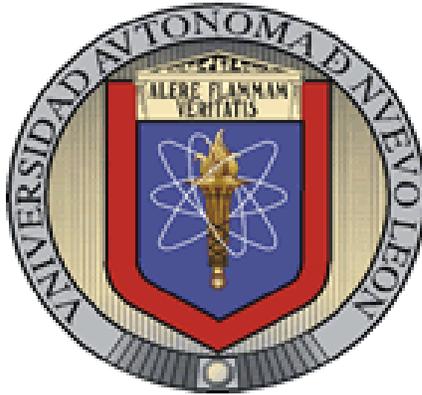


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA**



**PALEOECOLOGÍA DE DINOSAURIOS
HADROSAURIDOS(ORNITHISCHIA: ORNITHOPODA)
DE LA FORMACIÓN CERRO DEL PUEBLO
(CRETÁCICO TARDÍO: CAMPANIANO), COAHUILA, MÉXICO**

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS GEOLÓGICAS

PRESENTA

RAFAEL VIVAS GONZÁLEZ

LINARES, N.L.

AGOSTO 2013



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA



LA TESIS

PALEOECOLOGÍA DE DINOSAURIOS
HADROSAURIDOS(ORNITHISCHIA: ORNITHOPODA)
DE LA FORMACIÓN CERRO DEL PUEBLO
(CRETÁCICO TARDÍO: CAMPANIANO), COAHUILA, MÉXICO

QUE PRESENTA

RAFAEL VIVAS GONZÁLEZ

HA SIDO ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS GEOLÓGICAS

Vo.Bo.

M.C. HÉCTOR E. RIVERA SYLVA

DIRECTOR DE TESIS

LINARES, N.L AGOSTO 2013



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA



LA TESIS

PALEOECOLOGÍA DE DINOSAURIOS
HADROSAURIDOS(ORNITHISCHIA: ORNITHOPODA)
DE LA FORMACIÓN CERRO DEL PUEBLO
(CRETÁCICO TARDÍO: CAMPANIANO), COAHUILA, MÉXICO

QUE PRESENTA

RAFAEL VIVAS GONZÁLEZ

HA SIDO ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS GEOLÓGICAS

Vo.Bo.

COMITÉ DE REVISIÓN DE TESIS

M.C. HÉCTOR E. RIVERA SYLVA

M.C. ANDRÉS RAMOS

DR. UWE JENCHEN

LINARES, N.L.

AGOSTO 2013

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios por darme la vida y otorgarme la oportunidad de continuar por la misma, se que el camino nunca será fácil, mas se quien persevera y lucha por sus sueños, logra sus metas sin importar que tan altas sean estas.

Agradezco a mi director de tesis, gran amigo y hermano M.C. Héctor E. Rivera Sylva, por haber sido mi mentor durante la realización de este trabajo. Su supervisión, consejos e ideas fueron muy importantes durante la elaboración de este proyecto. Un científico metódico, serio y analítico, pero de carácter sencillo, con una calidez humana increíble y un buen sentido del humor. A su esposa, Lucía Alfaro Ortiz, por su colaboración en las excursiones a campo y también por su amistad: “Queridos amigos, de todo corazón les agradezco por todo su apoyo y por brindarme su amistad, es algo que atesorare por siempre, ¡mil gracias y un fuerte abrazo!”

A mis asesores: M.C. Andrés Ramos Ledezma, gran amigo y profesor de la Facultad de Ciencias de la Tierra de la UANL, por su colaboración en la parte de la elaboración del marco geológico de este trabajo, sin duda una persona excepcional y con una humildad admirable; así como también al Dr. Uwe Jenchen, profesor de la misma institución, por sus observaciones y sugerencias respecto a este trabajo.

Al personal del Laboratorio de Paleontología del Museo del Desierto de la Cd. de Saltillo (Coahuila): M.C. José Manuel Padilla, M.C. Martha Carolina Aguilón Martínez, M.C. Claudio A. De León, M.C. María del Rosario Gómez Nuñez, Fernando Cabral; así como también a los técnicos de la misma área como Zaira Casas, Isaí Oyervidez, Julio Robledo y Jaime Flores (el “Jimmy”); a todos ellos por su apoyo y atenciones durante todo este lapso de elaboración del presente trabajo, así como a la misma institución: “De corazón, muchas gracias!”.

Quiero agradecer a mi familia, a mis padres: Rafael Vivas Carranza y María Guadalupe González Martínez por todo su apoyo, cariño, amor y ánimos durante toda mi vida; a mis hermanas Belén E. Vivas González y Jazmín Vivas González, a mis abuelos, primos y tíos: “A todos, ¡los amo!.

A mi querido maestro: M.C. Gerardo Guajardo Martínez, profesor de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL, quien desde que estuve en la licenciatura de biología me motivo por continuar por mi gusto y pasión hacia el ramo de la paleontología, a

pesar de las adversidades y desánimos que sufrí durante el transcurso de la carrera. Hoy no estaría aquí si no hubiera sido por usted: “Profe, ¡lo quiero muchísimo!”

Agradezco también a mis grandes amigos: Jorge Ángel Ortiz Mendieta (biólogo y destacado paleoartista mexicano) y a Brian T. Roach (preparador de fósiles del Museo Peabody de la Universidad de Yale, EU) por siempre inyectarme ese entusiasmo y pasión hacia los dinosaurios, sin duda fueron y siguen siendo influencia en mi formación, no habría podido lograrlo sin la ayuda de ustedes: “ ¡Un abrazo fuerte y les agradezco de corazón su confianza y amistad!”

A mis queridos amigos de Ciencias Biológicas, Ciencias de la Tierra y de la Preparatoria No. 9 de la UANL: al buen Reynaldo Daniel de León Ibarra, Erik Maldonado García, David Alfonso Rodríguez Perales, Francisco Viramontes Estrada, Libertad Sánchez Díaz, Mayra Reyna Vidales Rojas, Diana Elena Aguirre Cavazos, Samanta Flores, Humberto Salazar Sesatty, Esau Ilian Moreno, a mi querida amiga Daniela Pérez Rodríguez, Ricardo Sánchez Díaz, a la Dra. María Elena García Ramírez, al buen profesor M.C. Oscar De León González, al Dr. Juan Homero López Soto, Dr. Francisco Javier Álvarez Mendoza, a Dafne Abrego Dávila, a mi “hermana mayor” Norma Alicia Lugo Guillen, a Gerardo Chapa Villalobos, a la amable Dra. Yolanda Pichardo y su a esposo el Dr. Javier Aguilar, al Dr. J. Guadalupe López Oliva, al Dr. Juan Alonso Ramírez Fernández, a Ariel Ramírez Díaz, Pollet Pinzón, Montserrat Marín, Jesús Salazar Sánchez, a mi buen Cesar Ramírez Peña, Emanuel Duran Saldaña, Alondra López Tapia, Reyna Gómez, Lidia Lerma, Omar Taboada, mis hermanos Isaac González Chao, Mario Antonio Rubio Barrón, Galileo López, Erick Alberto Tapia Valero, entre muchas personas más; ustedes me ayudaron en alguna momento y me marcaron de por vida, no me resta más que agradecerles desde lo más profundo de mi corazón lo que han hecho por mí: ¡los quiero y aprecio muchísimo a TODOS!

A la misma institución de la Facultad de Ciencias de la Tierra por permitirme realizar mi formación de posgrado en sus instalaciones, así como al personal docente que lo conforma. A su director de posgrado, el Dr. Fernando Velasco Tapia, por sus atenciones, consejos, “regaños” y todo su apoyo durante mi estancia en el programa de posgrado de la facultad, así como al director de la propia institución, el Dr. Francisco Medina Barrera.

Sé que hay mucha gente involucrada en esto y sería una lista interminable, más a todos ellos (que de ante mano saben quienes son) les doy las gracias de todo corazón.



Dedico este trabajo a mi querido amigo **Brian T. Roach**, preparador de fósiles del Peabody Museum de la Universidad de Yale (Connecticut, EU). Gracias a él, mi sueño de visitar y trabajar en la Formación Hell Creek se cumplió en el verano de 2009, la cual fue una campaña repleta de hallazgos extraordinarios. Una persona algo tímida, mas sin embargo con una humildad, una gran calidez humana, y una pasión muy grande por los dinosaurios, Brian fue un excelente instructor, gran apoyo y guía durante mi estancia en el poblado de Marmarth en Dakota del Norte, además de ser uno de mis más grandes amigos, casi como un padre para mi durante mi estancia allá en Mammarth.

***“Este trabajo es para ti Brian..... ¡SALUDOS AMIGO MIO,
MUCHISIMAS GRACIAS DE TODO CORAZÓN!***

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Justificación	2
1.2	Meta.....	2
1.3	Objetivos	2
1.4	Hipótesis	3
1.5	Antecedentes.....	3
2	GEOLOGÍA GENERAL: GRUPO DIFUNTA	7
2.1	Características Generales de la Formación Cerro del Pueblo	8
2.2	Edad.....	10
3	LOCALIDAD “LA PARRITA”	12
4	FAUNA ASOCIADA	18
4.1	Biota de Invertebrados fósiles	18
4.2	Invertebrados encontrados en “La Parrita”	20
4.3	Biota de Vertebrados fósiles	21
4.4	Vertebrados encontrados en “La Parrita”	22
4.4.1	Peces.....	22
4.4.2	Reptiles.....	23
4.4.3	Dinosaurios terópodos	27
4.5	Coprolitos	30
5	LOCALIDAD “CAÑADA ANCHA”	36
6	DINOSAURIOS ORNITÓPODOS	40

6.1	Hadrosaurios	41
6.2	Paleobiología	42
6.3	Paleoecología	45
6.4	Distribución Geográfica	46
6.5	Hadrosaurios encontrados en la Formación Cerro del Pueblo.....	46
7	PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA	47
7.1	Hadrosauridos indeterminados	47
7.2	Lambeosaurinos indeterminados	68
8	AMBIENTES DE DEPÓSITO.....	82
8.1	Localidad de “La Parrita”.....	82
8.2	Localidad de “Cañada Ancha”	83
9	DISCUSIÓN	85
10	CONCLUSIÓN.....	89
11	BIBLIOGRAFÍA	92

TABLA DE FIGURAS (localidades, mapas, esquemas, dibujos)

- Fig. 1: Mapa que muestra las cuencas fosilíferas de edad Cretácica en el estado de Coahuila, México; así como también la estratigrafía de la Cuenca de Parras, ilustrando al Grupo Difunta y las formaciones que la componen (tomado de Gates et al. 2007).....8
- Fig. 2: Paleogeografía de la parte terminal del Cretácico para el noreste de México (tomado de Kirkland et al. 2000)..... 11
- Fig. 3: Carta geológica señalando la localidad de “La Parrita”, municipio de General Cepeda (Coah.). Escala 1:250,000, Servicio Geológico Mexicano..... 13
- Fig. 4: Secuencia de estratos en la base de Cerro del Pueblo. En la base, lutitas con algunos fragmentos de huesos de dinosaurio, seguida de una capa de limolitas con alto contenido de bivalvos. Encima de los estratos de limolita, se encuentra un paquete masivo de 90 cm de arenisca, el cual en su parte superior presenta una gran concentración de gasterópodos. La varilla representa 150 cm de longitud..... 14
- Fig. 5: Esquemática estratigráfica de la Formación Cerro del Pueblo en la localidad de “La Parrita”. Básicamente la formación está constituida de estratos de lutitas masivas intercaladas con pocos estratos de areniscas masivas, estos últimos con un alto contenido de gasterópodos marinos..... 15
- Fig. 6: Capa de limolitas con alto contenido de bivalvos.....16
- Fig. 7: Areniscas masiva con alto contenido de gasterópodos en su horizonte superior.....16
- Fig. 8: Últimos 48 metros concernientes a la litología de la Formación Cerro del Pueblo en “La Parrita”; nótese los paquetes masivos de lutitas. En los 3 metros correspondientes a areniscas masivas, se encuentra una alta concentración de conchas de bivalvos.....17
- Fig. 9: Zona de “micrositio”: aquí se encuentra una diversa asociación de fauna vertebrada fósil en sedimentos lutíticos intemperizados; los colectores que aparecen

(izq.-der.): Héctor Rivera Sylva y Lucia Alfaro Ortiz..... 20

Fig. 10: Carta geológica señalando la localidad de “Cañada Ancha”, municipio de Ramos Arizpe (Coah.). Escala 1:250,000, Servicio Geológico Mexicano..... 37

Fig. 11: Esquemática estratigráfica de la Formación Cerro del Pueblo en la localidad de “Cañada Ancha”. Esta constituida en su base por un miembro de lutita-arenisca, seguida de un miembro de limolita y en el tope por areniscas. En el segundo miembro es en donde se encuentra una alta concentración de huesos concernientes a hadrosaurios..... 38

Fig. 12: Parte de una maxila de hadrosaurio encontrada en el “Cementerio de Hadrosaurios” en “Cañada Ancha” (Ramos Arizpe, Coahuila). Fotografía por Lucia Alfaro Ortiz..... 39

Fig. 13: Extracción de una tibia del ejemplar CA002, en la localidad de “Cañada Ancha”, municipio de General Cepeda; Coahuila. Fotografía por Lucia Alfaro Ortiz..... 39

Fig. 14: Mecanismo mandibular en los ornitópodos, ilustrando la movilidad lateral de la mandíbula superior (pleuroquinesis). Tomado de Fastovsky & Weishampel (2009)..... 41

Fig. 15: Cladograma de los Hadrosauridae; los caracteres derivados incluyen: 1) tres o más reemplazamientos de los dientes en cada posición, extensión posterior de la hilera de los dientes del dentario hasta atrás ápice del proceso coronoide, ausencia del foramen surangular, ausencia o fusión del supraorbital hacia el borde de la cuenca orbital, proceso coracoideo largo, escapula proximal estrecha dorsoventralmente; 2) ausencia del hueso coronoide, reducción en contribución surangular en el proceso coronoide, margen oral premaxilar en doble hilera, occiput triangular, ocho o más vertebrae sacrales, carpos reducidos, foramen obturador púbico totalmente abierto, ausencia de los tarsales distales II y III; 3) maxila carente de un proceso anterior pero desarrollando un “estante” en pendiente dorsal, ranura en el proceso posterolateral de la premaxila, ápice maxilar bajo, una cresta parietal menos de la mitad de la longitud de la fenestra supratemporal; 4) presencia de margen caudal en la fosa circumnarial (tomado de Fastovsky & Weishampel 2009).....43

Fig. 16: Cavidades nasales altamente modificadas ubicadas dentro de las crestas huecas en las cabezas de hadrosaurios lambeosaurinos: a) Lambeosaurus; b) Parasaurolophus; c) Corythosaurus (tomado de Fastovsky & Weishampel 2009)..... 44

Fig. 17: Crecimiento y dimorfismo sexual en hadrosaurios lambeosaurinos: a) juvenil y b) adulto de <i>Corythosaurus</i> ; c) macho (?) y d) hembra (?) de <i>Lambeosaurus</i> (tomado de Fastovsky & Weishampel 2009).....	45
Fig. 18: Hadrosaurios encontrados en la Formación Cerro del Pueblo; de izquierda a derecha: a) <i>Velafrons coahuilensis</i> , b) <i>Lathirinus uitstlani</i> y c) <i>Kritosaurus</i> . No representados a escala.....	47
Fig. 19: Reconstrucción del ejemplar CA001, ilustrando los elementos encontrados del espécimen.....	52
Fig. 20: Reconstrucción del ejemplar EP001, ilustrando los elementos encontrados del espécimen.....	58
Fig. 21: Reconstrucción del ejemplar PS001, ilustrando los elementos encontrados del espécimen.....	61
Fig. 22: Reconstrucción del ejemplar OC001, ilustrando los elementos encontrados del espécimen.....	63
Fig. 23: Reconstrucción del ejemplar LP01, ilustrando los elementos encontrados del espécimen.....	65
Fig. 24: Reconstrucción del ejemplar LP02, ilustrando los elementos encontrados del espécimen.....	66
Fig. 25: Reconstrucción del ejemplar LP03, ilustrando los elementos encontrados del espécimen.....	68
Fig. 26: Reconstrucción del ejemplar CA002, ilustrando los elementos encontrados del espécimen.....	74
Fig. 27: Reconstrucción del ejemplar LP52, LPA, CERO209; ilustrando los elementos encontrados del espécimen.....	81
Fig. 28: Reconstrucción paleogeográfica de la región interior oeste de Norteamérica durante el Campaniano (80-75 millones de años). La asociación <i>Kritosaurus-Velafrons</i> solo ocurre para la Formación Cerro del Pueblo, la simbología que caracteriza a esta	

asociación se utiliza de manera general para representar a otros géneros lambeosaurinos (Corythosaurus, Parasaurolophus) encontrados en diversas formaciones en Estados Unidos y Canadá (adaptado de Lehman 2001)..... 88

Fig. 29: Reconstrucción paleoecológica en la Formación Cerro del Pueblo para la localidad de “La Parrita”. Constituye un ambiente estuarino en donde ocurría la intercalación de aguas marinas y continentales; ambiente cercano al océano. Las faunas encontradas en el lugar (izquierda a derecha) son: hadrosaurio lambeosaurino, posiblemente ligado al género *Velafrons*; manada de hadrosaurios hadrosaurinos; cocodrilo goniofolido; *Trionyx* sp. (Tortuga de caparazón blando); dinosaurios terópodos (aquí representado por un tiranosaurido).....90

Fig. 30: Grupo de hadrosaurios lambeosaurinos en un evento de inundación; los restos de estos animales fueron transportados y depositados a orillas de un “brazo muerto” de río. Después de lo sucedido, dinosaurios terópodos debieron haberse movilizad para poder alimentarse de los cadáveres transportados hasta el lugar..... 90

Fig. 31: Reconstrucción de un tiranosaurido alimentándose de la carcasa de un hadrosaurio lambeosaurino, basado en las marcas de dientes en el ejemplar CA002; localidad de “Cañada Ancha”.....91

LÁMINAS (fotografías del material trabajado)

Lámina I: Moluscos colectados en “La Parrita”: a) Flamingostrea susapatulata., b) Lissapiopsis sp, c) Cerithium nodosa y d) segmento de Sphenodiscus sp. Escala: 50 mm.....	21
Lámina II: Cráneo de pez Siluriforme colectado en “La Parrita”. Escala: 100 mm.....	23
Lámina III: Elementos concernientes a Euclastes coahuilensis. a) Vista dorsal y b) vista ventral del cráneo de E. coahuilensis (replica: original encontrado en el ejido de “Rincón Colorado”, General Cepeda); c) caparazón colectado en “La Parrita”. Escala: 100 mm.....	25
Lámina IV: Elementos colectados correspondientes al género Trionyx: a) porción distal de un hueso de extremidad, b) pieza de plastrón y c) fragmentos de caparazón. Escala: 30 mm.....	25
Lámina V: a) Vértebras caudales y b) placas óseas de cocodrilo colectados en el área de estudio. Escala: 10 mm.....	26
Lámina VI: a) Garra y b) vértebras caudales de un dinosaurio ornitomímido joven. Escala: 10 mm.....	28
Lámina VII: Diente de dromeosaurido encontrado en la localidad, fue el único que se encontró con respecto a este tipo de dinosaurio; sus dentículos están muy desgastados como para poder ser más precisos en su identificación. Escala: 5 mm.....	29
Lámina VIII: Dientes de tiranosauridos colectados en el área del “micrositio”. Escala: 50 mm.....	30
Lámina XI: Coprolitos correspondientes al grupo 1, nótese las marcas de la acción del esfínter. Escala 10 mm. Tomado y modificado de Rodríguez-de la Rosa et al. (1998).....	32

Lámina X: Coprolitos correspondientes a los grupos 2 (a-b), 3(c-e), 4(f-h) y 5(i-l). Escalas en (a-h): 1 mm, en (i-l): 5 mm. Tomado de Rodríguez-de la Rosa et al (1998).	33
Lámina XI: Coprolitos correspondientes a los grupos 6 (a-h), 7(i), 8(j), 9(k) y 10 (l,m: asociadas a un carnívoro debido a un fragmento de hueso encontrado en la muestra). Escalas en (a-h): 1 mm, en (i-l): 5 mm. Tomado de Rodríguez-de la Rosa et al. (1998).	33
Lámina XII: Conjunto de coprolitos encontrados en el “micrositio” de la localidad de “La Parrita”: a) Grupo 1, b) Grupo 2, c) Grupo 3 y d) Grupo 8. Escala: 30 mm.....	34
Lámina XIII: Coprolito correspondiente al Grupo 6, nótese las estrías al costado, extendiéndose de manera longitudinal a lo largo del cuerpo de la pieza. Se atribuye este tipo de coprolitos a un tipo de vertebrado herbívoro en específico, mas la naturaleza del mismo sigue siendo desconocida. Escala: 5 mm.....	35
Lámina XIV: Espécimen CA001, ilustrando: a) fémur, b-c) fíbulas, d) tibia, e-f) partes de metatarso. Escala 100 mm.....	52
Lámina XV: Espécimen (EP001): a-c) vértebras cervicales, d) vértebra proximal caudal, e) vértebra caudal distal, f-g) falanges, h) cubito. Escala 100 mm.....	58
Lámina XVI: Espécimen PS001: a) parte distal de humero, b-c) parte proximal y distal de metatarso, d-r) vértebras caudales. Escala 100 mm.....	61
Lámina XVII: Vértebra sacra en vistas: a) dorsal, b) ventral, c) distal; y d) proximal. Escala: 10 cm.....	63
Lámina XVIII: Espécimen LP01; vértebra cervical en vistas: a) anterior, b) posterior, c) dorsal, y d) ventral. Escala: 100 mm.....	64
Lámina XIX: Espécimen LP02; vértebra proximal caudal en vistas: a) anterior, b) posterior, c) lateral derecha, y d) lateral izquierda. Escala: 100 mm.....	66

Lámina XX: Espécimen LP03; ungal del dígito II correspondiente a la mano izquierda de un hadrosaurio juvenil en vistas: a) anterior y b) posterior. Escala: 30 mm.....67

Lámina XXI: Espécimen CA002: a) humero, b) vertebra proximal caudal, c) vertebra distal caudal, d) parte de fíbula, e-f) vertebras media caudales. Escala: 100 mm.....73

Lámina XXII: Vista frontal de la porción proximal de la tibia (CA002-9) ilustrando la ubicación de las marcas atribuidas a mordidas.....73

Lámina XXIII: Espécimen LP, LPA, CERO209: a) fémur, b) tibia y fíbula, c) pubis, d) costillas, e) humero, f) chevron, g-h) vértebras caudales proximales, i) vértebra media dorsal, j-k) metatarsos, l-m) falanges, n) metatarso. Escala: 100 mm..... 80

RESUMEN

La Formación Cerro del Pueblo (Cretácico Tardío: Campaniano) se encuentra ubicada dentro del Grupo Difunta en lo que es el Estado de Coahuila (México), y es conocida por su alta riqueza paleontológica. Los dinosaurios constituyen la fauna más sobresaliente en esta formación, encontrándose miembros representativos de tres grupos: ornitópodos, ceratópsidos, terópodos y anquilosaurios.

Se trabajo con ejemplares concernientes a hadrosauridos de la Formación Cerro del Pueblo colectados en las localidades de "La Parrita" (General Cepeda, Coah.) y "Cañada Ancha" (Ramos Arizpe, Coah.), para su limpieza, preparación y descripción dentro de las instalaciones del Museo del Desierto en la ciudad de Saltillo, Coahuila. Un total de nueve ejemplares de la Familia Hadrosauridae fueron descritos en este trabajo, siete de ellos pertenecientes a la subfamilia hadrosaurinae y dos a la subfamilia lambeosaurinae; también se consideraron otras faunas fósiles (invertebrados y vertebrados; coprolitos) asociadas a los ejemplares. Se elaboraron perfiles geológicos en ambas localidades y se colectaron muestras de sedimento para la búsqueda de microfósiles (foraminíferos).

Los resultados indican que para la localidad de "La Parrita", el ambiente en el cual se depositaron los restos de dinosaurios hadrosauridos y otras faunas asociadas se relaciona a ambientes estuarinos, debido a la presencia de invertebrados marinos (*Lissapiopsis* sp. y *Cerithium nodosa*) junto a faunas características de agua dulce (*Trionyx* sp.); mientras que para la localidad de "Cañada Ancha" los restos encontrados fueron el resultado de un evento de tipo catastrófico natural (inundación o crecida de río).

Palabras clave: Formación Cerro del Pueblo, hadrosaurios, La Parrita, Cañada Ancha, invertebrados, vertebrados, coprolitos, estuario.

ABSTRACT

The Cerro del Pueblo Formation (Late Cretaceous: Campanian) is located within the Difunta Group in what is the State of Coahuila (Mexico), and is known for its high paleontological richness. Dinosaurs are the most outstanding fauna in this geological formation, being representative three main groups: ornithopod, ceratopsian, theropod and ankylosaur dinosaurs.

Individuals concerning the group of the ornithopods in the Cerro del Pueblo formation were collected in the localities of "La Parrita" (General Cepeda, Coah.) and "Cañada Ancha" (Ramos Arizpe, Coah.). The pieces were cleaned, prepared and described in the Museo del Desierto at Saltillo, Coahuila. A total of nine specimens were described in this work, seven of them belonging to hadrosaurine dinosaurs and two related to lambeosaurine. We also considered other fossil faunas (invertebrate and vertebrate fossils; coprolites) associated with the specimens. Geological profiles were developed as well as sediment samples were collected from the sites in order to identify microfossils.

The results indicate that for the site known as "La Parrita" the environment in which the remains were found are related to estuarine environments due to the presence of marine invertebrates (Lissapiopsis sp. and Cerithium nodosa) and freshwater faunas (Trionyx sp.) in the same strata. For "Cañada Ancha" the remains found were the result of a catastrophic event (flood or river flood).

Key words: Cerro del Pueblo Formation, hadrosaurs, La Parrita, Cañada Ancha, invertebrates, vertebrates, coprolites, estuary.

1 INTRODUCCIÓN

La Clase Ornithopoda es el primer nombre usado por Marsh (1881b) para designar a las formas de dinosaurios herbívoros bípedos, carentes de coraza; algunos de los cuales (Hadrosauridae) presentan una dentición compleja. Sus orígenes se remontan desde el Jurásico Temprano y con dominancia hasta el final del Cretácico. Su tamaño era variable según el género y sus restos han sido encontrados en lo que ahora es Europa, Asia, Norteamérica y con algunos registros en Sudamérica. Son comunes en el registro fósil durante todo el Cretácico ya que constituían aproximadamente el 70% de las faunas de dinosaurios a nivel mundial. En México, la Formación Cerro del Pueblo constituye un afloramiento idóneo para la búsqueda de restos de dinosaurios; se localiza al sureste del estado de Coahuila y es reconocida por su alta riqueza en contenido fósil, abarcando invertebrados y vertebrados. La biota más destacada la conforman dinosaurios ornitópodos, ceratópsidos y terópodos, respectivamente. En los últimos años se han realizado una serie de hallazgos que involucran la presencia de este grupo extinto de reptiles en localidades como Rincón Colorado, localizado en el Municipio de General Cepeda, en Coahuila, de donde se han reportado nuevo género, único y exclusivo para nuestro país. El propósito del presente trabajo consiste en elaborar un estudio paleoecológico de dinosaurios hadrosauridos en las localidades de “La Parrita” y “Cañada Ancha”, ubicadas en los municipios de General Cepeda y Ramos Arizpe, en el estado de Coahuila.

1.1 Justificación

El presente trabajo pretende elaborar un registro detallado del material disponible con respecto a dinosaurios de la Familia Hadrosauridae, recolectados durante los últimos años en la Formación Cerro del Pueblo (Cretácico Tardío) de la Cuenca de Parras, en las localidades de “La Parrita” y “Cañada Ancha”, en los municipios de General Cepeda y Ramos Arizpe, Coahuila. Este material está resguardado en la Colección Paleontológica de Coahuila (CPC), en las instalaciones del Museo del Desierto en la Ciudad de Saltillo. Se estudiara dicho material para actualizar el registro fósil de este tipo de dinosaurios en la FCdP. Además, con el análisis del material fósil asociado a estos dinosaurios y muestras de sedimento para la identificación de microfósiles colectadas en los sitios, se pretende determinar el ambiente de depósito.

1.2 Meta

Establecer en las localidades de “La Parrita” y “Cañada Ancha” el ambiente específico local en el cual se preservaron los restos de hadrosaurios a trabajar en el presente estudio, abarcando microfósiles y macrofósiles asociados a los ejemplares a describir, así como la geología general del área.

1.3 Objetivos

- Describir el material de dinosaurios hadrosauridos colectados en la Formación Cerro del Pueblo, procedentes de las localidades de “La Parrita” (General Cepeda), y “Cañada Ancha” (Ramos Arizpe), en el Estado de Coahuila.
- Elaborar un perfil geológico para establecer la estratigrafía de la Formación Cerro del Pueblo en las localidades de estudio, y determinar en qué nivel se encuentran los restos fósiles de hadrosaurios.
- Establecer el ambiente en el que se depositaron los restos de dinosaurios, así como caracterizar la fauna asociada a los mismos.

1.4 Hipótesis

Los restos de hadrosaurios son comúnmente asociados a sedimentos lutíticos en las localidades de “La Parrita” (General Cepeda, Coah.) y “Cañada Ancha” (Ramos Arizpe, Coah.), sin embargo el ambiente en el que fueron depositados dichos restos no ha sido establecido de manera específica para estas localidades. La fauna (invertebrados y vertebrados) asociada a los restos de hadrosaurios en estas áreas puede proporcionar información para establecer dicho ambiente de preservación.

1.5 Antecedentes

El primer registro de dinosaurios en México pertenece a Haarmann (1913) y posteriormente descrito por Janensch (1926), quien describió elementos fragmentarios que atribuyo a un dinosaurio ceratópsido indeterminado, actualmente identificados como una cintura pélvica de un hadrosaurido (Rivera-Sylva press. com.). Este hallazgo se realizó en una localidad conocida como “Los Estratos de La Soledad”; de edad Cretácico Tardío, al oeste del estado de Coahuila. En la primera parte de la década de los años 80’s, se elaboró una colecta sistemática de restos de dinosaurios en Coahuila por parte de investigadores del Royal Tyrrel Museum de Alberta, Canadá. Sin embargo, ninguna descripción detallada de este material ha sido publicada desde ese entonces, teniendo solamente informes generales (Hernández-Rivera 1992, Hernández-Rivera & Kirkland 1993, Hernández-Rivera et al. 1995).

Otra campaña paleontológica se realizó a finales de los 80’s por investigadores del Instituto de Geología de la UNAM, llevada a cabo al sureste de Coahuila en la Formación Cerro del Pueblo. Esto resultó en el montaje de un esqueleto de hadrosaurio gryposaurino atribuido al género *Latihrinus* en el Instituto de Geología de la UNAM, ciudad de México (Hernández-Rivera 1997).

Meyer et al. (2005) documentaron dos localidades donde observaron la presencia de huellas de diversos tipos de vertebrados: Una de las localidades cerca de Sabinas, en la Sierra Madre Oriental (Formación Escondido: Maastrichtiano), en donde se registraron algunas huellas de terópodos de tamaño medio, posibles huellas de pterosaurio, tortugas y

cangrejos. La otra localidad esta en Santa Helena, cerca de la Villa de Melchor Musquiz (Formación Olmos: Campaniano), que cuenta con huellas de diversos tipos de dinosaurios, siendo las mejor preservadas las correspondientes a un terópodo grande. Ambas localidades se sitúan en la Cuenca de Sabinas, en Coahuila. Así mismo, Rodríguez-de la Rosa (2007) reportó una localidad con huellas de dinosaurios hadrosauridos para la Formación Cerro del Pueblo, de edad Campaniana. A la fecha, tres localidades reportan huellas bien preservadas: “Las Águilas”, otra conocida como “Hadrosaurio borracho”, y la localidad de “La Parrita”. Estas fueron descubiertas durante las campañas del 2003-2004 durante el Proyecto “Dinosaurios de la Cuenca de Parras”, integrada por personal investigador del Royal Tyrrel Museum de Alberta (Canadá), la Universidad de Utah (EUA), y de la Secretaria de Educación y Cultura de Coahuila (Rodríguez-de la Rosa et al. 2003,2004).

Kirkland et al. (2006) hicieron un estudio de los dinosaurios hadrosaurinos pertenecientes a la última etapa del Campaniano (Cretácico Tardío) encontrados en Coahuila. Se colectó una gran variedad de elementos craneales y poscraneales, estos fueron comparados con la porción anterior de un cráneo de hadrosaurido de gran tamaño recuperados en la Cuenca Central de Sabinas en 1987 (fragmentos postcraneales) y una porción anterior de cráneo en Cerro del Pueblo. Ambos pertenecen a la parte más superior del Campaniano y parecen pertenecer a un mismo taxón, debido a que ambos son de gran tamaño y comparten una batería dentaria similar. Características distintivas del ejemplar de Sabinas incluyen un isquion dorsalmente recurvado (presente en *Hadrosaurus foulkii*), una maxila subrectangular y un dentario anterior a manera de gancho apuntando hacia abajo (también presente en *Kritosaurus navajovius*). Atribuyeron este material al género *Kritosaurus*, pero indeterminables para nivel de especie. Los 1.3 m de longitud del fémur del ejemplar de Sabinas sugieren una longitud estimada de 11 m. Basándose en comparación con otros hadrosauridos, *Kritosaurus* representa uno de los hadrosauridos más grandes documentados en Norteamérica, comparándolo con *Edmontosaurus regalis*. La biogeografía y el intervalo de tiempo separan a *Kritosaurus* y *Gryposaurus*; mientras que *Kritosaurus* (de la parte sur de Norteamérica) y *Edmontosaurus* (de la parte norte de Norteamérica) tienen rangos biogeográficos que se traslapan hacia el final del Cretácico.

Gates et al. (2007) describieron un nuevo dinosaurio hadrosaurido del tipo lambeosaurino para la Formación Cerro del Pueblo: *Velafrons coahuilensis*. Aunque el ejemplar holotipo es de un animal joven (falta de desarrollo total de la cresta y de menor tamaño en comparación con otros lambeosaurinos reportados en Norteamérica), constituye un taxón único debido a que el hueso prefrontal no está desviado y dorsalmente ubicado en el proceso escamosal. Análisis filogenéticos lo sitúan entre los lambeosaurinos cercano a *Corythosaurus* e *Hypacrosaurus*. Biogeográficamente, *Velafrons* está datado en 73.5 millones de años, y está restringido hacia la región sur de la Cuenca Interior del Oeste de Norteamérica (Gates et al. 2007).

Rodríguez-de la Rosa (2007) reportó que durante la primera década del presente siglo, la Coordinación de Paleontología de la Secretaría de Educación Pública del estado de Coahuila desarrolló diversas investigaciones paleontológicas, que destaca el proyecto “Dinosaurios de la Cuenca de Parras”, buscando entender la fauna y flora existentes durante fines del Cretácico en lo que hoy es el sureste de Coahuila, además de su paleoambiente, aspectos paleogeográficos y paleobiológicos.

Rivera-Sylva et al. (2009a) documentaron el hallazgo de varias vértebras (destacando las pertenecientes a dinosaurios hadrosaurinos) en la Formación Aguja (Cretácico Tardío: Campaniano) en la localidad de “La Salada”, al norte de Coahuila. Una de ellas proporciona evidencia de depredación por parte del cocodrilo gigante *Deinosuchus riograndensis*.

Rivera-Sylva et al. (2009b) reportaron un nuevo yacimiento fosilífero correspondiente al Cretácico Tardío (Campaniano) en el municipio de Ocampo, en una localidad conocida como “Las Jicoteas” al noroeste de Coahuila. Dicho material fue colectado durante las campañas realizadas entre 2007-2008. La secuencia estratigráfica donde ocurre dicho afloramiento se correlaciona con el miembro más bajo de la Formación Aguja continental, que aflora en la región del Big Bend en el estado de Texas, EUA. Aquí se encontraron restos atribuidos a algunas familias de dinosaurios, entre ellas *Hadrosauridae*, así como fauna asociada: peces lepisosteidos, tortugas y cocodrilos. Las condiciones paleoecológicas inferidas en base a este material sugieren un sistema similar a un prodelta, lagunas y un ambiente estuarino cercano al océano.

Prieto-Márquez & Serrano-Brañas (2012) reportaron la presencia de una especie más de hadrosaurio de tipo hadrosaurino: *Lathirinus uitstlani*, para la Formación Cerro del Pueblo. Encontrado en el ejido de “Presa de San Antonio”, en el Municipio de Parras de la Fuente (Coahuila); este hadrosaurio está estrechamente emparentado con el género *Kritosaurus*, siendo su atributo sobresaliente un foramen narial más amplio y una cresta deltoide curvada anterodorsalmente en el humero.

2 GEOLOGÍA GENERAL: GRUPO DIFUNTA

El primer estudio realizado en este Grupo fue elaborado por Imlay (1936), quién realizó su descripción asignando el nombre de Formación Difunta en las colinas de El Pozo-Boquillas, ubicada al noroeste de la Sierra de Parras, en Coahuila. Posteriormente, Murray et al. (1962) elevaron esta unidad a rango de grupo con siete formaciones: Cerro del Pueblo, Cerro Huerta, Cañon del Tule, Las Imágenes, Cerro Grande, Las Encinas y Rancho Nuevo (**Fig.1**). McBread et al. (1974) realizaron un estudio de la estratigrafía estructural de este grupo, reconociendo que en la parte occidental y central de la Cuenca de Parras, el Grupo Difunta está constituido por siete unidades (las mismas siete de Murray et al. 1962), y en la parte oriental se suman las formaciones Muerto y Tanque. Para la Cuenca de La Popa dentro del estado de Nuevo León, se integran en orden ascendente las formaciones de Muerto, Potrerillos, Adjuntas, Viento y Carroza.

Esta unidad constituye una unidad formal sensu Murray et al. (1962); cumpliendo con los procedimientos establecidos para la definición de unidades formales en el momento de su publicación. Con relación a las formaciones incluidas dentro del grupo se considera la propuesta de McBride et al. (1974). Este grupo cuenta con un espesor de 5,000 metros y abarca geográficamente la porción sur del estado de Coahuila y una porción del noroeste de Nuevo León (McBride et al. 1974, Laudon 1984, Vega-Vera 1987). Según McBride et al. (1974), su depósito comenzó durante el Cretácico Tardío por la erosión de elementos positivos que se encontraban al oeste y suroeste de la Cuenca de Parras y al noreste de la Cuenca de La Popa, concluyendo dicho proceso en el Paleoceno. Vega-Vera et al. (1989) concluyeron en base al conjunto fósil reconocido en la Cuenca de La Popa que el alcance estratigráfico del Grupo Difunta varía del Maastrichtiano al Eoceno.

La litología de cada unidad en este grupo está dominada por limolita, lutita, arenisca y lentes de caliza en una proporción menor (McBride et al. 1974).

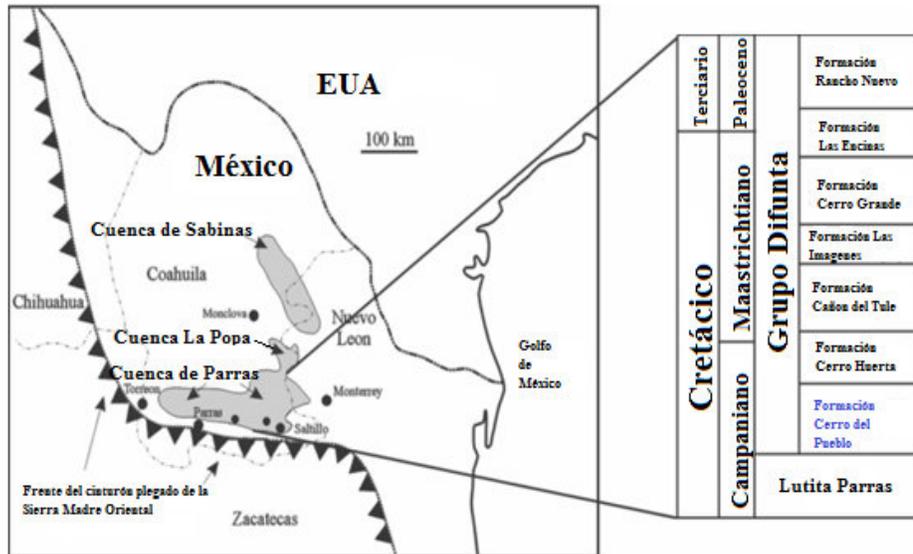


Fig. 1: Mapa que muestra las cuencas fosilíferas de edad Cretácica en el estado de Coahuila, México; así como también la estratigrafía de la Cuenca de Parras, ilustrando al Grupo Difunta y las formaciones que la componen (tomado de Gates et al. 2007).

Vega-Vera et al. (1987) señalaron que la correlación entre las cuencas de Parras y La Popa es compleja, debido a las diferencias litológicas y paleontológicas existentes entre ambas. En algunos horizontes del Grupo Difunta en la Cuenca de Parras, existen importantes yacimientos de arenisca ferro-titano-zirconíferas en la Sierra Las Imágenes y Mina Rinconada, situada al norte de la ciudad de Saltillo. Tienen importancia económica debido a su explotación para la elaboración de arcillas industriales (Barboza et al. 1997).

2.1 Características Generales de la Formación Cerro del Pueblo

Murray et al. (1962) describieron que en su localidad tipo, la Formación Cerro del Pueblo está constituida de arenisca calcárea y limolita gris a ocre, de grano fino a medio, y de lutita calcárea, físil a nodular, gris a negra. Esta localidad se encuentra al oeste de la Carretera Saltillo-Torreón, en las inmediaciones del noreste de la ciudad de Saltillo. En pocas partes de la secuencia se encuentra arenisca calcárea de grano grueso, gris a ocre. Su carácter litológico es uniforme, a excepción del municipio de Ramos Arizpe, en donde la arenisca y limolita son lenticulares. La

limolita-arenisca basal presenta gran extensión en la parte este de la Cuenca de Parras, la glauconita se encuentra localmente cerca de Benito Juárez, sobre la Carretera Saltillo-Torreón. Comúnmente en los estratos de arenisca se observa estratificación cruzada, marcas de oleaje y estructuras sedimentarias asociadas.

Tardy (1972) señaló que la parte inferior y media de la Formación Cerro del Pueblo está formada por un “flysch” * pelítico a pelítico arenoso en el que alternan arenisca calcárea con granos finos, de color gris ocre y lutita calcárea de textura físil de color gris a negro. Los 50 metros superiores están formados por un flysch arenoso en el que predominan capas gruesas (2-5 m) de arenisca calcárea con granos medios, separados por lechos muy finos de lutitas.

El espesor en la localidad tipo es de 310 m, mientras que para otras partes de la Cuenca de Parras oscila entre los 300-350 m (Murray et al. 1962). Espesor máximo de 500 m han sido reportados en las inmediaciones de Saltillo por McBride et al. (1974). Sobreyace concordantemente con la Formación Parras y subyace concordantemente a la Formación Cerro Huerta. Con respecto al ambiente de depósito, este es atribuido a planicie aluvial, planicie deltáica y frente deltáico (McBride et al. 1975).

Es lateralmente equivalente a parte de la Formación El Muerto en la parte este de la Cuenca de Parras, Formación Cárdenas en San Luis Potosí, con la Formación Escondido en la Cuenca de Sabinas y el Grupo Navarro en Texas (Wolleben 1977).

Eberth et al. (2004) elaboraron secciones de referencia principales y suplementarias para esclarecer las relaciones estratigráficas y la historia de depósito de la Formación Cerro del Pueblo. Establecieron que esta formación gana espesor (de 162 m. reportados en Saltillo hasta 449 m. en la localidad de “Rincón Colorado” y 540 m. en el “Porvenir de Jalpa”, a 70 km. de la ciudad de Saltillo).

*Un “flysch” es una facie rocosa de origen sedimentario compuesta por alternancias de capas de roca dura -cohesiva- (caliza, pizarra o areniscas) intercalada con otras más blandas -friables- (margas y arcillas). Esta disposición favorece la erosión diferencial, pues las capas friables son desgastadas con mayor facilidad que las capas cohesivas. Esto hace que las capas duras se queden en resalte y sin apoyo, que así son erosionadas más fácilmente, pero a la vez la existencia de las rocas duras protege a las blandas (Einsle 2000).

En diversas partes del área de estudio, reportaron que sobreyaciendo a la Formación Cerro del Pueblo existe un conspicuo intervalo estratigráfico formado por intercalaciones de capas gruesas gris-verde y rojas, las cuales asignaron a la Formación Cerro Huerta (Eberth et al. 2004).

El engrosamiento en dirección oeste de la Formación Cerro del Pueblo indica un incremento en la tasa de subsidencia y acomodo de sedimentos en esta dirección (Eberth et al. 2004). Esto sugiere que el sedimento era aportado desde el oeste, a lo largo de una depresión angosta, orientada este-oeste, ubicada al sur de las áreas estudiadas (“La Escondida”, “Rincón Colorado” y “Las Águilas”) y subparalela a la Sierra Madre Oriental. Esta depresión probablemente correspondía a la ubicación de una bahía, en la cual los sedimentos de Cerro del Pueblo se acumularon primero y después progradaron lentamente hacia el este y noreste (Eberth et al. 2004). En términos generales, la Formación Cerro del Pueblo registra el depósito en ambientes de planicie costera baja, de muy bajo gradiente y condiciones marinas someras (de rampa) que fueron influenciados por cambios de alta frecuencia en el nivel del mar y eventos costeros de tormenta (Eberth et al. 2004); las facies e información estratigráfica sugieren que los sedimentos de Cerro del Pueblo fueron depositados en un ambiente de planicie costera de bajo gradiente y ampliamente homogéneo, que incluía canales bajos y sinuosos, tierras húmedas con abundante vegetación así como lagos, estanques y lagunas/bahías y frentes deltaicos arenosos (McBread et al. 1975, Hill 1988).

2.2 Edad

La edad de la Formación Cerro del Pueblo fue considerada originalmente como Maastrichtiana, basándose en la ocurrencia de *Exogyra costata* y del ammonite *Sphenodiscus* spp. cerca de su base (Wolleben 1977). Sin embargo, correlaciones realizadas en la estratigrafía del Cretácico en Norteamérica con respecto al Campaniano-Maastrichtiano de Europa indican que este contacto se ubica estratigráficamente en una posición más elevada. Más soporte para el fechamiento de edad Campaniana para Cerro del Pueblo fue proporcionada por la ubicación del límite Campaniano/Maastrichtiano en medio de la zona de ammonites (*Baculites elaisi* Zone), basada en las comparaciones de la escala de tiempo paleomagnética (Hicks et al. 1999). Como resultado, es considerada como Campaniano Tardío de edad, con una antigüedad entre los 71 y

72 millones de años (Obradovich 1993). Nuevos datos magnetoestratigráficos indican que la Formación Cerro del Pueblo tiene una edad máximo absoluta de 72. 5 millones de años en el área de Saltillo; el limite Campaniano-Maastrichtiano se ubica 90 m. debajo de la cima de la unidad sobreyacente, Formación Cerro Huerta (Eberth et al. 2004).

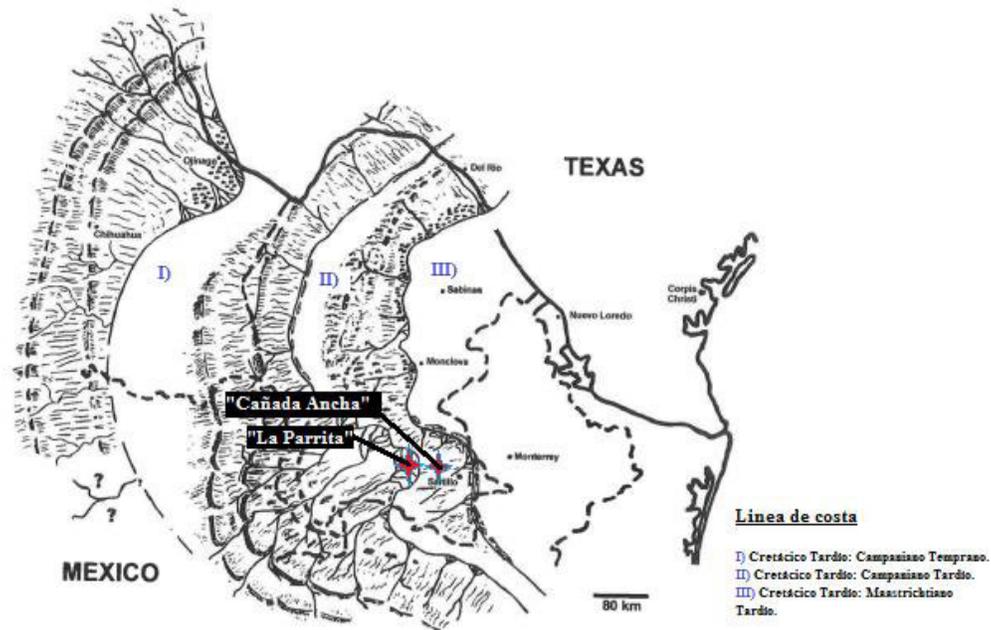


Fig. 2: Paleogeografía de la parte terminal del Cretácico para el noreste de México (tomado de Kirkland et al. 2000).

3 LOCALIDAD “LA PARRITA”

Coordenadas:

NAD 27

14 263978 E

28 2719.5 N

Latitud/Longitud

25° 32' 68.4'' N

101° 20' 93.7'' W

La localidad de “La Parrita” se encuentra a 53 km al noroeste de la ciudad de Saltillo y a 2.5 km al oeste de la localidad de “Rincón Colorado”. Se ubica dentro del municipio de General Cepeda, en Coahuila (Fig. 3).

En esta localidad, se elaboró el marco geológico concerniente a la Formación Cerro del Pueblo, tomando como base la carta geológica MONTERREY G14-7 del Servicio Geológico Mexicano. Está constituido de areniscas de grano fino a grueso, así como también de lutitas y limolitas (Fig. 4). Con una varilla de 150 cm (Fig. 4) se realizó la medición de los diferentes estratos concernientes a Cerro del Pueblo, iniciando en su base por un paquete de 20 cm de espesor constituido por lutitas de coloración gris ocre y tonalidad semi verdosa; en este nivel se pueden encontrar algunos huesos de dinosaurio (Fig. 4 y 5).

El estrato siguiente está formado por 30 cm de limolita con un alta concentración de bivalvos de diversos tamaños. Esta capa de sedimentos esta notoriamente exfoliada y tiende a desmoronarse con facilidad (Fig. 6).

Localidad "La Parrita" (General Cepeda, Coahuila)

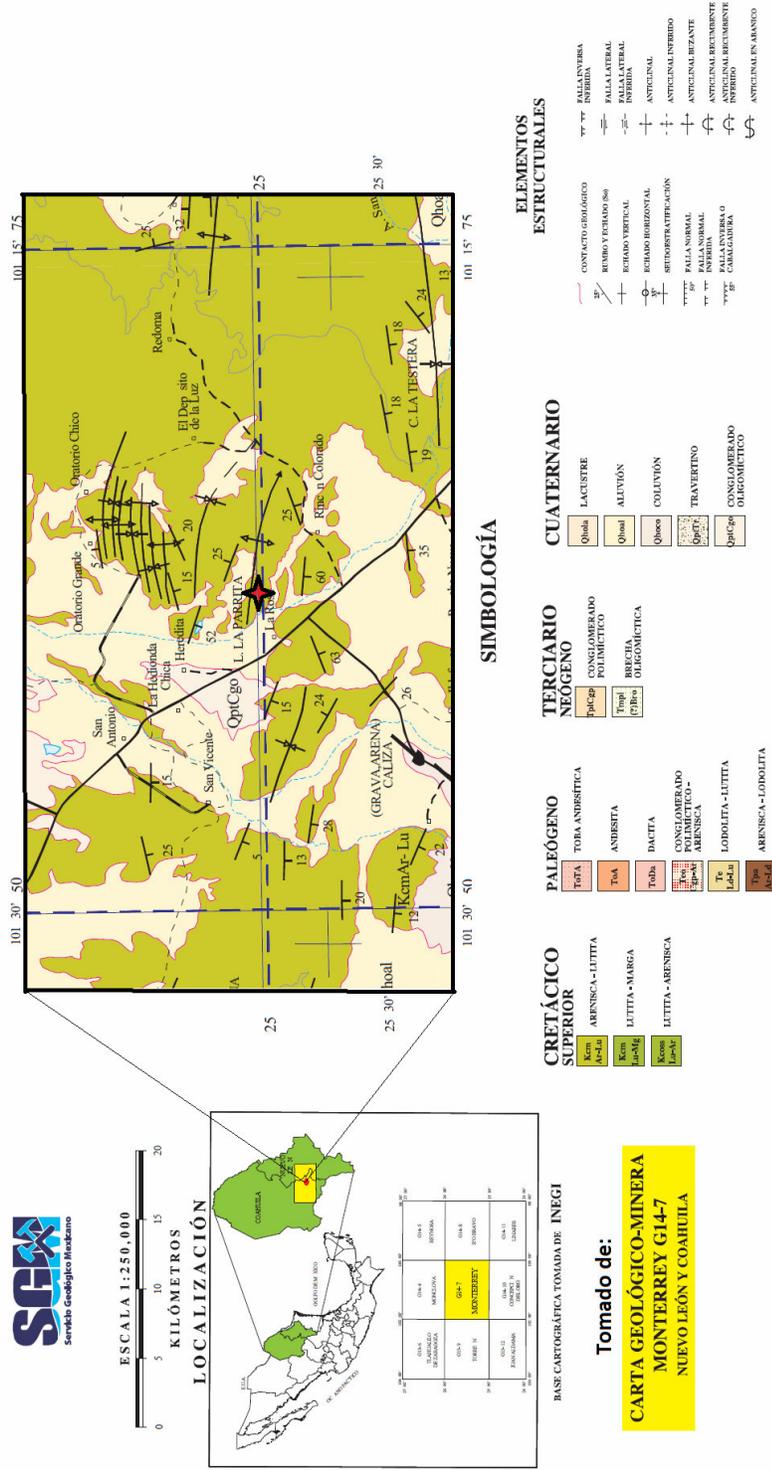


Fig. 3: Carta geológica señalando la localidad de "La Parrita", municipio de General Cepeda (Coah.). Escala 1:250,000, Servicio Geológico Mexicano.

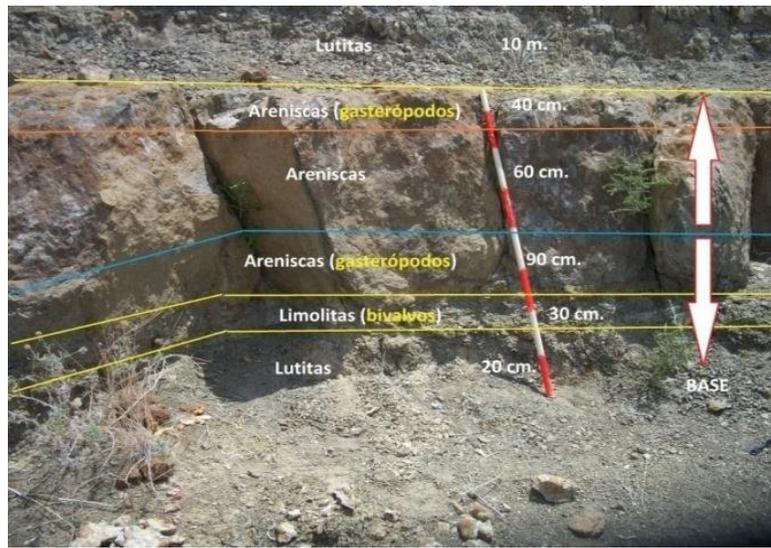


Fig. 4: Secuencia de estratos en la base de Cerro del Pueblo. En la base, lutitas con algunos fragmentos de huesos de dinosaurio, seguida de una capa de limolitas con alto contenido de bivalvos. Encima de los estratos de limolita, se encuentra un paquete masivo de 90 cm de arenisca, el cual en su parte superior contiene una gran cantidad de gasterópodos. La varilla representa 150 cm de longitud.

Encima, 90 cm de areniscas masivas, de grano grueso y de color gris claro se hacen presentes; con coloración ocre debido al intemperismo y en su horizonte superior con una alta concentración de gasterópodos marinos incrustados en la roca (Fig. 6), indicando ambientes someros (cerca a la costa).

Sobreyaciendo al anterior se encuentra otro paquete de 60 cm compuesto de areniscas de grano grueso, de color gris claro fuertemente intemperizado seguido por otros 40 cm de areniscas gruesas nuevamente con alto contenido de gasterópodos (Fig. 7). Encima de estas areniscas, hay un paquete grande (10 metros de espesor) de lutitas gris ocre y algo verdosa; aquí se encuentran fragmentos de huesos de dinosaurio como también gasterópodos completos y expuestos (Fig. 5).

En este nivel de lutitas se encontró una gran cantidad de coprolitos, fragmentos correspondientes a caparazones de tortugas acuáticas y una alta concentración de dientes de dinosaurios hadrosaurios y terópodos (Fig. 5). De esta localidad se colectaron dientes para otra clase de estudios (fines histológicos para determinación de géneros en terópodos; estudio de microdesgaste mecánico en el caso de hadrosaurios).

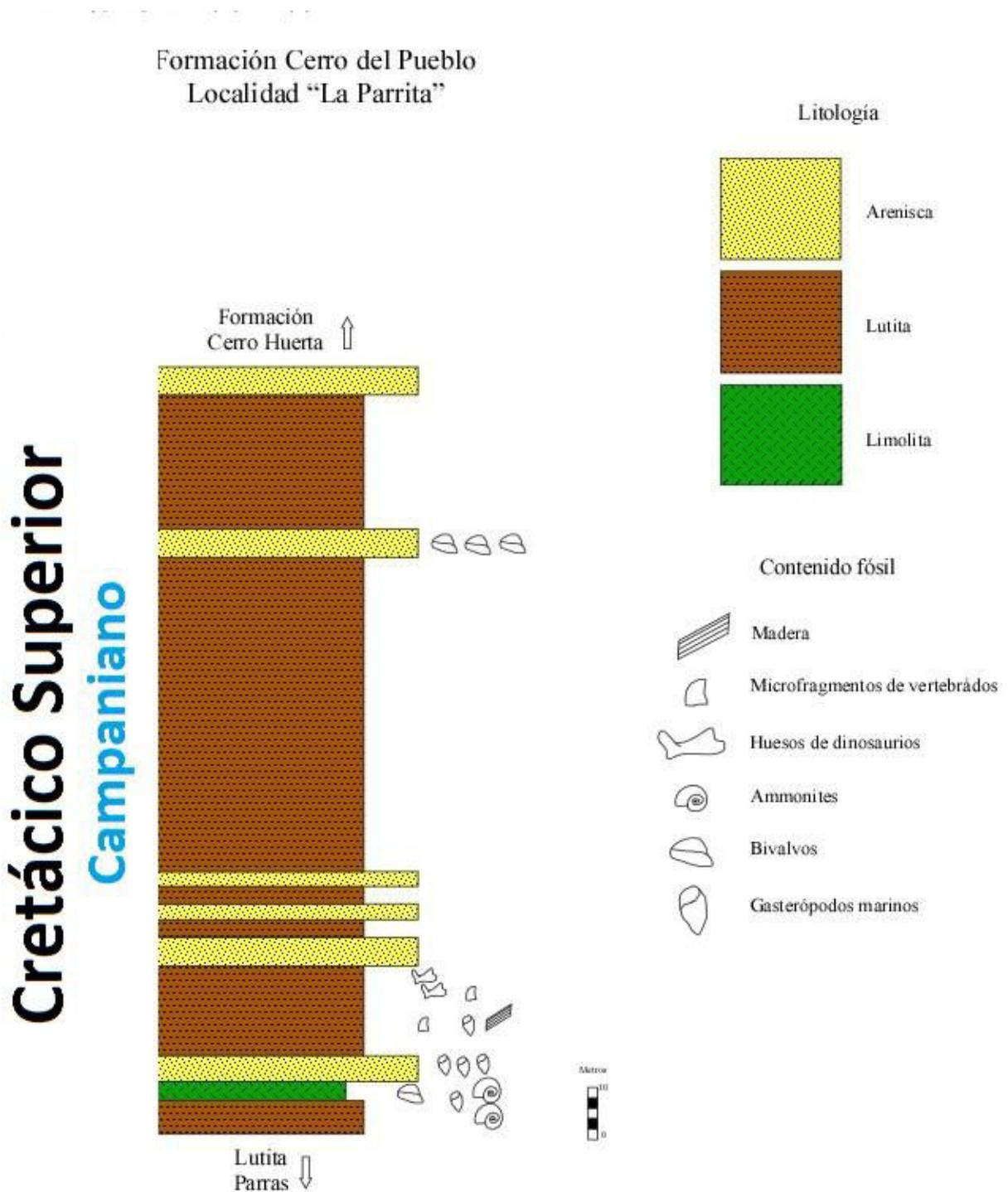


Fig. 5: Esquemática estratigráfica de la Formación Cerro del Pueblo en la localidad de "La Parrita". Está constituida por estratos de lutitas masivas intercaladas con estratos gruesos de arenisca calcárea, estos últimos con un alto contenido de gasterópodos marinos.



Fig. 6: Capa de limolitas con alto contenido de bivalvos.



Fig. 7: Areniscas masiva con alto contenido de gasterópodos en su horizonte superior.

Sobrepuesta a estos estratos, una capa de 40 cm constituida nuevamente de areniscas masivas es evidente, de grano fino y coloración gris claro, seguida de 50 cm de lutita arenosa de coloración gris oscuro (Fig. 8). Por encima, encontramos una capa de 35 cm de areniscas de grano fino.

Le sigue otra capa de 60 cm de lutitas, seguida de 20 cm de areniscas muy fracturadas, de grano fino y color ocre. Por encima, un paquete masivo de 32 metros de lutitas vuelve a

presentarse, seguida de 3 metros de estrato masivo de areniscas de grano medio coloración ocre y con una alta concentración de bivalvos correspondientes a *Innoceramus vanuxemi* en su parte superior (Fig. 5 y 8). Encima se localizan 18 metros de lutitas y termina con un paquete de areniscas masivas de grano medio y color gris ocre.

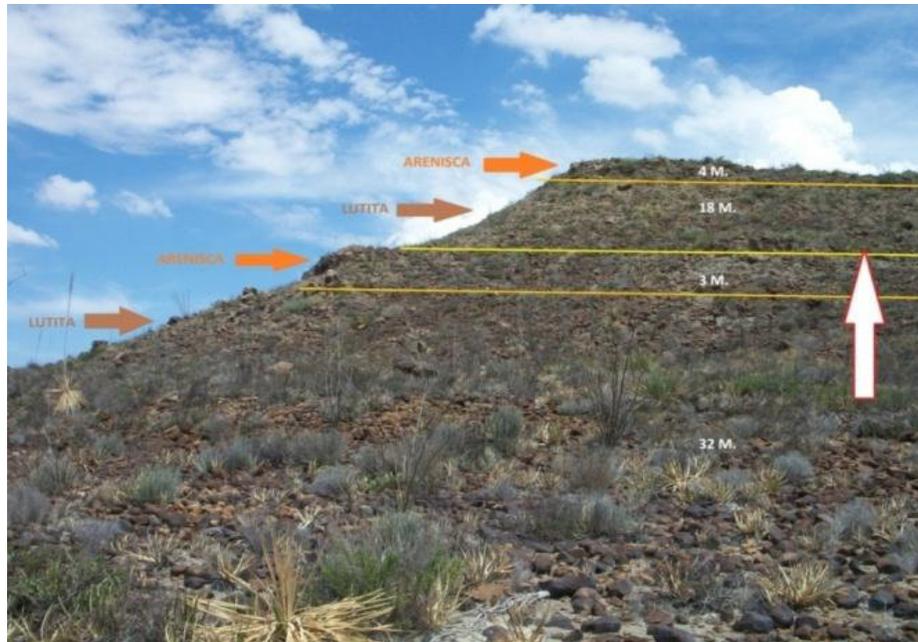


Fig. 8: Últimos 48 metros concernientes a la litología de la Formación Cerro del Pueblo en “La Parrita”; nótese los paquetes masivos de lutitas. En los 3 metros correspondientes a areniscas masivas, se encuentra una alta concentración de conchas de bivalvos.

4 FAUNA ASOCIADA

En la localidad de “La Parrita” se colectaron restos de otros organismos fósiles, los cuales aportan más información en torno a la paleoecología de la zona de Cerro del Pueblo para esta localidad. La mayor parte del material correspondiente a vertebrados fósiles se encontró en el primer y segundo horizonte de lutitas que afloran en el lugar (Fig. 5). Al segundo horizonte; debido a la abundancia en cuanto a material fósil de tamaño pequeño, se le denominó como un “micrositio” (Fig. 9). Se encontraron varios dientes de dinosaurios hadrosaurios y del tipo de los terópodos, así como elementos (aunque fragmentarios) de otros arcosaurios y quelonios.

4.1 Biota de Invertebrados fósiles

Los fósiles de invertebrados son abundantes en casi todos los horizontes en la Formación Cerro del Pueblo. Pueden ser localizados aflorando en la superficie en condiciones prístinas, a manera de moldes externos en nódulos intemperizados, o expuestas sobre las superficies de areniscas y limolitas; suelen ser encontrados durante las excavaciones de restos de vertebrados. Tres tipos de conjuntos o “ensamblajes” fosilíferos distintivos están intercalados en todas las secciones de la Formación Cerro del Pueblo en el área de “Rincón Colorado”, repitiéndose en intervalos de unos cuantos metros (Kirkland et al. 2000):

- 1) El primer conjunto de fósiles corresponde a condiciones de tipo dulceacuícola, con gasterópodos y algunos restos de plantas. Entre otros fósiles, es común encontrar estructuras frutales y frondas de palmas grandes. Las estructuras frutales son de particular interés debido a su abundancia local; presentan un alto grado de preservación, con estructuras internas bien definidas, lo que representa una gran variedad de frutos de angiospermas, incluyendo fósiles como *Striatornata sanantosiensis* ligado a los plátanos modernos (Silva-Pineda 1984, Rodríguez-de la Rosa & Ceballos-Ferriz 1994) y estróbilos de coníferas. Aunque muchos de estos fósiles de agua dulce están asociados a sedimentos de grano fino, esta facies presenta un escaso contenido fósil (Kirkland et al. 2000).

-
- 2) El segundo conjunto corresponde a fósiles de agua salobre (Hernández & Kirkland 1993) dominados por *Flemingostrea subspatulata*, *Cerithium nodosa* y *Aphrodina tippana*. Las conchas de *F. subspatulata* son abundantes, formando biostromas extensivos de manera lateral, y en muchas áreas sus fragmentos cubren la superficie del terreno. Los fósiles se encuentran con frecuencia bien preservados, algunos expuestos a simple vista en la superficie.

 - 3) El tercer conjunto de fósiles es de ambiente marino dominado por *Ethmocardium welleri*, *Turritella trilira*, *Turritella vertebroides* y *Sphenodiscus* sp. Este es el conjunto de fósiles más diverso y también preserva a *Exogyra costata*, *Inoceramus biconstrictus*, *Inoceramus vanuxemi*, *Cyprina* sp., *Lissapiopsis* sp., ostras incrustadas, rudistas, nautiloideos, y a los elasmobranquios *Serratolamna serrata* y *Schizorhiza stromeri*. Los especímenes de *Schizorhiza* son de particular interés, debido a que varios elementos rostrales han sido recolectados e indican que sus dientes rostrales (pequeños a manera de diamante) formaban la batería dentaria de estos peces sierra, dándoles un borde aserrado a su rostro (Kirkland & Aguillón-Martínez 1995).

La distribución lateral y vertical de estos conjuntos de fósiles es de destacar a la vez que estos se intercalan a escala de unos cuantos metros, y las capas individuales de fósiles pueden trazarse de manera lateral por distancias grandes en todas las áreas examinadas entre el poblado de Presa San Antonio y Saltillo, aunque las capas individuales se extienden por más de un kilómetro (Kirkland et al. 2000).

En base al depósito de estas capas fosilíferas, Kirkland et al. (2000) deducen que la intercalación de estas facies no refleja actividad tectónica o causas de fuerzas climáticas asociadas al nivel del mar. Se piensa que la Formación Cerro del Pueblo representa una zona que fue dominada principalmente por un gran sistema deltáico (Fig.).

La extensa planicie del delta estaba constituida por bahías de agua salobres poco profundas, que se interceptaban con canales distributarios de agua dulce. Aunque contaba con subsidencia y grado de sedimentación ampliamente en equilibrio, la subsidencia continuó y cambió a un delta

de tipo lobulado que resultó en el hundimiento de extensas áreas por ambientes marinos abiertos (Kolb & van Lopik 1966, Wright 1978). Estos ambientes costeros fueron únicos para la parte oeste de la Cordillera de Norteamérica debido a la ausencia de carbón, lo que pudiera reflejar que el depósito de estas unidades ocurrió en un cinturón de ambiente árido subtropical durante el Cretácico Tardío (Barron & Washington 1982, 1984).



Fig. 9: Zona de “micrositio”: aquí se encuentra una diversa asociación de fauna vertebrada fósil en sedimentos lutíticos intemperizados; los colectores que aparecen (izq.-der.): Héctor Rivera Sylva y Lucía Alfaro Ortiz.

4.2 Invertebrados encontrados en “La Parrita”

En algunos horizontes de lutitas es muy común encontrar fósiles de invertebrados marinos, como los gasterópodos correspondientes a *Cerithium nodosa* y al género *Lissapiopsis* sp. (lámina I). También embebidas en el sedimento se localizaron ostreidos concernientes a *Flamingostrea* (lámina I).

En el primer horizonte se encontraron ammonites del género *Sphenodiscus* sp., moluscos marinos correspondientes a la clase de los cefalópodos (calamares, pulpos y jibias). Esta fauna de invertebrados es característica de ambientes marinos que iban de someros a profundos.

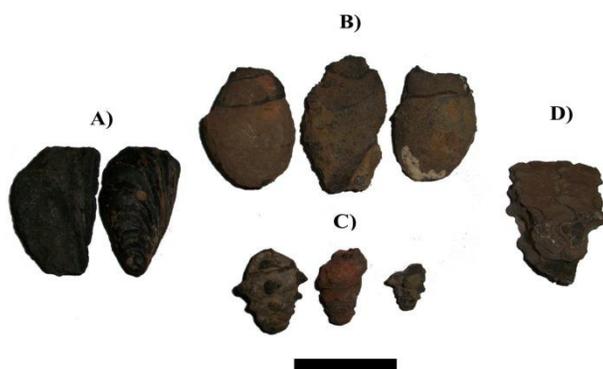


Lámina I: Moluscos colectados en “La Parrita”: a) *Flamingostrea*, b) *Lissapiopsis* sp, c) *Cerithium nodosa* y d) segmento de *Sphenodiscus* sp. Escala: 50 mm.

4.3 Biota de Vertebrados fósiles

Sobre la mayor parte del cinturón del afloramiento, las exposiciones de la Formación Cerro del Pueblo son de relieves bajos y marcados por una cubierta extensa de diversas cactáceas y otras especies vegetales del desierto. La mayoría de los huesos fósiles se encuentran expuestos ya sea en la arenisca o en lutita debido a los procesos erosivos; condiciones ideales para prospectar las áreas de estudio (Kirkland et al. 2000).

Concreciones de sideritas que afloran en la Formación Cerro del Pueblo preservan regularmente una gran diversidad de fósiles, incluyendo peces, tortugas y cocodrilos (llegando a estar incluso articulados). Adicionalmente, coprolitos de vertebrados son comúnmente encontrados durante la prospección. Aunque la mayoría probablemente pertenecen a peces, tortugas y cocodrilos. Algunos llegan a ser grandes, probablemente producidos por dinosaurios (Kirkland et al. 2000).

La tafonomía de los sitios de dinosaurios es interesante. Los dinosaurios son encontrados en todas las facies con abundancia; la mayoría de los restos corresponden a esqueletos parcialmente articulados, pero huesos aislados también son muy comunes en la zona. La mayoría de los restos de dinosaurios encontrados se asocian a lutitas, preservando la fauna característica de ambiente de agua salobre mencionada. Los bivalvos usualmente se encuentran incrustadas en los huesos,

tendiendo a perforarlos; encontrar huesos en esta condición indica que dichos restos estuvieron sumergidos en agua marina (Kirkland et al. 2000). No es inusual encontrar piel preservada entre estas facies, indicando que la piel de estos animales se deshidrato hasta llegar a convertirse en cuero seco, antes de haber sido sumergida bajo el agua (Kirkland et al. 2000).

Una amplia diversidad de fósiles vertebrados es bien conocida en la Formación Cerro del Pueblo. La fauna identificada va enlistada ordenadamente de la siguiente manera: Los elasmobranquios están representados por dientes de *Serratolamna serrata*, y el rostro de *Schizorhiza stromeri*; peces osteíctios están representados por el cráneo del amido *Melvius* y algunas escamas y esqueletos parciales de *Lepisosteus*; en cuanto a quelonios, se encuentran fragmentos de caparazón y moldes de diversas taxas, así como cráneos de especies trioniquidas. Con respecto a cocodrilos se han encontrado elementos de la cavidad craneal representando a un taxón pequeño. Dinosaurios terópodos están caracterizados por huesos aislados, garras y dientes, indicando la presencia de tiranosauridos, dromeosauridos y ornitomíidos (Kirkland et al. 2000). Ornitópodos están constituidos por hadrosauridos lambeosaurinos y hadrosaurinos, y son los más abundantes (Serrano-Brañas 1997). Están representados por especímenes juveniles y adultos. Algunos ejemplos de hadrosauridos encontrados en Cerro del Pueblo lo constituyen *Velafrons coahuilensis* (Gates et al. 2007) y *Lathirinus uitstlani* (Prieto-Márquez & Serrano-Brañas 2012). Los Ceratópsidos también se hacen presentes, como es el caso de *Coahuilaceratops magnacuerna* (Loewen et al. 2010).

4.4 Vertebrados encontrados en “La Parrita”

Dentro de la fauna de vertebrados encontradas en “La Parrita”, destacan en su mayor parte quelonios (dulceacuícolas y marinos) y arcosaurios (cocodrilos y otros tipos de dinosaurios).

4.4.1 Peces

Actinopterygii Klein 1885

Teleostei Müller 1884

Siluriformes Cuvier 1817

Los peces del orden Siluriformes comprenden formas dulceacuícolas como marinas, siendo las primeras las más abundantes (Meléndez, 1986). Se les denomina de manera común como “bagres” o “pez gato”, debido a las barbillas que poseen; se extienden a cada lado de la mandíbula superior, en algunas especies también en la mandíbula inferior. Las aletas dorsales y pectorales están constituidas de espinas puntiagudas (en algunas especies hasta venenosas), que utilizan como defensa. Tienden a ser carroñeros nocturnos y viven cerca del fondo oceánico, en aguas poco profundas. Se colectó la base del cráneo de uno de estos peces en la localidad; esta pieza está siendo actualmente descrita (lámina II).



Lámina II: Cráneo de pez Siluriforme colectado en “La Parrita”. Escala: 100 mm.

4.4.2 Reptiles

Sauropsida Goodrich 1916

Archosauria* Cope 1869

Testudines Linnaeus 1758

Tradicionalmente, los quelonios siempre han sido considerados como uno de los grupos de reptiles más primitivos, clasificándolos dentro de la subclase anápsida en base a la ausencia de fenestras en la región posterior del cráneo (Colbert 1965, Meléndez 1985). Sin embargo, estudios genéticos revelan estar estrechamente emparentados con los arcosaurios y las aves modernas (Crowford et al. 2012), situándolos dentro de la subclase archosauria (diápsidos). Los quelonios se caracterizan por poseer un tronco ancho y corto, con un caparazón que sirve de resguardo a los órganos internos de su cuerpo (Cobb 1994). Su característica más importante es que gran parte de la columna vertebral esta soldada a la parte dorsal del caparazón, este consta de un espaldar (parte superior o dorsal) y el plastrón, que corresponde a la parte inferior o ventral (Meléndez 1986, Cobb 1994). Las hay acuáticas (dulceacuícolas y marinas) como terrestres.

En el primer horizonte de lutitas en la localidad de “La Parrita”, se colectaron algunos elementos de *Euclastes coahuilensis*, un quelonio marino descubierto por Daniel Posada Martínez y Claudio Arturo De León Dávila; descrito en el 2009 por investigadores del Museo del Desierto de Saltillo (Coahuila) y del Museo Royal Tyrrel de Alberta (Canadá). Se trata de una tortuga marina con un cráneo redondeado y achatado en su borde externo (lámina III), se encuentra emparentada con el género *Chelonia mydas*. Se colectó un caparazón completo en un 90 %, correspondiente a la parte dorsal junto con la región del plastrón.

Otro género de quelonios encontrado en la localidad corresponde a tortugas dulceacuícolas del género *Trionyx*, conocidos como quelonios de caparazón blando. Son tortugas características de ambientes de pantano, ríos y lagunas; presentan una alimentación variada (omnívoros) y de modo de vida anfibio (Cobb 1994). En el “micrositio”, se recuperaron elementos del caparazón y fragmentos de hueso concernientes a las extremidades (lámina IV).

*Los quelonios aun siguen siendo objeto de debate en cuanto a su clasificación; los taxonomistas tradicionales siguen considerándolos como anápsidos.

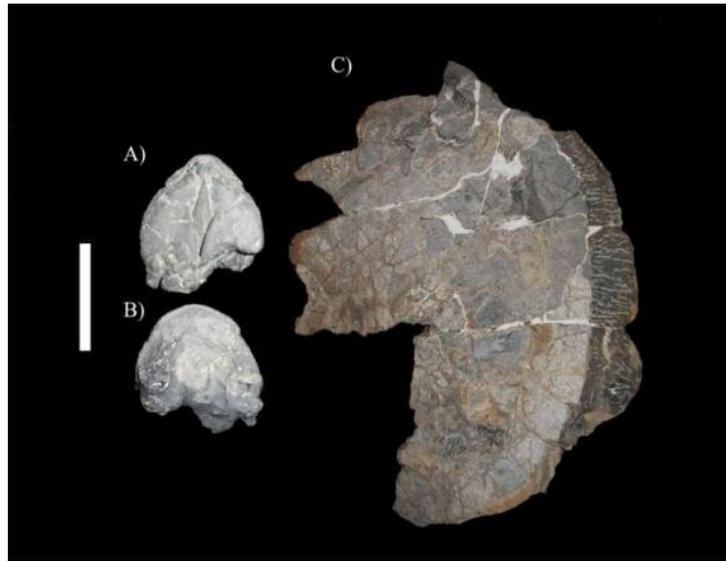


Lámina III: Elementos de *Euclastes coahuilensis*. a) Vista dorsal y b) vista ventral del cráneo de *E. coahuilensis* (replica; original encontrado en el ejido de “Rincón Colorado”, General Cepeda); c) caparazón colectado en “La Parrita”. Escala: 100 mm.

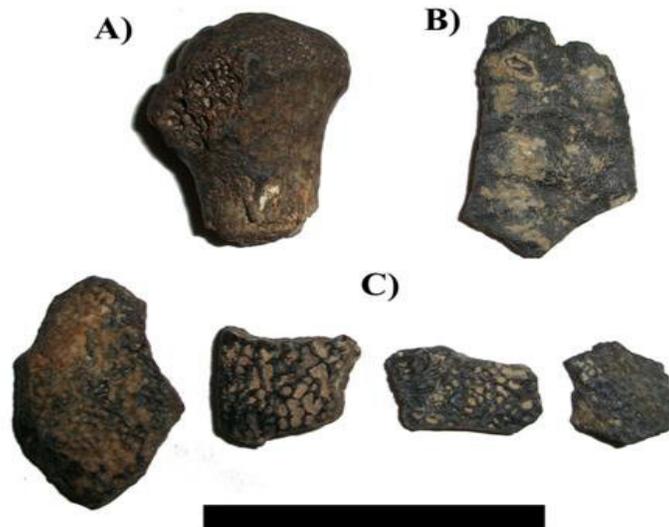


Lámina IV: Elementos colectados correspondientes al género *Trionyx*: a) porción distal de un hueso de extremidad, b) pieza de plastrón y c) fragmentos de caparazón. Escala: 30 mm.

Sauropsida Goodrich 1916

Archosauria Cope 1869

Crocodylia Owen 1842

Constituyen una familia de sauropsidos arcosaurios comúnmente conocidos como cocodrilos (Colbert, 1965; Meléndez, 1985; Solomon et al, 2001). Su cuerpo es de forma típica, alargado, con extremidades cortas, hocico prolongado y estrecho con las aberturas nasales en su extremo, que suelen estar unidas en un único orificio; cola larga y comprimida, y un esqueleto dérmico bien desarrollado, formado por placas dorsales y ventrales (Meléndez, 1985).

En la localidad, se encontraron y colectaron fragmentos de placas óseas y vértebras caudales pertenecientes a cocodrilos (lámina V).

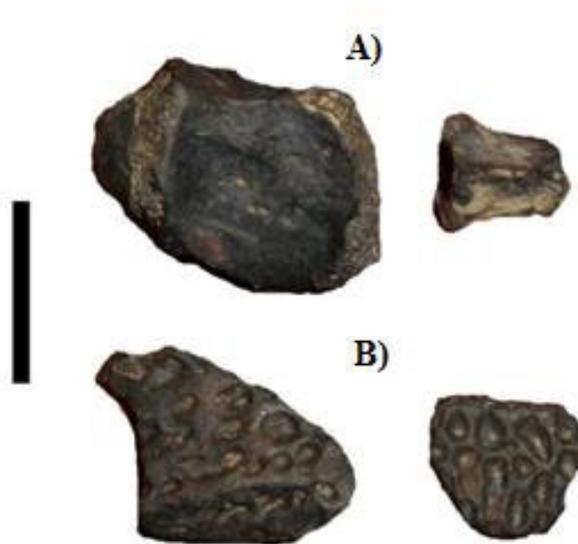


Lámina V: a) Vértebras caudales y b) placas óseas de cocodrilo colectados en el área de estudio. Escala: 10 mm.

4.4.3 Dinosaurios terópodos

Sauropsida Goodrich 1916

Archosauria Cope 1869

Saurischia Seeley 1887

Theropoda Marsh 1881a

Los terópodos conforman dinosaurios saurisquios los cuales surgieron en el Triásico superior hasta el Cretácico Superior (desde el Carniano hasta el Maastrichtiano) en lo que actualmente son los continentes de América, Europa, África, Asia, Oceanía y la Antártida (Fastovsky & Weishampel 2009).

Los terópodos conforman un variado grupo de dinosaurios saurisquios carnívoros con un andar bípedo (Fastovsky & Weishampel 2009). Su tamaño varía desde animales de un metro, hasta formas de más de 14 metros de largo. Estudios recientes indican que algunos de estos dinosaurios tenían plumas (Fastovsky & Weishampel 2009).

En “La Parrita” se identificó la presencia de al menos 3 tipos de dinosaurios terópodos: Ornitomímidos, Dromeosauridos y Tiranosauridos; el material que conforman estos grupos lo constituye en su mayor parte dientes, vértebras caudales y garras. A continuación se describirá cada grupo por separado.

Ornithomimosauria Barsbold 1976

Conformado por terópodos de tamaños mediano a grande; caracterizados por tener un cráneo corto y delicado, antebrazos largos, manos débiles y extremidades posteriores largas (Fastovsky & Weishampel 2009). Formas avanzadas carecen de dentición, posiblemente indicando una alimentación omnívora (Fastovsky & Weishampel 2009). Dos vértebras caudales incompletas más una garra pequeña fueron colectados en la localidad; estas piezas son atribuidas a un

ejemplar joven (lámina VI). Las vértebras caudales presentan una curvatura hacia la parte media del cuerpo vertebral, característica de este tipo de dinosaurios terópodos. Para la Formación Cerro del Pueblo, Aguillón-Martínez (2010) reportó una nueva especie de ornitomímido al cual denominó *Saltillomimus rapidus*, mas no ha sido considerada aun como oficial.

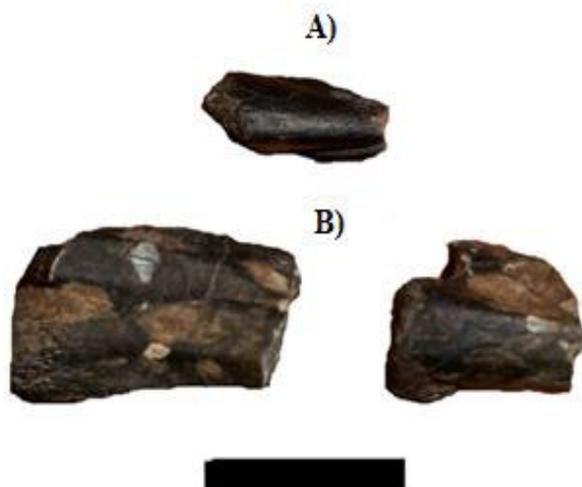


Lámina VI: a) Garra y b) vértebras caudales de un dinosaurio ornitomímido joven. Escala: 10 mm.

Maniraptora Gauthier 1986

Dromeosauridae Matthew et Brown 1922

Los Dromeosauridos son un grupo de terópodos eumaniraptores conocidos a lo largo del Cretácico y en Norte y Sudamérica, Europa, Asia, África y Madagascar (Holtz 2012). Son depredadores de tamaño mediano a grande; caracterizados por la presencia de una garra a manera de guadaña en el segundo dígito de sus extremidades posteriores, así como también una cola larga y rígida debido a la presencia de tendones osificados que recorren tanto la parte dorsal como ventral de la cola (Holtz 2012). Algunos géneros representativos en Norteamérica

corresponden a Deinonychus, Velociraptor, Utahraptor y Dromeosaurus. Se colectó un diente en la localidad, es pequeño y compreso lateralmente. Se trata de un diente alto y recurvado, característico de los dientes de la región maxilar en este tipo de terópodos (Currie et al. 1992).

En los dromeosauridos, los dientes presentan dentículos tanto en el borde externo como interno de la carina (Currie et al. 1992), y estos tienden a ser más pequeños en los extremos proximal y distal, tendiendo a ser relativamente amplios (labio-lingualmente) y con forma similar a un cincel (Currie et al. 1992). Los dentículos en el diente encontrado están seriamente desgastados, por lo que su identificación a nivel de género es difícil establecer (lámina VII).



Lámina VII: Diente de dromeosaurido encontrado en la localidad, fue el único que se encontró con respecto a este tipo de dinosaurio; sus dentículos están muy desgastados como para poder ser más precisos en su identificación. Escala: 5 mm.

Tetanuare Gauthier 1986

Tiranosauroidea Walker 1964

Tyrannosauridae Osborn 1905

Los Tiranosauridos fueron el grupo más significativo ecológicamente hablando y con una larga duración dentro de los coelurosaurios primitivos. Son mejor conocidos en el Cretácico Tardío de Asia y Norteamérica (Holtz 2001, Currie et al. 2003); descubrimientos recientes colocan el origen de los tiranosauridos hacia el Jurásico Medio (Rauhut et al. 2010, Averianov et

al. 2010). Los tiranosauridos incrementaron su tamaño a lo largo de su evolución, constituyendo la minoría en los hábitats en donde se encontraban.

En la localidad de estudio varios dientes de tiranosauridos fueron colectados y limpiados (lámina VIII). Aunque lateralmente compresos al igual que en el caso de los dromeosauridos y trodóntidos (Currie et al. 1992), los dentículos en los tiranosauridos son más amplios labio-lingualmente en contraste a su largo próximo-distal (Currie et al. 1992); no se curvan distalmente hacia la punta del diente, pero poseen crestas acerradas de la dentina a lo largo de la línea media (Currie et al. 1992). Esto representa un compromiso entre la fuerza necesitada por los dentículos de los dientes para morder sobre hueso y la necesidad de serraciones para cortar carne (Currie et al. 1992).



Lámina VIII: Dientes de tiranosauridos colectados en el área del “micrositio”. Escala: 50 mm.

4.5 Coprolitos

Los coprolitos son heces fecales fosilizadas producidas por la acción de vertebrados (Ash 1978). Pertenecen a un grupo de icnofósiles conocidos como bromalitos, que incluyen regurjitalitos (residuos gástricos expulsados por cavidad bucal) y cololitos o contenido intestinal

(Stokes 1964, Hunt 1992, Hunt et al. 1994). El análisis de inclusiones en diversos morfotipos de coprolitos puede ser usado para revelar restos orgánicos, que pudieron haber formado parte de la dieta de los organismos que los produjeron (Rodríguez-de la Rosa et al. 1998). Sin embargo, identificar a los organismos responsables que produjeron dichos coprolitos sigue siendo una tarea difícil de realizar, debido a que un mismo organismo de una especie en particular puede producir una variedad de morfotipos en heces fecales, y otros organismos (emparentados o no) pueden llegar a producir formas similares (Rodríguez-de la Rosa et al. 1998). Pueden ser relacionados en base a la fauna de vertebrados fósiles asociadas a los mismos (Rodríguez-de la Rosa et al. 1998). Rodríguez-de la Rosa et al. (1998) elaboraron un estudio de los diferentes coprolitos encontrados en Cerro del Pueblo, abarcando las localidades de “Agua de la Mula”, “La Rosa” y “Rincón Colorado” (General Cepeda, Coah.); “Presa San Antonio” (Parras de la Fuente, Coah.), Rancho “Alta Mira” (Saltillo, Coah.) y la localidad “El Pelillal” (Ramos Arizpe, Coah.). Los coprolitos fueron agrupados en diez morfotipos básicos:

Grupo 1: De esferoidales y/o elípticos a formas de salchicha o reniformes (lámina IX), con un diámetro promedio de 1.45 cm, compuestos de una matriz de grano fino, superficie lisa y ocasionalmente con constricciones como resultado de la acción del esfínter (Rodríguez-de la Rosa et al. 1998).

Grupo 2: De elípticos a cilíndricos (lámina X); coprolitos enrollados, de tamaños pequeños (1.8 cm) a grandes (3 cm), con una matriz un poco áspera y de superficie lisa con rugosidades ocasionales (Rodríguez-de la Rosa et al. 1998).

Grupo 3: Este grupo involucra coprolitos cilíndricos y con extremos ahusados, compresos longitudinalmente (lámina X). 4 a 7 cm de longitud y con diámetro principal de 2.4 cm, compuestas de matriz de grano fino, de superficie lisa con ligeras rugosidades en algunos casos (Rodríguez-de la Rosa et al. 1998).

Grupo 4: Coprolitos cilíndricos, longitudinalmente compresos con extremos ahusados y/o redondeados, con superficie muy rugosa (lámina X). De 3.5 cm en longitud y 1.8 cm en su parte más ancha (Rodríguez-de la Rosa et al. 1998).

Grupo 5: De formas ovoides a sigmoidales (lámina X). Algunos con extremos fusiformes, usualmente de tamaño pequeño (1 cm), matriz de grano fino y de superficie lisa a rugosa (Rodríguez-de la Rosa et al. 1998).

Grupo 6: Coprolitos cilíndricos y con estrías que recorren de forma longitudinal la mayor parte del cuerpo, con extremos fusiformes (lámina XI). Estas estrías irradian desde la parte redondeada inicial, de matriz de grano fino y con signos de constricción ocasionalmente debido a la acción del esfínter. Pueden medir 2.6 cm de largo y 1.9 cm en su lado más ancho. El número de estrías varía de desde 8 hasta 23 dependiendo del tamaño y preservación del coprolito (Rodríguez-de la Rosa et al. 1998).

Grupo 7: Coprolitos cilíndricos con extremo ahusado (lámina XI), estriaciones transversales y con matriz de grano ligeramente áspero (Rodríguez-de la Rosa et al. 1998).

Grupo 8: Coprolitos cilíndricos con extremos fusiformes conspicuos, marcas de esfínter, superficie lisa, con grano ligeramente áspero en su matriz y marcas de desecación (lámina XI). 3.4 cm en longitud y 2.1 cm en su parte más ancha (Rodríguez-de la Rosa et al. 1998).

Grupo 9: Coprolitos espiralados cilíndricamente con un lado ventral aplanado (lámina XI), matriz de grano fino con marcas de desecación en su superficie. 3 cm de longitud y 2.1 cm en espesor (Rodríguez-de la Rosa et al. 1998).

Grupo 10: Coprolitos de cuerpo ovoide (lámina XI) aplanados en su lado ventral, matriz de grano fino superficie áspera (Rodríguez-de la Rosa et al. 1998).

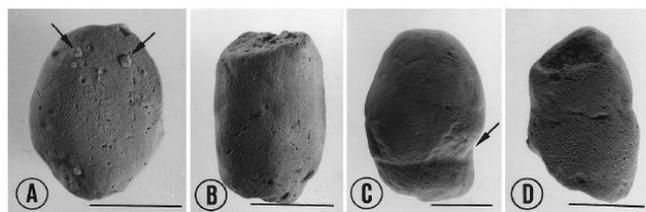
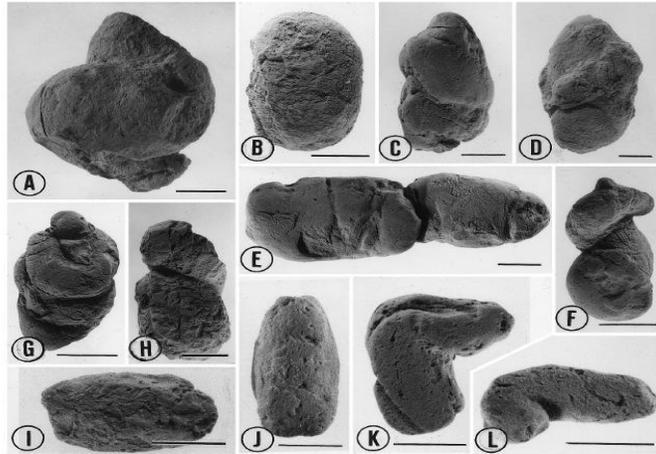


Lámina XI: Coprolitos correspondientes al grupo 1, nótese las marcas de la acción del esfínter. Escala 10 mm. Tomado y modificado de Rodríguez-de la Rosa et al. (1998).



Lamina X: Coprolitos correspondientes a los grupos 2 (a-b), 3(c-e), 4(f-h) y 5(i-l). Escalas en (a-h): 1 mm, en (i-l): 5 mm. Tomado de Rodríguez-de la Rosa et al. (1998).

En la localidad de “La Parrita”, se encontró una gran cantidad de coprolitos esparcidos en toda el área dentro del “micrositio”, agrupándose en ciertas zonas en mayor concentración. Entre las muestras colectadas predominan los grupos 1, 2 y 3 (lámina XII), encontrándose también (aunque de manera aislada) coprolitos correspondientes al grupo 6 y 8 (láminas XII y XIII). En base a la presencia de vertebrados fósiles como tortugas y cocodrilos en el lugar, se atribuye que dichos coprolitos posiblemente fueron producidos por estas faunas.

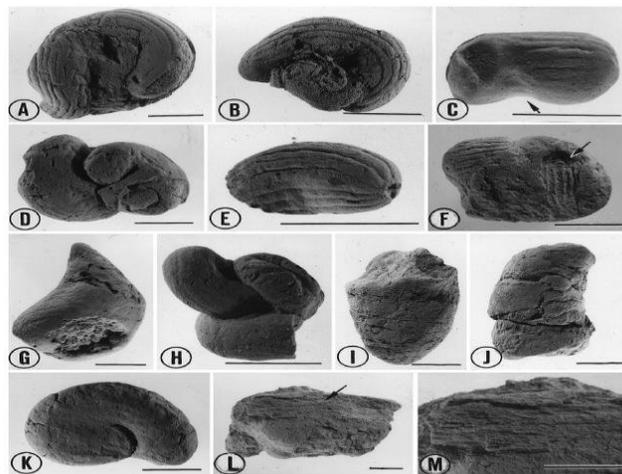


Lámina XI: Coprolitos correspondientes a los grupos 6 (a-h), 7(i), 8(j), 9(k) y 10 (l,m: asociadas a un carnívoro debido a un fragmento de hueso encontrado en la muestra). Escalas en (a-h): 1 mm, en (i-l): 5 mm. Tomado de Rodríguez-de la Rosa et al. (1998).

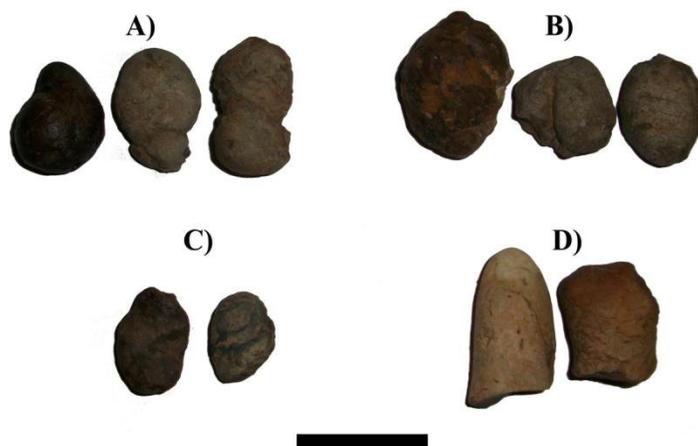


Lámina XII: Conjunto de coprolitos encontrados en el “micrositio” de la localidad de “La Parrita”: a) Grupo 1, b) Grupo 2, c) Grupo 3 y d) Grupo 8. Escala: 30 mm.

Los coprolitos del grupo 6 (lámina XIII) son raros en el sitio al compararlos con la abundancia de los otros morfotipos. Este grupo de coprolito ha sido de atención debido a que estudios realizados al interior de estos han revelado la presencia de semillas y otros restos vegetales (cutículas y algunos elementos vasculares). Semillas correspondientes a la planta acuática del género *Eocaltha zoophila* revelan haber sido ingeridas de manera ocasional por algún tipo de vertebrado herbívoro (Rodríguez-de la Rosa et al. 1998). La presencia de semillas de *E. zoophila* sugiere que el organismo que las ingirió presentaba una dieta selectiva representada por semillas, siendo un agente de dispersión biótico para estas plantas. Esto pudiera reflejar un aspecto coevolutivo entre *E. zoophila* y algún tipo de animal herbívoro (Bakker 1978, Bakker 1986, Rodríguez-de la Rosa et al. 1998).



Lámina XIII: Coprolito correspondiente al Grupo 6, nótese las estrías al costado, extendiéndose de manera longitudinal a lo largo del cuerpo de la pieza. Se atribuye este tipo de coprolitos a un tipo de vertebrado herbívoro en específico, mas la naturaleza del mismo sigue siendo desconocida. Escala: 5 mm.

5 LOCALIDAD “CAÑADA ANCHA”

Coordenadas:

Latitud/Longitud:

25° 32'41” N

101° 02'48” W

Ubicada dentro del municipio de Ramos Arizpe, a 15 km al noreste de Saltillo (Fig. 10). En esta localidad, la Formación Cerro del Pueblo abarca una franja longitudinal constituida de tres miembros de rocas detríticas: el primero (base) de lutita-arenisca, el segundo de limolita y el tercero repisas de cantos resistentes de areniscas al acercarse al tope. Los espesores de los miembros varían desde centímetros hasta metros.

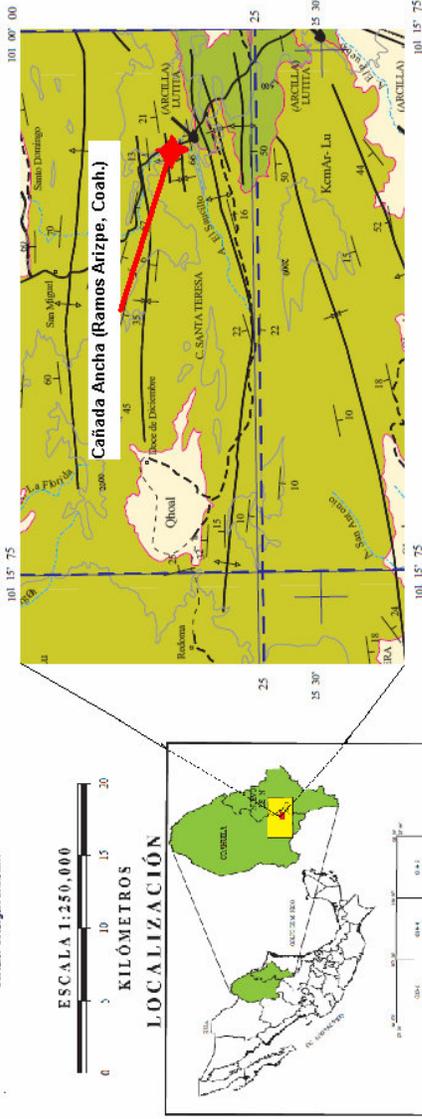
El primer miembro está caracterizado por lutita-arenisca de coloración gris verdoso, estratos laminados, en disposición paralela, fracturados y con un espesor de 20 metros.

El segundo miembro es de limolita, con un color café-marrón; se caracteriza por ser sedimentos de grano muy fino constituidos de arcillas y limos, consta de 10 metros de espesor. En este miembro, cinco ejemplares concernientes a hadrosaurios se encuentran embebidos en el estrato (Fig. 11).

El tercer miembro es un estrato de cantos rodados de arenisca de color rojo-marrón; presentan bordes angulosos, semiredondeados y de grano fino. Constituye material transportado.

La ausencia de otros tipos de fósiles vertebrados y la alta concentración de elementos esqueléticos de dinosaurios hadosauridos (Fig. 12), aunado a la presencia de fósiles invertebrados (gasterópodos), se considera el área como un cementerio o “bonebed” de

Localidad "Cañada Ancha" (Ramos Arizpe, Coahuila)



ELEMENTOS ESTRUCTURALES

	CONTACTO GEOLÓGICO		FALLA INVERSA
	RUMBO Y ECHADO (60°)		FALLA LATERAL INFERIOR
	ECHADO VERTICAL		FALLA LATERAL SUPERIOR
	ECHADO HORIZONTAL		ANTICLINAL
	SUBPARALELIZACIÓN		ANTICLINAL INVERTIDO
	FALLA NORMAL		ANTICLINAL RIZANTE
	FALLA NORMAL INFERIOR		ANTICLINAL RECUMBENTE
	FALLA INVERSA O CABALGADURA		ANTICLINAL RECUMBENTE INVERTIDO
	ANTICLINAL EN ABANICO		

SIMBOLOGÍA

CRETÁCICO SUPERIOR		PALEÓGENO		TERCIARIO NEOGENO		CUATERNARIO	
	Kem Ar-Lu		TOBA ANDÉSITICA		Qhola		LACUSTRE
	Kem Lu-Mig		ANDESITA		Qhcal		ALUVIÓN
	Ecoso Lu-Ar		DACITA		Qhoco		COLUVIÓN
			LUTITA - MARGA		Qhtr		TRAVERTINO
			LUTITA - ARENISCA		Qhacge		CONGLOMERADO OLIGOCÉNICO
			LOBOLITA - LUTITA				
			ARENISCA - LOBOLITA				

Tomado de:
CARTA GEOLÓGICO-MINERA MONTERREY G14-7 NUEVO LEÓN Y COAHUILA

Fig. 10: Carta geológica señalando la localidad de "Cañada Ancha", municipio de Ramos Arizpe (Coah.). Escala 1:250,000. Servicio Geológico Mexicano.

hadrosaurios cuyos restos fueron transportados y depositados por corrientes de agua, probablemente a consecuencia de algún evento catastrófico (crecida de río, inundación).

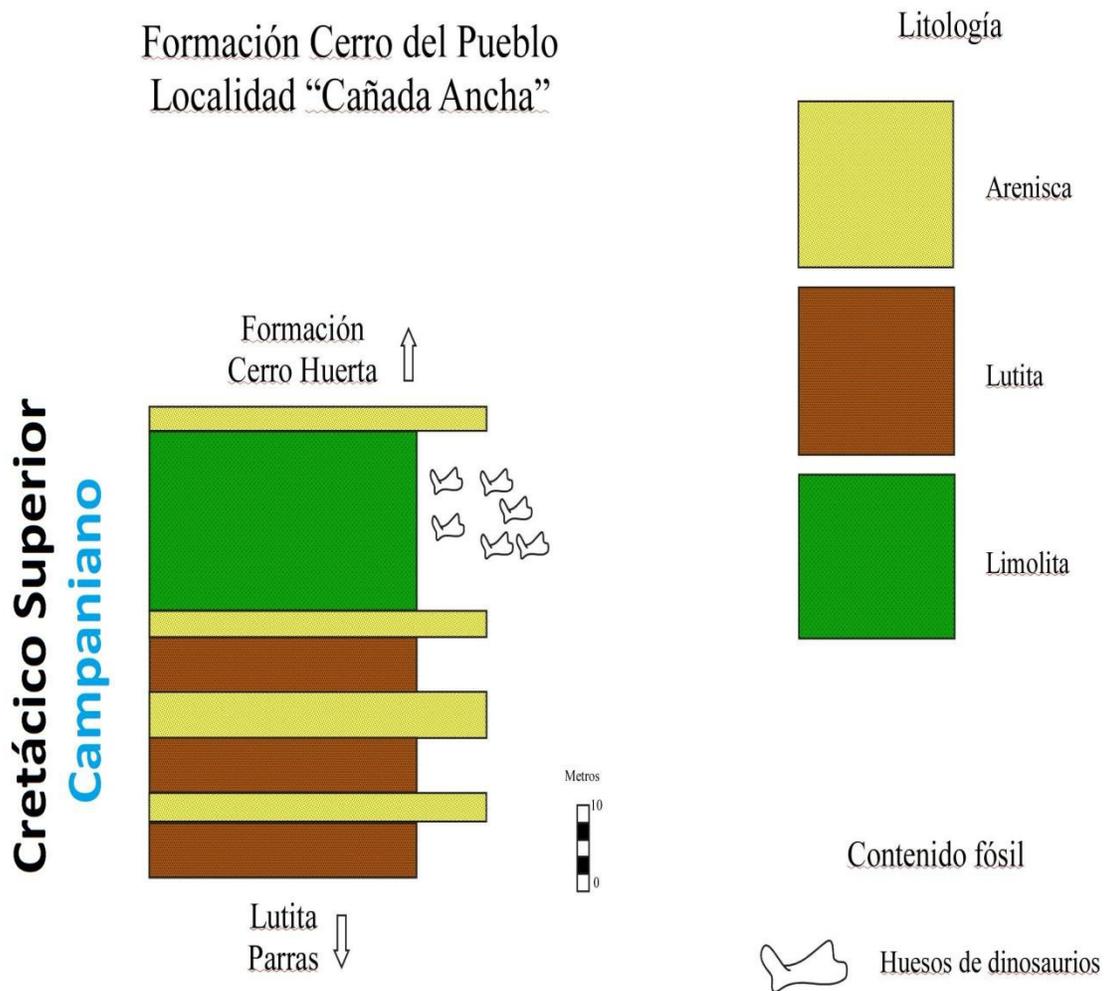


Fig. 11: Esquemática estratigráfica de la Formación Cerro del Pueblo en la localidad de “Cañada Ancha”. Esta constituida en su base por un miembro de lutita-arenisca, seguida de una secuencia de limolita y en el tope por areniscas. En el segundo miembro es en donde se encuentra una alta concentración de huesos concernientes a hadrosaurios.



Fig. 12: Parte de una maxila de hadrosaurio encontrada en el “Cementerio de Hadrosaurios” en “Cañada Ancha” (Ramos Arizpe, Coahuila). Fotografía por Lucía Alfaro Ortiz.



Fig. 13: Extracción de una tibia del ejemplar CA002, en la localidad de “Cañada Ancha”, municipio de General Cepeda, Coahuila. Fotografía por Lucía Alfaro Ortiz.

Durante el mes de octubre de 2012 se realizó una campaña de 2 días en esta localidad, logrando exhumar dos elementos más correspondientes al ejemplar CA002-1: una tibia (Fig. 13) y parte de una maxila. Ambas piezas fueron trasladadas al MUDE en Saltillo, en donde se procedió a prepararlas por el personal de la institución. Aquí solo se hace mención de estos elementos, y se representan en el esquema general del ejemplar.

6 DINOSAURIOS ORNITÓPODOS

Ornithopoda incluye a todos los dinosaurios más cercanos al hadrosaurio *Edmontosaurus* que al ceratópsido *Triceratops horridus* Marsh 1889 (Butler et al. 2008). Las características anatómicas que definen Ornithopoda son aun inciertas hasta ahora, y representan un área para trabajos futuros (Butler & Barrett 2012). Sin embargo, la mayor parte de los ornitópodos poseen algunas de las siguientes características: quinesis craneal (pleuroquinesis, Fig.14); articulación de la premaxila y la mandíbula que contrarresta ventralmente con respecto al borde de los dientes maxilares; fenestra mandibular externa cerrada o muy reducida; alargamiento del proceso lateral de la premaxila en su contacto con el lacrimal y/o prefrontal; proceso peroccipital de manera creciente y un proceso obturador en el isquio (Butler & Barrett 2012). Su secuencia de aparición va de la siguiente manera: heterodóntosauridos, hypsilofodóntidos, dryosauridos, camptósauridos, tenontóraurios, iguanodóntidos y finalmente los hadrosauridos; aunque trabajos más recientes sugieren que los hypsilofodóntidos no forman un grupo natural y que algunos géneros (ejem: *Thescelosaurus* y *Parkosaurus*) están más estrechamente emparentados con los iguanodontidos que a otros hypsilofodontidos (Butler et al. 2008). Fueron animales que vivieron en todos los continentes, incluida la Antártida (Brett-Surman 1997). También constituyen los primeros herbívoros en desarrollar una batería dentaria eficiente, así como un método de masticación que constaba en el desarrollo de una “mejilla” para evitar que el alimento masticado cayese por los costados; un método muy similar que se observa solo en los mamíferos. Entre los Ornithopoda, se encuentran los euornitópodos, entre los que destacan los Hypsilophodontidae y los Iguanodontia. Estos últimos incluyen a los iguanodóntidos y hadrosaurios, y son definidos por la pérdida de los dientes premaxilares; presentan una pequeña fenestra anteorbital o la ausencia de la misma; con una gran abertura nasal, y hueso prementario con dos procesos proyectándose hacia atrás. Todos los euornitópodos tienen un cráneo pleuroquinetico (Norman & Weishampel 1990, Fastovsky & Weishampel 2005).

6.1 Hadrosaurios

Los Hadrosaurios fueron los ornitópodos más grandes, su distribución principal se centraba en Laurasia, aunque también se cuentan con registros de estos para algunas partes del hemisferio sur (Calvo et al. 2007, Juárez-Valieri et al. 2010). Los hadrosaurios presentan el mejor registro fósil de todos los ornitisquios.

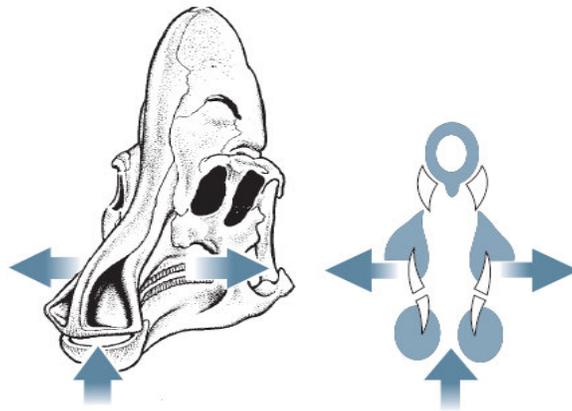


Fig. 14: Mecanismo mandibular en los ornitópodos, ilustrando la movilidad lateral de la mandíbula superior (pleuroquinesis). Tomado de Fastovsky & Weishampel (2009).

Hadrosauridae está definido como *Hadrosaurus foulkii* Leidy 1858 y todos los taxa más cercanamente relacionados a este que a *Iguanodon bernissartensis* Boulenger 1881 (Prieto-Márquez 2010). Los Hadrosauridae han sido definidos en una gran variedad de maneras desde que el grupo fue formalmente reconocido por Cope en 1869 como el clado del antecesor más reciente de *Telmatosaurus* y *Parasaurolophus* más todos los descendientes de este ancestro común (Horner et al. 2004), enfatizando principalmente en el desarrollo de una batería dentaria. En clasificaciones previas (Sternberg 1953, 1954), la familia Hadrosauridae se dividida en dos subfamilias: Hadrosaurinae (Lambe 1918) y Lambeosaurinae (Parks 1923), más aparte algunas otras formas tempranas que no encajan fácilmente en ninguna de las dos subfamilias. El reconocimiento monofilético de los hadrosauridos ha seguido, con algunas modificaciones, el esquema original propuesto por Cope (1869). En clasificaciones posteriores (Weishampel et al. 1993, Fastovsky & Weishampel 2009), los clados Hadrosaurinae y Lambeosaurinae se colocan

dentro de Euhadrosauridae, y las formas más basales son incorporadas en Hadrosauridae de una manera redefinida. El clado Hadrosauridae es ahora usado para incluir a los Euhadrosauridae más Telmatosaurus, Secernosaurus, sus ancestros comunes, y toda su descendencia (Brett-Surman 1997).

Bajo esta definición, Hadrosauridae (Fig.15) puede ser diagnosticada en base a las siguientes características: de tres o más remplazamientos dentarios por cada familia de diente, extensión distal de la línea del diente dentario hasta terminar caudalmente hacia el ápex del proceso coronoide, ausencia del foramen surangular, ausencia de contacto entre los elementos ectopterigoideo y el jugal, ausencia o fusión del hueso supraorbital hacia la línea de la órbita, elevación de los pedúnculos zygapofisiales cervicales en los arcos neurales extendiéndose muy por encima del nivel del canal neural, postzygapofisis largas y dorsalmente arqueadas, coracoide con un proceso cranioventral largo que se extiende muy por debajo del glenoide, área muy reducida para la articulación del coracoide, entre otras características más (Horner et al. 2004, Fastovsky & Weishampel 2009).

6.2 Paleobiología

Los hadrosaurios andaban en disposición tanto bípeda como cuadrúpeda (Fastovsky & Weishampel 2009). Pasaban la mayor parte del tiempo en posición cuadrúpeda; tienen una muñeca y mano robusta con uñas largas y a manera de herradura en los dígitos centrales, adaptada para soportar el peso de estos animales (Fastovsky & Weishampel 2009). En todos los casos, sus colas eran largas, musculosas y reforzadas con tendones osificados posicionadas horizontalmente, haciendo un excelente contrabalanceo para la parte frontal del cuerpo del animal (Fastovsky & Weishampel 2009).

En general, las extremidades posteriores tienden a ser igual o hasta dos veces el largo de las extremidades anteriores (Horner et al. 2004, Fastovsky & Weishampel 2009). Se estima podían alcanzar una velocidad sostenida entre los 15-20 km/hora, alcanzando hasta los 50 km/hora en distancias cortas (Fastovsky & Weishampel 2009). El galope (en posición cuadrúpeda) parece improbable debido a la rigidez de la columna vertebral y al movimiento limitado del hueso de los hombros contra la caja torácica y el esternón (Fastovsky & Weishampel 2009).

Aparentemente, las extremidades anteriores eran menos poderosas que las posteriores, y probablemente fueran utilizadas para raspar tallos y hojas, acercando el follaje cerca de la boca para así proceder a rasparla con un pico córneo (ranfóteca), localizado en la parte delantera del hocico (Fastovsky & Weishampel 2009).

Las hileras de dientes de los hadrosaurios estaban altamente modificadas en una serie de baterías dentarias que constituían arriba de 60 familias de dientes cercanos y compactos, con cada familia conteniendo de 3-5 dientes (Butler & Barrett 2012). Poseen un hocico grande y ancho, el cual terminaba en un borde acerrado en el área de la ranfóteca (Fastovsky & Weishampel 2009).

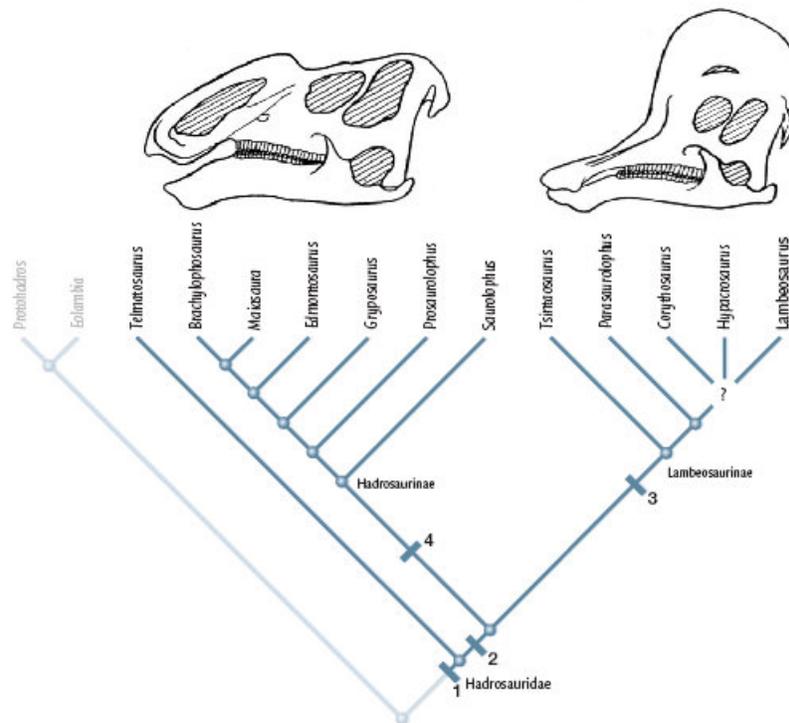


Fig. 15: Cladograma de los Hadrosauridae; los caracteres derivados incluyen: 1) tres o más reemplazamientos de los dientes en cada posición, extensión posterior de la hilera de los dientes del dentario hasta atrás ápice del proceso coronoide, ausencia del foramen surangular, ausencia o fusión del supraorbital hacia el borde de la cuenca orbital, proceso coracoideo largo, escapula proximal estrecha dorsoventralmente; 2) ausencia del hueso coronoide, reducción en contribución surangular en el proceso coronoide, margen oral premaxilar en doble hilera, occiput triangular, ocho o más vertebrae sacrales, carpos reducidos, foramen obturador púbico totalmente abierto, ausencia de los tarsales distales II y III; 3) maxila carente de un proceso anterior pero desarrollando un “estante” en pendiente dorsal, ranura en el proceso posterolateral de la premaxila, ápice maxilar bajo, una cresta parietal menos de la mitad de la longitud de la fenestra supratemporal; 4) presencia de margen caudal en la fosa circumnarial (tomado de Fastovsky & Weishampel 2009).

No eran animales muy selectivos en cuanto a su alimentación: cortaban y trituraban hojas y ramas sin hacer ninguna discriminación (Fastovsky & Weishampel 2009). Su alimentación se basaba en bayas, ramas y una gran variedad de plantas (Fastovsky & Weishampel 2009). Este tipo de alimentación se correlaciona perfectamente con la altura de estos dinosaurios; se piensa eran forrajeros activos a nivel de suelo y se alimentaban también de follaje constituido de coníferas a un nivel bajo, en algunos casos arbustos y árboles correspondientes a algunas angiospermas (Fastovsky & Weishampel 2009).

Hadrosaurios lambeosaurinos y hadrosaurinos poseen una variedad de crestas craneales (Hopson 1975). Estas crestas servían probablemente como señal visual intra e interespecífica, permitiendo el reconocimiento de especies y/o como función de reconocimiento social (Hopson 1975). Las crestas en los hadrosaurinos (como el *Saurolophus*) son estructuras sólidas, mientras que aquellas de los lambeosaurinos (como *Parasaurolophus* y *Corythosaurus*) eran huecas (Butler & Barrett 2012). En estos últimos, la cresta está compuesta por una premaxila y nasal expandidos, los cuales contienen pasajes complejos que están conectados a la cavidad nasal (Fig.16). Se ha sugerido que dichas crestas huecas actuaban como resonantes que amplificaban el llamado de estos animales, permitiendo una comunicación acústica (Weishampel 1981). Estudios morfométricos en los cráneos de los lambeosaurinos sugieren que las crestas eran dimórficas sexualmente (Fig.17); cambiaban de forma durante la ontogenia, soportando ideas de función social (Dodson 1975).

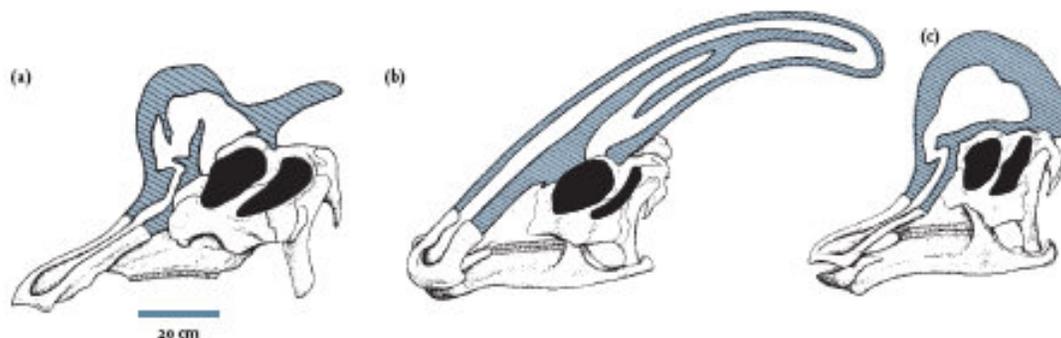


Fig. 16: Cavidades nasales altamente modificadas ubicadas dentro de las crestas huecas en las cabezas de hadrosaurios lambeosaurinos: a) *Lambeosaurus*; b) *Parasaurolophus*; c) *Corythosaurus* (tomado de Fastovsky & Weishampel 2009).

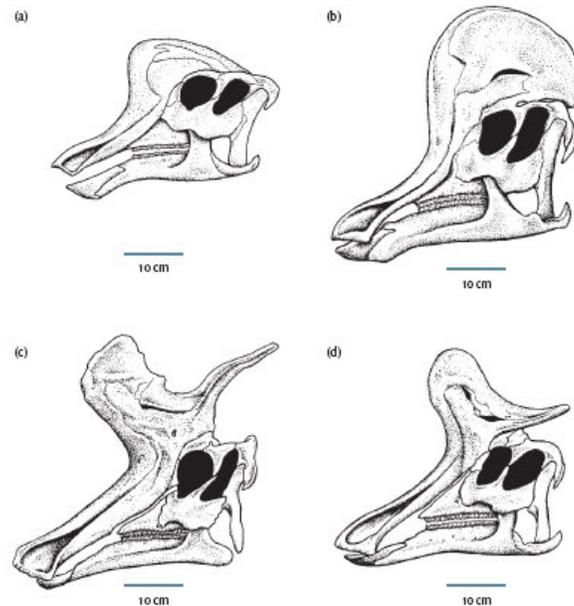


Fig. 17: Crecimiento y dimorfismo sexual en hadrosaurios lambeosaurinos: a) juvenil y b) adulto de *Corythosaurus*; c) macho (¿?) y d) hembra (¿?) de *Lambeosaurus* (tomado de Fastovsky & Weishampel 2009).

6.3 Paleoecología

Los restos de hadrosaurios han sido encontrados en diversos biotopos, incluyendo intermontañosos, antefosas terrestres y cuencas marinas (Horner et al. 2004). Específicamente, los hadrosauridos se conocen en depósitos de planicies costeras elevadas, canales de planicies costeras planas bajas y sedimentos de planicies deltaicas (Horner et al. 2004). En los estados de Montana (Estados Unidos) y Alberta (Canadá), donde una gran cantidad de trabajo ha sido realizado en base a colecciones de especímenes asociados a hadrosaurios de edad Campaniana, se refleja una repartición de hábitat entre las diferentes especies de hadrosaurios (Russell 1967, Dodson 1971, Horner 1983, Horner et al. 2004). Por ejemplo, hadrosaurios de tipo hadrosaurino como *Gryposaurus incurvimanus* están asociados a ambientes fluviales como los observados en la Formación Judith River, durante fases de regresión del Océano Bearpaw (Horner et al. 2004). Lo mismo se puede decir de *Hypacrosaurus stebingeri*, lambeosaurino conocido durante la transgresión del Bearpaw en la cima de la Formación Two Medicine (Horner et al. 2004). En

contraste, *Brachylophosaurus canadensis* es conocido en las unidades regresivas cercanas a la base de la Formación Judith River o cerca de los componentes distales de cuñas clásticas en los ambientes de depósito cercanos a la costa (Horner et al. 2004). Una situación similar aparentemente ocurre entre las faunas Maastrichtianas de Norteamérica, en donde el hadrosaurino *Edmontosaurus regalis* se encuentra cercano a los ambientes de depósito marinos, mientras que *Saurolophus osborni* y el lambeosaurino *Hypacrosaurus altispinus* se encuentran marginalmente en tierras bajas más continentales (Russell & Chamney 1967).

6.4 Distribución Geográfica

Los hadrosauridos se distribuyeron extensamente durante el Cretácico Tardío, con el más abundante y mejor material preservado presente en Norteamérica (Butler & Barrett 2012). Sus restos aún son desconocidos para África, India y Australia. Los hadrosauridos vivieron en latitudes altas, con material conocido en la parte norte de Alaska y en el Territorio del Yukón (Canadá), en áreas con paleolatitudes de 70-85° N durante el Cretácico Tardío (Butler & Barrett 2012).

6.5 Hadrosaurios encontrados en la Formación Cerro del Pueblo

Para la Formación Cerro del Pueblo, se reconocen hadrosaurios tanto de linaje lambeosaurino como hadrosaurino. Entre los dinosaurios lambeosaurinos cabe destacar a *Velafrons coahuilensis* (Fig.18), que constituye un hadrosaurio lambeosaurino registrado para esta formación (Gates et al. 2007). De cresta hueca, se estima alcanzaba los 10.7 m. de largo en su estado adulto y pesando aproximadamente 7 toneladas (Gates et al. 2007). Su cresta constituía una prolongación de sus fosas nasales, las cuales le permitían la elaboración y articulación de diversos sonidos a diferentes niveles (Weishampel 1981, Gates et al. 2007, Fastovsky & Weishampel 2009). El ejemplar tipo descrito por Gates et al. (2007) corresponde a un animal adolescente, que tenía una longitud de entre 7.6 y 9 m., debido a la falta de desarrollo total de la cresta, lo que ha llevado a discusión si realmente *Velafrons* representa un género nuevo o bien un estado de desarrollo de otro lambeosaurino ya establecido, algunos autores atribuyéndolo como un *Hypacrosaurus* o *Corythosaurus* joven (Paul 2010). *Velafrons* está datado en rocas con una antigüedad de 73.5

millones de años (Cretácico Tardío: Campaniano) provenientes de Rincón Colorado, dentro del municipio de General Cepeda en Coahuila (Gates et al. 2007).

Otros dos hadrosaurios se conocen para esta formación, ambos dentro del grupo de hadrosaurios hadrosaurinos: los géneros *Kritosaurus* y *Lathirinus uitstlani* (Fig.18), siendo este último un hadrosaurino descrito recientemente (Prieto-Márquez & Serrano-Brañas 2012). *Kritosaurus* es un hadrosaurino que poseía un nasal “curvo” (a diferencia de las crestas nasales extensas en los hadrosaurios lambeosaurinos), asociadas a una función visual y sonora; era un animal herbívoro que media 10 m. de largo (Horner et al. 2004) y fue descubierto originalmente en la Formación Kirtland (Cretácico Tardío: Campaniano) en lo actualmente son los estados de Texas y Nuevo México (EUA) y datado en un rango de 74 a 70 millones de años (Williamson 2000). Es un género con una amplia distribución geográfica en Norteamérica, encontrando sus restos desde la Formación Williams en el estado de Kansas (EUA) hasta diversas localidades dentro de la Formación Cerro del Pueblo en el estado de Coahuila (Lehman 2001).

El género *Lathirinus uitstlani* guarda muchas características en común con *Kritosaurus* ya que ambos géneros están emparentados; sin embargo *Lathirinus uitstlani* presenta una cresta nasal más grande y arqueada con aberturas nasales o nariales más amplias (Prieto-Márquez & Serrano-Brañas 2012). Sus restos fueron encontrados en el ejido de “Presa de San Antonio” en el municipio de Parras de la Fuente (Coah.), encontrado en rocas datadas en 72 millones de años de antigüedad (Prieto-Márquez & Serrano-Brañas 2012).

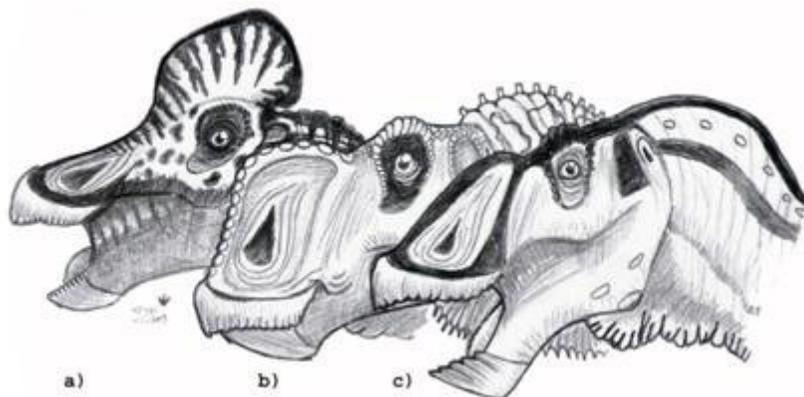


Fig. 18: Hadrosaurios encontrados en la Formación Cerro del Pueblo; de izquierda a derecha: a) *Velafrons coahuilensis*, b) *Lathirinus uitstlani* y c) *Kritosaurus*. No representados a escala.

7 PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

7.1 Hadrosauridos indeterminados

Ornithischia Seeley 1888

Ornithopoda Marsh 1881

Hadrosauridae Cope 1969

Hadrosauridae indet.

Grupo Difunta

Formación Cerro del Pueblo (Cretácico Tardío: Campaniano)

Localidad: Cañana Ancha, Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

A 15 km al noreste de Saltillo, Coahuila.

ESPECIMEN A (CA001: Fig. 19)

Descripción:

Fémur: (lámina XIVa) cabeza femoral completa, con el trocánter mayor erosionado y a la misma altura de la cabeza femoral. La superficie lateral del trocánter mayor se encuentra aplanada y estriada para la sujeción del músculo. El trocánter craneal se encuentra en la superficie craneolateral del fémur, inmediatamente por debajo del trocánter mayor.

Encontrándose separado del trocánter mayor por la fosa trocantérica. El cuarto trocánter se encuentra erosionado en la superficie caudomedial del fémur. Distalmente, los cóndilos femorales se encuentran ligeramente expandidos cranealmente y grandemente extendidos caudalmente. El cóndilo lateral posee en su superficie craneolateral hendiduras longitudinales moderadamente profundas que se radian distalmente. Con una fosa intercondilar profundo con una aproximación de los cóndilos lateral y medial.

Mediciones:

Pieza:

CA001-1

- Longitud: 1,100 mm
- Diámetro en el área caudomedial: 180 mm
- Diámetro en la parte proximal: 187 mm
- Diámetro en la parte distal: 143 mm

Tibia: (CA001-5, lámina XIVd) es un eje cilíndrico que se expande proximal y que distalmente, el cuerpo gira cerca de 45° por lo que el extremo distal se expande lateralmente. Sin cóndilos visibles; los maléolos interno y externo en su parte distal apenas son reconocibles.

Mediciones:

Pieza:

CA001-5

- Longitud: 1,075 mm
- Diámetro en la porción distal: 600 mm
- Diámetro de la porción proximal: 484 mm
- Diámetro en la región media del hueso: 376 mm

Fíbulas (lámina XIVb-c): la primera (CA001-2, lámina XIVb) completa en un 95 %; con su extremo distal presente, esta derecha y ligeramente expandida tanto de manera proximal como distalmente. Presenta una expansión proximal creciente. Se estrecha gradualmente hacia su extremo distal. Distalmente, el cuerpo de la fíbula se dobla por lo que la expansión distal se orienta a aproximadamente 90° de la expansión proximal. La superficie caudomedial de la fíbula esta aplanada, la superficie caudolateral es convexa y se engrosa lateralmente hacia el extremo distal. La otra fíbula (CA001-6, lámina XIVc) corresponde también al extremo proximal y está incompleta en un 50%.

Mediciones:

Pieza:

CA001-2

- Longitud: 1,100 mm
- Diámetro en la porción distal: 320 mm
- Diámetro en la parte media: 240 mm

Pieza:

CA001-6

- Longitud: 530 mm
- Diámetro en la porción distal: 255 mm

Metatarsos: (lámina XIVE-f): La pieza CA001-3 corresponde a una parte proximal (lámina XIVE), la cual es ancha, semiplana en su región proximal y adelgazándose hacia la parte faltante del hueso. El fragmento corresponde a la parte distal de un metatarso (CA001-4, lámina XIVf); cuenta con una superficie articular de menor tamaño en contraste al fragmento proximal descrito previamente, menos ancha y erosionados en ambas caras laterales de la superficie articular. Aunque erosionada en su parte articular y algo deformada; esta pieza puede corresponder a un

metatarso III, ya que presenta una disposición que va de cuadrangular y sub-romboidal (Parks 1920).

Mediciones:

Pieza:

CA001-3

- Longitud: 222 mm
- Diámetro: 480 mm

Mediciones:

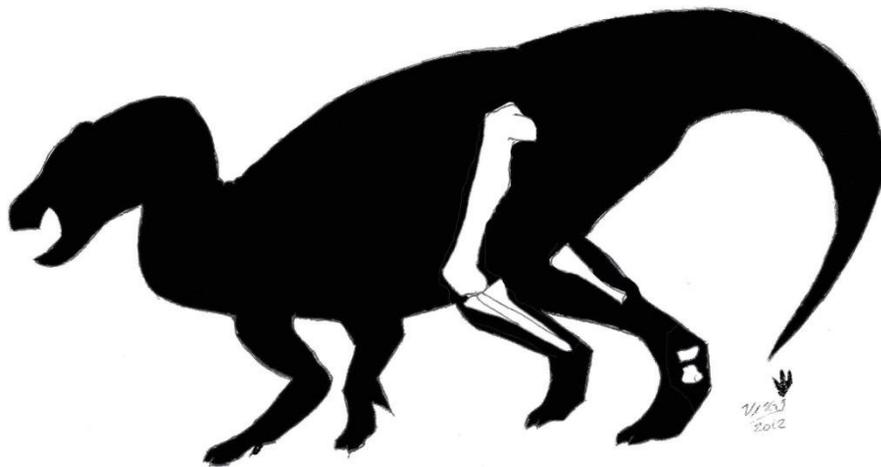
Pieza:

CA001-4

- Longitud: 359 mm
- Diámetro: 139 mm



Lámina XIV: Ejemplar CA001, ilustrando: a) fémur, b-c) fíbulas, d) tibia, e-f) partes de metatarso. Escala 100 mm.



Ejemplar: CA001
Localidad: "Cañada Ancha", Ramos Arizpe; Coahuila.

Fig. 19: Reconstrucción del ejemplar CA001, ilustrando los elementos encontrados del espécimen.

Ornithischia Seeley 1888

Ornithopoda Marsh 1881

Hadrosauridae Cope 1969

Hadrosauridae indet.

Grupo Difunta

Formación Cerro del Pueblo (Cretácico Tardío: Campaniano)

Localidad: La Parrita, Municipio de General Cepeda, Coahuila.

A 53 km al noroeste de Saltillo, Coahuila.

ESPECIMEN B (EP001: Fig. 20)

Vertebras cervicales: vértebra EP001-3: No .I es marcadamente opistocèlica; con centrum dorsoventralmente comprimido. Se alcanzan a distinguir dos prolongaciones que conformaban la parte del cuerpo de las prezigapofisis (lámina XVa). La pieza EP001-3: No.II (lámina XVb) presenta ambas prolongaciones en donde se situaban las prezigapofisis; en vista posterior, el margen del centrum está incompleto en la parte ventral lateral derecha. La última vértebra cervical solo presenta una pequeña prolongación de las prezigapofisis en su parte dorsal derecha (EP001-3: No. III; lámina XVc). El ancho en los canales neurales de cada vertebra está entre los 40 y 60 mm; con 97 mm de longitud y 152 mm de ancho en sus cóndilos.

Mediciones:

Piezas:

EP001-3

1. Vértebra Cervical No. I:

-
- Altura Total: 110 mm
 - Diámetro del centrum: 110 mm
 - Grosor del centrum: 170 mm

2. Vértebra Cervical No. II:

- Altura Total: 105 mm
- Diámetro del centrum: 104 mm
- Altura del centrum: 73 mm

3. Vértebra Cervical No. III:

- Altura Total: 124 mm
- Diámetro del centrum: 67 mm
- Altura del centrum: 60 mm

Vértebra proximal caudal: centrum alto y semicircular (EP001-1, lámina XVd), en la parte frontal se aprecia el canal neural, carece de espinas neurales y de los márgenes que bordean la vertebra, centrum incompleto aunque reconocible. En vista dorsal; se aprecia la región en donde se ubicaba la espina neural, la región del canal neural está infiltrada por sedimento.

Mediciones:

Piezas:

EP001-1

- Altura total: 110 mm
- Ancho del centrum: 50 mm
- Altura del centrum: 60 mm

Vértebras caudales distales: incompletas, la primera (EP001-6) con la presencia de sutura neurocentralis, lo cual indica que pertenecía a un individuo joven. La segunda (EP001-1, lámina XVe) con contorno hexagonal en vistas craneal y caudal, En su región ventral se observan dos procesos que sobresalen de la misma, lugar en donde se insertaba el chevrón. Los

costados del centrum son verticalmente planos, pero en dirección antero-posterior son cóncavos.

Mediciones:

Piezas:

EP001-6

- Altura del centrum: 30 mm
- Ancho del centrum: 35 mm

Piezas:

EP001-1

- Largo de la vertebra: 44 mm
- Diámetro del centrum: 30 mm
- Grosor del centrum: 27 mm

Úlna (EP001-10, lámina XVh): partes proximal y distal rotas e intemperizadas, esta pieza se hace más robusta hacia su extremo distal.

Mediciones:

Pieza:

EP001-10

- Largo: 75 mm
- Ancho: 65 mm
- Diámetro: 167 mm
- Espesor: 42 mm

Tibia (EP001-9): fragmentos, todos anchos y planos; haciendo una curvatura en la región

media de los mismos; la cual va decreciendo hacia la parte distal de la tibia. Elementos muy intemperizados.

Mediciones:

Pieza:

EP001-9

- Longitud: 184 mm
- Diámetro: 737 mm

Fíbula (EP001-8): se encuentra muy intemperizada; solo se reconoce la cresta cnemial. El extremo proximal se encuentra muy desgastado e irregular.

Mediciones:

Pieza:

EP001-8

- Longitud: 102 mm
- Diámetro: 250 mm

Falanges pedales: uno de ellos incompleto en uno de sus costados (parte ventral), con sus dos extremos completos (EP001-4). La pieza es corta y ancha con indicios de erosión en sus bordes. Parte ventral de la pieza desgastada por la erosión. La pieza EP001-5 (lámina XVf) está rota en su extremo lateral derecho; pero entera en el resto de la misma. La pieza EP001-7 también se encuentra incompleta en su porción proximal y con ausencia de la parte lateral derecha. Su parte articular en la porción distal es completa y lisa; incompleta hacia la parte ventral del hueso.

Mediciones:

Piezas:

EP001-4

- Largo: 45 mm
- Diámetro: 213 mm
- Diámetro del centrum: 30 mm
- Ancho del centrum: 35 mm

Pieza:

EP001-5

- Ancho: 64 mm
- Espesor: 25 mm

Pieza:

EP001-7

- Ancho: 102 mm
- Espesor: 65 mm

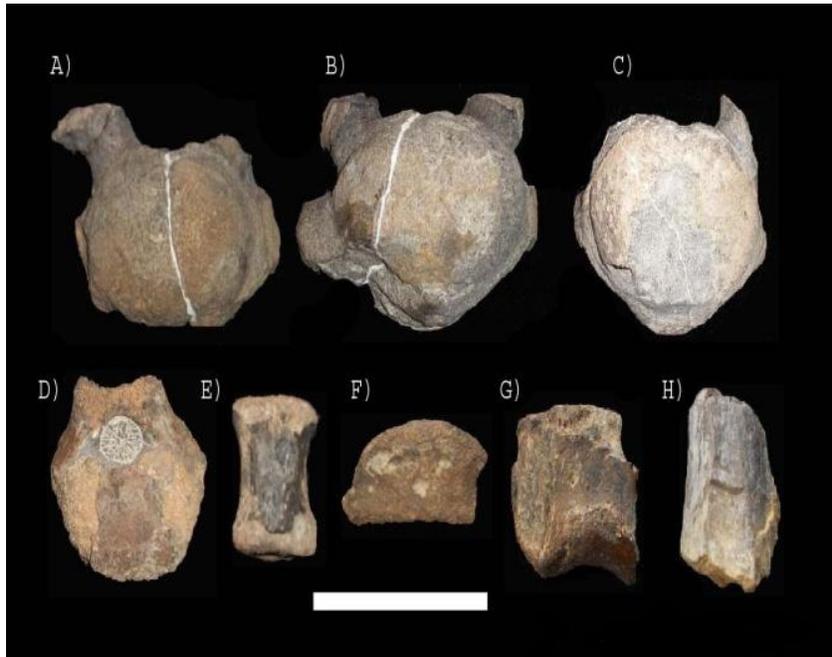
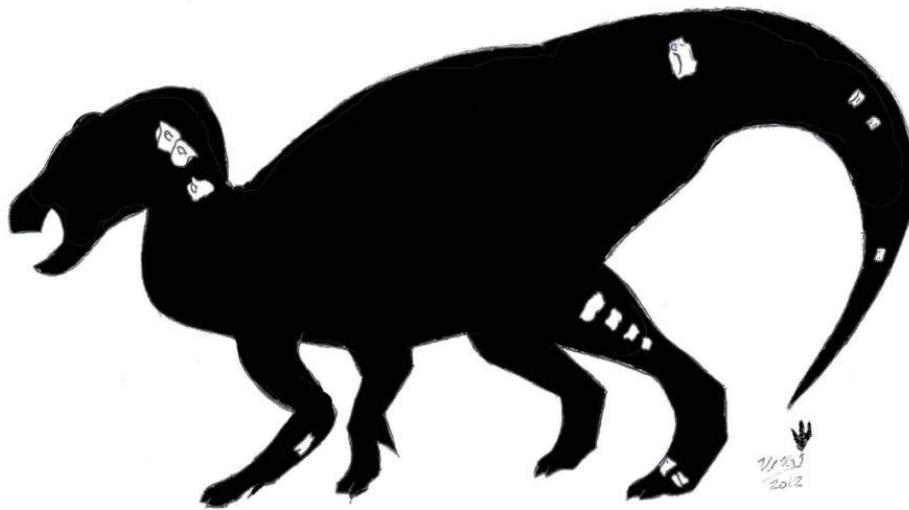


Lámina XV: Ejemplar (EP001): a-c) vértebras cervicales, d) vértebra proximal caudal, e) vértebra caudal distal, f-g) falanges, h) cubito. Escala 100 mm.



Ejemplar: EP001
Localidad: "La Parrita", General Cepeda; Coahuila.

Fig. 20: Reconstrucción del ejemplar EP001, ilustrando los elementos encontrados del espécimen.

ESPECIMEN C (PS001: Fig. 21)

Vértebras caudales: intemperizadas, ambas sin espinas neurales; en una de ellas solo con su extremo proximal, el cuerpo del centrum irregular, con simetría semi circular (PS001-2, lámina XVIIId); lo mismo ocurre para la parte distal aunque esta es más abombada hacia la parte media del cuerpo vertebral. En vista dorsal, se aprecia, aunque de manera remanente el canal neural. La parte ventral de la pieza es gruesa en sus extremos proximal y distal; mientras que en la región media tiende a disminuir. La otra vertebra (PS001-6, lámina XVIIe) está muy erosionada y comprimida lateralmente, solo es notorio uno de los extremos del cuerpo vertebral.

Mediciones:

Pieza:

PS001-2

- Altura total: 60 mm
- Altura del centrum: 47 mm
- Ancho del centrum: 45 mm

Pieza:

PS001-6

- Altura total: 95 mm
- Longitud de la vertebra: 77mm
- Altura del centrum: 79 mm
- Ancho del centrum: 37 mm

Húmero (PS001-5, lamina XVIa): Se observan el epicondilo lateral y el epicondilo medial e igualmente la fosa medial.

Mediciones:

Pieza:

PS001-5

- Largo: 250 mm
- Diámetro: 442 mm

Metatarsos: pieza PS001-4 con su parte distal y otro proximal (lámina XVIb); la que consta de la parte distal presenta superficie articular; mientras que la pieza PS001-3 (lámina XVIc) correspondiente a la parte proximal es ancha, en disposición semiplana en su región proximal y adelgazándose hacia la parte posterior.

Mediciones:

Pieza:

PS001-4

- Largo: 126 mm
- Diámetro: 256 mm

Pieza:

PS001-3

- Longitud: 129 mm
- Diámetro: 252 mm

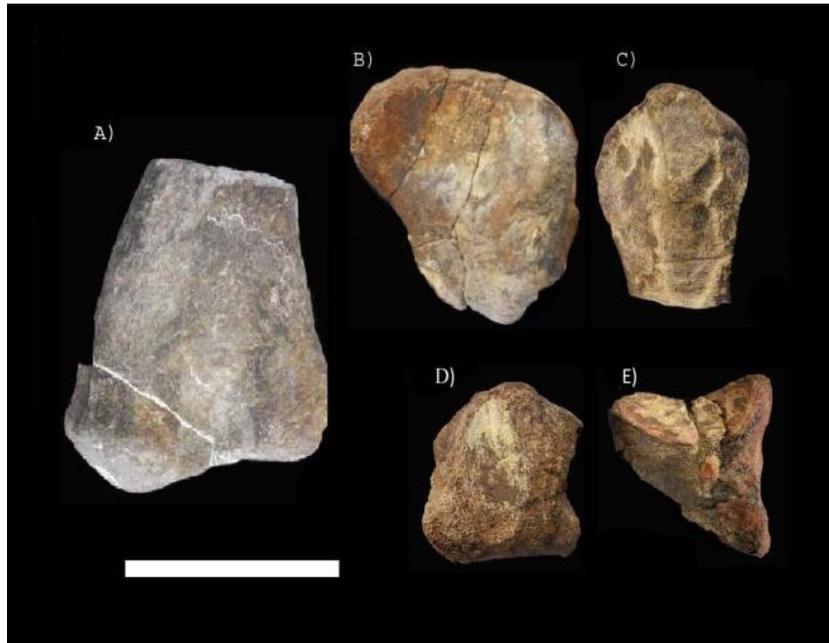
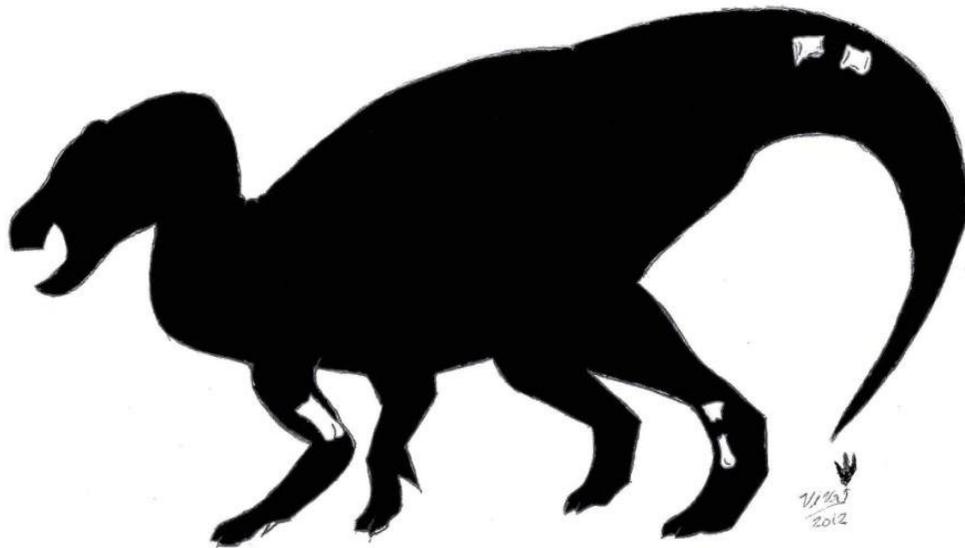


Lámina XVI: Especimen PS001: a) parte distal de humero, b-c) parte proximal y distal de metatarso, d-r) vértebras caudales. Escala 100 mm.



Ejemplar: PS001
Localidad: "La Parrita", General Cepeda; Coahuila.

Fig. 21: Reconstrucción del ejemplar PS001, ilustrando los elementos encontrados del espécimen.

ESPECIMEN D (OC001: Fig. 22)

Vértebra sacra (OC001): Con un centrum dorsoventralmente comprimido. En su parte dorsal, se observan dos pequeñas depresiones circulares, localizadas hacia el extremo proximal de la pieza, las cuales tienen 5 mm de profundidad y se encuentran una al lado de la otra (lámina XVIIa). En la región caudal (lámina XVIIb), se observa la presencia de la sutura neurocentralis muy pronunciada; la cual indica que dicho elemento pertenecía a un adulto joven.

Mediciones:

Pieza:

OC001

- Longitud: 35 mm
- Grosor: 67 mm
- Diámetro: 165 mm

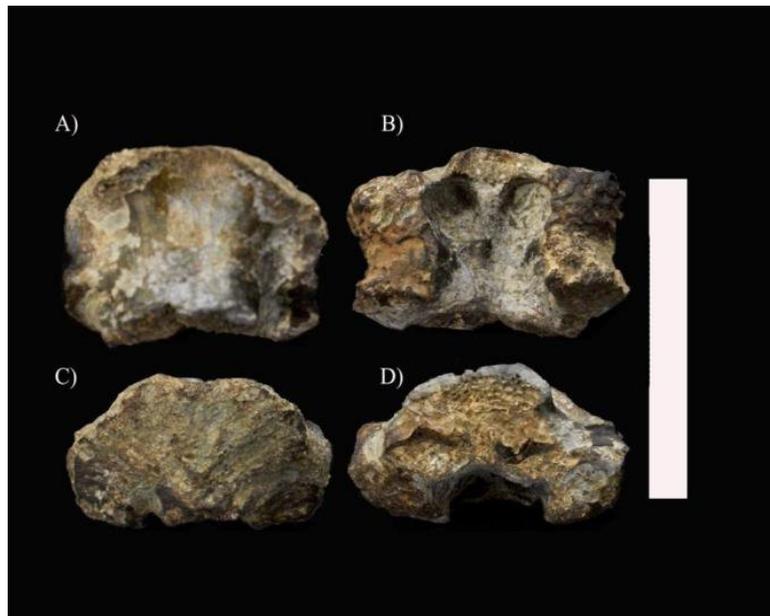
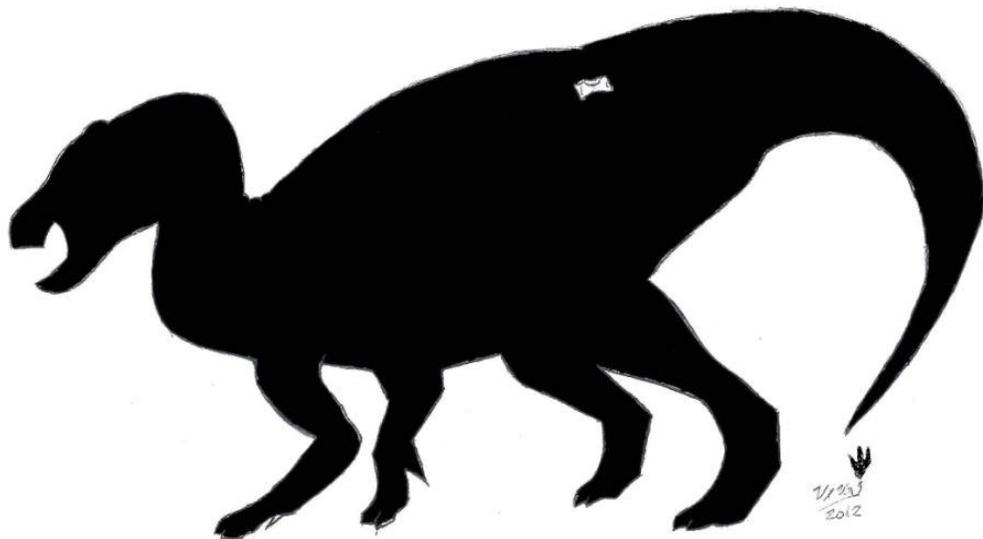


Lámina XVII: Vértebra sacra en vistas: a) dorsal, b) ventral, c) distal; y d) proximal. Escala: 10 cm.



Ejemplar: OC001
Localidad: "La Parrita", General Cepeda; Coahuila.

Fig. 22: Reconstrucción del ejemplar OC001, ilustrando los elementos encontrados del espécimen.

ESPECIMEN E (LP01: Fig. 23)

Vértebra cervical fuertemente opistocelica (lámina XVIII); centrum dorsoventralmente comprimido, se aprecia una de las prolongaciones de las prezigapofisis en su parte lateral superior izquierda. Pieza muy intemperizada.

Mediciones:

Piezas:

LP01

- Altura Total: 115 mm
- Diámetro del centrum: 160 mm
- Grosor del centrum: 110 mm

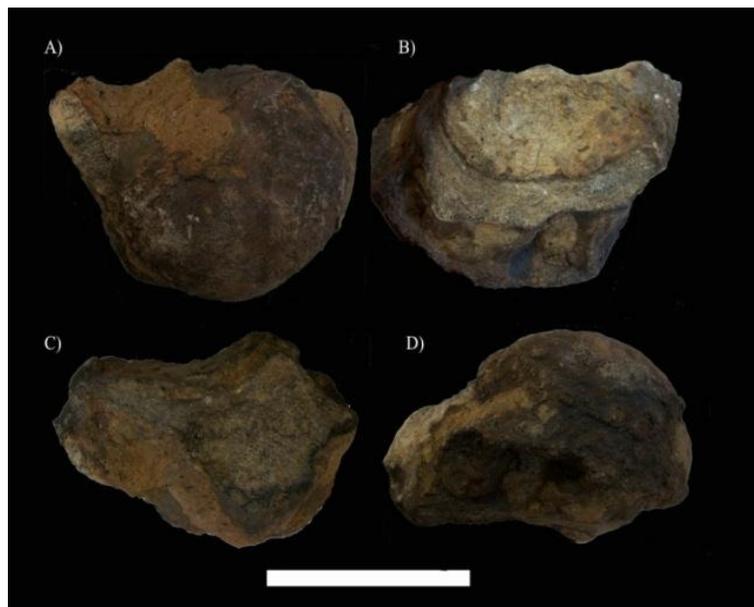
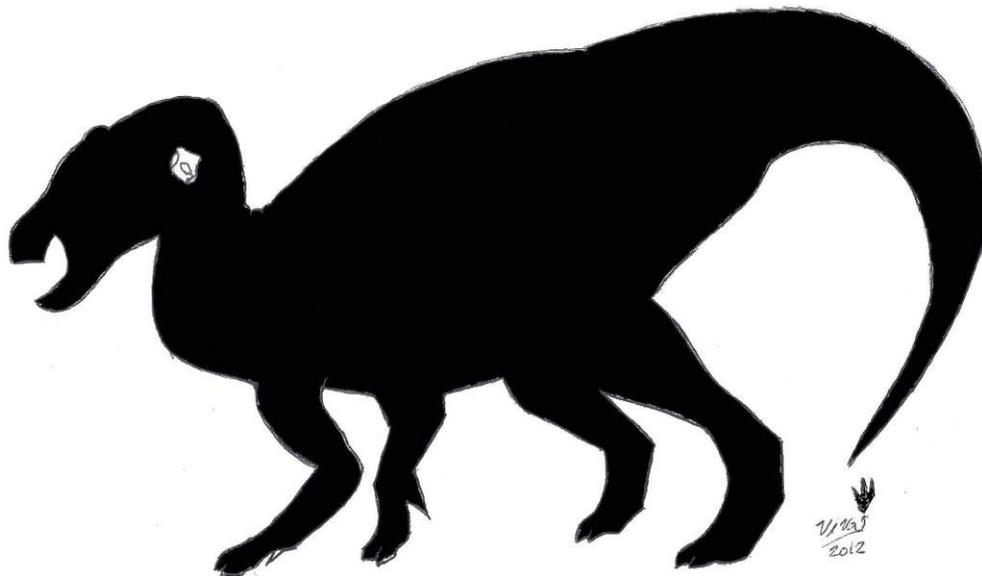


Lámina XVIII: Especimen LP01; vértebra cervical en vistas: a) anterior, b) posterior, c) dorsal, y d) ventral. Escala: 100 mm.



Ejemplar: LP01
Localidad: "La Parrita", General Cepeda; Coahuila.

Fig. 23: Reconstrucción del ejemplar LP01, ilustrando los elementos encontrados del espécimen.

ESPECIMEN F (LP02: Fig. 24)

Vértebra caudal proximal (lámina XIX) completa, contorno hexagonal en vistas craneal y caudal; cuerpo comprimido y de tamaño pequeño.

Mediciones:

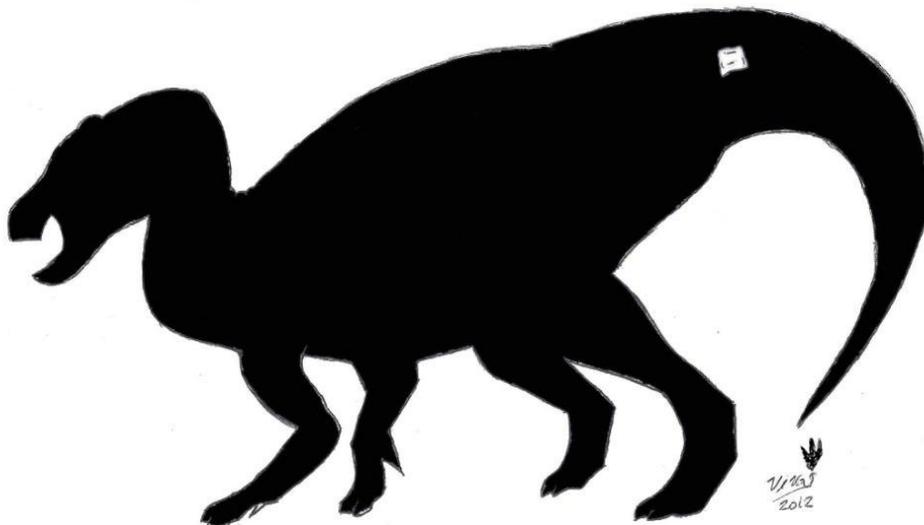
Piezas:

LP02

- Altura del centrum: 33 mm
- Ancho del centrum: 31 mm



Lámina XIX: Especimen LP02; vértebra proximal caudal en vistas: a) anterior, b) posterior, c) lateral derecha, y d) lateral izquierda. Escala: 100 mm.



Ejemplar: LP02
Localidad: "La Parrita", General Cepeda; Coahuila.

Fig. 24: Reconstrucción del ejemplar LP02, ilustrando los elementos encontrados del espécimen.

ESPECIMEN G (LP03: Fig. 25)

Ungal (LP03, lámina XX): Pieza completa y bien preservada; se trata de un hueso pequeño atribuido a un ejemplar juvenil. Plana y expandiéndose hacia su extremo distal, en forma de pala. Corresponde al dígito número II de la mano izquierda.

Mediciones:

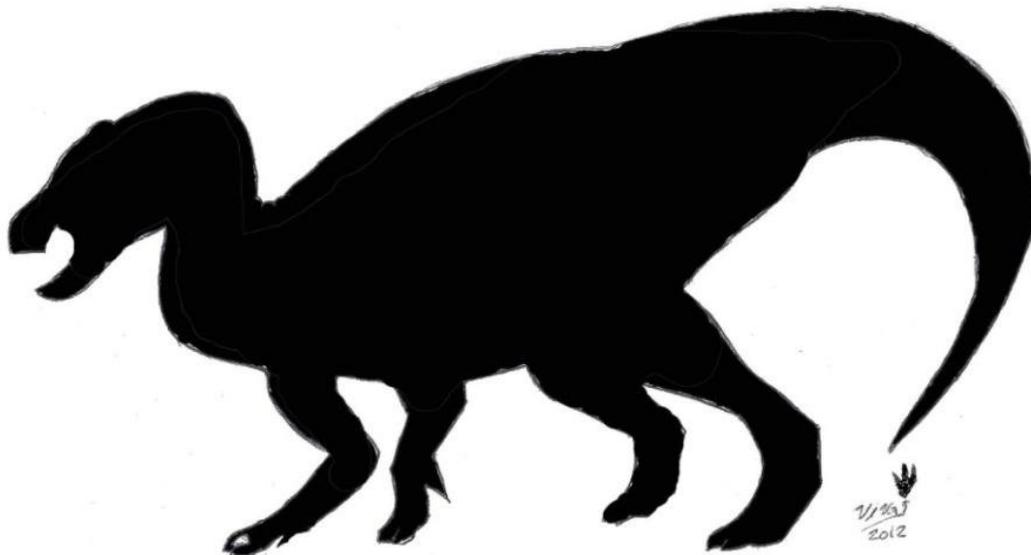
Piezas:

LP03

- Largo: 25 mm
- Ancho: 15mm
- Grosor: 09 mm



Lámina XX: Espécimen LP03; ungal del dígito II correspondiente a la mano izquierda de un hadrosaurio juvenil en vistas: a) anterior y b) posterior. Escala: 30 mm.



Ejemplar: LP03
Localidad: "La Parrita", General Cepeda; Coahuila.

Fig. 25: Reconstrucción del ejemplar LP03, ilustrando los elementos encontrados del espécimen.

7.2 Lambeosaurinos indeterminados

Lambeosaurinae Parks 1923

Lambeosaurinae indet.

Grupo Difunta

Formación Cerro del Pueblo (Cretácico Tardío: Campaniano)

Localidad: Cañana Ancha, Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

A 15 km al noreste de Saltillo, Coahuila.

ESPECIMEN H (CA002: Fig. 26)

Vértebra dorsal proximal (CA002-6): En vista lateral derecha es robusta mientras que en su lado izquierdo esta es prácticamente plana y con poco grosor. En vista dorsal, se observa la presencia del surco del canal neural (lámina XXIc).

Mediciones:

Pieza:

CA002-6

- Altura total: 145 mm
- Altura del centrum: 130 mm
- Ancho del centrum: 100 mm

Vértebra proximal caudal (lámina XXIb) compuesta por espina neural y centrum; la espina esta deformada de manera lateral, el cuerpo vertebral esta completo aunque comprimido de manera lateral. En su base presenta dos pequeñas protuberancias óseas en las cuales se insertaba el chevron, ubicado en la región ventral de la vertebra.

Mediciones:

Pieza:

CA002-2

- Altura total: 408 mm
- Altura del centrum: 120 mm
- Ancho del centrum: 93 mm

Vértebras media caudales: La primera vertebra se encuentra incompleta en su parte lateral izquierda, faltando un fragmento en la región del borde correspondiente a la parte dorso posterior

de la vertebra. La segunda con un centrum en la región craneal grande y pronunciado (CA002-3, lámina XXIf).

Mediciones:

Pieza:

CA002-3

- Altura del centrum: 75 mm
- Ancho del centrum: 55 mm

Húmero (CA002, lámina XXIa): con una robusta cresta deltapectoral característica de Lambeosaurinos, ya que esta se proyecta hacia adelante mas del diámetro del cuerpo humeral (Horner et al. 2004). Se extiende desde la parte proximal hacia la parte media del humero; condición contraria a la observada en Hadrosaurinos, ya que en estos últimos la cresta está muy poco desarrollada y tiende a ser una característica primitiva entre los Hadrosauridos (Horner et al. 2004). La esquina distal de la cresta forma un ángulo agudo y pronunciado, condición característica en lambeosaurinos de mayor edad en contraste a lo observado en animales juveniles (Egi & Weishampel 2002). El tubérculo mayor del humero se encuentra bien preservado como también los epicondilos y la fosa intertubercular.

Mediciones:

Pieza:

CA002-1

- Longitud: 540 mm
- Ancho en la región de la cresta: 331 mm
- Diámetro en la región distal: 371 mm

Tibia: porción proximal con sus cóndilos muy erosionados (CA002-9, lámina XXII). Un acercamiento en la región frontal del hueso revela una serie de marcas (4 en total) separadas

entre sí por aproximadamente 20 mm de distancia y en disposición craneolateral. En promedio, cuentan con 25 mm de largo y de 1-2 mm de profundidad; no se encuentran marcas en ningún otra parte de esta pieza (9b). Debido a la forma, distancia y patrón de dichas marcas, se piensa que pudiesen tratar de mordidas realizadas por algún dinosaurio terópodo.

Rivera-Sylva et al. (2012) reportaron marcas similares de mordidas en una tibia izquierda de un hadrosaurio, y debido al patrón de estas marcas pudo determinar que fueron producidas por un dinosaurio terópodo correspondiente al linaje de los tiranosauridos. Estas marcas se agrupan en dos sets y se localizan en la parte distal de la tibia; el primer set consiste de cuatro marcas subparalelas en la cara craneolateral del hueso, estas van de 2-12 mm en longitud y entre 1-3 mm de profundidad, estas son consideradas como “drag marks” o marcas de arrastre debido a que son marcas poco profundas en la a lo largo de la superficie del hueso y que no penetran el cortex (Rivera-Sylva et al. 2012). El segundo set de marcas se ubican en la región caudomedial, son más largas y delgadas y definidas de manera clara, las primeras dos marcas son de 23 y 34 mm de longitud y 2 mm de profundidad, mientras que la tercera abarca 7mm de longitud y 1 mm de profundidad (Rivera-Sylva et al. 2012).

Las marcas de mordida encontradas en la tibia del espécimen CA002-9 solo se encuentran en la parte craneolateral y no se observan en ninguna otra área del hueso. Las dimensiones de las marcas y su profundidad fueron comparadas con las reportadas por Rivera-Sylva et al. (2012), llegando a la conclusión de haber sido producidas por un terópodo perteneciente a los tyranosaurinos. Debido a que las marcas no son muy pronunciadas en el hueso, se consideran marcas de arrastre (drag marks). Estas marcas de mordida se consideran de tipo post-mortem ya que no presentan evidencias de cicatrización, además la ubicación de estas no parecen un probable punto de impacto para un ataque de predación (como en Rivera-Sylva et al. 2012); la ubicación de estas marcas en el hueso y la falta de más sets de mordidas en esta pieza, indican que fueron elaboradas como acto de actividad carroñera.

Mediciones:

Pieza:

CA002-9

- Largo: 445 mm
- Diámetro: 558 mm
- Diámetro en su porción proximal: 127 mm

Fíbula (CA002-8, lámina XXId): Parte proximal que consiste en un fragmento cónico; que en su parte anterior es curva; mientras que en la parte posterior, es cóncava. En vista lateral, la parte anterior del hueso se extiende y forma una especie de “pico”, la cual va reduciéndose a medida que se extiende hacia la parte posterior; en la parte superior; se forma una cavidad profunda y lisa.

Mediciones:

Pieza:

CA002-8

- Largo: 101 mm
- Diámetro: 224 mm

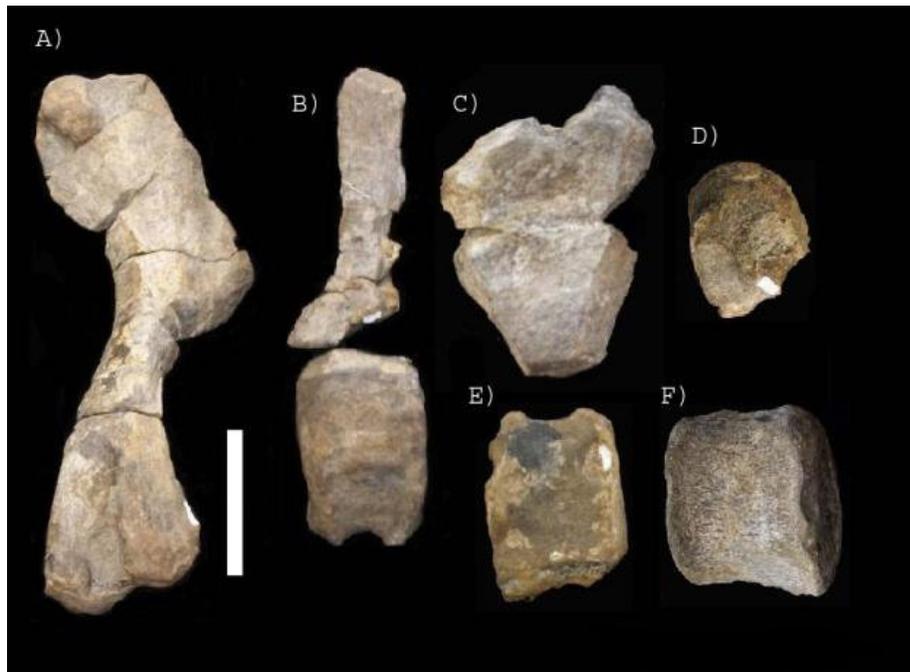


Lámina XXI: Especimen CA002: a) humero, b) vertebra proximal caudal, c) vertebra distal caudal, d) parte de fíbula, e-f) vertebra media caudales. Escala: 100 mm.

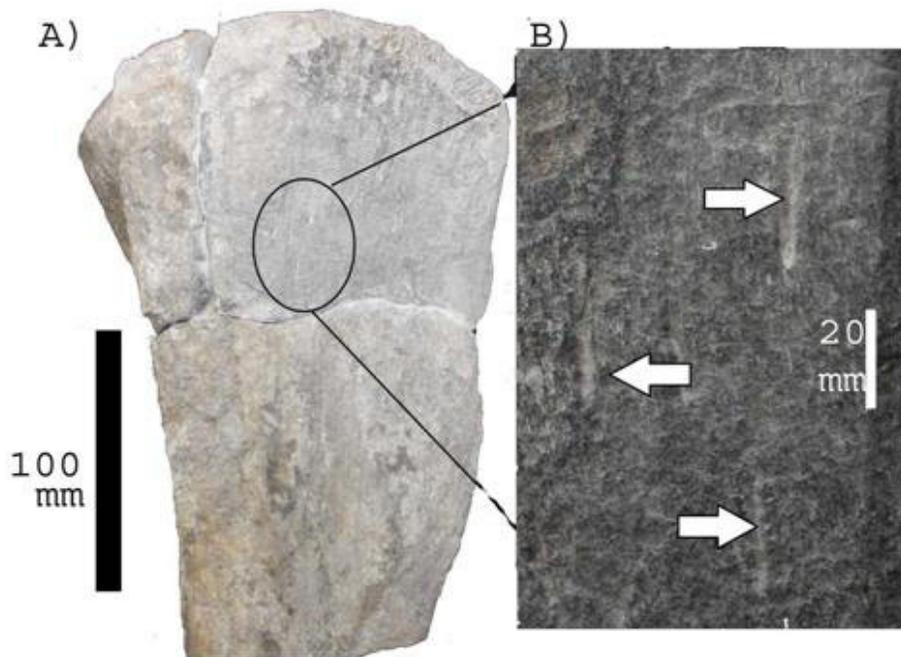


Lámina XXII: Vista frontal de la porción proximal de la tibia (CA002-9) ilustrando la ubicación de las marcas atribuidas a mordidas.

Ejemplar: CA002

Localidad: "Cañada Ancha", Ramos Arizpe; Coahuila.



Fig. 26: Reconstrucción del ejemplar CA002, ilustrando los elementos encontrados del espécimen.

Lambeosaurinae Parks 1923

Lambeosaurinae indet.

Grupo Difunta

Formación Cerro del Pueblo (Cretácico Tardío: Campaniano)

Localidad: La Parrita, Municipio de General Cepeda, Coahuila.

A 53 km al noroeste de Saltillo, Coahuila.

ESPECIMEN I (LP52, LPA, CERO209: Fig. 27)

Vértebra media dorsal (LP 23, lámina XXIIIi): Centrum completo, ovalado. Espina neural presente aunque rota, superficie de la cabeza de las costillas hacia su margen lateral derecha en vista proximal.

Mediciones:

Pieza:

LP23

- Altura total: 265 mm
- Altura del centrum: 125 mm
- Ancho del centrum: 119 mm
- Longitud del centrum: 75 mm

Costillas (LP52-2, lámina XXIIIId): en su mayoría fragmentos, dos de ellas con sus cabezas y porción articular presentes. Extremo proximal de la cabeza robusta mientras que el resto del hueso se adelgaza distalmente. Todas incompletas.

Mediciones:

Pieza:

LP52-2

Costilla 1:

- Longitud: 295 mm

Costilla 2:

- Longitud: 361 mm

Costilla 3:

- Longitud: 241 mm

Costilla 4:

- Longitud: 518 mm

Pubis (LPA1, lámina XXIIIc): Margen anterior delgado e incompleto. La porción inferior que sirve de unión al isquion se adelgaza caudalmente y de área de contacto relativamente pequeña.

Mediciones:

Pieza:

LPA1

- Longitud en línea recta: 375 mm
- Longitud en curva: 440 mm

Vértebras caudales proximales: Los lados de la vertebra están aplanados verticalmente pero cóncavos en dirección antero-posterior. Base convexa aunque incompleta, proceso de la espina neural roto y apenas sobresaliendo en el lado lateral derecho. Parte proximal erosionada y rota (LP24-1, lámina XXIIIg). Otra pieza (LP52-8, lámina XXIIIh) con las mismas características; la parte proximal en forma cóncava, cuerpo aplanado verticalmente, canal neural visible.

Mediciones:

Pieza:

LP24-1

- Altura total: 160 mm
- Altura del centrum: 105 mm
- Ancho del centrum: 105 mm
- Longitud del centrum: 110 mm

Pieza:

LP52-8

- Altura total: 85 mm
- Longitud de la vertebra: 110mm
- Altura del centrum: 85 mm
- Ancho del centrum: 90 mm

Chevron (CERO209-2, lámina XXIII f): Parte proximal bifurcada y ensanchada lateralmente, siendo más robusta en esta parte y adelgazándose hacia su extremo distal. Hueso delgado que se inserta en la base de las vertebrae caudales.

Mediciones:

Pieza:

CERO209-2

- Longitud: 189 mm
- Diámetro en la porción proximal: 107 mm

Húmero (LP52-16, lámina XXIII e): Cresta deltopectoral pronunciada, robusta y expandiéndose en el margen proximal anterior. Esquina distal de la cresta no tan pronunciada, en comparación a lo observado en el espécimen CA002; lo que indica se trata de un lambeosaurino joven (Egi & Weishampel 2002).

Mediciones:

Pieza:

LP52-16

- Longitud: 649 mm
- Ancho en la región de la cresta: 395 mm
- Diámetro en la región distal: 407 mm

Fémur (LP52-1, lámina XXIII a): Cabeza femoral completa aunque erosionada, con el trocánter mayor al mismo nivel de la cabeza femoral. 4to trocánter presente aunque incompleto

en la parte caudomedial del fémur. Los cóndilos en la parte distal son redondeados y se expanden lateralmente, están completos en su región ventral y erosionados en caudalmente. Parte del extremo distal del hueso ausente, la cual fue reconstruida.

Mediciones:

Pieza:

LP52-1

- Longitud: 780 mm
- Diámetro en el área caudomedial: 318 mm
- Diámetro en la parte proximal: 545 mm
- Diámetro en la parte distal: 506 mm

Tibia (LP52-7, lámina XXIIIb): Completa, larga y recta expandiéndose en sus extremos proximal y distal. Cóndilos visibles y cresta cnemial presenta en su extremo proximal. Fusionado con la **fíbula** en su extremo distal, la cual presenta expansión proximal creciente.

Mediciones:

Pieza:

LP52-7

Tibia:

- Longitud: 605 mm
- Diámetro en la porción distal: 482 mm
- Diámetro de la porción proximal: 462 mm
- Diámetro en la región media del hueso: 214 mm

Fíbula:

- Longitud: 710 mm
- Diámetro en la porción distal: 420 mm

Metatarsos: Metatarso no. III completo (CERO209-1, lámina XXIIIj), aplanado dorsoventralmente y expandido hacia ambos lados. Con expansión distal sub-romboidal y cóncavo en sus cuatro lados. En su porción proximal, se expande hacia los lados anterior, posterior y externo elevándose más bien hacia el borde sostenido en contra de la superficie articular. Metatarso II (LP52-3, lámina XXIIIk) completo, aplanado verticalmente y expandido hacia el extremo proximal. Cara externa es algo plana proximalmente debido a un contacto cercano con el metatarso III. Otra pieza (LP52-6, lámina XXIIIIn), consiste únicamente en el extremo distal de un metatarso no. IV.

Mediciones:

Pieza:

CERO209-1

- Largo: 287 mm
- Diámetro: porción proximal 325 mm
- Diámetro: porción distal 288 mm

Pieza:

LP52-3

- Longitud: 177 mm
- Diámetro porción proximal: 273 mm
- Diámetro: porción distal 221 mm

Pieza:

LP52-6

- Longitud: 102 mm
- Diámetro: 270 mm

Falanges: Falange II-1 incompleta, solo con su extremo distal (Falange III-1) completa (LP52-4), expandiéndose lateralmente en sus extremos distal y proximal, siendo este último el más pronunciado.



Lámina XXIII: Especimen LP, LPA, CERO209: a) fémur, b) tibia y fíbula, c) pubis, d) costillas, e) humero, f) chevron, g-h) vértebras caudales proximales, i) vértebra media dorsal, j-k) metatarsos, l-m) falanges, n) metatarso. Escala: 100 mm.

Ejemplar: LP, LPA, CERO209
Localidad: "La Parrita", General Cepeda; Coahuila.



Fig. 27: Reconstrucción del ejemplar Espécimen LP, LPA, CERO209, ilustrando los elementos encontrados del espécimen.

8 AMBIENTES DE DEPÓSITO

8.1 Localidad de “La Parrita”

Los ejemplares de hadrosauridos colectados en esta localidad constituyen en su mayor parte elementos aislados de individuos, retrabajados e intemperizados. Sus restos han sido encontrados en material lutítico, indicando ambientes de depósito marino y/o lacustre.

En el primer horizonte de lutitas en la localidad (Fig. 5), se encontraron huesos aislados, mal preservados, de hadrosaurios y fragmentos intemperizados de un dinosaurio “ceratópsido” junto a fósiles de invertebrados marinos tales como *Lissapiopsis* sp. y *Cerithium nodosa* (lamina I). Estos gasterópodos se encuentran por lo general en fondos arenosos y zonas arrécifales en ambientes cálidos (Bandel 2006). *Flamingostrea* (ostreido) es otro tipo de fósil bastante común, encontrándose fragmentos de conchas de manera suelta e incrustadas en sedimento formando coquinas (Kirkland et al. 2000). Eberth et al. (2004: 350-352, Fig. 5 en mismo artículo) ubican concentraciones de ostreidos (fragmentarias a completas) dentro de la facie 6b en la Formación Cerro del Pueblo atribuyéndolo a depósitos arrecifales, humedales cercanos a la línea de costa o depósitos de aéreas superficiales inundadas. Las características litológicas de este horizonte van acorde a lo reportado por Eberth et al. (2004).

Fragmentos de ammonites del género *Sphenodiscus* sp. de diversos tamaños se encuentran en abundancia en este estrato; en base a lo reportado por Eberth et al. (2004: 350-352, Fig. 5 en mismo artículo), estos ammonites solo se encuentran en la facie 1 correspondiente a lo que es “Lutita Parras”; también fueron colectados restos de un caparazón de *Euclastes coahuilensis* (lamina III), mas no es común encontrar restos de dinosaurios en estos estratos, concluyendo que los huesos fragmentados e intemperizados encontrados sobre la “Lutita Parras” fueron o bien arrastrados y preservados en ambiente marino por medio de sistemas fluviales que desembocaban hacia la costa o fueron transportados debido a aspectos de tipo erosivo. El ejemplar LP52,LPA,CERO209 se encontró entre el primer horizonte de lutitas correspondiente a “Lutita

Parras” y limolita con alta concentración de bivalvos propiamente en la base de Cerro del Pueblo; este ejemplar constituye un hadrosaurio lambeosaurino joven.

En el segundo horizonte de lutitas se colectó el resto de los ejemplares analizados en este trabajo y es en donde se ubica el “micrositio” (Fig. 5). Aunque gasterópodos del género *Cerithium* se encuentran en este estrato, se caracteriza por la presencia de una gran cantidad de dientes atribuidos tanto a dinosaurios terópodos como hadrosauridos, la mayor parte de ellos incompletos. Placas dérmicas y vértebras de cocodrilos fueron encontradas en el lugar, así como fragmentos de caparazón y fragmentos de huesos correspondientes a extremidades de quelonios de caparazón blando de la Familia Trionichidae. Estas son características de ambiente dulceacuícola, habitando ambientes de aguas calmas y suelen enterrarse en fondo detrítico o cenegoso para pasar desapercibidas por sus depredadores y por sus presas, ya que son de alimentación carnívora (Cobb 1994). Coprolitos de diversas formas y tamaños son abundantes, correspondientes en su mayor parte a tortugas y cocodrilos, aunque también se han encontrado algunos atribuidos probablemente a dinosaurios. Eberth et al. (2004: 350-352, Fig. 5 en mismo artículo) asocian este conjunto de fósiles vertebrados e invertebrados entre las facies 10-12, correspondientes a planicies costeras inundadas de poca (verdoso) a alta capacidad de drenaje.

Las muestras de sedimento colectadas en el área de trabajo (horizonte de lutitas del nivel del “micrositio”) no revelaron la presencia de ningún tipo de microfósil que pudiera haber aportado mayor información con respecto al ambiente de depósito de los elementos fósiles encontrados en el lugar.

8.2 Localidad de “Cañada Ancha”

Se cuenta con un “cementerio” de hadrosaurios, encontrándose un total de seis individuos en el área. Los restos se asocian a estratos de limolita muy consolidada. Los individuos yacen incompletos y con elementos incrustados y esparcidos a lo largo de este paquete. La ausencia de otros fósiles vertebrados indica que los animales encontrados probablemente pertenecían a un grupo y perecieron todos debido a algún evento catastrófico. Estas conclusiones son preliminares, por lo que aun falta realizar un estudio profundo en la localidad y establecer de manera precisa las causas que llevaron a la formación de esta “bonebed” en el área de estudio; dicho trabajo

queda bajo la responsabilidad de campañas posteriores a realizar por las autoridades competentes del Museo del Desierto de Saltillo.

9 DISCUSIÓN

Originalmente, uno de los objetivos del presente trabajo era la revisión de todo el material paleontológico colectado referente a hadrosaurios de la Formación Cerro del Pueblo durante los últimos años y resguardado dentro de la Colección Paleontológica de Coahuila; material que en su mayor parte aún no ha sido descrito. Sin embargo, debido a cuestiones administrativas, solo se procedió a revisar una parte del material, entre el que destaca el espécimen LP52,LPA,CERO209, colectado con fondos de las dependencias del Museo del Desierto y de la National Geographic Society (CRE grant #7171-01) dentro del proyecto “Dinosaurios de la Cuenca de Parras”. Se encuentra a cargo del personal de la Secretaria de Educación y Cultura de Coahuila y de la Coordinación de Paleontología, y este fue proporcionado por la M.C. María del Rosario Gómez Núñez y la M.C. Martha Carolina Aguilón Martínez, con la condición de reportar cualquier hallazgo en el ejemplar.

El material revisado para este trabajo (tanto dinosaurios como otros restos fósiles de vertebrados) lo constituye básicamente elementos aislados del esqueleto de diversos ejemplares, en su mayor parte retrabajados, intemperizados y fragmentados, ninguno a ejemplares completos o semicompletos que se hayan encontrado de manera articulada; dichos elementos fueron transportados y dispersados por agentes físicos. Algunas piezas se encuentran tan fragmentadas que su identificación es imposible de establecer. Kirkland et al. (2000) establecen que Coahuila presentaba una serie de deltas que desembocaban hacia el extremo este de la región, en el antiguo Golfo de México, formando ambientes pantanosos cercanos a la costa, un ambiente similar al de los actuales pantanos que se encuentran en el estado de Florida, EUA. Eberth et al. (2004) establecen que el ambiente de depósito para la Formación Cerro del Pueblo se produjo debido a cambios episódicos de transgresión-regresión y/o a eventos de tormentas extremas que puntuaron la sucesión general de regresión, dejando áreas inundadas a nivel cercano de la costa. El material corresponde a un horizonte de lutitas con un espesor aproximado a los 10 metros (Fig. 5) y en donde se encuentran en su mayor parte los fósiles. Las muestras de sedimento que se tomaron en la localidad a este nivel no revelaron información alguna sobre la presencia de microfósiles que

podieran establecer las facies o el ambiente en el cual dichas faunas vivían. A pesar de ello; la presencia de trioniquidos y cocodrilos goniofólidos (animales asociados a cuerpos de agua dulce), hadrosaurios en abundancia y dientes de dinosaurios terópodos indica que los restos fueron depositados en cuerpos de agua dulce a nivel continental, llegando en un determinado momento a mezclarse con agua salobre. La alternancia en cuanto a lutitas y areniscas en la Formación Cerro del Pueblo revelan periodos de regresión y transgresión marina, por lo que no sorprende encontrar restos de invertebrados marinos junto a faunas campanianas, indicando la presencia de estuarios cercanos a la costa durante el Cretácico Tardío de Coahuila.

Durante el Campaniano Tardío (80-75 millones de años; Fig. 28), la biota asociada a Norteamérica estaba compuesta principalmente por dinosaurios hadrosauridos, conformando más de la mitad de la fauna promedio y habitando una gran variedad de ambientes (Lehman 2001). En el sureste de Alberta, Canadá; la diversidad de dinosaurios estaba dominada por hadrosaurios lambeosaurinos y ceratópsidos de tipo centrosaurinos, siendo los géneros *Corythosaurus* y *Centrosaurus* característicos en dichas asociaciones (Dodson 1983). Sin embargo, la dominancia de hadrosaurios lambeosaurinos solo es evidente hacia el sur de Alberta (Lehman 2001). Horner (1988) indica que los hadrosaurios lambeosaurinos son menos abundantes en los depósitos costeros del Campaniano en Montana (EU) y dinosaurios ceratópsidos de tipo centrosaurino tal como *Centrosaurus* (Dodson 1983).

Al sur, hacia los estados de Utah y el Noreste de Nuevo México (EU), la diversidad de fauna asociada a estas regiones tiende a disminuir, en donde los lambeosaurinos eran subordinados y los centrosaurinos estaban ausentes (Lehman 1997, 2001). El hadrosaurino *Kritosaurus*, el lambeosaurino *Parasaurolophus*, y el ceratópsido chasmosaurino *Pentaceratops* corresponden faunas dominantes en estas regiones (Lehman 2001). Para el estado de Texas (EU) encontramos fauna muy similar, dominada por *Kritosaurus* y el lambeosaurino *Parasaurolophus walkeri* (Lehman 2001). Los géneros *Kritosaurus* y *Parasaurolophus* ocurrían en biomas nortños, indicando que el intercambio faunístico era posible; mas corresponden las faunas más importantes y dominantes en la región sur (Lehman 2001).

En Cerro del Pueblo, las faunas dominantes las constituían hadrosaurinos y lambeosaurinos concernientes a los géneros *Kritosaurus*, *Lathirinus uitstlani* y *Velafrons coahuilensis* (este

último género aun en debate debido a que el único espécimen con el que se cuenta corresponde a un individuo joven; algunos autores lo consideran dentro del género *Hypacrosaurus*; Paul 2010). Los restos de hadrosaurios comúnmente se encuentran en areniscas, en litología concerniente a paleoambientes de tipo canal, mientras que otros dinosaurios herbívoros (ceratópsidos) se asocian más a sedimentos lutíticos, en planicies inundadas o pantanos (Lyson & Longrich 2010). Esto es en el caso de las faunas reportadas para diferentes formaciones al norte de Estados Unidos (Formación Hell Creek, Formación Fox Hills, Formación Medicine Bow, etc.), y Canadá (Formación Summit Creek, Formación Horseshoe Canyon, Formación Willow Creek, etc.), de edad Maastrichtiana.

Sin embargo en el Campaniano, la diversidad de estos grupos era menor, siendo los hadrosaurios los dinosaurios más comunes en la biota de Norteamérica. Los ceratópsidos están caracterizados hacia el norte, siendo sus restos comunes en Estados Unidos y Canadá; formaciones como Dinosaur Provincial Park, Judith River y la Formación Mesaverde (Fig. 28) presentan asociación entre hadrosaurios lambeosaurinos y ceratopsidos centrosaurinos, así como hadrosaurinos y centrosaurinos (Lehman 2001). Para la Formación Cerro del Pueblo, la diversidad de fauna está caracterizada casi en su totalidad por hadrosaurios (siendo más comunes hadrosaurinos que lambeosaurinos), y estos se encuentran tanto en lutitas como areniscas. Los ceratópsidos son menos comunes dentro de la biota de Cerro del Pueblo, siendo únicamente el chasmosaurino *Coahuilaceratops magnacuerna* (Loewen et al. 2010) reportado para esta región hasta ahora. Esto indica que el nicho que ocuparían comúnmente los ceratópsidos para esta región era ocupado principalmente por hadrosaurios lambeosaurinos dentro de las planicies costeras, mientras que hadrosaurinos podían habitar tanto en las planicies aluviales así como en planicies costeras (Fig. 28).

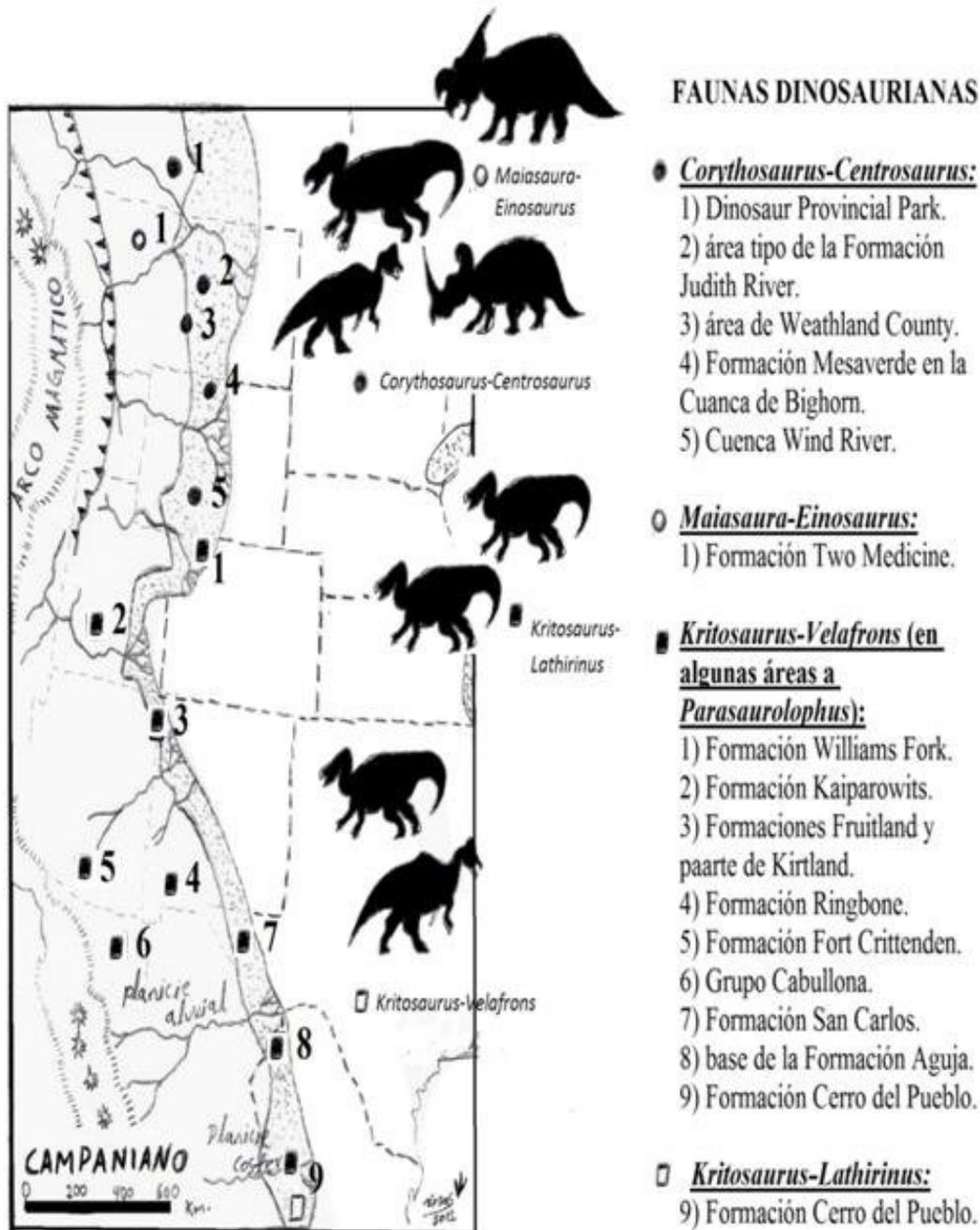


Fig. 28: Reconstrucción paleogeográfica de la región interior oeste de Norteamérica durante el Campaniano (80-75 millones de años). La asociación *Kritosaurus-Velafrons* solo ocurre para la Formación Cerro del Pueblo, la simbología que caracteriza a esta asociación se utiliza de manera general para representar a otros géneros lambeosaurinos (*Corythosaurus*, *Parasaurolophus*) encontrados en diversas formaciones en Estados Unidos y Canadá (adaptado de Lehman 2001).

10 CONCLUSIÓN

En base a los resultados obtenidos durante el desarrollo del presente trabajo, se concluyó que los ejemplares de hadrosaurios estudiados en “La Parrita” se preservaron en un ambiente de estuario (Fig. 29). La fauna, dulceacuícola y marina, que se preservó junto a estos dinosaurios corrobora nuestra suposición. Solo uno de los ejemplares (LP52,LPA,CERO209) se encontró en depósitos marinos, basándose en la presencia del gasterópodo *Lissapiopsis* sp. y al ammonite *Sphenodiscus* sp. La geología de la Formación Cerro del Pueblo en esta localidad refleja periodos de regresiones y transgresiones marinas, siendo este último evento en donde áreas cercanas a la costa sufren eventos de inundación, formando de esta manera pantanos, lagunas y estuarios durante el Campaniano.

En la localidad de “Cañada Ancha”, se asume de manera preliminar un evento de inundación o crecida de río, que resultó en la muerte de varios individuos de hadrosaurios de diversos tamaños (Fig. 30). Sus restos fueron transportados hasta el lugar en donde fueron encontrados. Dinosaurios carnívoros pudieron haber aprovechado la ocasión para consumir las carcasas de estos animales (Fig. 31). Trabajos posteriores revelarán más información sobre esta localidad y describirán mejor los acontecimientos que se produjeron en esta área.

En la Formación Cerro del Pueblo, la fauna dinosauriana estuvo constituida de manera principal por hadrosaurios lambeosaurinos y hadrosaurinos; los ceratópsidos no eran muy comunes y probablemente los nichos a los cuales suelen asociarse eran ocupados por hadrosaurios. Los dinosaurios carnívoros no presentan una distribución o repartición especial.



Fig. 29: Reconstrucción paleoecológica en la Formación Cerro del Pueblo para la localidad de “La Parrita”. Constituye un ambiente estuarino en donde ocurría la intercalación de aguas marinas y continentales; ambiente cercano al océano. Las faunas encontradas en el lugar (izquierda a derecha) son: hadrosaurio lambeosaurino, posiblemente ligado al género *Velafrons*; manada de hadrosaurios hadrosaurinos; cocodrilo goniofolido; *Trionyx* sp. (Tortuga de caparazón blando); dinosaurios terópodos (aquí representado por un tiranosaurido).

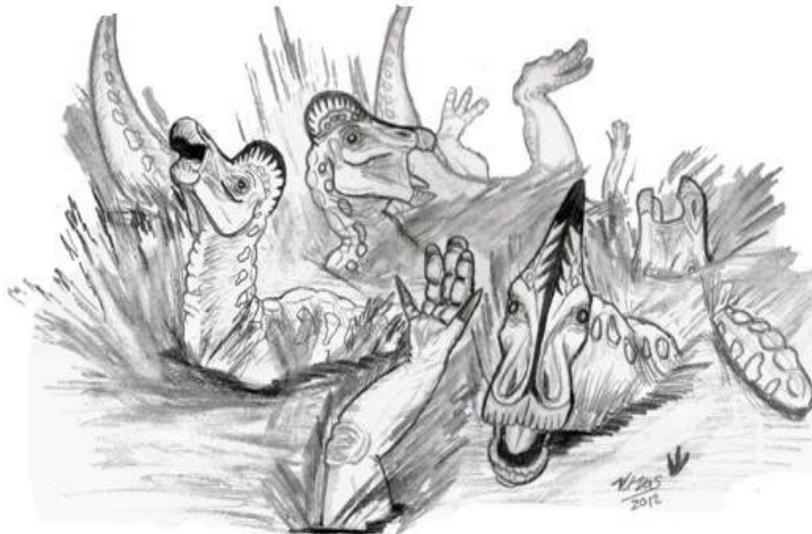


Fig. 30: Grupo de hadrosaurios lambeosaurinos en un evento de inundación; los restos de estos animales fueron transportados y depositados a orillas de un “brazo muerto” de río. Después de lo sucedido, dinosaurios terópodos debieron haberse movilizado para poder alimentarse de los cadáveres transportados hasta el lugar.

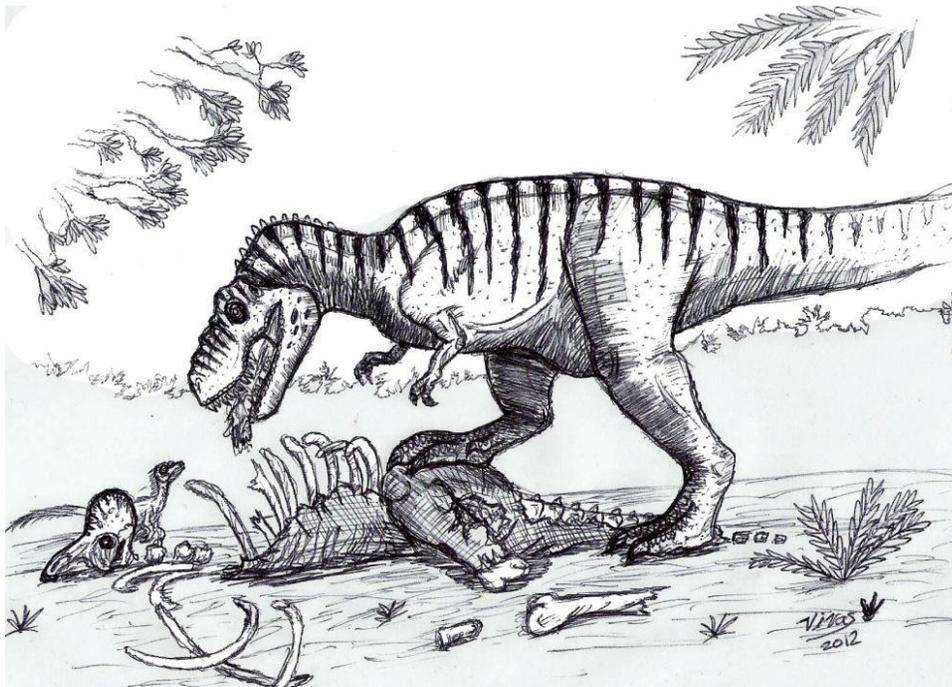


Fig. 31: Reconstrucción de un tiranosaurido alimentándose de la carcasa de un hadrosaurio lambeosaurino, basado en las marcas de dientes en el ejemplar CA002; localidad de “Cañada Ancha”.

11 BIBLIOGRAFÍA

- Aguillón-Martínez, M.C., 2010. Fossil vertebrates from the Cerro del Pueblo Formation, Coahuila, Mexico, and the distribution of Late Campanian (Cretaceous) terrestrial vertebrate faunas. Master thesis, Southern Methodist University, 134, p.
- Ash, S., 1978. Coprolites. *Geological Studies* 25, Brigham Young University, pp. 69-73.
- Averianov, A.O., Krasnolutskii, S.A., and Ivantsov, S.V., 2010. A new basal coelurosaur (Dinosauria: Theropoda) from the Middle Jurassic of Siberia., *Proceedings of the Zoological Institute*, 314_ 42-57.
- Bakker, R.T., 1978. Dinosaur feeding behavior and the origin of flowering plants. *Nature* 274, 661-663.
- Bakker, R.T., 1986. "The Dinosaur Heresies: New Theories Unlocking the Mystery of the Dinosaurs and Their Extinction", Kensington Publishing Corp. 482 p.
- Barron, E.J. & Washington, W.M., 1982. Cretaceous climate- A comparison of atmospheric simulations with the geological record: *Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeocology*, v. 40, p. 103-133.
- Barron, E.J. & Washington, W.M., 1984. The role of geographic variables in explaining paleoclimates-results from cretaceous climate model sensitivity studies: *Journal of Geophysical Research*, v. 89, p. 1, 267-1, 279.
- Barsbolr, R., 1976. On the evolution and systematic of the late Mesozoic dinosaurs., *Trudy Sovm. Sov.-Mong. Paleontol. Eksped.*, 3: 68-75.
- Bandel K., 2006. "Families of the Cerithioidea and related superfamilies (Palaeo-Caenogastropoda; Mollusca) from the Triassic to the Recent characterized by protoconch

-
- morphology - including the description of new taxa". Freiburger Forschungshefte C 511: 59-138.
- Boulenger, G.A., 1881. Sur l'arc pelvien chez les dinosauriens de Bernissart. Bull. Acad. Roy. Belg., 3 sér., 1:600-608.
- Brett-Surman, M.K., Ornithopods, In Farlow, J.O., & Brett-Surman, M.K., 1997, "The Complete Dinosaur", Indiana University Press, 330-345.
- Butler, R.J., Upchurch, P. & Norman, D.B., 2008. The Phylogeny of Ornithischian Dinosaurs, Journal of Systematic Paleontology, 6(1): 1-40.
- Butler, R.J. & Barrett, P.M., Ornithopods, In Brett-Surman, M.K., Holtz, T.R., Farlow, J.O., & Walters, B., 2012. "The Complete Dinosaur", 2nd Edition, Indiana University Press, 551-566.
- Calvo, J.O., Porfiri, J.D., & Novas, F.E., 2007. Discovery of a New Ornithopod Dinosaur from The Portezuelo Formation (Upper Cretaceous), Neuquén, Patagonia, Argentina., Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, vol. 65, n.4, 471-483.
- Cobb, J., 1994. Las Tortugas: Especies acuáticas, terrestres y marinas., 3ra edición, Editorial Hispano Europea S.A., Barcelona (España), Pp: 125.
- Colbert, E.H., 1965. "The Age of Reptiles", The World Naturalista, W.W. Norton & Company Inc. (New York), Pp: 228.
- Cope, E.D., 1869. Synopsis of the extinct Batrachia, Reptilia, and Aves of North America., Trans. Am. Phil. Soc., Vol. 14: 1-252.
- Cox, B., 1970. "Animales Prehistóricos". Editorial Broguera S.A., Pp: 160.
- Crawford, N.G., Faircloth, B.C., McCormick, J.E., Brumfield, R.T., Winker, K. & Glenn, T.C., 2012. More than 1000 ultraconserved elements provide evidence that turtles are the sister group of archosaurs., Biology Letters. Pag: 783-786.
- Currie, P.J., Rigby, J.K., and Sloan, R.E., 1992. Theropod teeth from the Judith River Formation of southern Alberta, Canada., In Carpenter, K., and Currie, P.J. (Eds.), "Dinosaur Systematics: Approaches and Perspectives", Cambridge University Press, 107-126.

-
- Currie, P.J., Hurum, J.H., and Sabath, K., 2003. Skull structure and evolution in tyrannosaurid dinosaurs., *Acta Paleontologica Polonica* 48: 227-234.
- Cuvier, G., 1817. *Le Règne animal distribué d'après son organisation, pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée* (4 volumes).
- Dodson, P., 1971. Sedimentology and taphonomy of the Oldman Formation (Campanian), Dinosaur Provincial Park, Alberta (Canada). *Palaeogeogr. Paleoclimatol. Palaeoecol.* 10: 21-74.
- Dodson, P., 1975. Taxonomic implications of relative growth in lambeosaurine dinosaurs., *Systematic Zoology.*, Vol 24: 37-54.
- Dodson, P., 1983. A faunal review of the Judith River (Oldman) Formation, Dinosaur Provincial Park, Alberta. *Mosasaurs* 1: 89-118.
- Dodson, p., 1986. *Avaceratops lammersi*: A new ceratopsid from the Judith River Formation of Montana. *Academy of Natural Science of Philadelphia, Proceedings* 138: 305-317.
- Eberth, D.A., Delgado-de Jesús, C.R., Lerbekmo, J.F., Brinkman, D.B., Rodríguez-de la Rosa, R.A. & Sampson, S.D., 2004. Cerro del Pueblo Fm (Difunta Group, Upper Cretaceous), Parras Basin, southern Coahuila, Mexico: reference sections, age, and correlation., *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, Vol.21 (3): 335-352.
- Egi, N. & Weishampel, D., 2002. Morphometric Analyses of Humeral Shapes in Hadrosaurids (Ornithopoda, Dinosauria)., *Concepts of Functional, Engineering and Constructional Morphology.*, Vol. 81 (1): 43-58.
- Einsele, G., 2000. *Sedimentary Basins, Evolution, Facies and Sediment Budget*. Springer. Pag: 606-610.
- Fastovsky, D.E., & Weishampel, D.B., 2009. *Dinosaurs: A Concise Natural History.*, New York: Cambridge University Press. Pp: 379.
- Gauthier, J., 1986. Saurischian monophyly and the origin of birds., In: Padian, K. (ed.). *The Origin of Birds and the Evolution of Flight.*, *Mem. California Acad. Sci.*, 8: 1-55.

-
- Gates, T.A., Sampson, S.D., Delgado-de Jesus, C.R., Zanno, L.E., Eberth, D., Hernández-Rivera, R., Aguillón-Martínez, M.C., & Kirkland, J.I., 2007. *Velafrons coahuilensis*, A New Lambeosaurine Hadrosaurid (Dinosauria: Ornithopoda) from the Late Campanian Cerro del Pueblo Formation, Coahuila, Mexico., *Journal of Vertebrate Paleontology*, 27(4): 917-930.
- Goodrich, E.S., 1916. On the classification of the Reptilia., *Proceedings of the Royal Society of London* 89B: pp. 261-276.
- Haarmann, E. 1913. Geologische Streifzüge in Coahuila. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft Monatsberichte*. 1, 65 pp.
- Hernandez, R., 1992. New dinosaur finds in the Cerro del Pueblo Formation (Upper Cretaceous: Campanian) from Coahuila State, Mexico. *Journal of Vertebrate Paleontology* 13: 41A.
- Hernández, R., & Kirkland, J.I., 1993. The rediscovery of the rich uppermost Campanian dinosaur locality in the Cerro del Pueblo Fm., Coahuila, Mexico: *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 13, sup. to no. 3, p. 41 A.
- Hernández, R., M.C. Aguillón, C.R. Delgado , and N.R. Gomez, 1995. The Mexican Dinosaur National Monument. *Journal of Vertebrate Paleontology* 15: 34A.
- Hernández-Rivera, R., 1997. Mexican dinosaurs, en P.J. Currie y K. Padian (eds.), *Encyclopedia of Dinosaurs*, California: Academic Press, 433-437.
- Hicks, J.F., Obradovich, J.D., & Tauxe, L., 1999. Magnetostratigraphy, isotopic age calibration and intercontinental correlation of the Red Bird section of the Pierre Shale, Niobrara County, Wyoming, USA: *Cretaceous Research*, v. 20, p. 1-27.
- Hill, J.A., 1988. Sedimentology of delta-front sandstones, Cerro del Pueblo Formation (Upper Cretaceous), Parras Basin, Coahuila, Mexico: New Orleans, Louisiana, University of New Orleans, M. Sc. Thesis. 163 p.
- Holtz, T.R., 2001. The phylogeny and taxonomy of the Tyrannosauridae. In D. Tanke and K. Carpenter (eds.), "Mesozoic Vertebrate Life: New Research Inspired by Paleontology of Philip J. Currie, 64-83.
- Hopson, J.A., 1975. The evolution of cranial display structures in hadrosaurian dinosaurs, *Paleobiology* (I): 21-43.

-
- Horner, J.A., 1983. Cranial osteology and morphology of the type specimen of *Maiasaura peeblesorum* (Ornithischia: Hadrosauridae), with discussion of its phylogenetic position., *Journal of Vertebrate Paleontology*, Vol 3: 29-38.
- Horner, J.A., 1988. A new hadrosaur (Reptilia: Ornithischia) from the Upper Cretaceous Judith River Formation of Montana. *Journal of Vertebrate Paleontology* 8: 314-321.
- Horner, J.R., Weishampel, W.B., & Forster, C.A., 2004. Hadrosauridae, In Weishampel, D.B., Dodson, P., & Osmólska, H., "The Dinosauria", 2nd Edition, University of California Press, 438-463.
- Hunt, A.P., 1992. Late Pennsylvanian coprolites from the Kinney Brick Quarry, central New Mexico, with notes on the classification and utility of coprolites. *N.M. Bur. Min. Miner. Res. Bull.* 138, 221-229.
- Hunt, A.P., Chin, K. & Lockely, M.G., 1994. The paleobiology of vertebrate coprolites. In: Donovan, S.K. (Ed.). *The Paleobiology of Trace Fossils*. Johns Hopkins Univ. Press. Baltimore, pp. 221-240.
- Imlay, R.W., 1936. Evolution of the Coahuila Peninsula, Mexico. Part IV Geology of the Western part of the Sierra de Parras: *Geological Society of America Bulletin*, 47(4), 1091-1152.
- Janensch, V.W, 1926. Dinosaurier-reste aus Mexiko. *Centralblatt für Mineralogie. Geologie und Paläontologie*. 192-197.
- Juarez-Valieri, R.D., Haro, J.A., Fiorelli, L.E., & Calvo, J.O., 2010. A new hadrosauroid (Dinosauria: Ornithopoda) from the Allen Formation (Late Cretaceous) of Patagonia, Argentina., *Rev. Mus. Argentino de Ciencias Naturales.*, n.s., vol. 12 (2), 217-231.
- Kirkland, J.I. & Aguillón-Martínez, M.C., 1995. Schizorhiza from the Late Cretaceous of northern Mexico: the ultimate sawfish: *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 15, sup. to no. 3, p. 29 A.
- Kirkland, J.I., Hernández-Rivera, R., Aguillón-Martínez, R.C., Delgado-de Jesús, C.R., Gómez-Núñez, R., & Vallejo, I., 2000. The Late Cretaceous Difunta Group of the Parras basin, Coahuila, Mexico, and Its Vertebrate Fauna, *Society of Vertebrate Paleontology, Special Publication* 3, p. 133-172.

-
- Kirkland, J.I., Hernandez-Rivera, R., Gates, T., Paul, G.S., Nesbitt, S., Serrano-Brañas, C.I., & Garcia-de la Garza, J.P., 2006. Large Hadrosaurine Dinosaurs from the Latest Campanian of Coahuila, Mexico., *New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, 35, 299-315.
- Klein, E.F., 1885. Beiträge zur Bildung des Schädels der Knochenfische, 2. Jahreshefte des Vereins für Vaterländische Naturkunde in Württemberg 42, 205e300.
- Kolb, C.R. & Van Lopik, J.R., 1966. Depositional environments of the Mississippi River delta plain, southeastern Louisiana, in Shirley, M.L., ed., *Deltas in Their Geological Framework: Houston Geological Society*, p. 17-61.
- Lambe, L.M., 1918. On the genus *Trachodon* of Leidy. *Ottawa Nat.* 31: 135-139.
- Laudon, R.C., 1984. Evaporite diapirs in the La Popa basin, Nuevo León, Mexico: *Geological Society of America Bulletin*, v. 95, p. 1219-1225.
- Leidy, J., 1858. *Hadrosaurus foulkii*, a new saurian from the Cretaceous of New Jersey. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia* 1858: 215-218.
- Lehman, T.M., 1997. Late Campanian dinosaur biogeography in the western interior of North America. In D.L. Wolberg, E. Stump, and G.D. Rosenberg (eds.), *Dinofest International*, pp. 223-240. Philadelphia: Academy of Natural Science.
- Lehman, T.M., 2001. Late Cretaceous Dinosaur Provinciality. In D.H. Tanke and K. Carpenter (eds.), *Mesozoic Vertebrate Life*, Indiana University Press, pp. 310-328.
- Linnaeus, C., 1758. Tomus I. *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Editio decima, reformata. Holmiae. (Laurentii Salvii): [1-4], 1-824.
- Loewen, M.A., Sampson, S.D., Lund, E.K., Farke, A.A., Aguillón-Martínez, M.C., De-León, C.A., Rodríguez-de la Rosa, R.A., Getty, M.A. & Eberth, D.A., 2010. Horned Dinosaurs (Ornithischia: Ceratopsidae) from the Upper Cretaceous (Campanian) Cerro del Pueblo Formation, Coahuila, Mexico., In Ryan, M.J., Chinnery-Allgeier, B.J. & Eberth, D.A., eds., *New Perspectives on Horned Dinosaurs: The Royal Tyrrell Museum Ceratopsian Symposium: Life of the Past*, Indiana University Press, Pp: 99-116.

-
- Lyson, T.R. & Longrich, N.R., 2010. Spatial niche partitioning in dinosaurs from the latest Cretaceous (Maastrichtian) of North America, *Proceedings from the Royal Society*: 1-7.
- Marsh, O.C., 1881a. Principal characters of American Jurassic Dinosaurs., Part. V., *Am. J. Sci.*, ser. 3, 21: 417-423.
- Marsh, O.C., 1881b. Principal characters of American Jurassic Dinosaurs., Part. IV. Spinal cord, pelvis and limbs of Stegosaurus. *Am. J. Sci.*, ser. 3, 21: 167–170.
- Matthew, W.D., and Brown, B., 1922. The family Deinodontidae, with notice of a new genus from the Cretaceous of Alberta., *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 46: 367-385.
- McBride, E.F., Weidie, A.E., Wolleben, J.A., Laudon, R.C., 1974. Mexico Stratigraphy and Structure of the Parras and La Popa Basins, Northeastern: *Geological Society of America Bulletin*, 85(10), 1603-1622.
- Meléndez, B., 1986. “Paleontología: Tomo 2. Vertebrados”, 2da. Edición, Editorial Paraninfo S.A., España. Pp: 571.
- Meyer, C.A., Frey, E.D., Thüring, B., Etter, W., & Stinnesbeck, W., 2005. Dinosaur tracks from the Late Cretaceous Sabinas Basin (Mexico)., *Darmstädter Beiträge zur Naturgeschichte*, Heft 14, 41-45.
- Müller, J., 1844. Über den Bau and die Grenzen der Ganoiden, and über das natürliche System der Fische. *Physikalisch-Mathematische Abhand-* Arratia, G.: *Phylogeny of Teleostei 47* lungen der königlichen Akademie dei Wissenschaften zu Berlin 1845:117-216.
- Norman, D.B., 2004. Basal Iguanodontia. In D.B. Weishampel, P. Dodson, and H. Osmòlska (eds.), *The Dinosauria*, 2nd Ed., Berkeley: University of California Press, 413-437.
- Obradovich, J.D., 1993. A Cretaceous Time Scale, in Caldwell, W.G.E & Kauffman, G.E., eds., *Evolution of the Western Interior Basin: Canadian Association of Geologists*, Special Paper 39, p. 379-396.
- Osborn, H.F., 1905. Tyrannosaurus and other Cretaceous carnivorous dinosaurs., *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 21: 259-265.

-
- Owen, R., 1842. Report of British fossil Reptiles: part II., Report of the British Association for the Advancement of Science., 1841: 60-204.
- Parks, W.A., 1920. The Osteology of the Trachodont Dinosaur *Kritosaurus incurvimanus*. University of Toronto. 81 p.
- Paul, G.S., 2010. The Princeton Field Guide to Dinosaurs, Princeton University Press, 320 p.
- Prieto-Márquez, A. 2010. Global phylogeny of Hadrosauridae (Dinosauria: Ornithischia) using parsimony and Bayesian methods. *Zoological Journal of the Linnean Society* 159: 435-502.
- Prieto-Márquez, A & Serrano-Brañas, C.I., 2012. *Lathirinus uitstlani*, a “broad-nosed” saurolophine hadrosaurid (Dinosauria, Ornithopoda) from the Late Campanian (Cretaceous) of northern Mexico., *Historical Biology*, Vol. 24, (6): 607-619.
- Rauhut, O.W.M., Milner, A.C., and Moore-Fay, S., 2010. Cranial osteology and phylogenetic position of the theropod dinosaur *Proceratosaurus* from Middle Jurassic of England., *Zoological Journal of the Linnean Society*, 158: 155-195.
- Rivera-Sylva, H.E., Frey, E., & Guzman-Gutierrez, J.R., 2009a. Evidence of predation in a vertebra of a hadrosaurid dinosaur from the Upper Cretaceous (Campanian) of Coahuila, Mexico., *Carnets de Géologie*, 1-6.
- Rivera-Sylva, H.E., Frey, E., Palomino-Sanchez, F.J., Guzmán-Gutiérrez, J.R., & Ortiz-Mendieta, J.A., 2009b. Preliminary Report on a Late Cretaceous Vertebrate Fossil Assemblage in Northwestern Coahuila, Mexico., *Boletín de la Sociedad Geologica Mexicana*, Vol. 61(2): 239-244.
- Rivera-Sylva, H.E., Hone, D.W.E. & Dodson, P., 2012. Bite marks of a large theropod on an hadrosaur limb bone from Coahuila, Mexico. *Boletín de la Sociedad Geologica Mexicana*, Vol 64 (1): 155-159.
- Rodríguez-de la Rosa, R.A., & Cevallo-Ferriz, S.R.S., 1994. Upper Cretaceous zingiberalean fruits with in situ seeds from southeastern Coahuila, Mexico: unpub. Thesis, Geological Institute of the National Autonomus University, Mexico, 61 p.

-
- Rodríguez-de la Rosa, R.A., Cevallos-Ferriz, S.R.S. & Silva-Pineda, A., 1998. Paleobiological implications of Campanian coprolites. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 142: 231-253.
- Rodríguez-de la Rosa, R.A., Eberth, D.A., Sampson, S.D., Brinkman, D.B. and López-Espinoza, J. 2003. Dinosaur tracks from the Late Campanian Las Aguilas locality, southeastern Coahuila, Mexico. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 23 (Suppl. To No. 3): 90A.
- Rodríguez-de la Rosa, R.A., Aguillón-Martínez, M.C., López-Espinoza, J. and Eberth, D.A., 2004, The fossil record of vertebrate tracks in Mexico. *Ichnos*, 11(2): 27-38.
- Rodríguez-de la Rosa, R.A., 2007. Hadrosaurian Footprints from the Late Cretaceous Cerro del Pueblo Formation of Coahuila, Mexico., 4th European Meeting on the Paleontology and Stratigraphy of Latin America; Cuadernos del Museo Geominero, No. 8., 339-343.
- Rodríguez-de la Rosa, R.A., 2007. El Estudio de los Dinosaurios en México: Historia, Registro y Perspectivas, Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, No. 37, 50-58.
- Russell, D., 1967. A census of dinosaur specimens collected in western Canada., *Natl. Mus. Can. Nat. Hist. Pap.*, 36: 1-13.
- Russell, D. A. & Chamney, T.P., 1967. Notes on the biostratigraphy of dinosaurian and microfossil faunas in the Edmonton Formation (Cretaceous), Alberta., *Natl. Mus. Can. Nat. Hist. Pap.*, 35: 1.22.
- Seeley, H.G., 1887. On the classification of the fossil animals commonly called Dinosauria., *Proc. R. Soc. London*, 43: 165-171.
- Serrano-Brañas, C.I., 1997. Descripción de los dinosaurios pertenecientes a la familia Hadrosauridae del Cretácico Superior del estado de Coahuila, México: Tesis, Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, 61 p.
- Silva-Pineda, A., 1984. Frutos del Cretácico Superior del Estado de Coahuila, México: Memoria III Congreso Latinoamericano de Paleontología, p. 432-437.

-
- Solomon, E.P., Berg, L.R., & Martin, D.W., 2001. *Biología*, 5ta Edición, McGraw-Hill Interamericana S.A. de C.V., México.
- Sternberg, C.M., 1953. A new hadrosaur from the Oldman Formation of Alberta: discussion of nomenclature., *National Museum of Canada Bulletin*, 128: 275-286.
- Sternberg, C.M., 1954. Classification of American duck-billed dinosaurs., *Journal of Paleontology*, 28: 382-383.
- Stokes, W.L., 1964. Fossilized stomach contents of sauropod dinosaur. *Science* 143, 576-577.
- Vega-Vera, F.J., Mitre-Salazar, L.M., Martínez-Hernández, E., 1989. Contribución al conocimiento de la estratigrafía del Grupo Difunta (cretácico Superior-Terciario) en el noreste de México: *Revista del Instituto de Geología*, 8(2), 179-187.
- Vega-Vera, F.J., & Pierrillat, M.C., 1989. La presencia del Eoceno marino en la cuenca La Popa (Grupo Difunta), Nuevo León; orogenia post-ypresiana: *Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista*, v. 8, p. 84-87.
- Walker, A.D., 1964. Triassic reptiles from the Elgin area: *Ornithosuchus* and the origin of carnosaurs., *Phil. Trans. Roy. Soc. London B* 248: 53-134.
- Weishampel, D.B., 1981. Acoustic analyses of potential vocalization in lambeosaurine dinosaurs (Reptilia: Ornithischia)., *Paleobiology* (7): 252-261.
- Weishampel, D.B., Norman, D.B., & Grigorescu, D., 1993. *Telmatosaurus transsylvanicus* from the Late Cretaceous of Romania: The most basal hadrosaurid., *Paleontology*, vol.36, 361-385.
- Williamson, T. E., 2000. Review of Hadrosauridae (Dinosauria: Ornithischia) from the San Juan Basin, New Mexico., In Lucas, S.G. & Heckert, A.B. (Eds.). *Dinosaurs of New Mexico.*, New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin, 17. Albuquerque, New Mexico: New Mexico Museum of Natural History and Science. Pp: 191-213.
- Wolfe, J.A., 1977. Paleontology of the Difunta Group (Upper Cretaceous-Tertiary) in Northern Mexico: *Journal of Paleontology*, v. 51, no. 2, p. 373-398.

Wright, L.D., 1978. River Deltas, in Davis, R.A., Jr., ed., Coastal Sedimentary Environments: Springer-Verlag, New York, p. 5-68.