

Síntesis sobre el registro fósil de los mamíferos mesozoicos mexicanos

M. Montellano Ballesteros

Departamento de Paleontología, Instituto de Geología.
Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior, Ciudad Universitaria. Delegación Coyoacán, México D.F. 04510.
marmont@unam.mx

RESUMEN

El registro de mamíferos mesozoicos mexicanos es pobre, abarca desde el Jurásico hasta el Cretácico, pero es diverso en sus formas. Por muchos años el único registro de mamíferos mesozoicos en México provenía de la Formación El Gallo en Baja California, de edad campaniense. Los mamíferos descritos incluían *Mesodma* sp. cf. *M. formosa*, *?Stygimys* sp., *Pediomys* sp. y *Gallolestes pachymandibularis*. En 2004 se reiniciaron los trabajos de prospección en la Formación El Gallo con el objetivo de recolectar microvertebrados. Los restos de mamíferos son escasos; destaca el descubrimiento de un cráneo y mandíbula del multituberculado *Cimolodon*. La asociación faunística es peculiar debido, probablemente, a la edad de la fauna y a su posición geográfica. En los afloramientos jurásicos de la Formación La Boca, en el Cañón del Huizachal, Tamaulipas, se recuperaron restos de mamaliaformes y del tritilodóntido *Bocatherium mexicanum*. *Bocaconodon tamaulipensis*, es un mamaliaforme de grado morganucodonte; mientras que *Victoriaconodon inaequalis* es un triconodóntido primitivo y *Huasteconodon wiblei* un triconodonte ?gobiconodóntido. La diversidad de formas sugiere que a finales del Jurásico temprano existieron mamaliaformes con variaciones en el patrón dental y en la morfología mandibular. Los mamaliaformes del Huizachal son derivados en relación a los presentes en las faunas triásicas tardías y jurásicas tempranas, y a su vez son más primitivos que los presentes en faunas jurásicas medias. En Coahuila, en la Formación Cerro del Pueblo, de edad campaniense tardía, se registró la presencia de multituberculados y de los marsupiales: *Turgidodon* sp. cf. *T. russelli*, *Pediomys* sp., cf. *P. elegans*.

Palabras claves: Cretácico, Jurásico, mamaliaformes, mamíferos, México.

Overview of the fossil record of the Mexican Mesozoic mammals

ABSTRACT

The Mesozoic mammal fossil record in Mexico is poor, but it spans from the Jurassic to the Cretaceous, and is diverse in its forms. For many years, the only Mesozoic mammalian record was that from the Campanian El Gallo Formation, in Baja California. The described mammals included Mesodma sp. cf. M. formosa, ?Stygimys sp., Pediomys sp. and Gallolestes pachymandibularis. In 2004 paleontological field work was taken up again with the objective of collecting microvertebrates. The fossil mammal remains are rare; but there is the important discovery of a skull and a complete lower jaw of the multituberculate Cimolodon. The faunal association is peculiar; it may be due to the age of the fauna and its geographic position. In the Jurassic outcrops of the La Boca Formation, in the Huizachal Canyon, Tamaulipas, remains of mammaliaforms and the tritylodontid Bocatherium mexicanum were recovered. Bocaconodon tamaulipensis is a mammaliaform of morganucodont-grade; Victoriaconodon inaequalis, a primitive triconodontid and Huasteconodon wiblei, a ?gobiconodontid triconodont. The diversity of forms suggests that at the end of the Early Jurassic several mammaliaform taxa with variations in the dental pattern and in the lower jaw morphology existed. The Huizachal fauna is composed of more derived mammaliaforms than those present during the Late Triassic and Early Jurassic and more primitive than those present in the middle Jurassic. In the Campanian Cerro del Pueblo Formation, in Coahuila, the presence of multituberculates and marsupials: Turgidodon sp. cf. T. russelli, Pediomys sp., cf. P. elegans is registered.

Key words: Cretaceous, Jurassic, mammaliaforms, mammals, Mexico.

ABRIDGED ENGLISH VERSION

The El Gallo Formation, Baja California

For many years, the only Mesozoic mammalian record was that from the Campanian "El Gallo Formation", in Baja California. The first expeditions to the area were carried out by staff of the Natural History of Los Angeles County Museum and Geology Institute, UNAM and they mainly prospected and collected in the Upper Cretaceous non-marine deposits (the El Gallo and La Bocana Roja Formations) in the area of El Rosario. The teams focused on the recovery of dinosaur remains, but also made small collections of other fossil vertebrates (e.g., lizards, amphibians, birds, turtles, crocodiles, and mammals), invertebrates, and plants. Although the fossils are few and somewhat fragmentary, a number of new taxa with intriguing biogeographic implications were discovered (Morris, 1974; Molnar, 1974; Lillegraven, 1972; Nydam, 1999).

Kilmer (1963) informally described and divided the El Gallo Formation into three members: La Escarpa, El Disecado, and El Castillo. In general, the stratigraphy of the formation represents a "retrogradational sequence of deposition from braided to sinuous fluvial systems, and finally to a tidal subenvironment followed by a marine transgression" (Schile, 1974; Fulford and Busby, 1993). Four rhyolite tuffs from the La Escarpa and El Disecado members have yielded high-resolution $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age determinations, which suggest ages of 74.87 ± 0.05 Ma a 73.59 ± 0.09 Ma (Renne et al., 1991).

The mammals recovered during the first paleontological surveys included multituberculates *Mesodma* sp. cf. *M. formosa*, *?Stygimys* sp., the marsupial *Pediomys* sp. and a controversial therian *Gallolestes pachymandibularis* (Lillegraven, 1972, 1976; Clemens, 1980). Since its first description *Gallolestes* has been a controversial taxon, it has been included within *Insectivora* (now *Eulipotyphla*) (Lillegraven 1972, 1976). Clemens (1980) considered it is part of the group named *Tribothere*. In recent phylogenetic analysis by Kielan-Jaworowska et al., (2004) Wible et al., (2009) and Archibald and Averianov (2012), *Gallolestes* is placed with *Avitotherium* described by Cifelli (1994) from Utah, within the *Zhelestids*, an Asiatic group.

Since 2004, Dr. Wilson and I have been carrying out a project in the El Gallo Formation focusing on the collection of fossil microvertebrates. Although the fossil material is scarce and quite incomplete, the faunistic list is increasing, new forms of fish, anuras, lizards have been identified (Romo de Vivar, 2011); also the discovery of cranial and postcranial material of some taxa which were only known by isolated teeth (such as *Dicothodon bajaensis*, Montellano et al., 2005, 2008). As a result of the field work we can also confirm the presence of tyrannosaurid (Peacock et al., 2010, 2014). An important discovery is an associated skull and lower jaw of the multituberculate *Cimolodon* which is now under study (Wilson et al., 2011).

Huizachal Canyon, Tamaulipas

The second Mesozoic mammalian record comes from the Jurassic outcrops of the La Boca Formation, in the Huizachal Canyon, Tamaulipas. Clark and Hopson (1985) described the tritylodontid *Bocatherium mexicanum*. The Huizachal Canyon exposes a pre-Late Jurassic sequence of fossiliferous pyroclastic and epiclastic rocks (Fastovsky et al., 1995). U-Pb isotopic data from zircon in a volcanoclastic rock from the lowest part of La Boca Formation (below the fossiliferous layer) yielded an age of 189 ± 0.2 Ma (Fastovsky et al., 2005). Recently, Rubio-Cisneros and Lawton (2010) obtained some dates based on U-Pb of zircons from the lower member of the La Boca Formation (184-183 Ma, Early Jurassic) and from the upper member (167-163 Ma, Middle Jurassic).

As a result of a long term project several mammalian remains were recovered, the material is rare and consists primarily of partial lower jaws, some of which are very small. Montellano et al., (2008) described the following taxa: *Bocaconodon tamaulipensis* is a mammaliaform of morganucodont-grade; *Victoriaconodon inaequalis*, a primitive triconodontid and *Huasteconodon wiblei*, a triconodont that in the cladistic analysis appears close to *Gobiconodon*. This should be considered with caution because the oldest fossil record of the Family *Gobiconodontidae* is of an Early Cretaceous age (Cuenca-Bescós and Canudo, 2003). In addition, there are another three specimens, which were difficult to place and were identified as indeterminate. Two lower jaws clearly show the internal mandibular trough, suggesting attachment of postdentary bones, another two do not possess a trough, and in another the presence or absence of a trough cannot be determined. The diversity of forms suggests that at the end of the Early Jurassic several mammaliaform taxa with variations in the dental pattern and in the lower jaw morphology existed. The Huizachal fauna is composed of more derived mammaliaforms than those present during the Late Triassic and Early Jurassic and more primitive than those present in the middle Jurassic.

The Cerro del Pueblo Formation, Coahuila

The Cerro del Pueblo Formation, in southern Coahuila, is famous for its remarkable diversity of marine, brack-

ish, and fresh water fossils that includes plants, mollusks, crustaceans, and vertebrates mainly dinosaurs (Wolleben, 1977; Hernández-Rivera, 1992; Rodríguez de la Rosa and Cevallos-Ferriz, 1998; Kirkland et al., 2000; Eberth et al., 2004).

The Cerro del Pueblo Formation is the basal unit of the Difunta Group. Eberth et al., (2004) provided a revision and detailed sedimentological study of the formation and proposed that it was deposited in lower coastal plain and shallow marine settings, which were influenced by frequent changes in sea levels. In addition, they obtained magnetostratigraphic data, which suggests that the formation was deposited in magnetochronozones 32n.3r-32n.2n which indicates an age of 72.5 Ma

Aguillón-Martínez et al., (2004) mentioned the recovery of a multituberculate tooth from one locality within the Cerro del Pueblo Formation. Aguillón-Martínez (2010) in her Master's dissertation described mammalian remains collected from several localities within the Cerro del Pueblo Formation. She registered the presence of indeterminate multituberculates and the marsupials *Turgidodon* sp. cf. *T. russelli*, and *Pediomys* sp., cf. *P. elegans*.

Aguillón-Martínez (2010) compared the faunal association to the Aguja Formation, in Texas, which is the closest and contemporaneous; she found that there are some differences and suggested that maybe they are due to the depositional environment.

Based on dinosaur associations Lehman (1987, 2001) proposed that during the Late Cretaceous there was a faunal provincialism along the Western Interior Seaway. The Aguja and Cerro del Pueblo formations represent the most southern points along the Seaway, so the fossiliferous diversity is important in the understanding of the paleogeographic patterns during the Late Cretaceous.

Conclusions

The Mesozoic mammal fossil record in Mexico is poor; it spans from the Jurassic to the Cretaceous, and is diverse in its forms. Because of its geographic position the information yielded from the expeditions is important for the understanding of the biogeographic patterns during the Late Cretaceous.

Introducción

Desde la última recopilación, en 2002, del registro fósil de mamíferos mesozoicos en México, el conocimiento de este grupo se ha incrementado gracias al esfuerzo en la prospección y recolecta de microvertebrados fósiles en depósitos continentales, pero éste aún sigue siendo escaso.

Los primeros registros de mamíferos mesozoicos en México provienen de la Formación El Gallo en el estado de Baja California (Figura 1), como resultado de los proyectos paleontológicos realizados a finales de la década de los 60 s y principios de los 70 s, cuando se formó una colección de vertebrados fósiles que incluían restos de dinosaurios, aves y microvertebrados (Morris, 1974). Cabe mencionar que desde el año 2004 se retomaron los trabajos de prospección en El Gallo, Baja California, por parte del personal de la Universidad de Washington y del Instituto de Geología, UNAM, con el objetivo de recolectar microvertebrados (Montellano *et al.*, 2005, 2008). Como resultado de los trabajos de campo se está reuniendo una colección que está siendo depositada en la Colección Nacional de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM.

El segundo reporte de mamíferos mesozoicos proviene del estado de Tamaulipas cuando Clark y Hopson (1985) describieron el cráneo de un tritilo-

dóntido *Bocatherium mexicanum* descubierto en las capas jurásicas que afloran en el Cañón del Huizachal, al sur de Ciudad Victoria (Figura 2). Se realizaron expediciones subsecuentes entre los años 1985 y

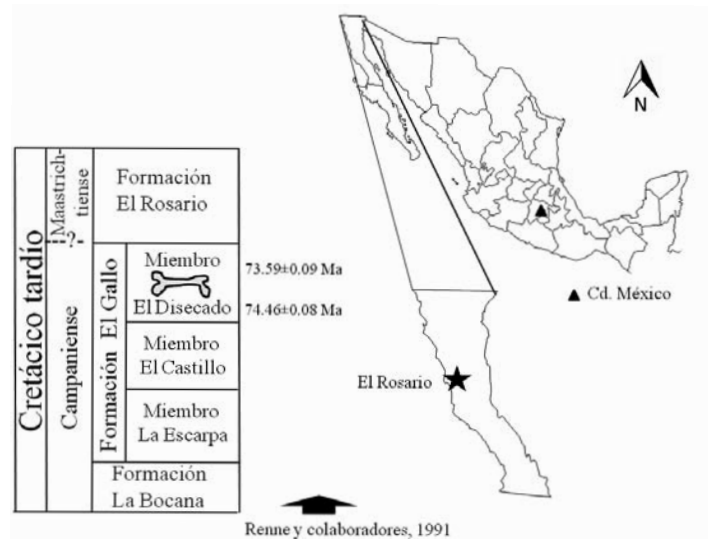


Figura 1. Ubicación de la población El Rosario, en el estado de Baja California, y columna estratigráfica generalizada del área de estudio (Modificado de Kilmer, 1963).

Figure 1. Location of the town of El Rosario, in the state of Baja California, and generalized stratigraphic chart of the study area (Modified from Kilmer, 1963).

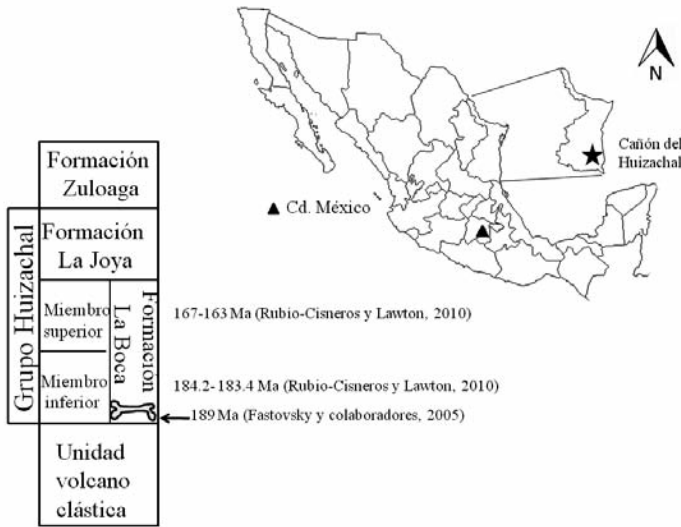


Figura 2. Ubicación del Cañón del Huizachal, en el estado de Tamaulipas, y columna estratigráfica del área de estudio (Modificado de Fastovsky *et al.*, 2005).

Figure 2. Location of the Huizachal Canyon, in the state of Tamaulipas, and stratigraphic chart of the study area (Modified from Fastovsky *et al.*, 2005).

1993 y se recuperó una colección de vertebrados fósiles que comprende varios tipos de esfenodontes, reptiles voladores, cocodrilos, dinosaurios tipo heterodontosaúrido y celofisoideo y restos de mamíferos (Clark *et al.*, 1994; Munter and Clark, 2006).

El tercer registro de mamíferos mesozoicos proviene del estado de Coahuila (Figura 3), de rocas de la Formación Cerro del Pueblo, de edad campaniense tardía, donde se registró la presencia de multituberculados y marsupiales (Aguillón-Martínez *et al.*, 2004; Aguillón-Martínez, 2010).

A continuación se presenta una revisión de los mamíferos descritos para cada una de las localidades mencionadas, se actualiza el estatus taxonómico de los grupos identificados y la información de cada localidad y se comenta su importancia.

Abreviaturas utilizadas: IGM, Museo de Paleontología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México; LACM, Los Angeles County Museum, California; Ma millones de años; m, molar inferior; M, molar superior; NALMA, North American Land Mammal Ages; p, premolar inferior.

Formación El Gallo, Baja California

Historia de las investigaciones

Morris (1966) mencionó que el primer registro de dinosaurios en Baja California proviene de 1925 y de

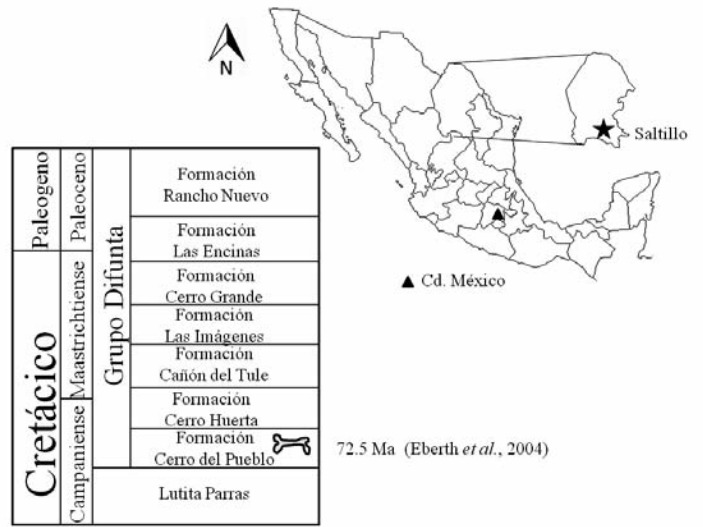


Figura 3. Ubicación de la población de Saltillo, en el estado de Coahuila, y columna estratigráfica del Grupo Difunta mostrando las divisiones formacionales y edad (Modificado de Eberth *et al.*, 2004).

Figure 3. Location of the town of Saltillo, in the state of Coahuila, and stratigraphic chart showing the formational divisions and age of the Difunta Group (Modified from Eberth *et al.*, 2004).

acuerdo a Hilton (2003), Durham y Peck en 1953 registraron fragmentos de dinosaurio que fueron recolectados en rocas de lo que ahora se conoce como "Formación El Gallo"; entre 1959 y 1960, Kilmer y Russel realizaron expediciones paleontológicas y Colbert encontró el primer diente de terópodo en Baja California entre otros restos.

A finales de los años 60, personal del Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles junto con personal de la Universidad de California y del Instituto de Geología, UNAM, trabajaron en el área de El Rosario, prospectando y recolectando vertebrados fósiles cretácicos tardíos y terciarios tempranos. Como resultado de las prospecciones se recolectó una gran cantidad de material fósil que consta de diferentes tipos de dinosaurios, tortugas, cocodrilos, peces y mamíferos (Morris, 1967, 1973, 1974; Weishampel *et al.*, 2004). Parte del material se encuentra depositado en el Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, California y otra parte en el Colección Nacional de Paleontología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Marco geológico

En los alrededores de la población El Rosario, en Baja California, aflora la "Formación El Gallo", la cual fue descrita informalmente por Kilmer (1963) y que sigue

sin ser descrita formalmente, por eso cuando se mencione estará entre comillas. La Formación El Gallo está compuesta por rocas sedimentarias no marinas y descansa en discordancia angular sobre las rocas marinas de la Formación Punta Baja y le sobreyacen rocas de la Formación El Rosario. En su trabajo, Kilmer (1963) reconoció tres miembros del más inferior al más superior: El Castillo, La Escarpa y El Disecado. En este último miembro es donde se han recolectado los restos de vertebrados continentales, además de madera fosilizada (Figura 4). De acuerdo a los estudios sedimentológicos realizados por Schile (1974) el ambiente de depósito de este miembro corresponde a un sistema fluvial meándrico.

Renne *et al.*, (1991) realizaron un estudio radiométrico utilizando $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, en tobas que se encuentran dentro del miembro El Disecado, obteniendo edades de 74.87 ± 0.05 Ma a 73.59 ± 0.09 Ma, lo que corresponde a finales del Campaniense. Posteriormente, Fulbord y Busby (1993) con base en caracteres sedimentológicos y petrográficos, dividieron la Formación El Gallo en cuatro sucesiones litológicas y la interpretaron como una secuencia retrogradacional de depósito de un sistema fluvial trenzado a un sistema fluvial sinuoso y finalmente a un sub-ambiente de mareas seguido por una transgresión marina.

Asociación faunística

Como parte de la asociación faunística se ha mencionado la presencia de diferentes tipos de dinosaurios: terópodos (*Troodon formosus*, *Saurornitholestes* sp., *Ricardoestesia* spp.), anquilosaurio, hadrosaurio



Figura 4. Vista de un afloramiento de la Formación El Gallo, cerca de la población de El Rosario, Baja California.

Figure 4. View of one outcrop of the El Gallo Formation near the town of El Rosario, Baja California.

(*Magnapaulia laticaudus*) y ceratópido, además de cocodrilos, peces, anfibios, teidos (*Dicathodon bajaensis*) (Hilton, 2003; Morris, 1967; Nydam, 1999; Prieto-Márquez *et al.*, 2012; Romo de Vivar, 2011; Weishampel *et al.*, 2004)

Dentro de la colección de vertebrados fósiles, Lillegraven (1972, figs. 2, 3) refirió dientes aislados a los multituberculados *Mesodma* cf. *M. formosa*, *?Stygimys* sp. (Figura 5.1) y a formas no identificadas; además determinó un molar superior como perteneciente al marsupial *Pediomys* sp. (Figura 5.2). También describió un molar inferior y un fragmento mandibular con parte de la dentición (ilustrados en las figs. 4 y 5 de Lillegraven, 1972) que identificó como pertenecientes a un euterio del Orden Insectívora (ahora reconocido como Eulipotyphla, ver

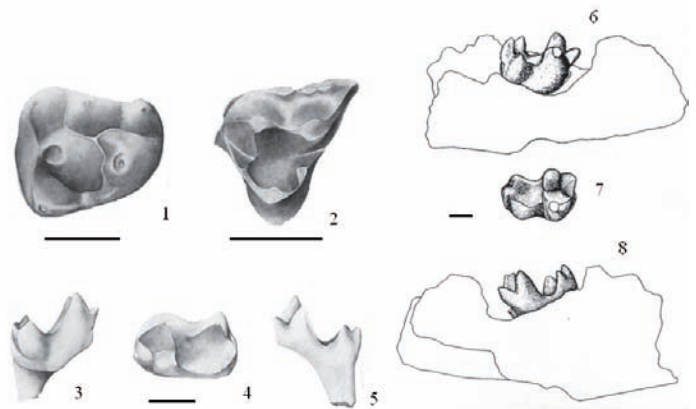


Figura 5. Algunos mamíferos descritos de la Formación El Gallo. **1,** *?Stygimys* sp., LACM 27591, M2 derecho, vista oclusal; **2,** *Pediomys* sp., LACM 27598, M1 izquierdo, vista oclusal; **3-5,** *Gallolestes pachymandibularis*, LACM 27599, m2 derecho, **3,** vista labial, **4,** vista oclusal, **5,** vista lingual; **6-8,** *Gallolestes pachymandibularis*, LACM 119327, fragmento de dentario derecho que incluye el último molar que no había hecho erupción, **6,** vista dorsolabial, **7,** vista oclusal y **8,** vista anterolingual. La escala mide 1 mm. Las figuras 1-5 fueron tomadas y modificadas de Lillegraven (1972) y usadas con permiso del Natural History Museum of Los Angeles County. Las figuras 6-8 fueron tomadas y modificadas de Clemens (1980), usadas con permiso de PaleoBios, University of California, Museum of Paleontology, Berkeley, Estados Unidos.

Figure 5. Some described mammals from the El Gallo Formation, **1,** *?Stygimys* sp., LACM 27591, right M2 occlusal view; **2,** *Pediomys* sp., LACM 27598, left M1, occlusal view; **3-4,** *Gallolestes pachymandibularis*, LACM 27599, right m2, **3,** labial view, **4,** occlusal view, **5,** lingual view; **6-8,** *Gallolestes pachymandibularis*, LACM 119327, fragment of a right dentary containing the unerupted last molar, **6,** dorsolabial view, **7,** occlusal view, **8,** anterolingual view. Scale bars equals 1mm. Figures 1-4 were taken and modified from Lillegraven (1972) here are used with the permission of the Natural History Museum of Los Angeles County. Figures 6-8 were taken and modified from Clemens (1980), here are used with the permission of PaleoBios, University of California, Museum of Paleontology, Berkeley, United States.

Kielan-Jaworowska *et al.*, 2004) pero de familia y género inciertos. Más tarde, Lillegraven (1976) describió el fragmento de una mandíbula derecha que conserva parte de la dentición inferior (Lillegraven 1976; Figuras 5.3, 5.4, 5.5) y junto con el material que describió en 1972 erigió un género y especies nuevos, *Gallolestes pachymandibularis*, el cual incluyó dentro del Orden Insectivora (ahora Eulipotyphla). De acuerdo a Lillegraven (1976) este nuevo género y especie está caracterizado por ser un terio pequeño con cuatro molariformes robustos, siendo el primer molariforme más pequeño que el segundo, se distingue una división morfológica entre el último premolariforme y el primer molariforme; el paracónido es más pequeño que el proto y metacónidos y tienen una posición labial en los últimos molariformes; el hipoconúlido está más cercano al entocónido que al hipocónido; el hipoconúlido está desarrollado como una proyección posterior en el último molariforme; las superficies de uso en los dientes molariformes se observan sobre los ápices de las cúspides y sus crestas y no se observan superficies de uso verticales.

Más tarde, Clemens (1980; Figuras 5.6, 5.7, 5.8), identificó un fragmento de dentario derecho que conserva un molariforme posterior no eruptado recolectado en los sedimentos de El Gallo como perteneciente a *Gallolestes*.

Comentarios sobre las relaciones de Gallolestes

Desde su primera descripción por Lillegraven (1976) las afinidades de *Gallolestes* han sido cuestionadas. Originalmente Lillegraven (1976) lo clasificó como euterio, más tarde Clemens (1980) lo consideró como un triboterio, esto es un terio que no puede ser incluido dentro de los metaterios o euterios. Después Nesson (1985) lo incluyó dentro del grupo Mixotheridia, junto con géneros asiáticos como *Sorlestes*, *Taslestes* y *Aspanlestes*, y Nesson *et al.*, (1998) propusieron que pertenecía al grupo asiático Zhelestidae, propuesta apoyada por Archibald y Averianov (2001), y Kielan-Jaworowska *et al.*, (2004). En el análisis filogenético de Wible *et al.*, (2009) *Gallolestes* resulta ser un zeléstido que forma un clado junto al género norteamericano *Avitotherium* Cifelli 1990. Esta propuesta ha sido apoyada recientemente por Archibald y Averianov (2012), lo que significaría que representaría el único zeléstido norteamericano.

En lo personal, considero que esta propuesta filogenética necesita ser revisada, ya que está basada en material muy incompleto y no muy bien conservado; (a reserva de que lo ideal sería encontrar más mate-

rial) primero habría que hacer una comparación morfológica detallada entre las dos especies de *Gallolestes* y después realizar una comparación con *Avitotherium*.

Proyecto actual

Desde el año 2004 el Dr. Wilson y la autora retomaron los trabajos de prospección en la Formación El Gallo con el objetivo de recolectar microvertebrados. Desde entonces se vienen realizando prospecciones paleontológicas en el área. Con este trabajo se está logrando conjuntar una colección de microvertebrados que permite incrementar la lista faunística (p.e. en una de las localidades se registraron 12 taxa nuevos). A la fecha se han identificado nuevos taxa de peces, cocodrilos, anfibios, escamados y terópodos pequeños (Romo de Vivar, 2011). En otros casos se ha encontrado material craneal y postcraneal, como es el caso de *Dicothodon bajaensis* (Montellano *et al.*, 2005) el cual era conocido sólo por unos cuantos dientes (Nydham, 1999) y con el nuevo material se podrá realizar una descripción más detallada y completa; también se ha podido confirmar la presencia de un tipo de tiranosáurido (Peacock *et al.*, 2010, 2014).

Los restos de mamíferos son escasos y aislados; de gran importancia es el descubrimiento de un cráneo y mandíbula del multituberculado *Cimolodon* (Wilson *et al.*, 2011). El ejemplar está actualmente bajo estudio; de forma preliminar se puede decir que es una forma intermedia entre las formas más antiguas y primitivas (*C. similis*, *electus* y *foxi*) y la más derivada y reciente (*Cimolodon nititus*) descritas para Canadá y Estados Unidos. Representa el único ejemplar de *Cimolodon* con cráneo y mandíbula asociados.

Importancia

Desde los primeros estudios con dinosaurios, Morris (1973) ya había comentado que la asociación faunística de El Gallo era peculiar. Por su edad radiométrica correspondería al límite Juditiense-Edmontoniense (dentro de las edades norteamericanas de mamíferos continentales, NALMA). Sullivan y Lucas (2006) definieron la edad kirtlandiense que abarca el intervalo 75 a 72.8 Ma, o sea en el límite Juditiense-Edmontoniense, y por la edad radiométrica la Formación El Gallo se encontraría en este intervalo.

Romo de Vivar (2011) comparó la asociación faunística de El Gallo con faunas norteamericanas (juditiense, "edmontoniense" y lanciente) y llegó a la con-

clusión que la fauna El Gallo no se parece a ninguna de las edades NALMA. Por medio de análisis PAE y UMPGA Romo de Vivar (2011) encontró que los miembros de la fauna de El Gallo tienen afinidad con formas norteñas, sureñas y del centro; pero como asociación tiende a semejarse y relacionarse más con las faunas del centro: Kaiparowits (Utah), Fruitland-Kirtland (Nuevo México), Williams Fork (Colorado) y norte: Horse Shoe Canyon y Dinosaur Park (Alberta, Canadá) y Judith River-Two Medicine (Montana) que a la sureña Aguja (Texas) (Romo de Vivar, 2011), confirmando que la asociación faunística de El Gallo es diferente a las otras que se han descrito para el resto de Norte América.

Es posible que la singularidad de la fauna de El Gallo puede ser debida a: a) que en este momento hay una reorganización de las faunas; b) su posición geográfica en la costa pacífica y su aislamiento del resto de las faunas. Estas explicaciones no tendrían por qué ser excluyentes.

Cañón del Huizachal, Tamaulipas

Historia de las investigaciones

El segundo registro de mamíferos mesozoicos proviene del estado de Tamaulipas cuando Clark y Hopson (1985) describieron el cráneo de un tritilodóntido, *Bocatherium mexicanum*, descubierto en las capas jurásicas del Cañón del Huizachal, a 25 km al sur de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Durante ocho años se desarrolló un proyecto de colaboración entre las universidades de Rhode Island, George Washington, Chicago y el Instituto de Geología de la UNAM. Como resultado de los trabajos de campo se logró reunir una colección de vertebrados fósiles. El material fósil se encuentra alojado en la Colección Nacional de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM.

Marco geológico

El Cañón del Huizachal es uno de una serie de cañones con una orientación este-oeste, y aquí aflora el llamado Grupo Huizachal, que es una secuencia de rocas piroclásticas y epiclásticas.

Fastovsky *et al.*, (2005) sugirieron que las rocas del Cañón del Huizachal fueron depositadas en un ambiente de margen de placa convergente. Los fósiles provienen de una secuencia de <10 m de espesor de la parte inferior del Grupo Huizachal y que es resultado de un depósito volcánico piroclástico (Figura 6). La datación de U-Pb en circones de una



Figura 6. Vista de un afloramiento de la Formación La Boca, en el Cañón del Huizachal, Tamaulipas.

Figure 6. View of an outcrop of the La Boca Formation, in the Huizachal Canyon, Tamaulipas.

capa debajo de la capa fosilífera arrojó edades 189 o 186 ± 0.2 Ma (Fastovsky *et al.*, 2005; fig. 2); recientemente Rubio-Cisneros y Lawton (2010) obtuvieron edades U-Pb en circones detríticos de muestras del Grupo Huizachal; en el miembro inferior de la Formación La Boca obtuvieron una edad de 184-183Ma (Jurásico temprano) y el miembro superior 167-163Ma (Jurásico medio), pero no hacen mención de donde está el nivel de fósiles con respecto a los niveles datados.

Asociación faunística

La fauna incluye diferentes tipos de esfenodontes (*Cynosphenodon huizachalensis* Reynoso 1996, *Zapatodon ejidoensis* Reynoso and Clark 1998, y *Sphenovipera jimmysjoyi* Reynoso 2005); el reptil volador *Dimorphodon weintraubi* Clark *et al.*, 1998, cocodrilomorfos (Clark *et al.*, 1994), dinosaurios terópodos tipo celofisoideos (Munter and Clark, 2006) y el diápsido excavador *Tamaulipasaurus morenoi* Clark and Hernández-Rivera 1994.

La presencia de mamaliaformes fue mencionado por Fastovsky *et al.*, (1987), Clark *et al.*, (1994), Fastovsky *et al.*, (1995) y Montellano *et al.*, (1995), y fueron descritos formalmente por Montellano *et al.*, (2008).

El tritilodóntido *Bocatherium mexicanum* incluye un cráneo con mandíbula, ha perdido el arco cigomático derecho, el techo y partes del cráneo. Los tritilodóntidos conforman un grupo de cinodontes no mamíferos altamente derivados que vivieron desde el Jurásico temprano al Cretácico temprano. Está carac-

terizado por una dentición que tiene incisivos grandes, diástema y los dientes postcaninos tienen tres filas de cúspides en los dientes superiores y dos hileras en los dientes inferiores.

Los restos de mamaliaformes del Huizachal no se parecían a ningunas de las formas descritas para otras faunas por lo que Montellano *et al.*, (2008) establecieron los siguientes nuevos géneros: *Victoriaconodon inaequalis*, triconodóntido primitivo y que podría ser el miembro más antiguo del grupo (Montellano *et al.*, 2008; Figuras 7.1, 7.2, 7.3), y *Huastecodon wiblei*, triconodonte que en el análisis cladístico comparte caracteres con los gobiconodóntidos (Montellano *et al.*, 2008, fig. 8). Esto hay que tomarlo con reserva pues además que el material es fragmentario (ya que consiste de un fragmento de maxila con dos dientes superiores), los gobiconodóntidos no aparecen sino hasta el Cretácico temprano en Laurasia (Cuenca-Bescós and Canudo, 2003). Además describieron *Bocaconodon tamaulipensis* (Figura 7.4), mamaliaforme cuyos dientes inferiores se parecen a los de *Morganucodon* y *Megazotrodon* pues tienen tres cúspides orientadas longitudinalmente (Montellano *et al.*, 2008, fig. 3) y también posee una depresión interna. También Montellano *et al.*, (2008) describieron una serie de taxa mamaliaformes de posición taxonómica incierta y quedaron clasificadas como especies indeterminadas: IGM 6855, dentario derecho con dos molares, en el análisis cladístico es el grupo hermano de *Bocaconodon* y forma un clado junto con *Dinnetherium* y las formas de docodóntidos *Haldanodon* y *Docodon* (Montellano *et al.*, 2008, fig. 5). IGM 6856, es una mandíbula inferior muy pequeña con 7 dientes muy desgastados, no se observa depresión interna (Montellano *et al.*, 2008, fig. 6). IGM 6622, es un dentario con dos molares, presenta depresión o canal interno (Montellano *et al.*, 2008, fig. 4). Este ejemplar se parece a otros "triconodontes" del Jurásico medio y difiere de los morganucodontos por el cíngulo interno reducido, y ausencia de cúspide g, pero es primitivo en la retención de depresión o canal interno y un proceso angular.

Importancia

El Jurásico es un tiempo importante en la evolución de los mamíferos tempranos, en este tiempo se observa la primera diversificación del grupo que llevó a la diferenciación de los linajes de monotremas y de terios modernos. Desafortunadamente, el registro fósil de mamíferos jurásicos sigue siendo muy pobre a nivel mundial (Kielan-Jaworowska *et al.*, 2004).

La asociación de mamaliaformes descrita para el

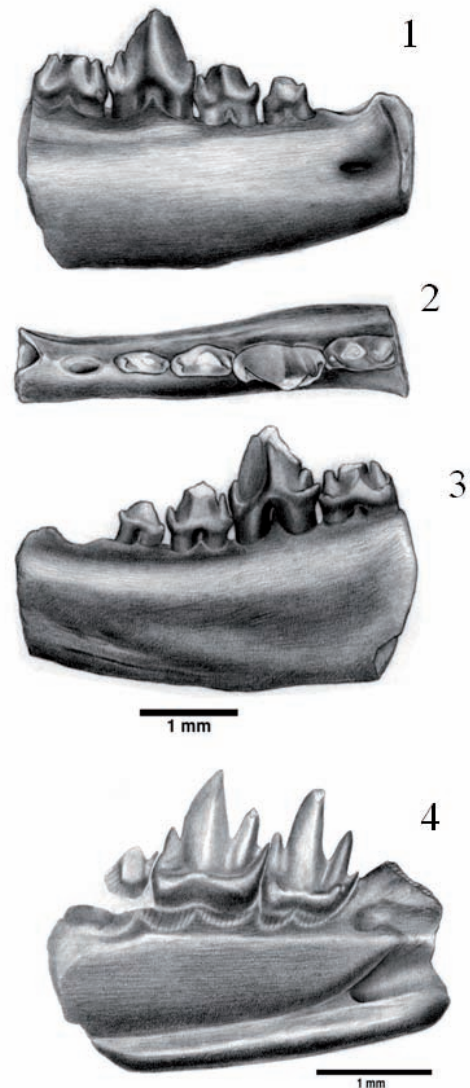


Figura 7. Dos ejemplos de los mamíferos descritos de la Formación La Boca, 1-3, *Victoriaconodon inaequalis*, IGM 3493, dentario derecho con p2-m1, 1, vista labial, 2, vista oclusal, y 3, vista lingual; 4, *Bocaconodon tamaulipensis*, IGM 6617, fragmento de dentario derecho con tres dientes, en vista lingual. Figuras tomadas de Montellano *et al.*, (2008), con permiso de la Society of Vertebrate Paleontology.

Figure 7. Two examples of the mammals described from the La Boca Formation. 1-3, *Victoriaconodon inaequalis*, IGM 3493, right dentary with p2-m1, 1, lateral labial view, 2, occlusal view and 3, lingual view; 4, *Bocaconodon tamaulipensis*, IGM 6617, fragment of a right dentary with three teeth, lingual view. Figures taken from Montellano *et al.*, (2008), used with permission of the Society of Vertebrate Paleontology.

Cañon del Huizachal representa un grupo con una condición morfológica más derivada que la que presentan las formas triásicas tardías y jurásicas tempranas, y a su vez es más primitiva que las formas de las faunas jurásicas medias. La diversidad de formas de



Figura 8. Vistas de afloramientos de la Formación Cerro del Pueblo, cerca de Saltillo, Coahuila, 1 y 2.

Figure 8. Views of outcrops of the Cerro del Pueblo Formation, near Saltillo, Coahuila, 1 and 2.

mamíferos presentes en el Cañón del Huizachal, sugiere que a finales del Jurásico temprano existieron variaciones en el patrón dental y en la morfología de la mandíbula. Incluye representantes con diferentes grados de evolución, algunos taxa retienen la depresión interna en la mandíbula, donde se alojarían los huesos postdentarios y otros en los que ha desaparecido.

Formación Cerro del Pueblo, Coahuila

Historia de las investigaciones

La Formación Cerro del Pueblo, aflora en el sur del estado de Coahuila, es conocida por su diversidad de fósiles marinos de agua salobre y continental, e incluye plantas, moluscos, crustáceos y vertebrados principalmente dinosaurios (Wolleben, 1977; Hernández-Rivera, 1992; Rodríguez de la Rosa and

Cevallos-Ferriz, 1998; Kirkland *et al.*, 2000; entre otros, también ver Eberth *et al.*, 2004).

La presencia de restos de dinosaurios en rocas de la Formación Cerro del Pueblo fue reconocida por Janensch (1926) quien registró el descubrimiento de huesos de ceratópido en las capas "Soledad" en Coahuila. Murray *et al.*, (1962) registraron cuatro tipos de dinosaurios recolectados en la parte basal del Grupo Difunta (Cerro del Pueblo). Durante mucho tiempo no se realizaron trabajos paleontológicos en el área y fue en la década de los 80 cuando se reanudaron expediciones por parte de personal de diferentes instituciones: Royal Ontario Museum (Toronto, Ontario, Canadá), Comisión de Paleontología por parte de la SEP Coahuila, Dinamotion International Society, Instituto de Geología UNAM, Utah Museum of Natural History (Salt Lake), Museo del Desierto (Saltillo), Royal Tyrrell Museum of Palaeontology (Drumheller, Alberta, Canadá). Como resultado de estos trabajos se conformó una colección importante no sólo de dinosaurios sino de otros grupos de vertebrados fósiles como tortugas y cocodrilos, entre otros.

Marco geológico

El Grupo Difunta fue definido por Murray *et al.*, (1962) para incluir todas las capas entre la Lutita Parras y la Formación Rancho Nuevo dentro de la Cuenca de Parras. Más tarde McBride *et al.*, (1974), expandió la definición del grupo para incluir las formaciones sobreyacentes de la Lutita Parras en la Cuenca de La Popa (Figura 3).

La Formación Cerro del Pueblo (Figura 8) consiste de arcilla gris, arenisca y lutita de origen deltaico y lacustre (McBride *et al.*, 1974; Murray *et al.*, 1962; Weidie and Murray, 1967) y es la unidad basal del Grupo Difunta. Eberth *et al.*, (2004) redescubrieron y propusieron nuevas secciones de referencia suplementarias de la formación, además describieron detalladamente la sedimentología y esclarecieron las relaciones estratigráficas de la Formación dentro de la Cuenca de Parras. De acuerdo a su interpretación los sedimentos de la Formación Cerro del Pueblo fueron depositados en planicies costeras y mares poco profundos que estuvieron influenciados por cambios frecuentes en el nivel del mar o por tormentas. Además realizaron estudios magnetoestratigráficos y sus resultados indican que la Formación Cerro del Pueblo se encuentra dentro de las magnetocronozonas 32n.3r-32n.2n. que corresponden a edades absolutas de 72.5 Ma y ubican el límite Campaniense-Maastrichtiense dentro de la sección (Eberth *et al.*, 2004).

Asociación faunística y florística

La Formación Cerro del Pueblo incluye un registro florístico diverso compuesto de restos de semillas, frutos, madera, impresiones de flores y hojas pertenecientes a grupos mono y dicotiledóneas (Rodríguez de la Rosa and Cevallos-Ferriz, 1994, 1998; Calvillo-Canadell and Cevallos-Ferriz, 2007; Estrada-Ruiz and Cevallos-Ferriz, 2007; Cevallos-Ferriz *et al.*, 2008). La composición floral sugiere condiciones tropicales y subtropicales.

Dentro de la fauna de vertebrados se han descrito dinosaurios terópodos de tamaño grande (tiranosáuridos) y pequeño (*Troodon*, *Saurornitholestes*, *Dromaeosaurus*, *Richardoestesia* y ornitomímidos); picos de pato, *Latirhinus uitstlani* Prieto-Márquez and Serrano-Brañas, 2014, *Kritosaurus navajovius* y *Velafrons coahuilensis* Gates *et al.*, 2007; un tipo de centrosaurino y *Coahuilaceratops magnacuerna* Loewen *et al.*, 2010, y nodosaurios (Rivera-Sylva and Espinosa-Chávez, 2006; Rivera-Sylva *et al.*, 2011). También se ha registrado la presencia de tortugas de agua dulce (García and Reynoso, 2002; Brinkman and Rodríguez de la Rosa, 2006; Brinkman *et al.*, 2009). En diferentes puntos se han descubierto huellas que se han relacionado con pequeños y grandes terópodos, además de ornitópodos bípedos y cuadrúpedos, reptiles voladores, aves y posiblemente de mamífero (Lockley *et al.*, 2008; Rodríguez de la Rosa *et al.*, 2004).

Aguillón-Martínez *et al.*, (2004) mencionaron un sitio de microvertebrados denominado El Pantano, en el cual registran un diente de multituberculado. Más tarde, Aguillón-Martínez (2010) en su tesis de maestría describió restos de microvertebrados recolectados en varias localidades (El Pantano, La Parrita y Rincón Colorado). Entre los taxa que reporta están Caudata, anuro, teiido, varánido, helodermátido, serpientes, ánguideo y cocodrilos. Dentro del grupo de los mamíferos registró la presencia de multituberculados y marsupiales.

Los multituberculados están representados por un fragmento de mandíbula con un p4 roto identificado como perteneciente a la familia Taeniolabididae y un M2 identificado como Cimolomyidae (Aguillón-Martínez, 2010, figs. 22 a y b respectivamente). Como comentario, el elemento identificado como M2 corresponde a la parte posterior de un M1.

Los marsupiales identificados están representados por un dentario con p3, m1-2 identificado como *Turgidodon* sp. cf. *T. russelli* (Aguillón-Martínez, 2010, figs. 23 a-c); un dentario con m1 y m2 y alveólos para p2 y p3 identificado como *Pedimys* sp., cf. *P. elegans* (Aguillón-Martínez 2010, figs. 23 d-f) y dos formas indeterminadas (Aguillón-Martínez, 2010, fig.

24). Infortunadamente el material de marsupiales no está bien preservado (en el caso de *Pedimys*) y no hay elementos dentales diagnósticos para hacer una asignación confiable a *T. russelli*.

Importancia

Aguillón-Martínez (2010) comparó la composición faunística del Cerro del Pueblo con la Formación Aguja que se encuentran en el sur de Texas y es la más cercana y son contemporáneas. Encontró diferencias en diversidad y abundancia de ciertos grupos (como lagartijas y serpientes) y en la presencia de algunos géneros de anuros, salamandras, entre otros. Puede ser que las diferencias puedan deberse a que representan ambientes de depósito diferentes, la Formación Aguja fue depositada en una llanura de inundación, y el clima era estacional con temporadas semiáridas, mientras que la Formación Cerro del Pueblo estuvo depositada en un ambiente más húmedo (Aguillón-Martínez, 2010).

Lehman (1987, 2001) basado en asociaciones de dinosaurios propuso que durante el Cretácico Tardío existió un provincialismo faunístico a lo largo de lo que se conoce como el *Western Interior Seaway*. Las formaciones Aguja y Cerro del Pueblo se encuentran en una posición geográfica sureña dentro de este mar interior, por lo que sus contenidos fosilíferos son críticos para entender los patrones paleobiogeográficos del Cretácico Tardío y proporcionan datos para apoyar o rechazar la hipótesis.

Resultados

En la Figura 9 se resume lo que se conoce hasta ahora de los mamíferos mesozoicos en México. A la fecha sólo hay tres localidades repartidas en tres estados del país (Baja California, Coahuila y Tamaulipas) mismas que representan puntos aislados; son de edades diferentes que abarcan desde el Jurásico hasta el Cretácico Tardío. Aunque el registro es escaso, la diversidad taxonómica es notable: en la localidad jurásica del Cañón del Huizachal se han descrito siete taxa, de los cuales están representados un tritilodónido, dos triconodóntidos, y cuatro formas de mamaliaformes; en la localidad campaniense El Gallo, hay por lo menos tres formas de multituberculados, una de marsupial y un euterio de afinidades controversiales; y Cerro del Pueblo, un poco más joven que El Gallo, donde se han reconocido dos formas de multituberculados, cuatro de marsupiales y todavía ningún euterio.

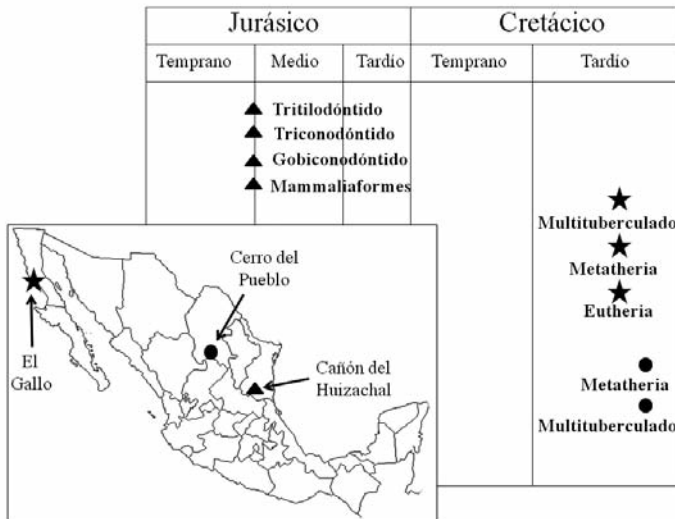


Figura 9. Distribución temporal y geográfica de los mamíferos mesozoicos mexicanos.

Figure 9. Temporal and geographic distribution of the Mesozoic Mexican mammals.

Conclusiones

Por lo antes expuesto se desprende que el registro de mamíferos mesozoicos en México es todavía muy pobre y escaso, pero es diverso en sus formas y abarca desde el Jurásico hasta el Cretácico (Figura 9).

La labor de recolecta de microvertebrados es *time-consuming*, la cantidad de ejemplares obtenidos por tonelada de sedimento puede ser muy baja. Pero no es una actividad que hay que descuidar pues los microvertebrados proporcionan información, completan la lista de la diversidad faunística, pueden ser indicadores paleoambientales y son susceptibles de sugerir eventos de aislamiento que los de gran tamaño y vagilidad no registran.

Por lo que toca al caso de México, esta pequeña muestra de lo que a la fecha se ha encontrado indica la riqueza de mamíferos que todavía está por descubrir y que por su posición geográfica proporcionará información para entender el gradiente biótico latitudinal durante el Cretácico.

Agradecimientos

A todos los estudiantes y colegas (tanto nacionales como extranjeros) que durante años han participado en las salidas de campo, recolectando fósiles y sedimento para ser llevado al Laboratorio de Paleontología del Instituto de Geología, y que des-

pues tamizaron e hicieron el "picking" o triado de microvertebrados y en otros casos prepararon el material. Nada de esto hubiera sido posible sin la asesoría y apoyo incondicional de Gerardo Álvarez y René Hernández, siempre dispuestos a participar en todos los proyectos.

A todos los miembros de las comunidades muy en especial a Fidencio Moreno y familia, en el Cañón del Huizachal; a los Sres. Acevedo y Rojas, en El Rosario, quienes nos brindaron hospitalidad, ayuda, apoyo y amistad durante todos los años que los "invadimos".

Algunos de los resultados aquí plasmados son el producto de muchos años y de varios proyectos financiados por diferentes instituciones tanto nacionales como extranjeras a diferentes investigadores y en diferentes momentos (Cañón del Huizachal: National Geographic Society grants 3017-85, 3695-87, National Science Foundation EAR 8917386 y EAR 9218971, EAR 9218871, Dinosaur Society, University of Rhode Island, Instituto de Geología; Baja California: PAPIIT IN 104506-2, IN111209, IN 100913-3, UC Mexus 2004-2005, University of Washington y American Philosophical Society.

Por último, agradezco a la Dra. Gloria Cuenca-Bescós, una revisora del manuscrito, quien señaló una serie de puntos importantes y a un revisor anónimo por los comentarios que sin duda ayudaron a mejorarlo.

Referencias

- 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. Ms Dissertation, Southern Methodist University, 135 pp.
- Aguillón-Martínez, M., Zelenitsky, D., Brinkman, D. and Eberth, D. 2004. Eggshell fragments from the Uppermost Cerro del Pueblo Formation (Upper Cretaceous; Mexico). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 24 (3), Suppl 33A.
- Archibald, J.D. and Averianov, A. 2001. *Paranyctoides* and allies from the Late Cretaceous of North America and Asia. *Acta Palaeontologica Polonica*, 46 (4), 533-551.
- Archibald, D.J. and Averianov, A. 2012. Phylogenetic analysis, taxonomic revision, and dental ontogeny of the Cretaceous Zhelestidae (Mammalia: Eutheria). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 164, 361-426.
- Brinkman, D. and Rodríguez de la Rosa, R. 2006. Non marine turtles from the Cerro del Pueblo Formation (Campanian) Coahuila State, Mexico. *New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, 35, 229-233.
- Brinkman, D., Aguillon-Martinez, M.C., De Leon Dávila, C.A., Jamniczky, H., Eberth, D. and Colbert, M. 2009. *Euclastes coahuilaensis* sp. nov., a basal cheloniid turtle from the

- late Campanian Cerro del Pueblo Formation of Coahuila State, Mexico. *PaleoBios*, 28, 76-88.
- Calvillo-Canadell, L. and Cevallos-Ferriz, S. 2007. Reproductive structures of Rhamnaceae from the Cerro del Pueblo Formation (Late Cretaceous, Coahuila) and Coatzingo (Oligocene, Puebla) formations, Mexico. *American Journal of Botany*, 94 (10), 1658-1669.
- Cevallos-Ferriz, S., Estrada-Ruiz, E. and Pérez-Hernández, B. 2008. Phytolaccaceae infructescence from the Cerro del Pueblo Formation, Upper Cretaceous (Late Campanian), Coahuila, Mexico. *American Journal of Botany*, 95 (1), 77-83.
- Cifelli, R.L. 1990. Cretaceous mammals of southern Utah. IV Eutherian mammals from the Wahweap (Aquilan) and Kaiparowits (Judithian) formations. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 10 (2), 346-360.
- Cifelli, R.L. 1994. Therian mammals of the Terlingua local fauna (Judithian) Aguja Formation, Big Bend of the Rio Grande, Texas. *Contributions to Geology, University of Wyoming*, 30, 117-136.
- Clark, J.M. and Hernández-Rivera, R. 1994. A new burrowing diapsid from the Jurassic La Boca Formation of Tamaulipas, México. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 14 (2), 180-195.
- Clark, J.M. and Hopson, J.A. 1985. Distinctive mammal-like reptile from Mexico and its bearing on the phylogeny of the Tritylodontidae. *Nature*, 315, 398-400.
- Clark, J.M., Hopson, J.A., Hernández, R.R., Fastovsky, D.E., and Montellano, M. 1998. Foot posture in a primitive pterosaur. *Nature*, 391, 886-889.
- Clark, J.M., Montellano, M., Hopson, J.A., Hernández, R., and Fastovsky, D.E. 1994. An early or middle Jurassic tetrapod assemblage from the La Boca formation, north-eastern Mexico. In: Fraser, N.C., and Sues, H.D., (eds.), *In the shadow of the Dinosaurs: Early Mesozoic Tetrapods*. Cambridge University Press, 294-302.
- Clemens, W.A. 1980. *Gallolestes pachymandibularis* (Theria, incertae sedis: Mammalia) from Late Cretaceous deposits in Baja California Norte, Mexico. *PaleoBios*, 33, 1-10.
- Cuenca-Bescós, G., and Canudo, J. I. 2003. A new gobiconodontid mammal from the Early Cretaceous of Spain and its palaeogeographic implications. *Acta Paleontologica Polonica*, 48 (4), 575-582.
- Eberth, D., Delgado-de Jesús, C., Leberkmo, J., Brinkman, D., Rodríguez de la Rosa, R., and Sampson, S. 2004. Cerro del Pueblo Fm. (Difunta Group, Upper Cretaceous), Parras Basin, southern Coahuila, Mexico: reference sections, age, and correlation. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 21 (3), 335-352.
- Estrada-Ruiz, E. and Cevallos-Ferriz, S. 2007. Infructescences from the Cerro del Pueblo Formation (Late Campanian), Coahuila and El Cien Formation (Oligocene-Miocene), Baja California Sur, Mexico. *International Journal of Plant Sciences*, 168 (4), 507-519.
- Fastovsky, D.E., Clark, J.M. and Hopson, J.A. 1987. Preliminary report of a vertebrate fauna from an unusual paleoenvironmental setting, Huizachal Group, Early or Mid-Jurassic, Tamaulipas, Mexico. In: Currie, P.M. and Koster, E.H. (eds.), *Fourth Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems, Short Papers: Occasional Papers of the Tyrrell Museum of Paleontology*, 3, 82-87.
- Fastovsky, D.E., Clark, J.M., Strater, N.H., Montellano, M., Hernández, R. and Hopson, J.A. 1995. Depositional environments of a Middle Jurassic vertebrate assemblage, Huizachal Canyon, Mexico: *Journal of Vertebrate Paleontology*, 15 (3), 561-675.
- Fastovsky, D.E., Hermes, O.D., Strater, N.H., Bowring, S.A., Clark, J.M., Montellano, M. and Hernández, R. 2005. Pre-Late Jurassic, fossil-bearing volcanic and sedimentary red beds of Huizachal Canyon, Tamaulipas, México. In: Anderson, T.H., Nourse, J.A., McKee, J.W. and Steiner, M.B. (eds.) *The Mojave-Sonora Megashear Hypothesis: Development, Assessment and Alternatives: Geological Society of American Special Paper 393*, 401-426.
- Fulbord, M.M. and Busby, C.J. 1993. Tectonic controls on non-marine sedimentation in a Cretaceous fore-arc basin, Baja California, Mexico. In: Frostick, L.E. and Steel, R.J. (eds.), *Tectonic Controls and Signatures in Sedimentary Successions*. International Association of Sedimentologists, Special Publication, 20, 301-333.
- García, R. and Reynoso, V.H. 2002. The southernmost record of the turtle *Bothremys* (Testudine: Pleurodira) in the Cerro del Pueblo Formation, near Saltillo, Coahuila, Mexico. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 22 (3), Suppl 56A.
- Gates, T., Sampson, S., Delgado de Jesus, C., Zanno, L., Eberth, D., Hernández-Rivera, R., Aguillon, Martínez, M. and Kirkland, J. 2007. *Velafrons coahuilensis* a new lambeosaurine hadrosaur (Dinosauria, Ornithopoda) from the Late Campanian Cerro del Pueblo Formation, Coahuila, Mexico. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 27 (4), 917-930.
- Hernández-Rivera, R., 1992. New dinosaur finds in the Cerro del Pueblo Fm. (Upper Cretaceous, Campanian) from Coahuila state, Mexico. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 12 (3), 32A.
- Hilton, R. 2003. *Dinosaurs and other Mesozoic reptiles of California*. University of California Press, Berkeley, 318 pp.
- Janensch, W. 1926. Dinosaurier reste aus Mexiko. *Centralblatt für Mineralogie Geologie und Paläontologie (B)*, 192-197.
- Kielan-Jaworowska, Z., Cifelli, R.L. and Luo, Z.X. 2004. *Mammals from the age of dinosaurs origins, evolution, and structure*. Columbia University Press, New York, 649 pp.
- Kilmer, F.H. 1963. Cretaceous and Cenozoic stratigraphy and paleontology, El Rosario area, Baja California, México. Tesis de Doctorado en Paleontología, University of California, Berkeley, 216 pp.
- Kirkland, J., Hernández, R., Aguillon, M., Delgado, R., Gómez, R. and Vallejo, I. 2000. The Late Cretaceous Difunta Group of the Parras Basin, Coahuila, Mexico. *Guidebook for the field trips*. Society of Vertebrate Paleontology, Special Publication, 131-172.
- Lehman, Th. 1987. Late Maestrichtian paleoenvironments and dinosaur biogeography in the Western Interior of North America. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, and Palaeoecology*, 60, 189-217.

- Lehman, T.M. 2001. Late Cretaceous dinosaur provinciality. In Tanke, D.H., and Carpenter, K. (eds.), *Mesozoic Vertebrate Life*: Indiana University Press, Bloomington, 310-328.
- Lillegraven, J.A., 1972. Preliminary report on Late Cretaceous mammals from the El Gallo Fm., Baja California Norte, Mexico. *Contributions in Science of Los Angeles County Museum of Natural History*, 232, 1-11.
- Lillegraven, J.A., 1976. A new genus of therian mammal from the Late Cretaceous El Gallo Formation, Baja California. *Journal of Paleontology*, 50 (3), 437-443.
- Loewen, M.A., Sampson, S.D., Lund, E.K., Farke, A.A., Aguillón-Martínez, M.C., de Leon, C.A., Rodríguez-de la Rosa, R.A., Getty, M.A. and 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. and Eberth D.A. (eds.), *New Perspectives on Horned Dinosaurs: The Royal Tyrrell Museum Ceratopsian Symposium*, Indiana University Press, Bloomington, 99-116.
- Lockley, M., Harris, J.D. and Mitchell, L. 2008. "A global overview of pterosaur ichnology: tracksite distribution in space and time." *Zitteliana*, B28, 187-198.
- McBride, E., Weidei, A., Wolleben, J. and Laudon, R. 1974. Stratigraphy and structure of the Parras and La Popa Basins, northeastern Mexico. *Geological Society of American Bulletin*, 4, 1603-1622.
- Molnar, R. 1974. A distinctive theropod dinosaur from the Upper Cretaceous of Baja California (Mexico). *Journal Paleontology*, 48 (5), 1009-1017.
- Montellano, M., Hopson, J.A., Clark, J.M., Fastovsky, D.F. and Hernández-Rivera, R. 1995. Mammals from the Middle Jurassic of Huizachal Canyon, Tamaulipas, Mexico. *Journal Vertebrate Paleontology*, 15(3), Suppl 45A.
- Montellano, M., Wilson, G.P., Alvarez-Reyes, G., Hernández-Rivera, R., Quintero, E. and Aranda-Manteca, F. 2005. New material of *Polyglyphanodon bajaensis* from El Rosario Baja California, Mexico. *Journal Vertebrate Paleontology*, 25 (3), Suppl 93A.
- Montellano, M., Wilson, G.P., Hernández, R., Álvarez-Reyes, G. and Aranda-Manteca, F. 2008. Microvertebrados de la Formación El Gallo (Cretácico Superior), Baja California, México. Libro de Resúmenes. *III Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados*, Neuquén, Patagonia, Argentina.
- Morris, W.J. 1966. Fossil mammals from Baja California: New evidence on Early Tertiary Migrations. *Science*, 153, 1376-1378.
- Morris, W.J. 1967. Baja California: Late Cretaceous dinosaurs. *Science*, 155, 1539-1541.
- Morris, W.J. 1973. Mesozoic and Tertiary vertebrates in Baja California, National Geographic Research Reports, 1966, 197-209.
- Morris, W.J. 1974. Upper Cretaceous "El Gallo" Formation and its vertebrate fauna. Pacific Section of the Society of Economic Geology and Mineralogy, 49, 60-66
- Munter, R.C. and Clark, J.M. 2006. Theropod dinosaurs from the Early Jurassic of Huizachal Canyon, Mexico. In: Carrano, M.T., Gaudin, T.J., Blob, W.R. and Wible, J.R. (eds.) *Amniote Paleobiology: perspectives on the evolution of mammals, birds and reptiles*. The University of Chicago Press, Chicago, 53-75.
- Murray, E., Weidie, A., Boid, D. and Lewis, P. 1962. Formational divisions of Difunta Group, Parras Basin, Coahuila and Nuevo León, Mexico. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 46 (3), 374-383.
- Nessov, L.A. 1985 (New mammals from the Cretaceous of Kyzylkum) *Vestnik Leningradskogo Universiteta, Seriya 7*, 8-18 (en ruso).
- Nessov, L., Archibald, D. and Zielan-Jaworowska, Z. 1998. Ungulate-like mammals from the Late Cretaceous of Uzbekistan and phylogenetic analysis. In: Beard, Ch. and Dawson, M. (eds.) *Dawn of the Age of Mammals in Asia*. Bulletin Carnegie Museum of Natural History, 34, 40-88.
- Nydam, R.L. 1999. Polyglyphanodontinae (Squamata: Teiidae) from the Medial and Late Cretaceous: New taxa from Utah, U.S.A and Baja California del Norte, Mexico. In: Gillette, G.G. (ed.) *Vertebrate Paleontology in Utah*. Utah Geological Survey, Miscellaneous Publication, 99-1. Salt Lake City, Utah, 303-317.
- Peacock, B., Wilson, J., Wilson, G., Hernández, R. and Montellano, M. 2010. New Tyrannosauroid remains from the Late Cretaceous "El Gallo" formation of Baja California, México. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 30 (3), 144A.
- Peacock, B., Wilson, J., Wilson, G., Hernández, R. and Montellano, M. 2014. New Tyrannosauroid remains from the Late Cretaceous "El Gallo" formation of Baja California, México. *Acta Palaeontologica Polonica*, 59(1), 71-80.
- Prieto-Márquez, A., Chiappe, L. and Joshi, Sh. 2012. The lambeosaurine dinosaur *Magnapaulia laticaudus* from the Late Cretaceous of Baja California, northwestern Mexico. *PLoS One*, 7 (6), e38207. doi.10.1371/journal.pone.0038207
- Prieto-Márquez, A. and Serrano-Brañas, C. 2014. *Latirhinus uitstlani*, a broad-nosed saurolophine hadrosaurid (Dinosauria, Ornithopoda) from the late Campanian (Cretaceous) of northern Mexico. *Historical Biology: An international Journal of Paleobiology*, 24 (6), 607-619.
- Renne, P. R., Fulford, M.M. and Busby-Spera, C. 1991. High resolution ⁴⁰Ar/³⁹Ar chronostratigraphy of the late Cretaceous El Gallo Formation, Baja California del Norte, Mexico. *Geophysical Research Letters*, 28 (3), 459-462.
- Reynoso, V.H. 1996. A middle Jurassic *Sphenodon*-like sphenodontian (Diapsida: Lepidosauria) from Huizachal Canyon, Tamaulipas, Mexico. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 16 (2), 210-221.
- Reynoso, V.H. 2005. Possible evidence of a venom apparatus in a Middle Jurassic sphenodontian from the Huizachal red beds of Tamaulipas, Mexico. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 25 (3), 646-654.
- Reynoso V.H. and Clark, J.M. 1998. A dwarf sphenodontian from the Huizachal Formation of Tamaulipas, Mexico. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 18 (3), 333-339.

- Rivera-Sylva, H., Carpenter, K., and Aranda-Manteca, F. 2011. Late Cretaceous nodosaurids (Ankylosauria: Ornithischia) from Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 28(3), 371-378.
- Rivera-Sylva, H. and Espinosa-Chávez, B. 2006. Ankylosaurid (Dinosauria: Thyreophora) osteoderms from the Upper Cretaceous Cerro del Pueblo Formation of Coahuila, Mexico. *Carnets de Geologie/ Notebooks on Geology-Letter* 2006/02 (CG2006_L02).
- Rodríguez de la Rosa, R. and Cevallos-Ferriz, S. 1994. Upper Cretaceous zingiberlean fruits with in situ seeds from southeastern coahuila, Mexico. *International Journal of Plant Sciences*, 155 (6), 786-805.
- Rodríguez de la Rosa, R. and Cevallos-Ferriz, S. 1998. Vertebrates of the El Pelillal locality (Campanian, Cerro del Pueblo Formation). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 18(4), 751-764.
- Rodríguez de la Rosa, R., Aguillón-Martínez, M.C. and López-Espinoza, J. 2004. The fossil record of vertebrate tracks in Mexico. *Ichnos* 11:27-37.
- Romo de Vivar, P.R. 2011. Microvertebrados cretácicos tardíos del área de El Rosario, Baja California, México. Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 157 pp.
- Rubio-Cisneros, I.I. and Lawton, T.F. 2010. Detrital zircon U-Pb ages of sandstones in continental red beds at Valle de Huizachal, Tamaulipas, NE Mexico: record of early-middle Jurassic arc volcanism and transition to crustal extension. *Geosphere*, 7 (1), 159-170.
- Schile, Ch. 1974. Sedimentology of the "El Gallo Formation" (Upper Cretaceous), El Rosario, Baja California, México. Tesis de Maestría en Geología, San Diego State University, 120 pp.
- Sullivan, R.M. and Lucas, S.P. 2006. The Kirtlandian land-vertebrate "age"- faunal composition, temporal and biostratigraphic correlation in the nonmarine Upper Cretaceous of Western North America. *Museum of Natural History and Sciences Bulletin*, 35, 7-29.
- Weidi, A. and Murray, G. 1967. Geology of Parras Basin and adjacent areas of northeastern Mexico. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 51 (5), 678-695.
- Weishampel, D.B., Dodson, P. and Osmólska, H. (eds.) 2004. *The Dinosauria*. University of California Press, Berkeley, 860 pp.
- Wible, J.R., Novacek, M.J. Rougier G.W. and Asher, R.J. 2009. The eutherian mammal *Maelestes gobiensis* from the Late Cretaceous of Mongolia and the phylogeny of Cretaceous Eutheria. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 327, 1-123.
- Wilson, G.P., Chen, M. and Montellano, M. 2011. A new multituberculate skull from the Upper Campanian "El Gallo Formation", Baja California, México. *IV Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados*. San Juan Argentina.
- Wolfeben, J. 1977. Paleontology of the Difunta Group (Upper Cretaceous. Tertiary) in northern Mexico. *Journal of Paleontology*, 51 (2), 373-398.

Recibido: abril 2014

Revisado: junio 2014

Aceptado: septiembre 2014

Publicado: marzo 2015