Formación consideradas “edmontonianas”). El segundo clado está conformado por las formaciones Hell Creek y Lance (formaciones lancianas y norte nas). Los dos últimos grupos los podemos juntar en un clado más grande que estará representando formaciones juditianas, donde el primer clado pequeño está conformado por las formaciones Oldman, Judith River-Two Medicine y Dinosaur Park (formaciones norte nas), y el segundo clado está conformado por las formaciones Mesa Verde, Fruirland-Kirtland, Kaiporowits, y Aguja (Fig 57)

Mientras se siguieron desactivando los taxones, la Formación El Gallo, nunca se encontró conformado un clado con la Formación Aguja.

En uno de los últimos cladogramas resultantes (cladograma 5, Fig. 58) es interesante observar dos grandes clados, el primero constituido por las formaciones El Gallo, Olman, Forestmost, Horseshoe, Judith River-Two Medicine y Dinosaur Park (todas menos El Gallo, son norte nas). Y el otro clado está conformado por Williams Fork, Aguja, Mesaverde, Fruitland-Kirtland, Kaiporowits, Hell Creek y Lance (todas salvo las dos últimas son sure nas o del centro).

Con respecto a los cladogramas resultantes a partir del cladograma de las formaciones “contemporáneas” al El Gallo, al desactivar taxones, el índice de consistencia aumenta considerablemente, y el de retención aumenta ligeramente. La

Formación El Gallo, tiende a formar clados con las formaciones norteñas o del centro, nunca con Aguja, a pesar de que formaciones como Kaiporowits y Fruitland-Kirtland que en ocasiones conforman clados con El Gallo, otras veces lo hacen con Aguja.

En los últimos árboles antes de que se colapsaran las ramas, uno de los clados más constantes (Dinosaur Park con Judith River-Two Medicine) se pierde, encontrándose en un clado más grande, o se separan totalmente.

Por último, cabe mencionar que uno de los primeros taxones que se desactivaron es *Troodon*, lo cual indica que es un taxón con alta capacidad de dispersión.

Al disminuir el tamaño de la n en la matriz de 15 formaciones quitando tanto las autopomorfias como los taxones presentes en dos formaciones, sucede lo mismo que en el primer árbol del PAE-PCE.

Al disminuir el tamaño de la n en la matriz de las ocho formaciones observamos que los índices de retención y consistencia son altos, arriba de 60, y un patrón interesante, es el acomodo de las formaciones en el siguiente orden: Williams Fork, El Gallo, Horseshoe Canyon, Aguja, Fruitland-Kirtland, Kaiporowits, Judith River-Two Medicine con Dinosaur Park; o El Gallo con Horseshoe Canyon tienden a formar un clado que se separa primero de lo demás y luego se acomoda de la misma forma. (Figs. 63-64; 66-68)

6.5 Análisis de similitud (UPGMA):

Con el índice de similitud de Jaccard se observa la Formación El Gallo se parece más a las formaciones lancianas (Lance, Hell Creek), y luego a las formaciones “edmontonianas” (Horseshoe Canyon y Williams Fork). Hay que hacer notar que el índice de Jaccard que se obtuvo para El Gallo contra cualquier otra formación, es muy bajo, que bien podría estar relacionado con el tamaño de la muestra (ver Anexo VII, Fig. 86).

Al realizar el análisis de similitud con el programa NTSYSpc2.11T, usando el coeficiente de Jaccard (Figs. 69-85), se observan dos patrones con respecto a la Formación El Gallo; 1) ésta se relaciona con la Formación Williams Fork o con la Formación Horseshoe Canyon, o 2) se separa del todo. A su vez cuando la Formación El Gallo no se encuentra con la Formación Horseshoe Canyon, esta última está formando un grupo con la Formación St. Mary River, y ambos grupos tienden a separarse del resto de las formaciones.

También se repiten los dos grupos, que en el PAE formaban clados constantemente, en este caso se agrupan las formaciones Judith River-Two Medicine con Dinosaur Park, y Lance con Hell Creek.

Las demás formaciones no edmontoninas, suelen ser coherentes con su ubicación geográfica al momento de agruparse.

VII Discusión

7.1 Edad:

En los cladogramas resultantes de las matrices de 15 formaciones se obtienen índices de retención y consistencia bajos, indicando dispersión y/o extinción y/o mala determinación taxonómica. Es interesante que al reducir el rango de edad de las formaciones contempladas en las matrices, usando la matriz de ocho formaciones, estos índices aumentan. Por lo cual, cuando se trata de los cladogramas con 15 formaciones, pueden estar indicando la dispersión no sólo espacial de los taxones, sino a través del tiempo, como se discutirá más adelante, se han reportado taxones, que durante el Campaniano se encontraban sólo en el sur, y para el Maastrichtiano se encontraban también en el norte, probablemente el cladograma 5 (Fig. 58) pueda estar reflejando esta situación.

Se observa una tendencia de las formaciones propuestas como edmontonianas (El Gallo, Horseshoe Canyon, Williams Fork y St. Mary River) de estar, al menos dos de ellas, en un mismo clado o en una posición cercana y basal dentro del cladograma.

Hay que hacer notar que las formaciones propuestas como edmontonianas (El Gallo, Horseshoe Canyon, Williams Fork y St. Mary River) tienen un número de taxones bajo, sin embargo, la Formación North Horn (Utah), de edad laniense, también presenta un bajo número de taxones, comparado con el resto de las formaciones, y se separa del resto, pero no queda junto con las denominadas “edmontonianas”, por lo que se descarta que el número bajo de taxones sea la única razón por la que se encuentran juntas las denominadas asociaciones “edmontonianas”: El Gallo, Horseshoe Canyon, Williams Fork y St. Mary River.

Con los cladogramas de las 15 formaciones se observa por un lado que El Gallo tiende a agruparse con Horseshoe Canyon y con Williams Fork, y a su vez existe una tendencia de las demás formaciones a acomodarse por edad y latitud, aunque existen algunas formaciones que no son constantes en su posición.

Todo lo anterior puede ser debido a: 1) un sesgo dado por el número de taxones identificados en esas formaciones, el cual es menor que en otras contra las cuales se comparó, y/o los resultados están influenciados por el ambiente de depósito; 2) que efectivamente si existe una asociación faunística que caracteriza al “Edmontoniano”, preliminarmente se pueden proponer una asociación de terópodos constituida por

Richardoestesia gilmorei y *Saurornitholestes*, para el Edmontoniano, ya que estos taxones se encuentran en el cladograma 4 y 12 (Figs 57 y 63), como sinapomorfias en clado conformado por las formaciones Williams Fork, Horseshoe Canyon y El Gallo, la cuál difiere de las asociaciones de terópodos propuestas por Sankey y Baszio (Figs 50 y 51). Sin embargo, para poder confirmar esto de forma contundente sería necesario contar con las abundancias de estos taxa para cada formación, y comparar si se encuentran en proporciones similares.

De las formaciones “edmontonianas” con las cuales El Gallo guarda mayor parecido o se encuentra conformando un clado son Horseshoe Canyon y Williams Fork (ver Anexo VI y VII: análisis de similitud). Esto puede estar relacionado con el ambiente de depósito pues en el caso de las tres formaciones se ha interpretado como fluvial (Gates *et al.*, 2010). Además, con Williams Fork existe una mayor “cercanía” espacial y temporal. Mientras que con St. Mary River la razón por la cual se parece menos puede ser explicado porque el ambiente de depósito fue distinto, ya que se trata de una llanura costera (Gates *et al.*, 2010), y corresponde a la porción más joven del “Edmontoniano” (ver correlación Fig. 52, Anexo I).

Con respecto al segundo punto los especialistas (Cifelli, *et al.*, 2004; Lehman, 2001; Sullivan y Lucas, 2006; Russell, 1975) no han encontrado ningún taxa o asociación de mamíferos o vertebrados que caracterice al “Edmontoniano” de forma contundente. Recientemente, Hunter *et al* (2010) describieron dos nuevas especies de mamíferos en St Mary River, falta por ver si también están presentes en otras asociaciones consideradas “edmontonianas” y que pudieran servir de fósil índice.

7.2 Provincialismo faunístico e implicaciones biogeográficas

7.2.1 Asociaciones faunísticas

La asociación faunística de la Formación El Gallo es peculiar; por un lado como se ha observado en los resultados, las asociaciones a nivel de mesoreptiles, lagartijas, cocodrilos y dinosaurios, no coincide con ninguna asociación previamente descrita para Norte América, ya sea por la presencia o ausencia de ciertos taxones, o por los gradientes de abundancia (ver Figs. 47-51).

La asociación presente en la Formación El Gallo, es una mezcla de elementos, principalmente norteros y centro-norteamericanos, y en menor medida de sureños,

presentes en las asociaciones previamente descritas para Norte América.

Además de la presencia de taxones que sólo han sido reportados para El Gallo, como son *Dicothodon bajensis*, *Lambeosaurs laticaudus* y *Gallolestes pachymandibularis*.

7.2.2. Análisis de similitud

La matriz de similitud inicial usando el índice de Jaccard sugiere que la fauna de El Gallo tenía una mayor afinidad a las asociaciones de vertebrados del norte, especialmente con las lancianas. Además sí se compara el índice de Jaccard de sólo aquellas formaciones con las cuales El Gallo se puede correlacionar temporalmente, se observa que guarda mayor similitud son las “edmontonianas”, principalmente con Williams Fork y después con Horseshoe Canyon.

Al realizar el análisis completo, se observa en los distintos fenogramas, dos patrones. a) La Formación El Gallo se agrupa con la Formación Williams Fork, o en menor medida con Horseshoe Canyon. b) El Gallo, queda sin agruparse. Esto es interesante ya que al disminuir la diferencia en el tamaño de la n, este patrón se conserva, lo cual puede estar indicando dos cosas, por un lado, la existencia de una asociación edmontoniana, y/o por otro lado el inicio del aislamiento biogeográfico de la fauna de la Formación El Gallo, con respecto al resto de Norte América.

7.2.3. PAE

Los resultados obtenidos con el PAE no son los esperados, con respecto a la posición geográfica de la formación El Gallo, ya que la posición dentro de los cladogramas corresponde a una posición geográfica entre el centro y el norte y no al sur.

Existe una tendencia a estar formando un clado con las formaciones propuestas como edmontonianas.

Los resultados de los fenogramas y cladogramas, tienden arrojar, de forma general, resultados similares. Por lo cual a pesar del sesgo que pueda existir por la diferencia del número de taxones en cada formación, existe una probabilidad de que estos análisis estén reflejando la situación en Norte América para el Cretácico tardío.

Los análisis anteriores, aunado a trabajos previos como el de Gates *et al* (2010) llevan a sugerir que durante el Campaniano tardío existió un gradiente latitudinal. Con la salvedad de que la asociación de El Gallo no se ajusta a este gradiente y esto se puede

deber a su posición geográfica, ya que se encontraba del lado pacífico del Western Interior Basin.

7.2.4. Algunas consideraciones.

Al no existir barreras físicas latitudinalmente en Norte América, el gradiente de temperatura pudo funcionar como una “barrera” durante esta época (Gates *et al.*, 2010). El gradiente latitudinal de temperatura para el Campaniano-Maastrichtiano se ha calculado aproximadamente de 0.3 C° por grado latitudinal, otros autores han propuesto un intervalo de 0.4 \pm 0.1 C° por grado latitudinal (Amiot *et al.*, 2004). Por lo cual la diferencia latitudinal de temperatura fue menor durante el Campaniano-Maastrichtiano y esto puede apoyar la hipótesis de un gradiente latitudinal de fauna continua norte-sur.

Se han calculado las siguientes paleolatitudes durante el límite Campaniano-Maastrichtiano, Texas 36°Npl (-5.2° + 4.6°), Alberta 58°Npl (- 8.1 + 7.2), Montana 54.8°Npl (-7.6° + 6.8°) (Amiot *et al.*, 2004) y es probable que El Gallo se encontrara alrededor de los 40° Npl (Ver Miller *et al.*, 2006; Ward *et al.*, 1997).

Se ha inferido que el límite entre el clima megatermal y mesotermal durante el Campaniano-Maastrichtiano se encontraba entre los 40° y 50°Npl y el límite entre el clima mesotermal y microtermal se encontraba entre los 65°-75°Npl (Upchurch y Wolfe, 1993). Si El Gallo se encontraba alrededor de los 40° Npl se puede inferir que tenía un clima templado, además, Helenes y Téllez-Duarte (2002) propusieron un clima templado para el Cretácico tardío en Baja California.

Recientemente, Vavrek y Larsson (2010) calcularon la diversidad beta durante el Maastrichtiano en Norte América, con dinosaurios, y obtuvieron que era baja, es decir, había poca diferencia en el contenido faunístico a lo largo del Interior Occidental. La regla de Rapp.ort establece que existe una tendencia de las especies tropicales a ocupar áreas de distribución más pequeñas que las de las zonas templadas (Rapoport 1975, 1982, en Halfter y Moreno 2005). Esto podría explicar en parte la baja diversidad beta durante el final de Cretácico. Las faunas estudiadas desde Canadá hasta México se encontraban dentro de lo que sería el cinturón climático templado. Hay que recordar que Western Interior se estaba produciendo un cambio climático: la temperatura estaba disminuyendo, lo que traería como consecuencia cambios en los paleoambientes y por consecuencia en las paleocomunidades (Sankey, 2008a).

Infelizmente todavía se desconoce la diversidad beta durante el

Campaniano, sin embargo, el índice de Jaccard calculado en este estudio parece indicar que la diversidad beta era entre alta y media (tomando en cuenta las siguientes formaciones Judith River-Two Medicine, Dinosaur Park, Kaiporowits, Fruitland-Kirtland y Aguja; Fig. 86). Si esto se confirma, se podría suponer que durante el Campaniano la diversidad beta era mayor que en el Maastrichtiano; la disminución de la diversidad beta en el Western Interior, podría estarse reflejando en lo observado por Sankey (2008a) y Nydam *et al* (2007); ellos, analizando las asociaciones de dinosaurios y las lagartijas Polyglyphanodontini, respectivamente, observaron que algunos géneros del Juditiano con distribución “Norteña” o “Sureña” durante el Campaniano, se encuentran en ambas latitudes durante el Maastrichtiano.

Por lo anterior, se puede conjeturar, que durante el hiatus entre el Juditiano-Lanciano a lo que se ha denominado Edmontoniano fue un tiempo de transición, donde se reorganizaron las faunas. Lehman (2001), sugiere que durante el “Edmontoniano” se dieron cambios de composición en las faunas del Norte, mientras que las faunas juditianas del sur continuaron con la misma composición, esta afirmación puede ser debida a las pocas asociaciones sureñas que se han reconocido de esta época

Una de las razones, por la cual El Gallo, se comporte como las formaciones del centro de Norte América, puede ser la respuesta a la estructura de la vegetación, ya que tanto en California para el Cretácico tardío como en Baja California para el Cretácico-Paleoceno existen reportes de *Aquillapollenites* y para California un género de Normapolles (Chmura, 1973; Cross y Martínez-Hernández, 1969; 1974), además, recientemente en una revisión preliminar de muestras procedentes de la formación El Gallo, se encontraron granos de polen del tipo Normapolles (Martínez-Hernández, 2011, com. pers.), esto hace inferir que la estructura de la vegetación era mixta en Baja California durante el Cretácico, similar a la situación en el centro de Norte América.

Hay que hacer notar la presencia de taxa, en El Gallo, que están filogenéticamente cercanos con los identificados en las formaciones del centro (Cedar Mountain y North Horn, Utah; Cifelli *et al*, 1999a; Cifelli *et al*, 1999b), como son algunos miembros de la familia Atoposauridae, géneros de Borioteiioidea como *Dicothodon* (Nydam, 1999; Nydam *et al*, 2007). El caso del lambeosaurino *Lambeosaurus laticaudus* descrito por Morris (1981), que de acuerdo a Prieto-Márquez (2008) no cuenta con las características diagnósticas para incluirlo dentro del género *Lambeosaurus*, pero si dentro de la subfamilia Lambeosaurinae, y al cual considera

como grupo hermano del género *Hypracosaurus*, género reconocido en las faunas boreales (Oldman, Judith River y Two Medicine, Dinosaur Park, y Horseshoe Canyon). Y finalmente algo similar pasa con el género *Gallolestes*, encontrado tanto en Aguja (Texas) y El Gallo, pero con especies distintas.

Morris (1973) ya había hecho notar que las faunas de dinosaurios encontrados en El Gallo eran muy poco parecidas a las faunas encontradas al este de las Montañas Rocallosas, proponiendo que era muy probable que estuvieran ecológicamente aisladas del resto del sur de Norte América.

Puede ser que este aislamiento que genera la singular asociación faunística de El Gallo, estuvo relacionada con la existencia de una incipiente barrera física, producto de las orogenias Servier y Laramide, aunque hay que recordar que hubo diferentes procesos orogénicos que formaron la “Cordillera Norteamericana” que corre en dirección norte-sur sobre el oeste, cuyos orígenes se pueden rastrear desde el Precámbrico, pero los procesos más importantes se dieron durante el Mesozoico y Cenozoico. Estos empezaron al norte y fueron moviéndose hacia el sur, la mayoría de las orogenias relacionadas con este proceso están influenciadas por la formación de arcos Volcánicos en la costa del Pacífico, por la subducción de la placa Farallon y por la acreción de terrenos exóticos (Miller, 2004; Cowan y Bruhn, 1992; Miller *et al.*, 1992), lo cual también debió influenciar en los organismos que vivían del lado de la costa pacífica.

VIII Sumario

Se revisó un total de 3,200 Kg. de sedimento, encontrando 169 elementos esqueléticos de los cuales 64 son túberculos de tortuga.

La abundancia relativa a nivel de clase tomando en cuenta los mamíferos es la siguiente: 1% Chondrichthyes; 9% Osteoichthyes; 16% Amphibia; 53% Reptilia; 12% Dinosauria; 9% Mammalia. La abundancia relativa a nivel de orden, sin tomar en cuenta los mamíferos es la siguiente: 1% Rajiforme; 1% Lepisosteiformes; 9% Elopiformes; 1% Allocaudata; 17% Anura; 1% Testudines; 8% Squamata; 49% Crocodylia; 11% Terópodos (sin aves); 2% Aves.

La abundancia relativa de los anuros, aunado a la presencia de elementos postcraneales de éstos, puede indicar que realmente estuvieron bien representados y eran abundantes. Los cocodrilos y los téropodos, fueron los grupos más diversos, seguidos por el de los squamata y luego los anfibios.

La abundancia relativa de los grupos representados, y los porcentajes obtenidos de los hábitos de éstos, son afines a un ambiente de depósito fluvial.

Después de tres años de recolecta de sedimento y de tamizado, se reconocieron 24 taxa contra los 35 taxa que habían sido registrados en trabajos anteriores, de los cuales 22 corresponden a microvertebrados y 7 son mamíferos (ver Anexo, Listado faunístico).

De lo identificado en Ros 51, 9 taxas ya habían sido anteriormente registrados; 12 son taxas nuevos, entre los que destacan: *Ptichotrigon* (raya), *Albanerpernton* (anfibio), *Paleosaniwa* (lagartija), la familia de Mesoecrocodylia Atoposauridae, *Richardoestesia* (terópodo), y la posiblemente presencia de aves (ver anexo, Listado faunístico). Esto puede deberse a que en las primeras exploraciones se enfatizó el estudio de los macrovertebrados, dejando a un lado los microvertebrados y sólo se mencionaba la existencia de peces, anfibios, tortugas etc, sin llegar a una asignación más específica.

Los análisis de índice de Jaccard, sugieren que la fauna de El Gallo tenía una mayor afinidad a las asociaciones de vertebrados del norte. Sin embargo, al realizar los fenogramas, lo que se observa es una mayor afinidad con Williams Fork, y en segundo lugar con Horseshoe Canyon; o El Gallo se separa de los demás.

Con base en los gradientes de abundancia de mesoreptiles, se observa que la

formación El Gallo tiende a parecerse más a las asociaciones del centro (Fruitland y Kirtland) y a la sureña (Aguja); en cambio con respecto a la abundancia de los cocodrilos, tiende a parecerse más a las del centro (Fruitland y Kirtland) y ligeramente a las norteñas (Judith River y Two Medicine).

En resumen, en la fauna de El Gallo están presentes taxas con afinidades norteñas, sureñas y del centro, pero como asociación y con los resultados de los fenogramas, y el PAE, El Gallo tiende a semejarse y relacionarse más a las del centro y (Kaiparowits, Fruitland-Kirtland, Williams Fork) y norte (Horseshoe Canyon, Dinosaur Park y Judith River-Two Medicine) de Norte América que a la sureña Aguja, en Texas.

IX Conclusiones

La asociación faunística de la Formación El Gallo es singular, presenta diferencias con las faunas reconocidas dentro de la denominada Western Interior Basin, esto puede ser debido a su posición geográfica, El Gallo se encontraba en la costa del “Pacífico” y es posible que empezara a estar sometida a un aislamiento geográfico debido a la orogenia Servier y Laramide.

A pesar de la edad absoluta de la Formación El Gallo, la cuál corresponde al límite Juditiano-“Edmontoniano”, su diversidad faunística no apunta a ninguna de las NALMAS definidas, por lo que no hay pruebas contundentes para afirmar que la formación El Gallo sustenta el “Edmontoniano”.

Sin embargo, se observa que durante el hiatus comprendido entre el Juditiano y el Lanciano existe una reorganización en la distribución de las faunas de vertebrados, ocasionando que la diversidad beta sea baja para el Maastrichtiano. Existen pocas localidades en Norte América que correspondan a este intervalo de tiempo al cual equivale el “Edmontoniano”, y de las que se conocen pocas se encuentran al sur, haciendo que el conocimiento sea escaso y sesgado.

Además se observó la presencia de taxones con una alta capacidad de dispersión, de los cuales algunos eran considerados como taxones característicos de las asociaciones norteñas o sureñas, como ejemplo está el género *Troodon*.

Se pueden retomar tres hipótesis con respecto a la peculiaridad de la formación El Gallo, que no necesariamente tienen que ser excluyentes: 1) que efectivamente como se ha propuesto, la formación El Gallo, sustenta junto con St. Mary River, Horse Canyon, Williams Fork, el “Edmontoniano. 2) como algunos autores ya han observado, que durante el hiatus conocido como “Edmontoniano” hubo un reacomodo de las faunas, a lo largo del WIB. 3) la Formación El Gallo, refleja un momento en el cual se está aislando mediante un proceso de vicarianza, ocasionado por las incipientes cordilleras, como Morris ya había observado con las faunas de dinosaurios.

El primer paso para confirmar o rechazar de las hipótesis, es tener un mayor número de colectas que arrojaran un tamaño de muestra más grande para aquellas formaciones que tienen pocos taxa reportados. Dos revisar la sistemática de los distintos grupos, que en algunos casos se ha comenzado a hacer, para tener mayor certeza en las identificaciones taxonómicas, que son la base de cualquier comparación.

X Anexos

Anexo I

Correlación de formaciones

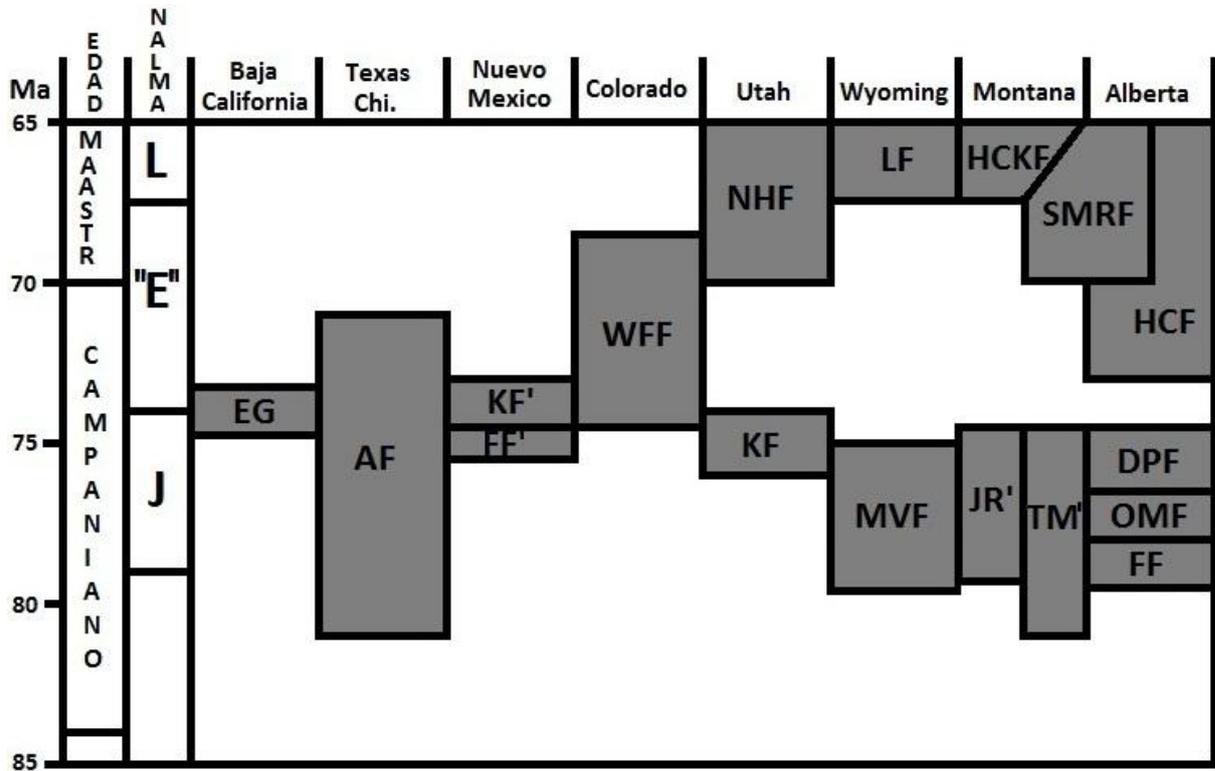


Figura 52. Correlación de formaciones. Las edades se tomaron de Cifelli *et al.*, 2004; Sullivan y Lucas, 2006; Gates *et al.*, 2010. L= Lanciano. "E"= Edmontoniano, J=Juditiano. EG= El Gallo. AF= Aguja. KF'= Kirtland. FF'= Fruitland. WFF= Williams Fork. NHF= North Horn. Kf= Kaiporowits. LF= Lance. MVF= Mesaverde. HCKF= Hell Creek. JR'= Judith River. TM'= Two Medicine. SMRF= St. Mary River. HCF= Horseshoe Canyon. DPF= Dinosaur Provincial. OMF= Oldman. FF= Foremost.

Anexo II
Cuantificación de Taxa de Ros51

| | | FAMILIA | | GÉNERO | CL | OR | FA | G |
|-----------------------------|------------------|-------------------|----------------------|--------------------------------|------------|----|----|----|
| Clase Chondrichthyes | | | | | 1 | | | |
| Orden Rajiformes | | Sclerorhynchidae | | <i>Ptychotrigon</i> | | 1 | 1 | 1 |
| Clase Osteichthyes | | | | | 10 | | | |
| Orden Lepisosteiformes | | Lepisosteidae | | | | 1 | | 1 |
| Orden Elopiformes | | Phyllodontiadae | Parabulinae | | | 9 | 9 | 9 |
| Clase Amphibia | | | | | 19 | | | |
| Orden Allocaudata | | Albanerpetontidae | | <i>c.f. Albanerpeton</i> | | 1 | 1 | 1 |
| Orden Anura Rafinesque | | | | | | 18 | | 18 |
| Clase Reptilia | | | | | 125 | | | |
| Orden Testudines | Cryptodira | | <i>incerta sedis</i> | <i>cf. Naomichelys</i> | | 64 | | 64 |
| Lepidosauria | | | | | | 9 | | 1 |
| Orden Squamata | Indet | | | | | | | 1 |
| | Scincomorpha | Borioteiiodidea | | <i>Dichothodon bajaensis</i> | | | 3 | 3 |
| | Anguimorpha | Xenosauridae | | <i>cf. Exotinus</i> | | | 5 | 1 |
| | | Varanidae | | <i>Palaeosaniwa canadensis</i> | | | | 4 |
| | | | Indet | | | | | 2 |
| Crocodylomorpha | | | | | | 52 | | 2 |
| Crocodyliformes | Mesoeucrococylia | | | | | | 6 | 2 |
| | | cf Apatosauridae | | | | | | 6 |

| | | | | | | |
|-------------------------|---------------|-----------------|------------------|-----------------------------|-----------|----|
| | Eusuchia | Crocodylia | | Indet | | 6 |
| | | | | | 34 | |
| | | Alligatorioidea | | <i>cf. Leidyosuchus</i> | | 7 |
| | | | Globiodonta | | 27 | |
| | | | Alligatoridae | Indet B | | 1 |
| | | | | <i>cf. Brachychampsia</i> | | 12 |
| | Indeterminado | | | ? <i>Brachychampsia</i> | | 14 |
| | | | | | 12 | |
| | | | | Indet A | | 8 |
| | | | | Indet C | | 1 |
| | | | | Indet D | | 1 |
| | | | | Indet E | | 1 |
| | | | | Indet F | | 1 |
| Clase Dinosauria | | | | | 14 | |
| Orden Saurischia | | | | | 12 | |
| | Theropoda | | | | | |
| | Maniraptora | | | | | |
| | | Indet | | | 2 | |
| | | Dromaeosauridae | | Idet D | | 2 |
| | | | Velociraptorinae | | 1 | |
| | | | | <i>cf Saurornitholestes</i> | | 1 |
| | | Troodontidae | | | 2 | |
| | | ? | | <i>Troodon</i> | | 2 |
| | | | | | 3 | |
| | | | | <i>Richardoestesia</i> | | 4 |
| | | | | <i>cf R. gilmorei</i> | | 1 |
| | | | | <i>R. isósceles</i> | | 3 |
| | | ? | | | 1 | |
| | | Ave | | <i>?incertae sedis</i> | | 1 |
| | | | | | 2 | |
| | Indeterminado | | | Indet | | 2 |
| | | Indeterminado | | | 3 | |
| | | | | Indet A | | 1 |
| | | | | Indet B | | 1 |

169

169

Tabla V. Cuantificación de Taxa. CL: Clase; OR: Orden; Fa: Familia; G: Género

Listado faunístico de la Formación El Gallo
(sólo vertebrados)

| | | |
|---|----------|----------|
| Clase Chondrichthyes | | |
| Rajiformes Sclerorhynchidae <i>Ptychotrygon</i> | 1 | * |
| Clase Osteichthyes | | |
| Lepisosteiformes Lepisosteidae | 1 | * |
| Elopiformes Phyllodontidae Parabulinae | 1 | * |
| Clase Amphibia | | |
| Allocaudata Albanerpetontidae cf. <i>Albanerpeton</i> | 1 | *# |
| Anura Rafinesque Discoglossidae? Indet <i>Scotiophrine pustulosa</i> | 1 | |
| | 4 | |
| Clase Reptilia | | |
| Testudinidae Indet Chelonia | 3 | |
| Cryptodira cf. <i>Naomichelys</i> | 1 | 4 |
| Trionychidae Indet | 3 | |
| Lepidosauria Indet | 3 | |
| Orden Squamata Indet | 1 | 3 |
| Scincomorpha Borioteiioidea Indet | 3 | |
| <i>Dichothodon bajaensis</i> | 1 | 4 |
| Anguimorpha Xenosauridae cf. <i>Exotinus</i> | 1 | * # |

| | | | | |
|--------------------------------|---|---|---|-----|
| Varanidae | | | | |
| <i>Palaeosaniwa canadensis</i> | 1 | | | * # |
| <i>Indet</i> | 1 | | | |
| Archosauria | | | | |
| Crocodylomorpha | | | | |
| Crocodyliformes | | | | |
| <i>Indet</i> | 1 | 3 | 4 | |
| Mesoeucrocodylia | | | | |
| cf. Atoposauridae | | | | |
| <i>Indet</i> | 1 | | | * # |
| Eusuchia | | | | |
| <i>Leidyosuchus</i> | 1 | 3 | | |
| Alligatoidea | | | | |
| Globiodonta | 1 | | | * |
| Alligatoridae | | | | |
| <i>Indet</i> | 1 | 3 | 4 | |
| <i>Brachychampsia</i> | 1 | 3 | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Clase Dinosauria | | | | |
| <i>Indet</i> | | 3 | | |
| Ornithischia | | | | |
| Ankylosauria | | | | |
| <i>Indet</i> | 2 | 3 | | |
| Nodosauridae | | | | |
| <i>Euoplocephalus</i> | 2 | | | |
| Ornithopoda | | | | |
| Hadrosuridae | | | | |
| <i>Indet</i> | 2 | 3 | 4 | |
| <i>Lambeosaurus</i> sp | 2 | 3 | 4 | |
| <i>Lambeosaurus laticaudus</i> | 2 | 3 | 4 | |
| Ceratopsia | | | | |
| <i>Indet</i> | 2 | | | |
| Saurischia | | | | |
| Theropoda | | | | |
| <i>Indet</i> | | 3 | | |
| <i>Labocania anómala</i> | | 3 | 4 | |
| Tyrannosauridae | | | | |
| <i>Indet</i> | 2 | | | |
| Ornithomimidae | | | | |
| <i>Indet</i> | 2 | | | |
| Maniraptora | | | | |
| <i>Indet</i> | 1 | | | |
| Troodontidae | | | | |
| <i>Indet</i> | 2 | | | |

| | | | |
|--------------------------------------|---|---|-----|
| <i>Troodon formosus</i> | 1 | 2 | |
| <i>Dromesauridae</i> | | | |
| <i>Indet</i> | | 2 | 3 |
| <i>Saurornitholestes</i> | 1 | 2 | 3 |
| Fam indet | | | |
| <i>Richardoestesia gilmorei</i> | 1 | | * # |
| <i>Richardoestesia isósceles</i> | 1 | | * # |
| <i>Incertae sedis</i> | | | |
| | 1 | | * # |
| Ave | 1 | | * |
| Clase Mammalia | | | |
| Multituberculata | | | |
| <i>Indet</i> | | | 4 |
| <i>Mesodma</i> | | | 4 |
| cf <i>M. formosa</i> | | | 4 |
| <i>Stygimys</i> | | | 4 |
| Metatheria | | | |
| <i>Pediomys sp</i> | | | 4 |
| Eutheria | | | |
| Insectivora | | | 4 |
| <i>Eutheria incertae sedis</i> | | | |
| <i>Gallolestes pachymandibularis</i> | | | 4 |

Tabla VI Listado faunístico del Gallo. **1** Reportados en este estudio. **2** Reportados por Weishampel *et al* (2004). **3** Reportados por Hilton (2003). **4** Reportados en otros artículos. * Reporte nuevo para El Gallo. # Reporte nuevo para México

Anexo III

Matriz de presencia y ausencia que se usó para comparar las formaciones con el PAE (sin la Raíz) y con el análisis de similitud (Fenogramas)

| | E G | OMF | FF | KF | NHF | FFKF | WFF | AF | MVF | JRTM | DPF | HCF | SMRF | HCKF | LF |
|-------------------------------|-----|-----|----|----|-----|------|-----|----|-----|------|-----|-----|------|------|----|
| <i>Hybodus</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lissodus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Lonchidion</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Synodontaspis</i> | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Archaeolamna</i> | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cantioscyllium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Chiloscyllium</i> | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Rhinobatos</i> | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cretorectolobus</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ischyrrhiza</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Ptychotrigon</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ankistorhynchus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Protoplatyrhina</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Archaeotriakis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Myledaphus</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>M. bipartus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Squatina</i> | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Synechodus</i> | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | ? | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ginglymostoma</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Scapanorhynchus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cederstroemia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Squalicorax</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Scyliorhinus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Centrophoroides</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Brachaelurus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Squatirhina</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Squatirhina americanus</i> | 0 | 0 | 0 | ? | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Ischyodus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Eucrossorhinus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Elasmodus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Hypotodus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Odontaspis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Pseudodontaspis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Onchoprists</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cretolamna</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Plicatolamna</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Credotus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Acipenser</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Belonostomus</i> | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Lepisosteus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Atractosteus</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Amia</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Melvius</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Paralbula</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | ? | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Paratarpon</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Coriops</i> | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cretophareodus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Estesesox</i> | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Enchodus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Oldmanesox</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Palaeolabrus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Paleopsephurus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | ? | ? | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Cybium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Xiphactinus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Platacodon</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Pseudoegertonia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Scapherpeton</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>S. tectum</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Opisthotriton</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| <i>O. kayi</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Albanerpeton</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>A. inexpectum</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>A. galaktion</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>A. nexosum</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>A. gracile</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Habrosaurus</i> | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Prodesmodon</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Lisserpeton</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Adelphesiren olvae</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cuttysarkus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Hemistrypus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Scotiophrine pustulosa</i> | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | ? | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Barbourula</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Eopelobates sp</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Paleobatrachus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Paradiscoglossus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Boremys</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Boremys pulchra</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Baena</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Denazinemys</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Compsemys victa</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | ? | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Thescelus hemispherica</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Neurankylus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Judithemys</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Eubaena</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Adocus</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>A. bossi</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>A. kirtlandius</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Trionix</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Naomichelys</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Compsemys</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Aspideretes</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Hoplochelys</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Bothremys</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Plastomeneus</i> | 0 | 0 | 0 | ? | 0 | 1 | 0 | ? | 0 | ? | ? | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Plesiobaena</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Lophochelys</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Socognathus</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Paraglyphanodon</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>P. gazini</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Polyglyphanodon</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Dichothodon bajaensis</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Chamops</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Peneteius</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | ? | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Leptoamops</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>L. denticulatus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | ? | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>L. thrinax</i> | 0 | 0 | 0 | ? | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | ? | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Meniscognathus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Haptosphenus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Sphenosiagon</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Glyptogenys</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Gerontoseps</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Orthrioscinus</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ? | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Litakis</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Exotinus</i> | ? | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>E. lancesis</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Pancelosaurus piger</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Odaxosaurus</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>O. piger</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | ? | 1 | ? | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Geerhonotus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | ? | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Peltosaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Colpodontosaurus</i> | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Parasaniwa</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>P. canadensis</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>P. wyomingensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Paraderma</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Labradioctes</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Palaeosaniwa</i> | 1 | 1 | 1 | ? | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Palaeosaniwa canadensis</i> | 1 | 1 | 1 | ? | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Proxestops</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sauriscus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | ? | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Plioplatecarpus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Coniophis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | ? | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Chamosaurus</i> | 0 | 1 | 1 | ? | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Ctenogenys</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ? | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Bernissartia</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Goniopholis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | ? | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Leidyosuchus</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Brachychampsia</i> | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Allognathosuchus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Deinosuchus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Albertochampsia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Stangerochampsia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ankylosaurus magniventris</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Pinasuchus mantiensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Euoplocephalus</i> | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | ? | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Nodocephalosaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Panoplosaurus</i> | 0 | 0 | 0 | ? | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Edmontonia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Orodromeus (Laosaurus)</i> | 0 | 0 | 0 | ? | 0 | ? | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Thescelosaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ? | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Parksosaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Brachylophosaurus</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Maiasaura</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Corythosaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ? | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lambeosaurus sp</i> | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lambeosaurus laticaudus</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Prosaurolopus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Parasaurolophus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | ? | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Saurolophus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Edmontosaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Hypacrosaurus</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Gryposaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Kritosaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Pachycephalosaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Stegoceras</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Gravitholus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ornatotholus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Prenocephale</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Leptoceratops</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Triceratops</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Montanoceratops</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Monoclonius</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Avaceratops</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Brachyceratops</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Stryracosaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Einiosaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Achelousaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Torosaurus latus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Chasmosaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Pentaceratops</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Anchiceratops</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Arrhinoceratops</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Pachyrhinosaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Centrosaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Labocania anomala</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Tyrannosaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Albetosaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Aublysodon</i> | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | ? | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Daspletosaurus</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | ? | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Gorgosaurus</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | ? | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Erlikosaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Chirostenotes</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Elmisaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Caenagnathus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Avimimus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ornithomimus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | ? | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Struthiomimus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | ? | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Dromicieomimus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Troodon</i> | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | ? | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Troodon formosus</i> | ? | 0 | 0 | 0 | 0 | ? | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | ? | 0 | 1 | 1 |
| <i>Pectinodon</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Dromaeosaurus</i> | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | ? | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Dromaeosaurus albertensis</i> | 0 | 0 | ? | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Saurornitholestes</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Richardoestesia</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Richardoestesia gilmorei</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Richardoestesia isocseles</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Paranychodon</i> | ? | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Avisaurus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ? | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Hesperornis</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Apatonis</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Baptoris</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Alamosaurus sanjuanensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Mesodma</i> | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>cf. M. Formosa</i> | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>cf. M. hensleighi</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>M. thompsoni</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>M. archibaldi</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>M. antiqua</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>M. senecta</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>M. primaeva</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Dakotamys magmus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cimolodon</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Cimolodon nitudus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | ? | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Cimolodon similis</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cimolodon electus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | ? | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cimolomys</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>C. millienseis</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>C. clarki</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>C. gracilis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Essonodon</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Bryceomys</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Meniscoessus</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>M. intermedius</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | ? | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>M. major</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | ? | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>M. collemensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>M. robstus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Cimexomys</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>C. gregoryi</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>C. minor</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>C. judithae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Paracimexomys</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>P. priscus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ? | 0 | ? | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>P. magnus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Kimbetohia campi</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Stygimys</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>S. kuszmauli</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>S. gratus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Catopsalis joyneri</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Falepetrus barwini</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Pediomys</i> | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Pediomys cooki</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Pediomys hatcheri</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>P. elegans</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>P. clemensi</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>P. prokrejicii</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>P. krejicii</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>P. florencae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ? | 1 |
| <i>Aenigmadelphys</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Aenigmadelphys archeri</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | ? | 0 | ? | 0 | ? | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Didelphon</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Alphadon</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>A. wilsoni</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>A. russelli</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>A. attaragos</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>A. marshi</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>A. halleyi</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>A. lulli</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>A. sahnii</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>A. praesagus</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>A. rhaister</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Glasbius</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Turgidodon</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>T. madseni</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>T. lillegraveni</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>T. rhaister</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>T. russelli</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>T praesagus</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Protalphadon</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>P. foxi</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>P. lulli</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>P. wahweapensis</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Eodelphis</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cimolestes</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>C. incisus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>C. simpsoni</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>C. stirtoni</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>C. magnus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Batodon</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Telacodon</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Avitotherium</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Gypsonictops</i> | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>G. lewisi</i> | 1 | 0 | 0 | ? | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>G. illuminatus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>G. hypoconus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Paranyctoides</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Procerberus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Protungulatum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Gallolestes</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>G. pachymandibularis</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>G. agujaensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Figura 53. Matriz inicial, del cual derivan todas las matrices, de ausencia (0), presencia (1), (?) usada en los PAE y análisis de similitud.

Anexo IV Cladogramas

Cladogramas resultantes del PAE

Cladograma 1

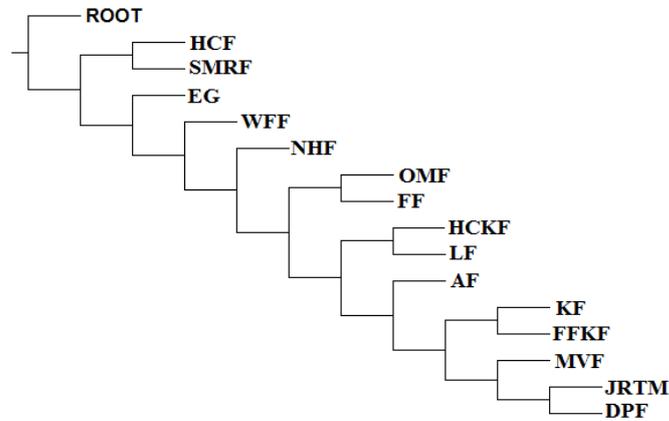


Figura 54 Cladograma con todos los géneros y especies presentes en la matriz y todas las formaciones contra las que se comparó

Cladograma 2

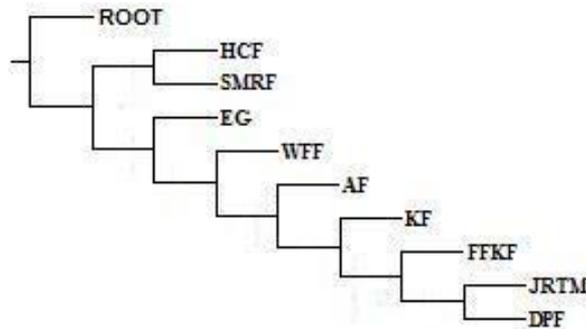


Figura 55. Cladograma con las formaciones “edmontonianas” contra las formaciones del trabajo de Gates *et al.*, 2010. L = 379; Ci = 66; Ri=63

Cladograma 3

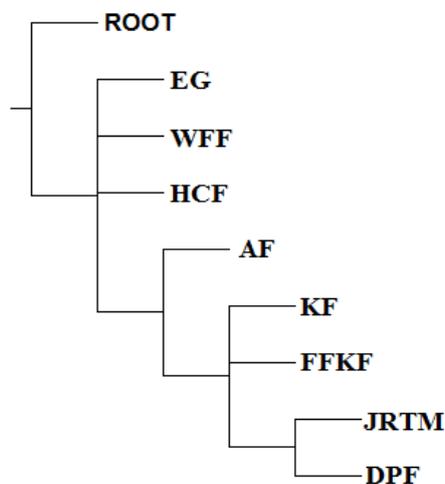


Figura 56. Cladograma de consenso resultante de las formaciones “contemporáneas” a El Gallo L= 385; Ci=65; Ri=57

Cladogramas resultantes del PAE-PCE

Cladograma 4

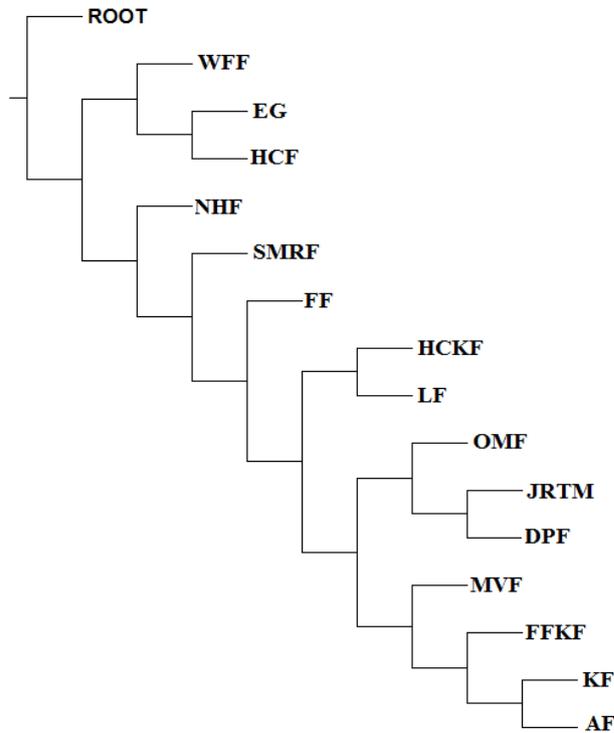


Figura 57 Cladograma resultante después de desactivar los taxones sinapomórficos la primera vez. L=532; Ci=47; Ri=46 (Se incluyeron todas las 15 formaciones)

Cladograma 5

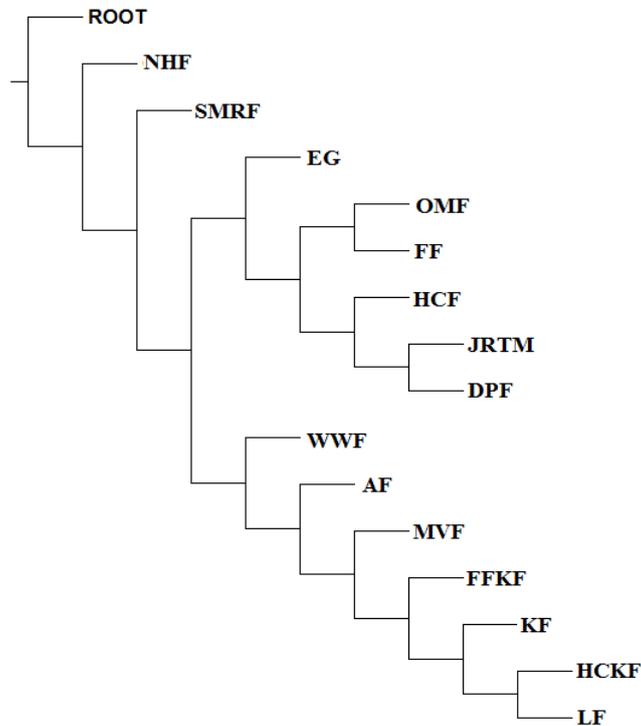


Figura 58. Cladograma resultante después de desactivar los taxones sinapomórficos la tercera vez. L456; Ci=48; Ri=40 (Se incluyeron todas las 15 formaciones)

Cladograma 6

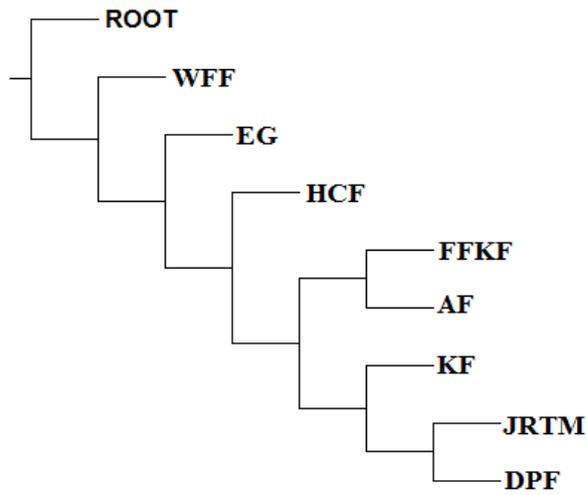


Figura 59 Cladograma resultante después de desactivar los taxones sinapomórficos la primera vez. L=278; Ci=67; Ri=47. (Se incluyen las ocho formaciones “contemporáneas de El Gallo”).

Cladograma 7

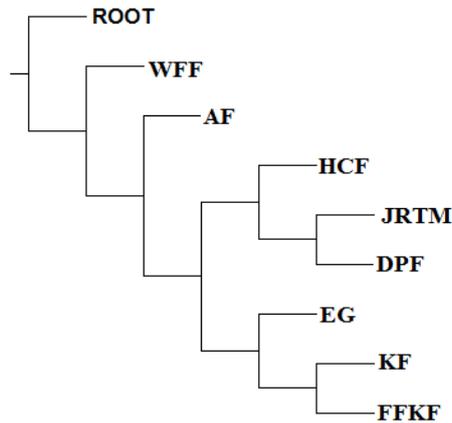


Figura 60 Cladograma resultante después de desactivar los taxones sinapomórficos la tercera vez. L=179; Ci=78; Ri=50 (Se incluyen las ocho formaciones “contemporáneas de El Gallo”).

Cladograma 8

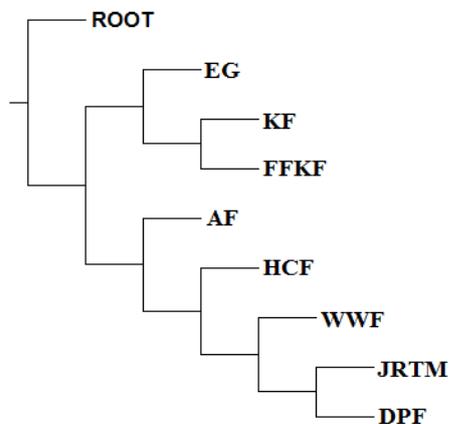


Figura 61. Cladograma resultante después de desactivar los taxones sinapomórficos la séptima vez. L=120; Ci=90; Ri=52 (Se incluyen las ocho formaciones “contemporáneas de El Gallo”).

Cladogramas usando sólo Squamata, Crocodylomorpha, Dinosauria y Mammalia.

Cladograma 9

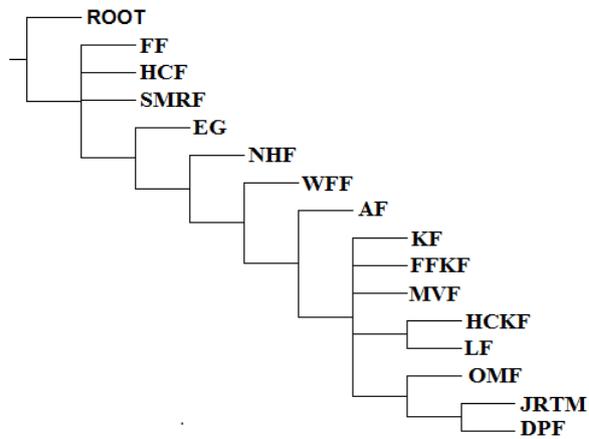


Figura 62. Cladograma de consenso L=433; Ci=47; Ri=44 (tomando en cuenta todas las formaciones).

Cladograma 10

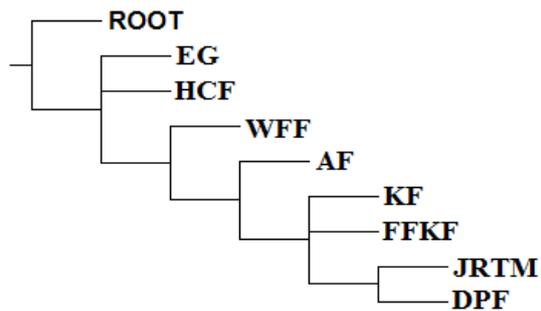


Figura 63. Cladograma de consenso L=258; Ci=66; Ri=55 (tomando en cuenta las 8 formaciones contemporáneas)

Cladogramas usando Squamata, Crocodylomorpha y Dinosauria

Cladograma 11

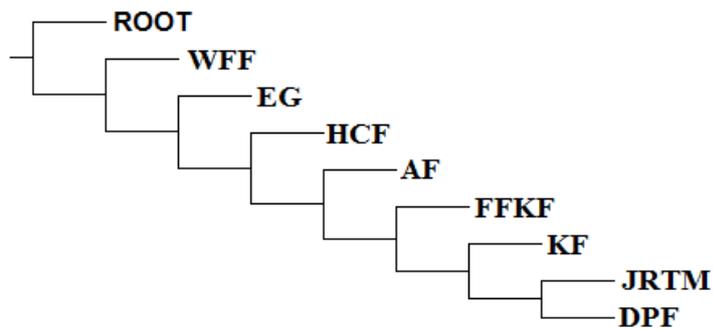


Figura 64. L=151; Ci=70; Ri=63 (tomando en cuenta las 8 formaciones contemporáneas)

Cladogramas resultantes de quitar las sinapomorfias presentes en sólo dos formaciones y como segundo paso quitando las autopomorfias.

Cladograma 12

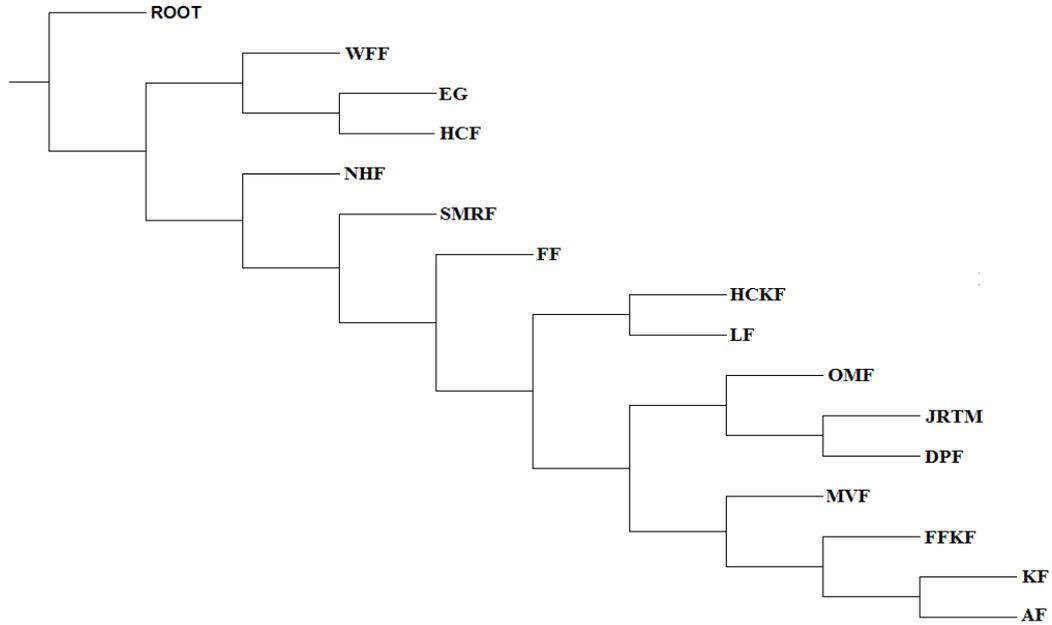


Figura 65. Quitando las sinapomorfias y autopomorfias es el mismo resultado la diferencia son los índices y longitud de cada cladograma. Sin sinapomorfias L=542; Ci=45; Ri=50. Sin sinapomorfias y autopomorfias L=349; Ci=34; Ri=44

Cladograma 13

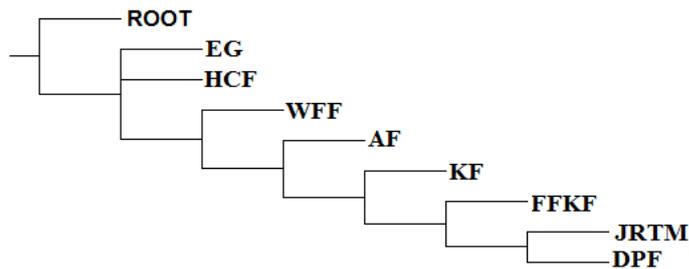


Figura 66. Quitando las sinapomorfias y autopomorfias es el mismo resultado la diferencia son los índices y longitud de cada cladograma. Sin sinapomorfias L=301; Ci=68; Ri=63. Sin sinapomorfias y autopomorfias L=202; Ci=52; Ri=63 (Usando las ocho formaciones contemporáneas de El Gallo).

Tomando en cuenta las ocho formaciones “contemporáneas” de El Gallo” incluyendo Squamata, Crocodylomorpha, Dinosauria y Mammalia

Cladograma 14

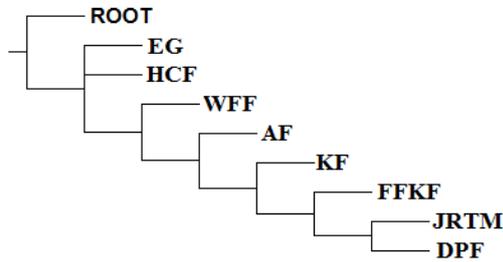


Figura 67. Quitando las sinapomorfias y automorfias es el mismo resultado la diferencia son los índices y longitud de cada cladograma. Sin sinapomorfias L=206; Ci=66; Ri=58. Sin sinapomorfias y autopomorfias L=137; Ci=58; Ri=50

Tomando en cuenta las ocho formaciones “contemporáneas” de El Gallo” incluyendo Squamata, Crocodylomorpha y Dinosauria

Cladograma 15

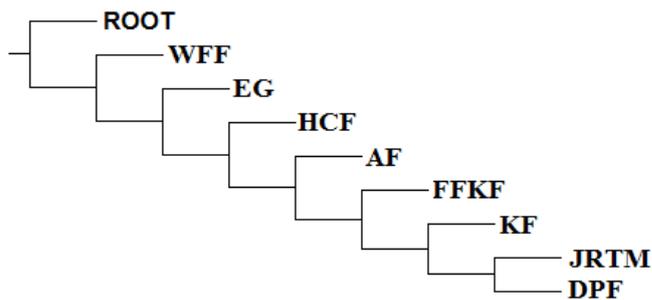


Figura 68 Quitando las sinapomorfias y automorfias es el mismo resultado la diferencia son los índices y longitud de cada cladograma. Sin sinapomorfias L=128; Ci=67; Ri=59. Sin sinapomorfias y autopomorfias L=85; Ci=51; Ri=59

Anexo VI Fenogramas

Fenograma 1

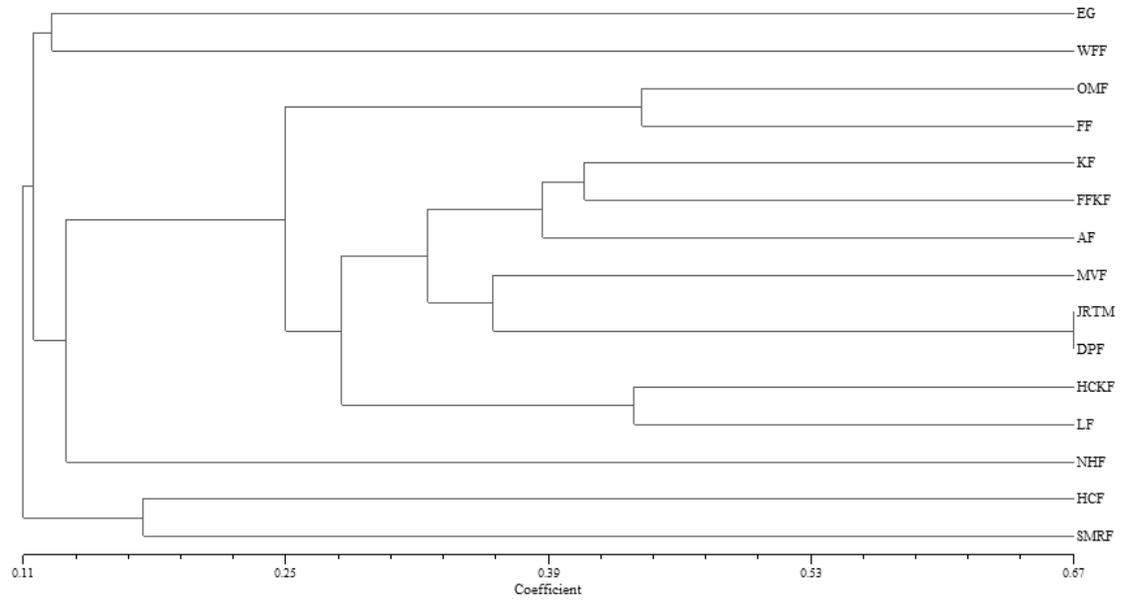


Figura 69. Fenograma de las 15 formaciones.

Fenograma 2

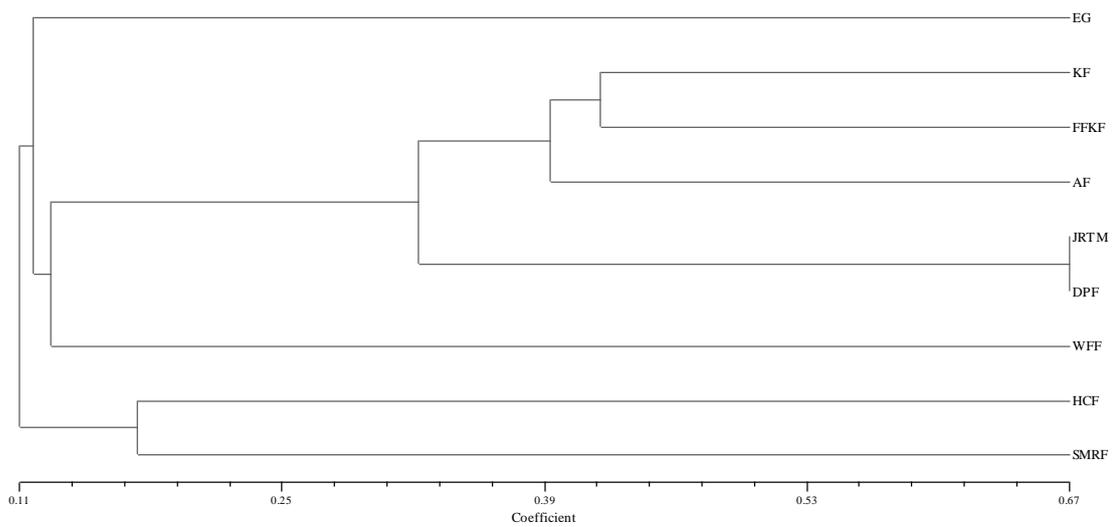


Figura 70. Fenograma de las formaciones edmontonianas vs artículo de Gates et al. (2010).

Fenograma 3

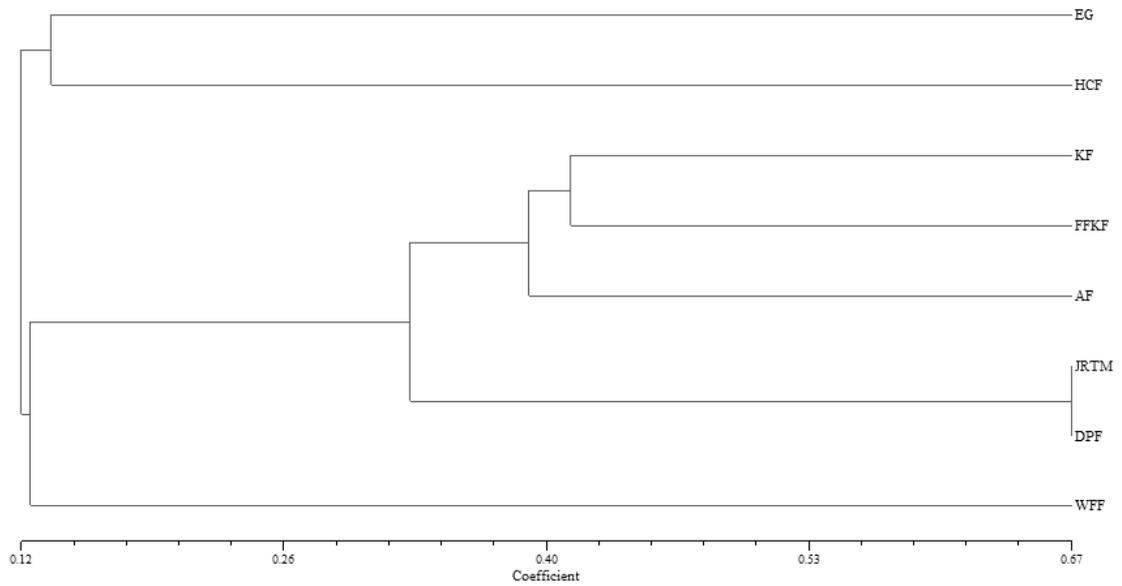


Figura 71 Fenograma de las formaciones contemporáneas de El Gallo.

FENOGRAMAS UTILIZANDO LAS 15 FORMACIONES

(Fenogramas resultantes de quitar las sinapomorfias presentes en sólo dos formaciones y como segundo paso quitar las autopomorfias).

Fenograma 4

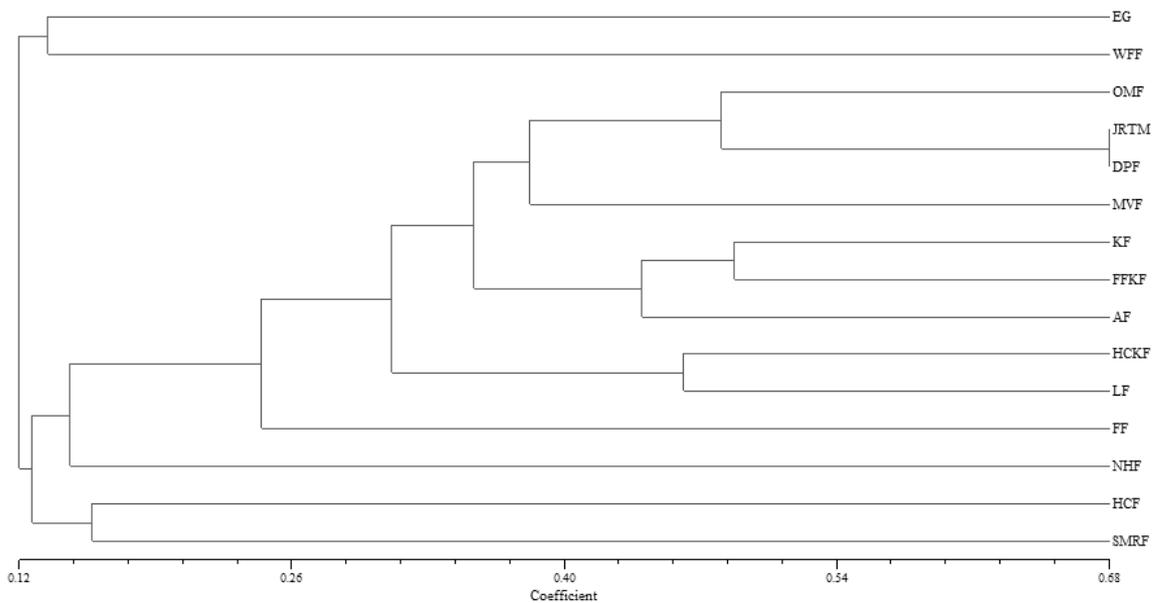


Figura 72. Fenograma resultante sin sinapomorfias presentes en dos formaciones

Fenograma 5

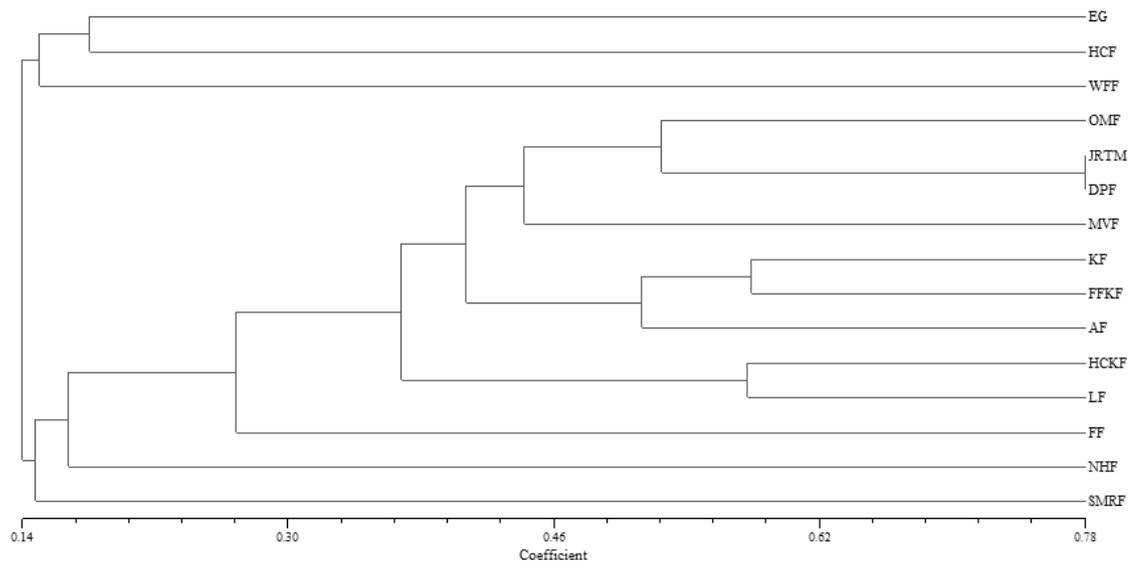


Figura 73. Fenograma resultante en el segundo paso, quitando autopomorfias

Fenogramas resultantes incluyendo Squamata, Crocodylomorpha, Dinosauria y Mammalia

Fenograma 6

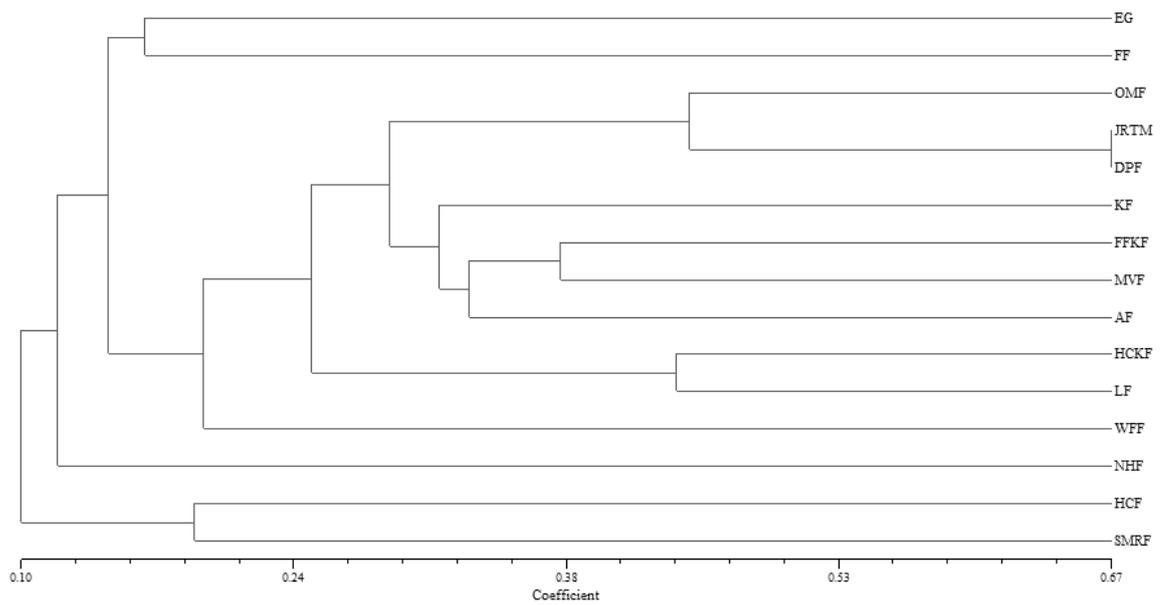


Figura 74. Fenograma resultante de las 15 formaciones

Fenograma 7

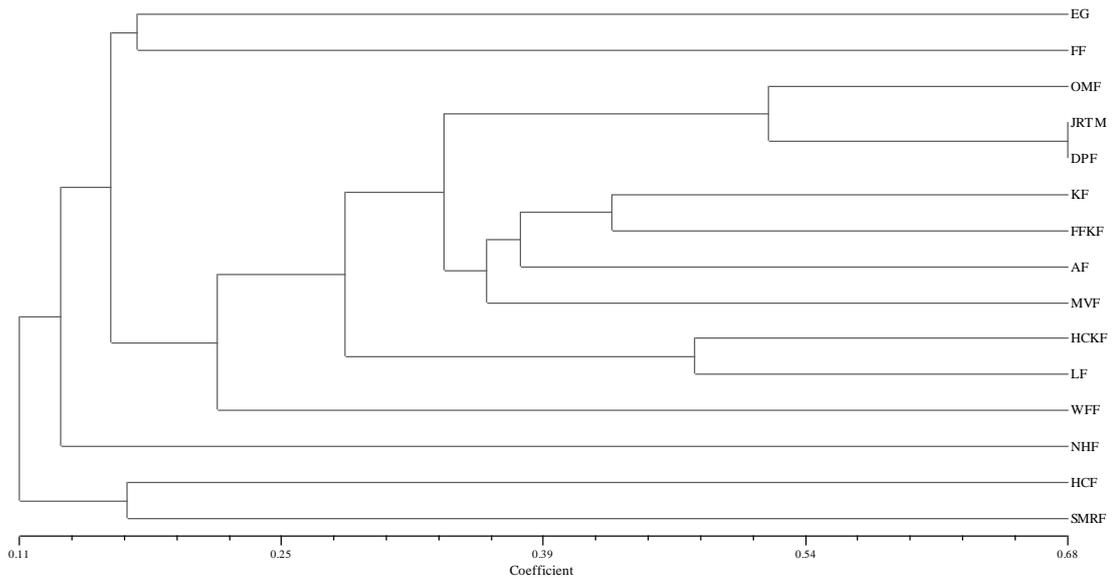


Figura 75 Fenograma resultante sin sinapomorfias presentes en sólo dos formaciones.

Fenogramas resultantes sólo con Squamata, Crocodylomorpha y Dinosauria

Fenograma 8

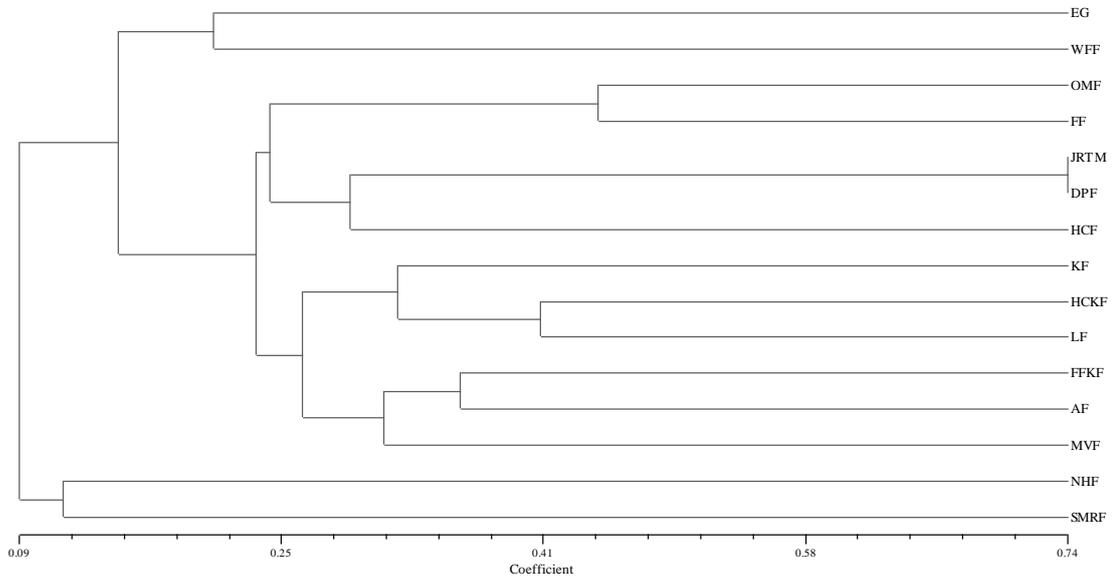


Figura 76 Fenograma resultante de las 15 formaciones.

Fenograma 9

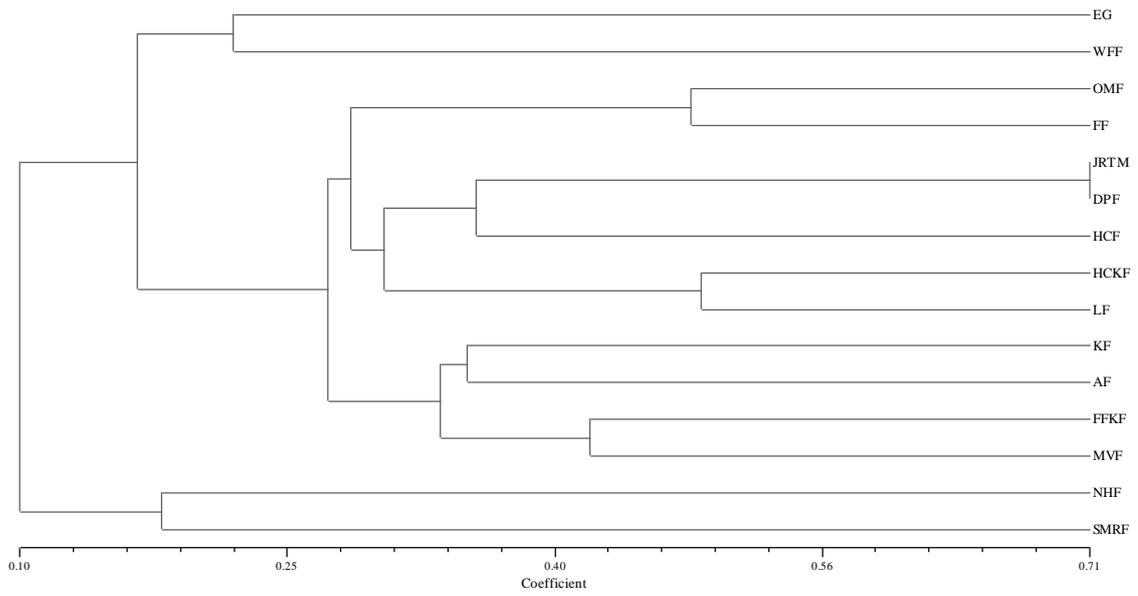


Figura 77 Fenograma resultante de las 15 formaciones sin sinapomorfias

FENOGRAMAS USANDO LAS OCHO FORMACIONES “CONTEMPORANEAS”

Fenograma 10

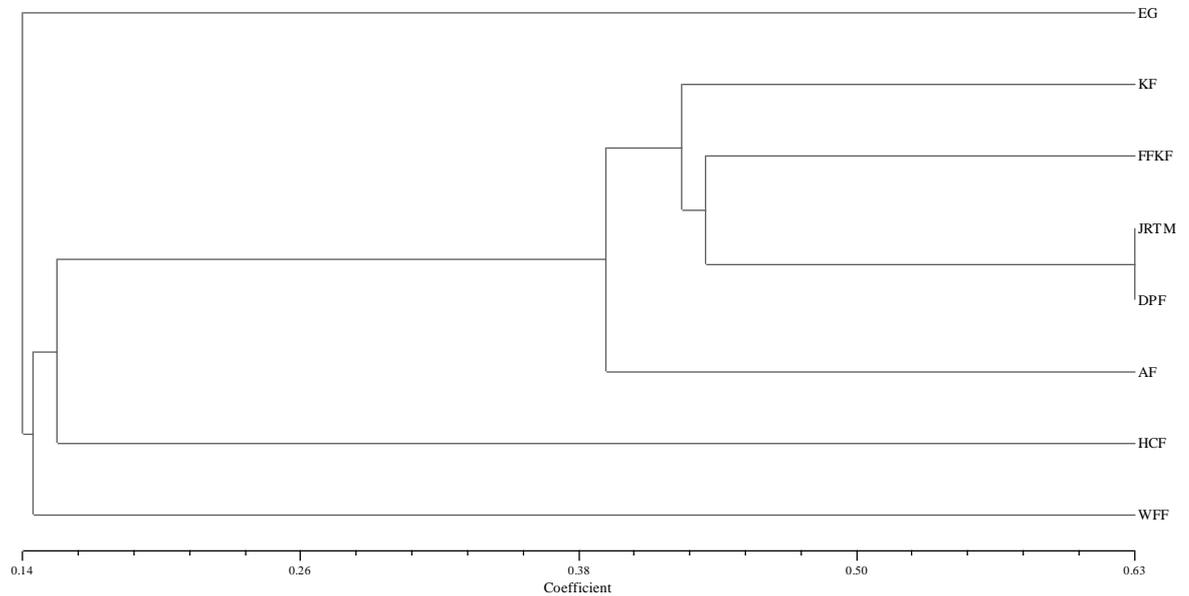


Figura 78. Fenograma resultante al quitar las sinapomorfias presentes en dos formaciones

Fenograma 11

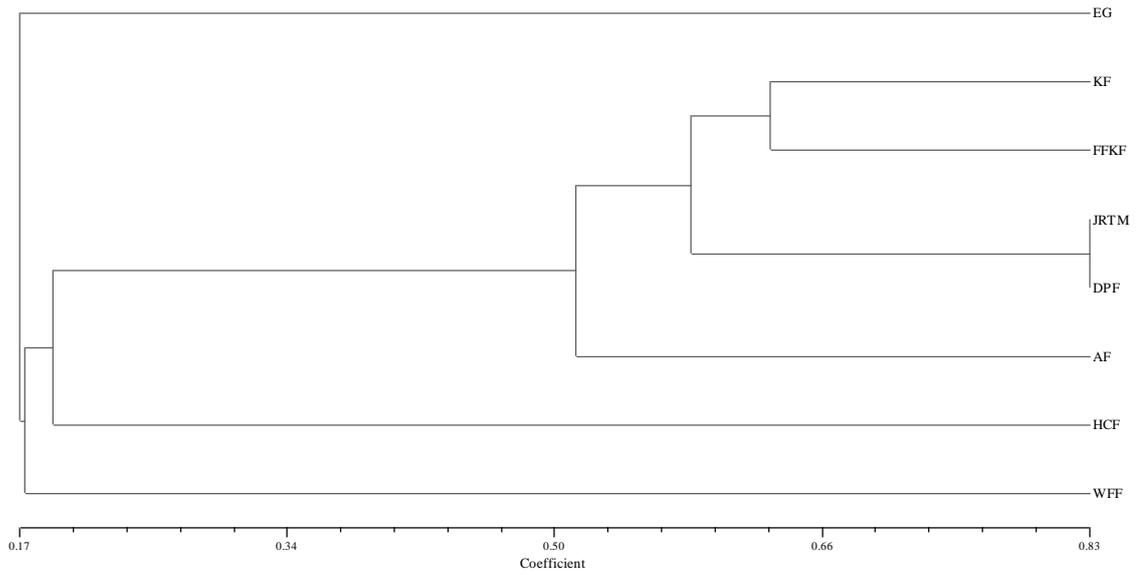


Figura 79 Fenograma resultante al quitar las sinapomorfias presentes en dos formaciones y las autopomorfias

Fenogramas resultantes con Squamata, Crocodylomorpha, Dinosauria y Mammalia

Fenograma 12

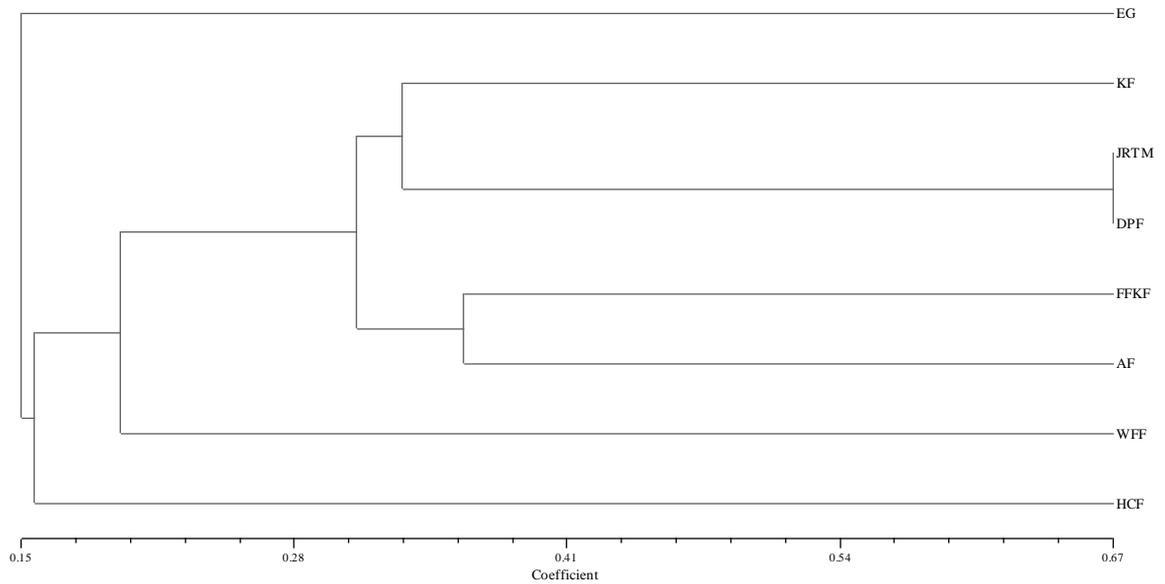


Figura 80 Fenograma resultante de las ocho formaciones "contemporáneas"

Fenograma 13

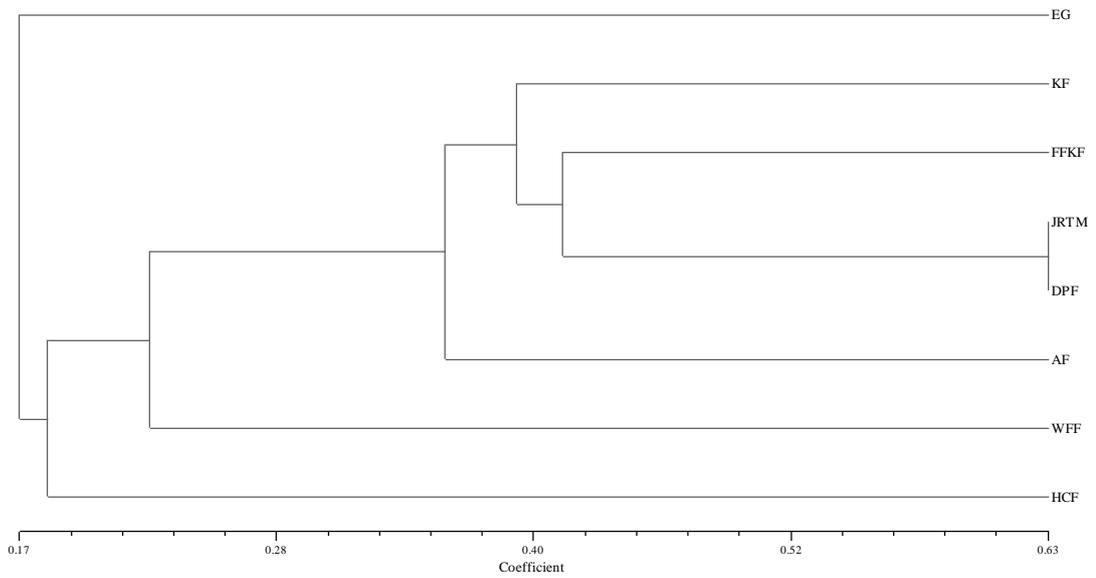


Figura 81 Fenograma resultante al quitar las sinapomorfias presentes en dos formaciones.

Fenograma 14

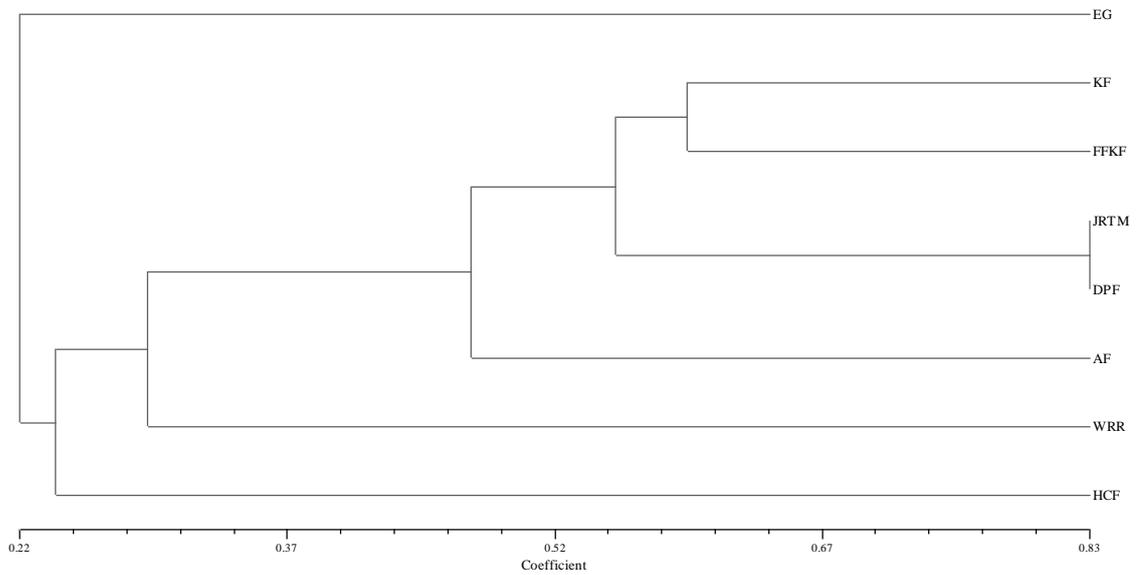


Figura 82 Fenograma resultante al quitar las sinapomorfias presentes en dos formaciones y las autopomorfias.

Fenogramas resultantes sólo con Squamata, Crocodylomorpha y Dinosauria

Fenograma 15

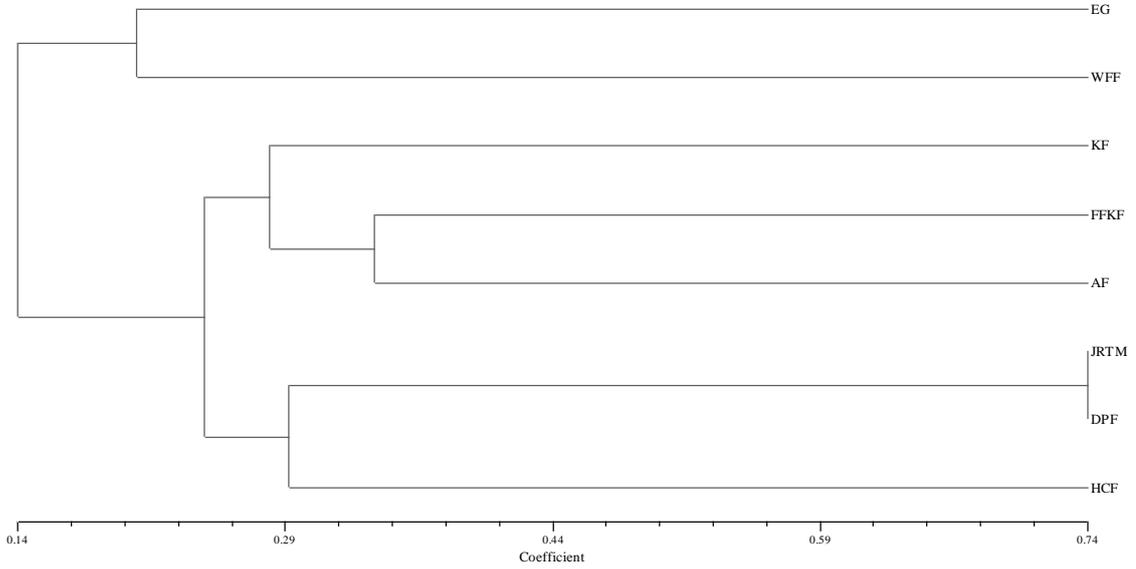


Figura 83 Fenograma resultate de las ocho formaciones “contemporáneas”

Fenograma 16

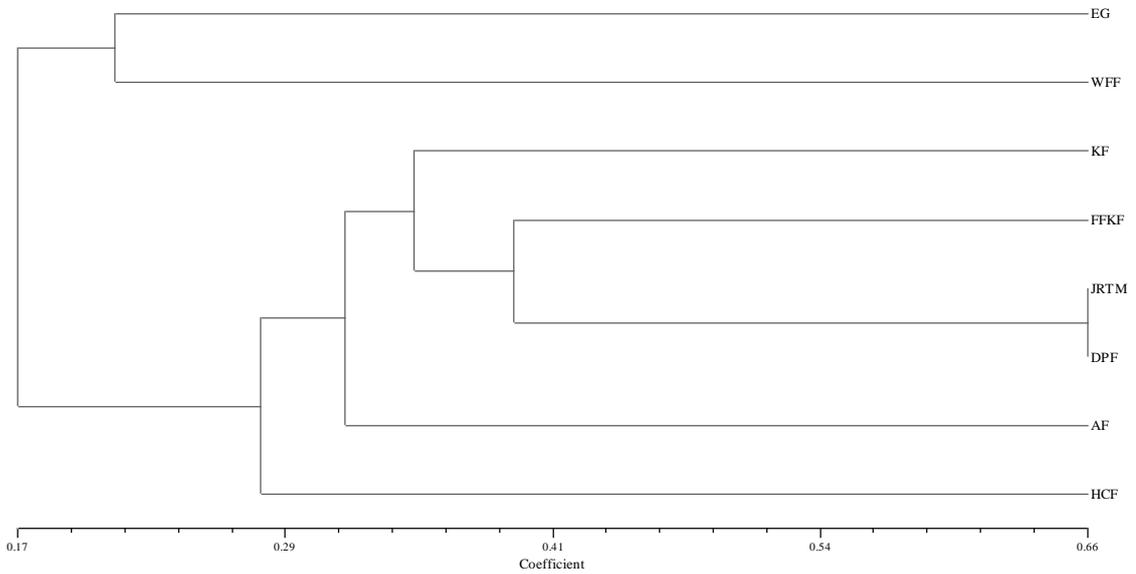


Figura 84 Fenograma resultante al quitar las sinapomorfias presentes en dos formaciones

Fenograma 17

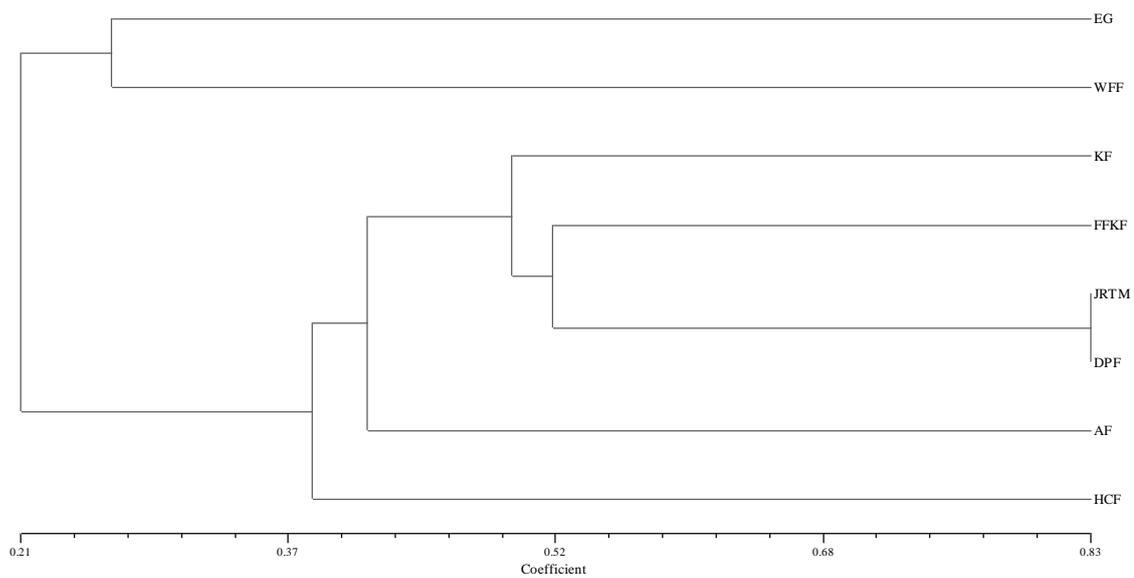


Figura 85 Fenograma resultante al quitar las sinapomorfias presentes en dos formaciones y las autopomorfias

Anexo VII

Matriz con índice de similitud de Jaccard

| | EG | OMF | FF | KF | NHF | FFKF | WFF | AF | MVF | JRTM | DPF | HCF | HCKF | LF | SMRF |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| EG | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| OMF | 0.133 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| FF | 0.129 | 0.447 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| KF | 0.115 | 0.301 | 0.211 | 1 | | | | | | | | | | | |
| NHF | 0.077 | 0.124 | 0.115 | 0.134 | 1 | | | | | | | | | | |
| FFKF | 0.098 | 0.235 | 0.156 | 0.391 | 0.145 | 1 | | | | | | | | | |
| WFF | 0.14 | 0.146 | 0.045 | 0.123 | 0.1 | 0.106 | 1 | | | | | | | | |
| AF | 0.122 | 0.23 | 0.175 | 0.346 | 0.163 | 0.369 | 0.159 | 1 | | | | | | | |
| MVF | 0.088 | 0.304 | 0.25 | 0.295 | 0.152 | 0.367 | 0.08 | 0.285 | 1 | | | | | | |
| JRTM | 0.113 | 0.417 | 0.2 | 0.346 | 0.092 | 0.333 | 0.113 | 0.266 | 0.379 | 1 | | | | | |
| DPF | 0.127 | 0.424 | 0.206 | 0.324 | 0.095 | 0.303 | 0.126 | 0.261 | 0.331 | 0.65 | 1 | | | | |
| HCF | 0.148 | 0.117 | 0.156 | 0.085 | 0.034 | 0.102 | 0.109 | 0.104 | 0.076 | 0.154 | 0.182 | 1 | | | |
| HCKF | 0.15 | 0.266 | 0.195 | 0.365 | 0.186 | 0.314 | 0.14 | 0.237 | 0.262 | 0.287 | 0.284 | 0.134 | 1 | | |
| LF | 0.162 | 0.247 | 0.195 | 0.308 | 0.165 | 0.365 | 0.153 | 0.254 | 0.236 | 0.238 | 0.246 | 0.118 | 0.437 | 1 | |
| SMRF | 0.063 | 0.083 | 0.145 | 0.11 | 0.114 | 0.14 | 0.02 | 0.091 | 0.126 | 0.11 | 0.115 | 0.17 | 0.137 | 0.13 | 1 |

Figura 86. Matriz de similitud, donde se muestra los coeficientes de Jaccard.

XI Referencias

- Amiot, R., Lécuyer, C., Buffetaut, E., Fluteau, F., Legendre, S., Matineau, F.** 2004. Latitudinal temperature gradient during the Cretaceous Upp.er Campanian-Maastrichtian: $\delta^{18}\text{O}$ record of continental vertebrates. *Earth and Planetary Science Letters*, Vol.226, pp. 255-272.
- Averianov, A.O., Sues, H.** 2006. A New Troodontid (Dinosauria: Theropoda) from the Cenomanian of Uzbekistan, with a review of troodontid records from the territories of the former Soviet Union. *Journal of Vertebrate Paleontology*, Vol. 27, No. 1, pp. 87-98.
- Barsbold, R., Osmólska, H.** 1992. Ornithomiamosauria. En: Weishampel, D.B., Dodson, P., Osmólska, H., (Eds.). *The Dinosauria*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California. pp. 225- 244.
- Baszio, S.** 1997. Systematic Paleontology of isolated Dinosaur Teeth from the Latest Cretaceous of South Alberta, Canada. *Courier Forshungsinstitut Senckenber*, No 196, pp. 33-77.
- Baszio, A.** 2008. Information from Microvertebrate Localities: Potentials and Limits. En: Sanekey, J., Baszio, A., (Ed) *Vertebrate Microfossil assemblages, their role in paleoecology and paeobiogeography*. Indiana University Press, Bloomington & Indianapolis. pp. 3-8.
- Batten, D.J.** 1984. Palynology, climate and the development of Late Cretaceous floral province int the Northen hemisphere; a review. En. Brenchly (Ed.) *Fossils and climate*. Wiley, Chiechester and New York, pp. 127-164.
- Becker, M.A., Chamberlain Jr., J.A., Wolf, G.E.** 2006. Chondrichtyans from the Arkadelphia Formation (Upp.er Cretaceous: upp.er Maastrichtian) of Hot Spring County, Arkansas. *Journal of Paleontology* Vol. 80, pp. 700-716
- Benton, M.J., Clark, J.M.** 1988. Archosaur phylogeny and the relationships of the Crocodylia. En: Benton, M.J. (Ed.) *The Phylogeny and Classification of the tetrapods*, Vol. 1: Amphibians, Reptiles, Birds. Systematics Association, Clarendon Press, Oxford, Special Vol.ume 35App. pp. 395-338.
- Blakey, R.** 2009. Global Paleogeography. <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/globaltext2.html>
- Brinkman, D.B.** 2008. The structure of Late Cretaceous (Late Campanian) Nonmarine aquatic communities: A guild analysis of two vertebrate microfossil localities in Dinosaur Provinvial Park, Alberta, Canada. En: Sankey, J., Baszio, A., (Eds) *Vertebrate Microfossil assemblages, their role in paleoecology and paeobiogeography*. Indiana University Press, Bloomington & Indianapolis. pp. 33-60
- Brito P.M., Meunier, F.J., Gayet, M.** 2000. The morphology and histology of the scales of the Cretaceous gar *Obaichtys* (Actinopterygii, Lepisosteidae): phylogenetic implications. *Earth and Planetary Sciences*, Vol. 331, pp. 823-829.
- Brandelise de Andrade, M., Bertini, R. J.** 2008. Morphology of the dental carinae in

Mariliasuchus amarali (Crocodylomorpha, Notosuchia) and the pattern of tooth serrations among basal Mesoeucrocodylia. Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, Vol. 66, pp. 63-82.

Busby, C. 2004. Continental growth at convergent margins facing large ocean basins: a case study from Mesozoic convergent-margin basins of Baja California, Mexico. Tectonophysics, Vol. 392, Pp. 241-277.

Bucalioni, A.D., Fregenal, M.A., Bravo, A., Poyato-Ariza F.J., Sanchíz, B., Báez, A.M., Cambra-Moo O., Closas C.M., Evans, S.E., Lobón, J.M. 2008. The vertebrate assemblage of Buenache de la Sierra (Upper Barremian of Serranía de Cuenca, Spain) with insights into its taphonomy and palaeoecology. Cretaceous Research, Vol. 29, Pp. 687-710.

Buscalioni, A.D., Sanz, J.L. 1988. Phylogenetic relationships of the Atoposauridae (Archosauria, Crocodylomorpha). Historical Biology, Vol. 1, pp. 233-250.

Carpenter, K., Lindsey, D. 1980. The dentary of *Brachychampsia Montana* Gilmore (Alligatorinae; Crocodylidae), a late cretaceous turtle-eating alligator. Journal of Paleontology Vol. 54, No 6, pp. 1213-1217.

Cavin, L. 2010. Diversity of Mesozoic semionotiform fishes and the origin of gars (Lepisosteidae). Naturwissenschaften, Vol. 97, pp. 1035-1040.

Cappetta, H. 1981. Sur la découverte des genres *Ischyrrhiza* et *Ptychotrygon* (Selachii, Batomorphii) dans le Crétacé Supérieur de Vendée (France). Geobios No 14, fasc. 6, pp. 807-812

Cappetta, H. 1987. Chondrichthyes II Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii. Schultze y Kuhn (Ed.) Handbook of Paleichthyology. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. New York Vol. 3B, Pp. 1-193.

Cappetta, H., Case, G.R. 1975. Sélaciens Nouveaux du Crétacé du Texas. Geobios No 8, fasc.4, pp.303-307.

Chiappe, L. M., An, J.S., Qiang, J., Norell, M.A. 1999. Anatomy and systematic of the confuciusornithidae (Theropoda: Aves) from the Late Mesozoic of Northeastern China. Bulletin of the American Museum of Natural History, No. 242, pp. 1-89.

Clark, J.M. 1986. Phylogenetic relationships of the Crocodylomorph Archosaurs. Ph.D. Thesis. The University of Chicago, Illinois. 556 pp..

Clemens, W.A. 1980. *Gallolestes pachymandibularis* (Theria, incertae sedis; mammalia) from Late Cretaceous, deposits in Baja California del Norte, Mexico. PaleoBios, No. 33, pp. 1-10.

Chmura, C.A. 1973. Upper Cretaceous (Campanian-Maastrichtian) Angiosperm pollen from the Western San Joaquin Valley California, USA. Palaeontographica ABF.B 141, pp. 89-171.

Cifelli, R.L., Eberle, J.J., Lofgren, D.L., Lillegraven, J.A., Clemens W.A. 2004. Mammalian Biochronology of The Latest Cretaceous. En: Woodburne, M.O. (Ed) Late Cretaceous and Cenozoic Mammals of North America. Columbia University Press pp. 21-48.

Cifelli, R.L., Nydam R.L., Gardner, J.D., Weil, A., Eaton, J.G., Kirkland J.I., Madsen, S.K. 1999a. Medial Cretaceous vertebrates from the Cedar Mountain Formation, Emery county, Utah: the Mussentuchit local fauna. En: Gillette, D.D. (Ed) Vertebrate Paleontology in Utah. Miscellaneous Publication 99-1, Utah Geological Survey, pp. 219-242.

Cifelli, R.L., Nydam R.L., Eaton, J.G., Gardner, J.D., Weil, A., Kirkland J.I. 1999b. Vertebrate faunas of the North Horn Formation (Upper Cretaceous-Lower Paleocene), Emery and Sanpete counties, Utah. En: Vertebrate Paleontology in Utah Gillett, D.D. (Ed), Miscellaneous Publication 99-1, Utah Geological Survey, pp. 377-388.

Cowan D. S., Bruhn, R.L. 1992. Late Jurassic to early Late Cretaceous geology. En The cordilleran Orogen Conterminous U.S. Burchfiel, B.C., Lipman, P.W., Zoback, M.L. (Eds.) The Geology of North America, Vol. G-3, Pp. 169-203.

Cross, A. T., Martínez-Hernández, E. 1969. Paleobotanical studies of Baja California. Resumen. Annal Meeting Botanical Society of America, TEMPE, Arizona EUA.

Cross, A. T., Martínez-Hernández, E. 1974. New floristic evidence from Cretaceous and Tertiary of Baja California. Resumen. Sociedad Botánica, México.

Currie, P.J. 1987. Bird-like characteristics of the jaws and teeth of troodontid theropods. Journal of Vertebrate Paleontology, Vol.7, No. 1, pp. 72-81.

Currie, P.J., Rigby, J.K Jr., Sloan, R.E. 1990. Theropod teeth from the Judith River Formation of southern Alberta, Canada. In Carpenter, K. Currie P.J. (Eds.). Dinosaur systematic, app. roveches and perspectives. Cambridge University Press. pp. 107-125.

Currie, P.J., Coy, C. 2008. The first serrated bird tooth. En: Sankey, J., Baszio, A., (Eds) Vertebrate Microfossil assemblages, their role in paleoecology and paeobiogeography. Indiana University Press, Bloomington & Indianapolis. pp. 159-165.

Eaton, J.G., Cifelli, R.L., Hutchison J. H., Kirkland, J.I., Parrish, J.M. 1999. Cretaceous vertebrate faunas from the Kaiparowits Plateau, south-central Utah. . En: Gillette, D.D. (Ed), Vertebrate Paleontology in Utah, Miscellaneous Publication 99-1. Utah Geological Survey, pp. 345-354.

Escalante-Espinosa, T., Morrone, J.J. 2003. Para qué sirve el análisis de parsimonia de endemismos. En Morrone, J.J., Bousquets, J.L. (Eds.). Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. Prensa de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F., pp. 167-172.

Estes, R. 1964. Fossil vertebrates from the Late Cretaceous Lance Formation eastern Wyoming. University of California Publications in Geological Sciencies, Vol.49, pp. 1-

187.

Estes, R. 1969a. Studies on Fossil Phyllodont fishes: Interrelationships and evolution in the Phyllodontidae (Albuloidei). *Copeia*, No. 2, pp. 317-331.

Estes, R. 1969b. A new fossil Discoglossid frog from Montana and Wyoming. *Breviora* 328, pp. 1-7.

Estes, R. 1969c. The Batrachosauroididae and Scapherpetontidae, Late Cretaceous and Early Cenozoic salamanders. *Copeia*, No. 2, pp. 225-234.

Estes, R., Sanchíz, B. 1982a. New Discoglossid and Palaeobatrachid frogs from the Late Cretaceous of Wyoming and Montana, and a review of other from the Lance and Hell Creek Formations. *Journal of Vertebrate Paleontology*, Vol. 2, No. 1 pp. 9-20.

Estes, R., Sanchíz, B. 1982b. Early Cretaceous Lower vertebrates from Galve (Teruel), Spain. *Journal of Vertebrate Paleontology*, Vol. 2, No.1, pp. 21-39.

Felix, J., Montori, A. 1986. Determinación de las especies de anfibios anuros del nordeste Ibérico mediante el hueso Ilion. *Miscelania Zoológica*, Vol. 10, pp. 239-246

Fiorillo, A.R. 1999. Non-Mammalian microvertebrate remains from the Robison effshell site, Cedar Mountain Formation (Lower Cretaceous), Emery County, Utah. En: Gillett, D.D. (Ed), *Vertebrate Paleontology in Utah*. Miscellaneous Publication 99-1 Utah Geological Survey, pp. 259-268.

Fulbord, M.M., Busby, C.J. 1993. Tectonic controls on non-marine sedimentation in a Cretaceous fore-arc basin, Baja California, Mexico. En: Frostick, L.E., Steel, R.J. (Eds.), *Tectonic Controls and Signatures in Sedimentary Successions*. International Association of Sedimentologists, Special Publication, Vol. 20, pp. 301–333.

Gao, K., Fox, R.C. 1996. Taxonomy and evolution of Late Cretaceous lizards (Reptilia: Squamata) from western Canada. *Bulletin of Carnegie Museum of Natural History*, No. 33, pp. 1-107.

Gates, T.A., Sampson, S.D., Zanno, L.E., Roberts, E.M., Eaton, J.G., Nydam, R.L., Hutchison, J.H., Smith, J.A., Loewen, M.A., Getty, M.A. 2010. Biogeography of terrestrial and freshwater vertebrates from the Late Cretaceous (Campanian) Western Interior of North America. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Vol. 29, No 3, pp. 71-387.

Gardner, J.D. 2000. Systematics of Albanerpetontids and other Lissamphibians from the Late Western North America. Ph.D. Thesis, University of Alberta, Edmonton, Canada. 557 pp.

Gardner, J.D. 2008. New information on frogs (Lissamphibia: Anura) from the Lance Formation (Late Maastrichtian) and Bug Creek Anthills (Late Maastrichtian and Early Paleocene), Hell Creek Formation, USA. En: Sankey, J., Baszio, A., (Eds) *Vertebrate Microfossil assemblages, their role in paleoecology and paleobiogeography*. Indiana University Press, Bloomington & Indianapolis. pp. 219-249.

Gardner, J.D., Böhme, M. 2008. Review of the Albanerpetontidae (Lissamphibia), with comments on the paleoecological preferences of European Tertiary Albanerpetontids. En: Sankey, J., Baszio, A., (Eds) Vertebrate Microfossil assemblages, their role in paleoecology and paleobiogeography. Indiana University Press, Bloomington & Indianapolis. pp. 178-218.

Garrison Jr. J.R., Brinkman, D., Nichols, D.J., Layer, P., Burge, D., Thayn, D. 2007. A multidisciplinary study of the Lower Cretaceous Cedar Mountain Formation, Mussentucht Wash, Utah: a determination of the paleoenvironment and paleoecology of the *Eolambia*. Cretaceous Research, Vol. 28, pp. 461-494.

Gastil, R.G., Phillips, R.P., Allison, E. C. 1975. Reconnaissance Geology of the state of Baja California. The Geological Society of America, Memoir 140. pp. 1-170.

Gilmore, C.W. 1911. A new fossil alligator from the HellCreek beds of Montana. Proceedings U.S. National Museum, Vol. 41, No. 1860, pp. 297-305.

Goloboff, P. A. 1999. Analyzing large data sets in reasonable times: solutions for composite optima. Cladistics Vol. 15, pp.. 415-428

Graham, A. 1999. Late Cretaceous and Cenozoic history of North American vegetation. Oxford University Press. pp.

Halftter, G., Moreno, C.E. 2005. Significado biológico de las diversidades, Alfa, Beta y Gamma. En sobre Diversidad Biológica: El significado de las diversidad Alfa, Beta y Gamma (ed. Halftter, G., Soberón, J., Koleff, P. y Melic, A.). m3m Vol. 4 Monografías Tercer Milenio. pp. 5-18.

Hay, O.P. 1908. The fossil turtles of North America. Carnegie Institution of Washington, Publication No.75, 547pp.

Helenes, J., Téllez-Duarte, M.A. 2002. Paleontological evidence of the Campanian to Early Paleocene paleogeography of Baja California. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Vol. 186, pp. 61-80

Hilton, R.P. 2003. Dinosaurs and other Mesozoic Reptiles of California. University of California Press. 318pp.

Holman, J.A. 2003. Fossil Frogs and Toads of North America. Indiana University Press. Bloomington, USA. 246 pp.

Hunter, J.P., Heinrich, R.E., Weishampel, D.B. 2010. Mammals from the St. Mary River Formation (Upper Cretaceous), Montana. Journal of Vertebrate Paleontology, Vol. 30, No. 3, pp. 885-898.

Ji-Yeo, S. 2005. Taxonomic diversity, faunal analysis and paleoecology of a microvertebrate site in the Late Cretaceous Meeteetse Formation, Northern Wyoming. Ph.M. Thesis, University of Cincinnati, USA 73 pp.

Kilmer, F.H. 1963 Cretaceous and Cenozoic Stratigraphy and Paleontology, El Rosario

area, Baja California, Mexico. Ph. D. Thesis, University of California., Berkeley, USA, 216pp.

Lammana, M.C., You, H., Harris, J. D., Chiapp.e, L.M., Ji, S., Lü, J., Ji, Q. 2006. A partial skeleton of an enantiornithine bird from the Early Cretaceous of northwestern China. *Acta Palaeontologica Polonica*, Vol. 51, No. 3, pp. 423-434.

Lehman, T.H. 1987. Late Maastrichtian paleoenvironments and dinosaur biogeography in the Western Interior of North America. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Vol. 60, pp. 189-217.

Lehman, T.H. 1997. Late Campanian Dinosaur Biogeography in the Western Interior of North America. *Dinofest International*. pp. 223-240.

Lehman, T.H. 2001. Late Cretaceous Dinosaur Provinciality. En Tanke, D.H., Carpenter, K., Skrepnick, M.W. (Eds) *Mesozoic Vertebrate Life*. pp. 310-328.

Lillegraven, J. A. 1972. Preliminary report on Late Cretaceous Mammals from the El Gallo Formation, Baja California del Norte, Mexico. *Natural History Museum, Los Angeles County, Contributions in Science*, No. 232, pp. 1-11.

Lillegraven, J. A. 1987. Stratigraphic and evolutionary implications of a new species of *Meniscoessus* (Multituberculata, Mammalia) from the Upper Cretaceous Williams Fork Formation, Moffat County, Colorado. *Dakoterra*, Vol.3, pp. 46-56.

Lillegraven, J. A., Mackena, M.C. 1986. Fossil Mammals from the "Mesaverde" Formation (Late Cretaceous, Judithian) of the Bighorn and Wind River Basins, Wyoming, with definitions of Late Cretaceous North America land-Mammal "ages". *American Museum Novitates*, No. 2840, pp. 1-68.

Longrich, N. 2008. Small Theropod Teeth from the Lance Formation of Wyoming, USA. En: Sankey, J., Baszio, A., (Eds.) *Vertebrate Microfossil assemblages, their role in paleoecology and paleobiogeography*. Indiana University Press, Bloomington & Indianapolis. pp. 135-158.

Luna. I., Alcántara, O. Morrone, J.J., Espinosa, D. 2000. Track analysis and conservation priorities in the cloud forests of Hidalgo, Mexico. *Diversity and distribution*, Vol. 6, pp. 137-143.

Makovicky, P.J., Kobayashi, Y., Currie, P.J. 2004. Ornithomimosauria. En: Weishampel, D.B., Dodson, P., Osmólska, H., (Eds.) *The Dinosauria*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California. 2° ed. pp. 137-150.

Makovicky, P.J., Norrel, M.A. 2004b. Troodontidae. En: Weishampel, D.B., Dodson, P., Osmólska, H., (Eds.) *The Dinosauria*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California. 2° ed., pp. 184-195.

Miller, D.M., Nilsen, T.H., Bilodeau, W.L. 1992. Late Cretaceous to Early Eocene geologic evolution of the U.S Cordillera. En *The cordilleran Orogen Conterminous U.S.* Burchfiel, B.C., Lipman, P.W., Zoback, M.L. (Eds.) *The Geology of North*

America Vol.. G-3, pp. 205-260.

Miller, E.L. 2004. The North America Cordillera. En Earth Structure. Vand Der Pluijm B.A., Marshak, S. W.W. Norton & Company, Inc. USA. 2° ed., pp. 556-565.

Miller, I.M., Brandon, M.T., Hickey, L.J. 2006. Using leaf margin analysis to estimate the mid-Cretaceous (Albian) paleolatitude of the Baja BC block. Earth and Planetary Science Letters, Vol.. 245, pp. 95-114.

Mook, C.C. 1921. Individual and age variations in the skulls of recent crocodilia. Bulletin of the American Museum of Natural History, Vol.. 44, pp. 51-74.

Montellano, M., Wilson, G., Álvarez-Reyes, G., Hernandez-Rivera, R., Quintero, E., Aranda-Manteca, F. 2005. New material of *Polyglyphanodon bajaensis* from El Rosario Baja California, México. Journal of Vertebrate Paleontology. Vol.. 25, No 3 (supp.1), p. 93A

Montellano-Ballesteros, M., Wilson, G.P., Hernández-Rivera, R., Álvarez-Reyes, G., Aranda-Manteca, F. 2008. Microvertebrados de la Formación El Gallo (Cretácico Superior), Baja California, México. Libro de Resúmenes III Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados-Neuquén, Patagonia, Argentina. P. 161

Morris, W. J. 1967. Baja California: Late Cretaceous dinosaurs. Science, Vol. 155, pp. 1539-1541

Morris, W.J. 1973. A review of Pacific coast Hadrosaurs. Journal of Paleontology, Vol.. 47, No. 3, pp. 551-561.

Morris, W. J. 1981. A new species of hadrosaurian dinosaur from the upper Cretaceous of Baja California – ? *Lambeosarus laticaudus*- . Journal of Paleontology, Vol.. 55, No 2, pp. 453-462.

Mudroch, A. 1996. Fischzähne aus dem Oberjura Nordwesteuropas – Systematik, Biogeochemie und Palökologie. Ph. D. Thesis, Vom Fachbereich Geowissenschaften und Geographie der Universität Hannover, Germany. 179 pp.

Norrel, M.A., Clark, J.M., Hutchison, J.H. 1994. The Late Cretaceous Alligatorid *Brachychampsia montana* (Crocodylia): New material and putative relationships. American Museum Novitates, 311, pp. 1-26.

Norrel, M.A., Makovicky, P.J. 2004. Dromaeosauridae. En: Weishampel, D.B., Dodson, P., Osmólska, H., (Eds.) The Dinosauria. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California. 2° ed., pp. 196-209.

Nydam, R.L. 1999. Polyglyphanodontinae (Squamata: Teiidae) from the Medial and Late Cretaceous: New taxa from Utah, U.S.A and Baja California del Norte, Mexico. In Gillette, G.G. (Eds.) Vertebrate Paleontology in Utah; Utah Geological Survey Miscellaneous Publication 99-1. Utah Geological Survey, Salt Lake City. pp. 303-317.

Nydam, R. L., Cifelli, R.L. 2002. A new Teiid lizard from the Cedar Mountain

Formation (Albian-Cenomanian boundary) of Utah. *Journal of Vertebrate Paleontology*, Vol. 22, No. 2, pp. 276-285.

Nydam, R.L., Eaton J.G., Sankey, J. 2007. New taxa of transversely-toothed lizards (Squamata: Scincomorpha) and new information on the eVolutionary history of "Teiids". *Journal of Paleontology*, Vol. 81, No.3, p. 538-549.

Peng, J. 1997. Palaeoecology of vertebrate assemblages from the Upper Cretaceous Judith River Group (Campanian) of southeastern Alberta, Canada. Ph. D Thesis, Department of Biological Sciences, University of Calgary, Alberta, Canada, 316 pp.

Peng, J., Russell, A.P., Brinkman, D.B. 2001. Vertebrate microsite assemblages (exclusive of Mammals) from the Foremost and Oldman Formations of the Judith River Group (Campanian) of southeastern Alberta: An illustrated guide. *Natural History Occasional Paper*, No. 25, 1-54pp.

Prieto-Márquez, A. 2008. Phylogeny and historical biogeography of Hadrosaurid dinosaurs. Ph. D. Thesis, College of Arts and Sciences, Florida State University, 861pp.

Quintero de Leonardo, E. 2005. Interpretación Ambiental y Asociación Fosilífera de *Lambeosaurus laticaudus*? Morris, 1981. Cretácico Tardío de Baja California, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, México. 144 pp.

Renne, P. R., Fulford, M.M., Busby-Spera, C. 1991. High resolution $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ chronostratigraphy of the late Cretaceous El Gallo Formation, Baja California del Norte, Mexico. *Geophysical Research Letters*, Vol. 28, No. 3, pp. 459-462.

Rocek, Z. 2008. The Late Cretaceous frog *Gobiates* from Central Asia: its eVolutionary status and possible phylogenetic relationships. *Cretaceous Research*. Vol. 29, pp. 577-591.

Russell, L.S. 1964. Cretaceous Non-marine faunas of Northwestern North America. Royal Ontario Museum, Life Sciences Contributions 61. Toronto: University Press, 24pp..

Russell, L. S. 1975. Mammalian faunal succession in the Cretaceous System of Western North America. Geological Association of Canada, Special Paper. 13, pp. 137–161.

Sánchez-Hernández, B., Benton, M.J., Naish, D. 2007. Dinosaurs and other fossil vertebrates from the Late Jurassic and Early Cretaceous of the Galve area, NE Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Vol. 249, pp. 180-215.

Sanchíz, B. 1998. Salienta. En: Wellnhofer, P. (Ed), *Encyclopedia of Paleoherpétology*, Part 4: 1–275, München (Verlag Dr. Friedrich Pfeil).

Sankey, J.T. 2001. Late Campanian southern dinosaurs. Aguja Formation, Big Bend, Texas. *Journal of Paleontology*, Vol. 75, No. 1, pp. 208-215.

Sankey, J.T., Brinkman, D.B., Guenther, M., Currie, P.J. 2002. Small theropod and bird teeth from the Late Cretaceous (Late Campanian) Judith River Group, Alberta.

Journal of Paleontology, Vol.. 76, No. 4, pp. 751-763.

Sankey, J.T. Standhardt, B.R., Schiebout, J.A. 2005. Theropod teeth from the Upper Cretaceous (Campanian-Maastrichtian), Big Bend National Park, Texas. En: Carpenter, K. (Ed.) The Carnivorous Dinosaurs. Indiana University Press, Bloomington & Indianapolis. pp. 127-152.

Sankey, J.T. 2008a. Vertebrate Paleocology from Microsites, Talley Mountain, Upper Aguja Formation (Late Cretaceous), Big Bend National Park, Texas, USA. En: Sankey, J., Baszio, A., (Eds) Vertebrate Microfossil assemblages, their role in paleocology and paleobiogeography. Indiana University Press, Bloomington & Indianapolis. pp. 61-77.

Sankey, J.T. 2008b. Diversity of Latest Cretaceous (Late Maastrichtian) Small Theropods and Birds: Teeth from the Lance and Hell Creek Formations, USA. En: Sankey, J., Baszio, A., (Eds) Vertebrate Microfossil assemblages, their role in paleocology and paleobiogeography. Indiana University Press, Bloomington & Indianapolis. pp. 117-134

Sahni, A.1972. The vertebrate fauna of the Judith River Formation, Montana. Bulletin of the American Museum of Natural History, Vol.. 147, Art. 6, pp. 323-412.

Schile, C.A. 1974. Sedimentology of the "El Gallo Formation" (Upper Cretaceous), El Rosario, Baja California, Mexico. Master Thesis, San Diego State University, USA, 120 pp.

Smith, J. B. 2002. An examination of dental morphology and variation in Theropod dinosaurs: implications for the identification of shed teeth. Ph. D. Thesis, University of Pennsylvania, USA, 617 pp.

Smith, J.B., Dodson, P. 2003. A proposal for a Standard Terminology of Anatomical Notation and Orientation in fossil Vertebrate Dentitions. Journal of Vertebrate Paleontology, Vol.. 23, No. 1, pp. 1-12.

Smith, J.B., Vann, D.R., Dodson, P. 2005. Dental Morphology and Variation in Theropod Dinosaurs: Implication of isolated Teeth. The Anatomical Record, Part A 285A pp. 699-736.

Steel, R. 1973. Crocodylia, En: Wellnhofer, P. (Ed.) Handbuch der Paleontologie Part 16. München (Verlag Dr. Friedrich Pfeil). pp. 1-116.

Sullivan, R.M., Lucas, S.G. 2003. *Brachychampsia montana* Gilmore (Crocodylia, Alligatoroidea) from the Kirtland Formation (Upper Campanian), San Juan Basin, New Mexico. Journal of Vertebrate Paleontology, Vol.. 23, No. pp. 832-841.

Sullivan, R.M., Lucas, S.G. 2006. The Kirtlandian land-vertebrate "age"-faunal composition, temporal position and biostratigraphic correlation in the nonmarine Upper Cretaceous of western North America. En: Lucas, S.G., Sullivan, R.M. (Eds.) Late Cretaceous vertebrates from the Western Interior. New Mexico Museum of Natural History and Science, Bulletin, Vol.. 35. pp. 7-29.

Torres-Rodríguez, E. 2006. Terópodos del Cretácico Superior del Estado de Coahuila, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México 91pp.

Traverse, A. 2007. Paleopalynology. Springer, 2° ed. 813pp.

Upchurch and Wolfe. 1993. Cretaceous vegetation of the Western Interior and adjacent regions of North America. En Caldwell, W.G.E., Kauffman, E.G. (Eds.) Evolution of the Western Interior Basin. Geological Society of America, Special paper No. 34. pp. 243-281.

Vavrek, M.J., Larsson, H.C.E. 2010. Low beta diversity of Maastrichtian dinosaurs of North America. Proceedings National Academy of Sciences, Vol.. 107, No.18, pp.. 8265-8268

Vullo, R. 2005. Les vertébrés du Crétacé Supérieur des Charentes (Sud-Ouest de la France): Biodiversité, taphonomie, Paléoécologie et paléobiogéographie. Tesis de Doctorado, Université de Rennes, Francia. 302 pp.

Vullo, R. Néraudeau, D. Cenomanian vertebrate assemblages from southwestern France : a new insight into the European mid-Cretaceous continental fauna. Cretaceous Research, Vol.. 29, pp. 930-935.

Ward, P. D., Hurtado, J. M., Kirschvink, J. L., Verosub, K. L. 1997. Measurements of the Cretaceous paleolatitude of Vancouver Island: Consistent with the Baja British Columbia hypothesis: Science, Vol.. 277, pp. 1642–1645

Weishampel, D.B., Barret P.M., Coria, R.A., Le Loeuff J., Xing, X. Xijin, A., Sahni, A., Gomani E, M. P., Noto, C.R. 2004. Dinosaur distribution and biology. En: Weishampel, D.B., Dodson, P., Osmólska, H., (Eds.) The Dinosauria. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California. 2° ed., pp. 517-606.

Wiley, E.O. 1981. Phylogenetics. The principles and practice of phylogenetic systematic. John Wiley & Sons, New York. 439pp.

Williams, G.D., Stelck, C.R. 1975. Speculations on the Cretaceous palaeogeography of North America. The Geological Association of Canada, Special Paper No. 13. pp. 1-20.

Williamson, T.E. 1996. ?*Brachychampsia sealeyi*, sp. nov., (Crocodylia, Alligatoroidea) from the Upper Cretaceous (Lower Campanian) Menefee Formation, Northwestern New Mexico. Journal of Vertebrate Paleontology, Vol.. 16, No. 3, Pp. 421-431.

Wolfe, J. A., Upchurch, G.R. 1987. North American nonmarine climates and vegetation during the Late Cretaceous. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Vol.. 61, No. 1, pp. 33-77.

Referencias usadas únicamente para los listados faunísticos

Armstrong-Ziegler, D.G. 1978. An aniliid snake and associated vertebrates from the Campanian of New Mexico. Journal of Paleontology, Vol.. 52, No. 2, pp. 480-483.

Armstrong-Ziegler, D.G. 1980. Amphibia and reptilia from the Campanian of New Mexico. *Fieldiana: Geology (new series)*, No. 4, pp. 39.

Brinkman, D.B. 1990. Paleocology of the Judith River Formation (Campanian) of Dinosaur Provincial Park, Alberta, Canada: evidence from vertebrate microfossil localities. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Vol. 78, pp. 37-54

Brinkman, D.B. 2002. An illustrated guide to the vertebrate microfossils from the Dinosaur Park Formation. Royal Tyrrell Museum of Palaeontology, pp. 1-102.

Brinkman, D.B., Russell, A.P., Eberth, D.A., Peng, J. 2004. Vertebrate palaeocommunities of the lower Judith River Group (Campanian) of southeastern Alberta, Canada, as interpreted from vertebrate microfossil assemblages. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Vol. 213, pp. 295-313.

Brinkman, D.B., Braman, D.R., Neuman, A.G., Ralrick, P.E., Sato, T. 2005. A Vertebrate assemblage from the marine shales of the Lethbridge Coal Zone. In: Currie, Ph., Koppelhus (Eds.) *Dinosaur provincial park, A spectacular ancient ecosystem revealed*. Indiana University Press, pp. 486-500.

Brochu, C.A. 1997. A review of "*Leydosuchus*" (Crocodyliforms: Eusuchia) from the Cretaceous through Eocene of North America. *Journal of Vertebrate Paleontology*, Vol. 17, No. 4, Pp. 679-697.

Brodkorb, P. 1976. Discovery of a Cretaceous Bird apparently ancestral to the Orders Coraciiformes and Piciformes. En. Olson, S. (Ed.) *Collected Papers in Avian Paleontology. Honoring the 90th Birthday of Alexander Witmore*. Smithsonian Contributions Paleobiology. pp. 67-73

Clemens, W.A. 1963. Mammals of the type Lance Formation, Wyoming. Part I Introduction and Multituberculata. University of California Press, Berkeley and Los Angeles. *Publications Geological Sciences*, Vol. 48 pp. 1-105

Clemens, W.A. 1966. Mammals of the type Lance Formation, Wyoming. Part II Marsupialia. University of California Press, Berkeley and Los Angeles. *Publications Geological Sciences*, Vol. 62 pp. 1-122

Clemens, W.A. 1973. Mammals of the type Lance Formation, Wyoming. Part III Eutheria and summary. University of California Press, Berkeley and Los Angeles. *Publications Geological Sciences*, Vol. 94 pp. 1-102

DeMar, D. G. Jr., Breithaupt, B. H. 2008. Terrestrial and aquatic vertebrate paleocommunities of the Mesaverde Formation (Upper Cretaceous, Campanian) of the Wind River and Bighorn basin, Wyoming, USA. En: Sankey, J., Baszio, A., (Eds) *Vertebrate Microfossil assemblages, their role in paleoecology and paleobiogeography*. Indiana University Press, Bloomington & Indianapolis. pp. 78-103.

Estes, R. 1965. A new fossil salamander from Montana and Wyoming. *Copeia*, No. 1, pp. 90-95.

Langston, W. Jr. 1974. The Ceratopsian dinosaurs and associate lower vertebrates from the St. Mary River Formation (Maastrichtian) at Scabby Butte, Southern Alberta. Canadian Journal of Earth Sciences, Vol.. 12, pp. 1576-1608.

Lillegraven J. A. 1976. A new genus of therian mammal from the Late Cretaceous "El Gallo Formation" Baja California, Mexico. Journal of Paleontology, Vol.. 50, No. 3, pp. 437-443.

Molnar, R. 1974. A distinctive theropod dinosaur from the upper cretaceous of Baja California (Mexico). Journal of Paleontology, Vol.. 48, No.5, Pp. 1009-1017.

Morris, W.J. 1966. Fossil mammals from Baja California: New evidence on Early Tertiary migrations. Science, Vol.. 153, pp.1376-1378.

Sloan, R.E., Van Valen, L. 1965. Cretaceous Mammals from Montana. Science, Vol.. 148, pp. 220-227.