AVANCES EN EL ESTUDIO DE LA FAUNA DE VERTEBRADOS JURASICOS DEL CAÑON DEL HUIZACHAL, TAMAULIPAS, MEXICO.

Marisol Montellano-Ballesteros¹, René Hernández-Rivera¹, James M. Clark², David E. Fastovsky³, Victor Hugo, Reynoso-Rosales⁴, Nicholas H. Strater³ y James A. Hopson⁵

¹ Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán. 04510 D.F.

² Department of Biological Sciences, The George Washington University, Washington, D. C., 20052.

³ Department of Geology, University of Rhode Island, Kingston, R.I. 02881-0807.

⁴ Redpath Museum, McGill University, Montreal, Quebec, Canada H3A 2K6.

⁵ Department of Anatomy and Organismal Biology, University of Chicago, Chicago, Ill. 60637.

RESUMEN

El Mesozoico continental de México está pobremente estudiado, la mayoría de las localidades conocidas es de edad cretácica, y los reportes sobre ellas son aislados. Los restos de dinosaurios son el principal componente faunístico. Sólo en Baja California Norte se habían descrito mamíferos.

En 1985, Clark y Hopson describieron una nueva especie de tritilodóntido *Bocatherium mexicanum* recolectado en el Cañón del Huizachal, Tamaulipas. Desde entonces se está desarrollando un proyecto de carácter internacional en esa área, que ha dado como resultado una colección de vertebrados fósiles de aproximadamente 5,000 ejemplares. La fauna es diversa e incluye además de *B. mexicanum*, a por lo menos seis especies de mamíferos, un cocodrilo neosuquio, un pterosaurio de grado ranforrincoideo, tres formas de esfenodóntidos, así como un diápsido primitivo de hábitos excavadores, *Tamaulipasaurus morenoi*, además de algunos restos de dinosaurios. Esta área es la localidad continental más antigua de México y la segunda portadora de mamíferos mesozoicos.

La localidad es también de particular interés desde el punto de vista tafonómico y sedimentológico, se ha interpretado como un antiguo flujo de escombros (debris flow) depósito poco común para la preservación de microvertebrados, pues generalmente se encuentran en canales fluviales y llanuras de inundación.

Los fósiles sugieren una edad jurásica temprana-media, otra razón por la cual esta localidad es de gran importancia, ya que localidades de esta edad son muy raras en el mundo. El estudio de esta fauna aportará información para comprender la diversidad de vertebrados en esta época y tal vez permita probar la hipótesis de que después del evento de extinción a finales del Triásico, no siguió una radiación adaptativa de forma explosiva sino las faunas jurásicas mantuvieron una diversidad relativamente baja.

Palabras clave: Jurásico, vertebrados continentales, México.

ABSTRACT

Mexican continental Mesozoic deposits are poorly known. Most of the known scattered localities are of Cretaceous age. Dinosaur remains are the main faunal component, but in Baja California Norte some Cretaceous mammalian material has been described.

In 1985, Clark and Hopson described a new tritylodontid (*Bocatherium mexicanum*) collected in the Cañón del Huizachal, in Tamaulipas. Since then, an international cooperative project has been developed in the area. Field work has yielded a fossil vertebrate collection of nearly 5,000 specimens.

The faunal assemblage is diverse and includes the tritylodontid (*B. mexicanum*), at least six mammalian species, a neosuquian crocodile, a pterosaur of rhamphorhynchoid grade, three forms of sphenodontids, a burrowing primitive diapsid *Tamaulipasaurus morenoi*, and fragmentary dinosaur remains. This area is the oldest Mesozoic vertebrate-bearing continental locality from Mexico and the second bearing Mesozoic mammals.

The study area is also interesting from the taphonomic and sedimentological point of view, because it represents a waterlain sequence of pulsed debris flows. This is an uncommon depositional setting in which to find microvertebrates. Usually they are found in flood plains or fluvial channels.

The fossil assemblage suggests an early-mid Jurassic age, which is another reason why this locality is of great importance. Few localities of this age are known from anywhere in the world. The study of this fauna will also yield information about the vertebrate biodiversity of this period, and provides elements to test the hypothesis that there was low tetrapod diversity after a postulated Late Triassic extinction and not the subsequent explosive adaptive radiation; instead the Jurassic faunas kept a relatively low diversity.

Keywords: Jurassic, continental vertebrate, Mexico.

INTRODUCCIÓN

En México se conocen pocas localidades mesozoicas que contengan restos de fauna terrestre. Estas localidades representan puntos aislados en el territorio mexicano (Figura 1). La mayoría de esas localidades son de edad cretácica, entre las que se encuentran el área del Rosario, en Baja California Sur (Molnar, 1974; Morris, 1967, 1972, 1981); Hipólito, en Coahuila (Murray *et al.*, 1960); la Cuenca Cabullona, en Sonora (Taliaferro, 1933); la Sierra Mojada entre Coahuila y Chihuahua (Janensch, 1926) y una icnofauna de dinosaurios en La Chuta en la costa pacífica de Michoacán (Ferrusquía *et al.*, 1980); en el área de Tepexi de Rodríguez, en Puebla se ha descubierto material de tetrapodos terrestres (Applegate y Espinosa, 1982) y recientemente en el área de Saltillo, Coahuila (Espinosa y Hernández, comunicación personal, 1990).

Fig. 1.- Ubicación de las principales localidades mesozoicas en México.

La mayoría del material recolectado pertenece a dinosaurios y sólo en la Formación El Gallo en Baja California Norte se han encontrado restos de mamíferos. Cuatro géneros fueron identificados: los multituberculados *Mesodma* cf. *M. formosa*, *Stygimys*, el marsupial *Pedionomys* sp. y un terio de grado metaterio-euterio *Gallolestes pachymandibularis* (Lillegraven, 1972, 1976; Clemens, 1980). Por mucho tiempo estos fueron los únicos mamíferos mesozoicos conocidos para México.

Recientemente Clark y Hopson (1985) dieron a conocer una localidad portadora de vertebrados de edad jurásica, el Cañón del Huizachal, en el Estado de Tamaulipas, la cual constituye la localidad terrestre más antigua conocida para

México y la segunda portadora de mamíferos mesozoicos. Desde entonces se está desarrollando un proyecto de cooperación internacional entre instituciones norteamericanas y el Instituto de Geología de la UNAM en esa área.

Este trabajo es una recopilación de los resultados publicados y no publicados que se tienen del área de estudio; se presentan por un lado, las interpretaciones sobre el ambiente de depósito y la estratigrafía del área, y por otro lado, una breve descripción de la fauna que ha sido identificada hasta ahora.

MARCO GEOLÓGICO DEL ÁREA E HISTORIA
NOMENCLATURA DE LAS UNIDADES

En la Sierra Madre Oriental, se observan secuencias sedimentarias desde el Pérmico hasta el Cretácico, las mejores exposiciones se encuentran en los cañones localizados al oeste de Ciudad Victoria, entre los que se encuentra el Cañón del Huizachal (Figura 2). En ausencia de capas marcadoras, las relaciones temporales de las unidades en los cañones permanecen oscuras, sin embargo, correlaciones formacionales han sido propuestas (Imlay *et al.*, 1948; Mixon *et al.*, 1959; Carrillo-Bravo, 1961; Salvador, 1987; Rueda *et al.*, 1991).

Figura 2.- Localización del área de estudio. La distribución de las localidades fosilíferas en el Cañón se muestran en la figura 5.

Hay confusión en la determinación de las edades así como en la litoestratigrafía del área (Figura 3). Imlay *et al.* (1948) designan a las capas del Cañón del Huizachal como la Localidad Tipo de la Formación Huizachal. Mixon *et al.* (1959) elevan la formación a nivel de Grupo, integrándolo con las Formaciones La Boca y La Joya, estableciendo la Sec-

ción Tipo de la Boca en el Cañón La Boca, al norte del Cañón Huizachal. En esta formación fueron encontradas y descritas plantas, por medio de las cuales se le asignó una edad triásica. Más tarde, Carrillo-Bravo (1961) reporta plantas fósiles jurásicas en otros cañones y no concuerda con lo propuesto por *Mixon et al.* (1959).

	WILAY, ET AL., 1948	MIXON, ET AL., 1959	CARRILLO, 1961	SALVADOR, 1967	RUEDA, ET AL., 1991
JURÁSICO SUPERIOR	FORMACION ZULOAGA	FORMACION ZULOAGA	FORMACION ZULOAGA	FORMACION ZULOAGA	FORMACION ZULOAGA
JURÁSICO MEDIO	FORMACION HUIZACHAL	FORMACION LA JOYA	FORMACION LA JOYA	HUIZACHAL "SUPERIOR" LA JOYA	FORMACION LA JOYA
JURÁSICO INFERIOR		FORMACION LA BOCA	FORMACION HUIZACHAL	HUIZACHAL "INFERIOR" LA BOCA	ALOFORMACION LA BOCA
TRIÁSICO					ALOFORMACION HUIZACHAL

Figura 3.- Interpretaciones diversas sobre la litoestratigrafía local.

Autores subsecuentes como Silva-Pineda (1979) restringieron el término Huizachal al Triásico Superior (=La Boca de *Mixon et al.*, 1959) reteniendo el término La Joya para la unidad subyacente a las calizas marinas correspondientes a la Formación Zuloaga de edad oxfordiana.

Rueda *et al.* (1991) por medio de un método palinoestratigráfico divide los lechos rojos de la Formación La Boca (sensu *Mixon et al.*, 1959) o Formación Huizachal (sensu Carrillo-Bravo, 1961) en seis palinozonas (A-F) y los lechos rojos de la Formación La Joya (*Mixon et al.*, 1959) en dos palinozonas (G-H). Con base en el análisis del residuo palinológico concluyeron que la secuencia de los lechos rojos de la Formación La Boca=Huizachal está constituida por dos Aloformaciones: Huizachal y La Boca y que ambas constituyen el Alogrupo La Boca que correlacionan con el Grupo Huayacocotla. Además sugieren que el depósito de los lechos rojos se efectuó en un medio marino marginal bajo condiciones de clima cálido y seco. El análisis de la muestra C les permitió asignar la edad sinemuriense a La Boca. En 1994 Rueda cambia el nombre al Alogrupo La Boca por el de Los San Pedros.

En el presente trabajo se considera que afloran tres tipos distintos de rocas en el Cañón del Huizachal: una serie de rocas volcánicas pre-jurásicas, sobre las cuales descansa discordantemente una serie de capas rojas que en conjunto se denominan como Grupo Huizachal (sensu *Mixon et al.*

1959) y que junto con las relaciones estructurales observadas se reconoce la presencia de las formaciones La Boca y La Joya. Y sobreyaciendo se encuentran las calizas que representan la Formación Zuloaga. Una descripción más detallada de lo que se observa en el área de estudio se presenta a continuación.

SECUENCIA ESTRATIGRÁFICA DEL CAÑÓN DEL HUIZACHAL

Como parte del proyecto, el estudiante de Geología de la Universidad de Rhode Island, Nicholas Strater elaboró un mapa geológico del área de estudio. Los resultados señalan que la secuencia estratigráfica que subyace la Caliza Zuloaga consiste de por lo menos cuatro unidades (Figura 4). La unidad basal del área es vulcanoclástica, está plegada y forma prominentes relieves topográficos dentro del cañón. Entre esta unidad basal y la caliza Zuloaga existe un cuerpo de rocas teñidas por hematita dando un color rojo y donde se reconocen las formaciones La Boca y La Joya. La Formación La Boca descansa en discordancia angular sobre las rocas volcánicas prejurásicas. Strater (1993) dividió La Boca en una porción inferior fosilífera la cual está formada por capas de lutitas arenosas ricas en hematita, de más o menos 1 metro de espesor, mientras que la superior consiste de areniscas y lutitas intercaladas. Sobreyaciendo en discordancia angular está la Formación La Joya. Su base está marcada por un conglomerado de más o menos dos metros de espesor y consiste de areniscas y lutitas ricas en hematita intercaladas además se observa una estratificación cruzada bien definida en las areniscas.

Figura 4.- Columna litoestratigráfica generalizada del Cañón del Huizachal propuesta por Strater, 1993.

Hay que mencionar que Rueda *et al.* (1993) sugieren que en el Cañón del Huizachal no afloran rocas de la Formación La Boca, por lo que en este lugar ellos sólo distinguen rocas que representan lo que denominaron Aloformación Huizachal y de la Formación La Joya. En nuestra interpretación la unidad basal vulcanoclástica probablemente corresponde a lo que Rueda *et al.* (1991) denominó Aloformación Huizachal, pero el resto de la secuencia no está muy claro a que unidades corresponde.

LITOLOGÍA Y AMBIENTE DE DEPÓSITO DEL ESTRATO FOSILÍFERO

Los fósiles de vertebrados están conservados en la porción basal de la secuencia de la Formación La Boca. Esta unidad descansa discordantemente sobre una secuencia gruesa de estratos volcánicos que están vueltas hacia arriba. En la base de la porción inferior de la Formación La Boca se observa una densa concentración de vidrio volcánico que sugiere que un volcanismo piroclástico estaba ocurriendo al mismo tiempo del depósito y se han obtenido abundantes fenocristales de zircon. Estos cristales son microscópicos y fueron sujetos a determinación de edad radiométrica. Encima de esta unidad está la porción fosilífera la cual tiene un espesor de 20 m con capas de 0.5-1.5 m. Esta unidad está formada por limolitas y lutitas intercaladas con capas delgadas (de menos de 1 m de espesor) lenticulares de conglomerados con clastos de tamaño que varía de arena gruesa a guijarro. Los intraclastos en los conglomerados están principalmente compuestos de fragmentos líticos volcánicos.

Los fósiles se encuentran dentro de las lutitas rojas y no dentro del conglomerado. Estas lutitas contienen cantidades variadas de pequeños fragmentos (0.05 mm) angulares de plagioclasa y otros feldespatos e intraclastos de fragmentos líticos volcánicos. El mineral arcilloso dominante es la illita, sin embargo, la secuencia está altamente cementada y reemplazada por sílice y hematita, también dentro de las lutitas se encuentran clastos del tamaño de un guijarro (0.5-1 cm) bien redondeados compuestos por material arcilloso de origen sedimentario. Las estructuras sedimentarias están virtualmente ausentes aunque superficies con marcas erosivas caneliformes y no caneliformes y clastos alineados se pueden observar.

Encima de la unidad fosilífera está una capa de más de 100 metros de espesor consistente de areniscas intercaladas con conglomerados, lutitas y limolitas. Las capas de lutitas y limolitas se vuelven gradualmente más finas a medida que se sube estratigráficamente en la sección, mientras que el espesor de las capas y los granos de las areniscas

y conglomerados se van volviendo más gruesos. En esta capa no se han encontrado fósiles.

El ambiente de depósito ha sido interpretado como un flujo de escombros episódicos depositados sobre una paleotopografía de relieve modesto (Fastovsky, *et al.* 1987 y 1995). La fauna recolectada es netamente terrestre, con la posible excepción de los cocodrilos, y carece de elementos acuáticos como tortugas, peces.

Las partículas caóticamente organizadas, no estratificadas, no clasificadas, y los intraclastos vulcanoclásticos de la matriz de las lutitas fosilíferas sugieren un depósito de flujo de escombros. Los flujos de escombros se dan cuando la fuerza shear gravitacional es aplicada en mezclas concentradas de sedimento-agua con el resultado que el fluido no se comporta de una manera newtoniana, en vez de mantener una viscosidad constante a pesar de la shear stress aplicada, la viscosidad varía con el shear stress. Los clastos entonces flotan en el flujo turbulento, exhiben diversas distribuciones, orientaciones y tamaños (Rupke, 1978).

Los flujos de escombros se encuentran en una variedad de ambientes tanto terrestres como marinos, pero no es un medio común para encontrar microvertebrados que más bien se les encuentra en ambientes lacustres o fluviales (Behrensmeyer, *et al.*, 1992). El depósito aparentemente fue episódico, pues algunas superficies erosivas son visibles y una serie de capas (bedding) es conservada pero sólo se extienden por unos pocos de metros, además que es lo común en este tipo de depósitos. La formación de esta capa puede haber estado relacionada a una actividad volcánica sindeposicional, ya que se observó la presencia de fragmentos angulares de feldespatos e intraclastos volcánico lítico en la matriz (Fastovsky, *et al.*, 1995).

Los fósiles están dispersos y no se encuentran juntos o acumulados en un punto determinado, por lo que se han localizado áreas donde hay más posibilidad de encontrarlos (Figura 5). Los restos de fósiles recolectados incluyen numerosos elementos craneales, los elementos postcraneales y los dientes aislados son más bien raros. Se han encontrado algunos especímenes articulados de vertebrados de tamaño mediano, aunque éstos son muy raros. La fina preservación del material podría deberse a que en el flujo de escombros, el lodo rodeó a los fragmentos, amortiguando y protegiendo al material contra los otros clastos y previniendo la fragmentación y ruptura del mismo. Se ha observado un sesgo hacia los restos fósiles de pequeño tamaño, esto es de menos de un centímetro (Fastovsky, *et al.*, 1995). La mayoría de los especímenes están incompletos o están tan erosionados que no se pueden identificar.

La preparación del material ha sido lenta y difícil debido a la dureza de la matriz y la fragilidad del hueso. No

se ha podido utilizar la técnica tradicional de tamizado, ya que el sedimento está cementado con sílice y hematita y no se disasocia en ningún solvente que no destruya el hueso.

Figura 5.- Distribución de las localidades fosilíferas en el Cañón del Huizachal. a, 82-1; b, Casa de Fidencio; c, Cementerio; d, Dinosaur National Monument South; e, Escondite de Fidencio; f, Jim's joy; g, A la mitad del camino; h, Pterosaurio; i, Puente de Piedra; j, Rene's Roost; k, Rio-Rio; l, Tiendita; m, Tierra Buena y Tierra Buena del Sur; n, Cascada.

ASOCIACIÓN FAUNÍSTICA

Como se mencionó anteriormente la preparación del material ha sido lenta, por lo que, pocos son los ejemplares que están completamente preparados y estudiados en detalle. Aquí se comentará el material que ha sido identificado y sólo se precisará en aquellos en los que se ha realizado un estudio más profundo.

CLASE REPTILIA
SUBCLASE DIAPSIDA
ORDEN SPHENODONTA
FAMILIA SPHENODONTIDAE

El grupo de mayor abundancia en la fauna es el de los esfenodontes, el cual fue estudiado por el M. en C. Victor Hugo Reynoso-Rosales (1992) como tema de tesis de Maestría y sus resultados irán apareciendo publicados en revistas. Así que la información que aquí se presenta son sus observaciones y resultados preliminares.

El material consiste principalmente de ramas mandibulares en diferentes estados de desarrollo. Por lo menos tres formas de esfenodontes se reconocieron y se establecieron las secuencias ontogenéticas de las mismas. Una forma es semejante al género actual *Sphenodon*, y

Reynoso-Rosales (en prensa) la describe como un género y especie nuevos. Los caracteres que lo distinguen son la presencia de una faceta de desgaste en la parte posteromedia del diente caniniforme, de un dentículo en la serie dental adicional y de un pequeño surco dorsal y convergente al canal de Meckel.

Otra forma comparte características con el género *Opisthias*, taxón reportado para el Jurásico Superior de América del Norte, aunque debido a lo incompleto del material no se pudo determinar su exacta posición taxonómica. La tercera forma es aun más difícil de identificar, Reynoso-Rosales (1992) sugiere que se trata de un clevosaurio. Recientemente se recolectaron dos pequeños cráneos que probablemente pertenecen a esta última forma, los cuales después de prepararlos y estudiarlos, aportarán información muy importante para determinar la posición taxonómica y relaciones filogenéticas de este taxón.

SUBCLASE DIAPSIDA

Tamaulipasaurus morenoi Clark y Hernández

Un descubrimiento importante es el de dos cráneos con mandíbulas (IGM 6620 y 6621) y una caja craneana que han sido identificados como referibles a un diápsido de hábitos excavadores que pertenece a una línea desconocida (Clark y Gauthier, 1989). En 1994, Clark y Hernández lo describieron y bautizaron como *Tamaulipasaurus morenoi*. El cráneo presenta las modificaciones que tienen los anfisbaénidos, cecilias y aistópodos (grupos que tienen representantes que viven enterrados en la tierra), pero las similitudes que comparten son debido al paralelismo y sus afinidades filogenéticas no son claras, probablemente se trata de un lepidosaurio primitivo.

INFRACLASE ARCHOSAUIROMORPHA

Los arcosaurios están representados por un pterosaurio, un dinosaurio ornitisquio, y un cocodrilomorfo.

ORDEN PTEROSAURIA SUBORDEN RHAMPHORHYNCHOIDEA

Uno de los ejemplares mejor preservados es el de un esqueleto articulado (IGM 3494) que está todavía en preparación. Se conserva la extremidad inferior derecha, la cual está casi completa y parte de la tibia; también se conserva la extremidad superior (ala) derecha, desde la porción terminal del húmero y el escapulocoracoideo izquierdo. El ejemplar tiene los metatarsales I-IV muy alargados y el Mt5 es muy elongado sugiriendo que se trata de un pterosaurio primitivo

del grado ranforrincoideo parecido a *Dimorphodon macromys* del Jurásico Inferior de Inglaterra aunque es un 50% más grande (Clark, *et al.*, 1994).

ORDEN CROCODYLIA

Se han recolectado cráneos incompletos, osteodermos y elementos postcraneales identificados como pertenecientes a cocodrilomorfos. Por las características que presentan Clark (comunicación personal, 1991) sugiere que pertenecen a un cocodrilo del grado neosuquio, cuyo registro más antiguo proviene del Jurásico Medio de Escocia (Clark en Benton y Clark, 1988). IGM 3498 corresponde al cráneo más completo, pero el paladar y la caja craneana no se conservan; presenta una fenestra anteorbital grande, la dentadura de la maxila y del dentario es homodonte, tal como se presenta en los cocodrilos primitivos; pero presenta una barra postorbital columnar estructura que es común a los cocodrilos a excepción de los metasuquios primitivos. La fenestra mandibular está ausente y las vértebras son anficélicas.

ORDEN ORNITHISCHIA

Los dinosaurios están pobremente representados. Sólo ocho dientes aislados se han recolectado y se parecen a los de *Heterodontosaurus* en que son cuadrados en su base, con una superficie de masticación sub-vertical en un lado y una cresta vertical en el lado opuesto.

DIVISIÓN SYNAPSIDA (THEROPSIDA) FAMILIA TRITYLODONTIDAE

Bocatherium mexicanum Clark y Hopson

El cráneo y mandíbula (IGM 3500 y 3501) articulados de un tritilodóntido fueron asignados a un nuevo género y especie *Bocatherium mexicanum*, por Clark y Hopson (1985). Este nuevo tritilodóntido comparte la morfología especializada del hocico y el paladar con *Stereognathus* del Jurásico Medio de Inglaterra y con *Bienotheroides* del Jurásico Medio-Tardío de China (Clark y Hopson, 1985).

Los tritilodóntidos son los últimos sobrevivientes de la gran radiación de reptiles mamíferos y a la fecha se han identificado ocho géneros.

En las últimas temporadas de campo más material de este sínapsido ha sido recolectado incluyendo cráneos y probablemente elementos postcraneales.

CLASE MAMMALIA SUBCLASE PROTOTHERIA ORDEN TRICONODONTA

A la fecha varias mandíbulas dentadas y un cráneo más o menos bien preservado han sido recolectados e identificados como mamíferos. El material está bajo estudio por Hopson y Montellano. De una manera preliminar se puede decir que por lo menos existen seis formas diferentes (Montellano *et al.*, 1995) de triconodontes (esto es, con las tres cúspides de los dientes alineadas longitudinalmente). Las mandíbulas presentan diferentes grados de evolución, ya que unos presentan el surco interno del dentario, lo que supone la presencia de huesos postdentarios, carácter primitivo para los "mamíferos".

ANFILESTIDO TAXON A

Mandíbula (IGM 6617) con dos dientes similares a *Dinnetherium nezorum* de la Formación Kayenta, Arizona (Jenkins, Crompton y Downs, 1983). Los dientes tienen una cúspide central grande la cual está flanqueada a cada lado por cúspides de menor tamaño ligeramente desplazadas al lado lingual. Se observa un cíngulo en el lado lingual, la superficie labial no ha sido preparada todavía. Un surco profundo interno corre longitudinalmente a través de la superficie media del dentario.

El ejemplar se parece a los anfiléstidos en que la cúspide central es la más alta, y que no poseen la cúspide lingual g de los morganucodóntidos. Difiere de otros anfiléstidos en que no presentan cúspides en el cíngulo.

TRICONODONTIDO TAXON B

Un dentario parcial (IGM 3493) de un triconodonte primitivo fue figurado en Fastovsky *et al.* (1987) y recientemente un cráneo incompleto (IGM 6618) ha sido recolectado y parece pertenecer a este mismo taxón. El dentario parcial fue identificado como triconodonte porque las tres principales cúspides del molar están alineadas longitudinalmente y aunque no de igual tamaño como en los triconodontes, son más similares en tamaño que en el caso de los anfiléstidos.

Comparte con los triconodóntidos el incremento anteroposterior de tamaño de los premolares; siendo el P/4 más alto que P/3 y M/1. Pero difiere en que las cúspides b y c del M/1 son más cortas que a. Esta situación es una condición primitiva para los triconodóntidos.

ANFILESTIDO
TAXON C

Una maxila izquierda (IGM 6619) con dos dientes y un alveólo, se observan en lo que sería el paladar los fosos para las coronas de los dientes inferiores. Este espécimen llama la atención por su tamaño tan pequeño, mide 1.3 mm. El molar completo no tiene sus cúspides alineadas como es el caso en los morganucodóntidos. La cúspide central es la más alta y la anterior es ligeramente más alta que la posterior. Desgraciadamente los anfilestidos sólo se conocen por su dentición inferior, pero donde las cúspides están ligeramente en ángulo.

"TRICONODONTO"
TAXON D

Un dentario con cinco dientes muy desgastados (IGM 6856) está en muy pobres condiciones. Al igual que en el caso anterior es notable su pequeñez y esbeltez. Los dos dientes más anteriores son simples con una sola cúspide, mientras que los más posteriores parecen poseer tres, con la cúspide principal situada anteriormente.

"TRICONODONTO"
TAXON E

Un dentario con los dos últimos molares y uno parcialmente conservado (IGM 6855) es masivo y presenta una fosa maseterica profunda, además se observa un canal interno que corre paralelo al margen ventral de la mandíbula, parecido al que se presenta en morganucodóntidos. Los molares tienen un cíngulo pero no se observan cúspides accesorias, salvo en uno de los dientes que presente la cúspide d; a diferencia de morganucodóntidos los molares están comprimidos y no se entrelazan.

"TRICONODONTO"
TAXON F

IGM 6622, es un dentario con los últimos dos molares. El cóndilo del dentario es muy robusto y aunque el proceso coronoides esté roto se observa que es más amplio que lo que se observa en *Morganucodon*. En la parte interna se observa el canal del dentario, y se distingue un reborde interno sugiriendo la presencia de huesos postdentarios. El último molar que es el mejor conservado está comprimido,

una cúspide central alta y muy desarrollada, está flanqueada postero y anteriormente por dos cúspides más bajas, y en la parte postero interna se observa un cíngulo.

EDAD

En el Cañón del Huizachal los invertebrados que se han recolectado en la Caliza Zuloaga sugieren una edad de lo más temprano del Jurásico Tardío (Imlay, 1980), por lo que La Boca es más antigua. Los estudios paleomagnéticos de Gose, *et al.*, 1982, indica que hay varias unidades de edades diferentes dentro de la Formación La Boca. Rueda *et al.*, (1993) sugiere que la secuencia de lechos rojos que afloran en el Cañón corresponden a la Formación La Joya que sobreyace a la Aloformación Huizachal, y dado el método palinoestratigráfico que utilizaron, establece una serie de palinozonas (A-F dentro de la Fm. La Boca y G-H en la Fm La Joya), en la C encontraron palinomorfos que sugieren una edad sinemuriense.

Con respecto a los vertebrados se puede decir que en general, los taxa que se encuentran en el Cañón del Huizachal son similares a aquellos que se encuentran en localidades conocidas de edad jurásica temprana (Upper Formación Elliot de Africa del Sur, Kitching y Raath, 1984; Lufeng Inferior de China, Sun y Cui, 1986; las fisuras en Inglaterra y Gales, Kermack *et al.*, 1973, 1987; y la Formación Kayenta de Arizona, Clark y Fastovsky, 1986; Jenkins, *et al.*, 1983; Padian, 1989), pero al mismo tiempo incluye algunos taxa, como son los mamíferos, que pertenecen a linajes o estado de evolución (como es el caso del cocodrilomorfo) que no aparecen sino hasta el Jurásico Medio o Tardío).

La abundancia de esfenodóntidos y tritilodóntidos es una reminiscencia de asociaciones de microvertebrados que vivieron en el Jurásico Temprano (Sinemuriense) como ocurre en las fisuras de Gales, en la Formación Kayenta (Arizona) y Lufeng Inferior de China.

De los taxa ya estudiados como son el diápsido de hábitos excavadores, el tritilodóntido, y los esfenodontes ninguno proporciona información que ayude a establecer la edad precisa de la fauna. Por lo anterior se asigna tentativamente una edad jurásica temprana-media a la fauna, hasta completar los estudios filogenéticos y establecer las relaciones con taxa de otras faunas.

Recientemente, una datación preliminar por medio de Uranio-Plomo, hecha en zircones de la unidad basal (piroclástica) de la Formación La Boca sugiere una edad de lo temprano del Jurásico Medio para esta secuencia (Comunicación personal de L.P. Gromet a Fastovsky, 1994). Aunque esta edad no está completamente confirmada, es consistente con las inferencias descritas anteriormente basadas en la evidencia bioestratigráfica.

La correlación de la fauna del Huizachal con otras faunas es difícil de establecer ya que las localidades jurásicas tempranas y medias en el mundo son muy escasas y poco conocidas, pero tentativamente se establece con las faunas de las localidades antes citadas.

COMENTARIOS

Por lo general se piensa que después de una extinción sigue una rápida radiación adaptativa de las líneas que sobreviven. Al final del Triásico, taxa arcaicos (anfibios metoposáuridos, sinápsidos, rincosaurios, fitosaurios, rauisiquianos) se extinguieron y los dinosaurios entraron a dominar la biota terrestre. La diversificación filogenética temprana de cada uno de los linajes que comprenden la fauna moderna de tetrápodos coincide con el desarrollo de dinosaurios y pterosaurios durante el Jurásico Inferior y Medio. La evidencia que ofrecen las pocas localidades asignadas al Jurásico Temprano o Medio sugiere que la diversidad de las faunas fue baja durante todo el Jurásico. Esto se explica por la yuxtaposición de las masas continentales (Pangea) la fauna presenta poca variación geográfica, esto está apoyado por la amplia distribución de varios géneros de reptiles y las similitudes entre faunas distantes (Shubin y Sues, 1991). La diversidad observada en la fauna del Huizachal apoya esta hipótesis.

CONCLUSIONES

El Jurásico es un intervalo de tiempo importante en la evolución de los vertebrados ya que en él aparecieron los grupos modernos de tetrápodos terrestres (ranas, salamandras, lagartijas, etc). Localidades de vertebrados del Jurásico Tardío son bien conocidas en el mundo, pero con lo que respecta al Jurásico Temprano y Medio son prácticamente desconocidas. Ultimamente con más trabajo de campo y el reestudio de localidades se han asignado a estas edades unas cuantas localidades como la de Lufeng Inferior en China, Formación Kayenta en Arizona, Forest Marble en Inglaterra (Clemens, 1986). Por lo que, ya sea que se confirme la edad jurásica temprana o media para la fauna del Cañón del Huizachal, de cualquier manera sigue siendo importante ya que aportará información acerca de la diversidad de vertebrados terrestres en este tiempo. El estudio de esta fauna incrementa, sin duda, el conocimiento de la diversidad en el pasado en el territorio nacional, ya que en esta localidad se registran taxa antes desconocidos para México tales como esfenodontes, triconodontos, etc. La composición faunística y las evidencias sedimentológicas sugieren que esta zona estaba emergida durante este tiempo, información que debe ser tomada en cuenta cuando se describa la paleogeografía de México en el Jurásico Temprano o Medio.

El estudio del Cañón del Huizachal no ha finalizado ni mucho menos, aquí se ha presentado lo que a la fecha se ha interpretado. Mucho más trabajo de campo y de laboratorio son necesarios para encontrar las respuestas a preguntas acerca de la estratigrafía, correlación con otras faunas, determinación de edad más precisa, relaciones filogenéticas de los taxa descubiertos, etc.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido realizado gracias al apoyo financiero de las siguientes instituciones, otorgado a los autores y en diferentes momentos durante el desarrollo del mismo: National Geographic Society (3017-85 y 3695-87), National Science Foundation (EAR 8917386, 9218971, 9218871), Depto de Geología de la Universidad de Rhode Island, Depto. de Paleobiología del Museo de Historia Natural del Smithsonian Institution, Depto de Anatomía de la University of Chicago, CONACyT, Instituto de Geología de la UNAM, Consejo Estatal para la Cultura y las Artes de Tamaulipas.

Queremos expresar nuestro agradecimiento a R. Cifelli, O. Hermes, J. O'Brian, P. Sereno, J. Wible.

También extendemos nuestro agradecimiento a los miembros de la comunidad del Ejido del Huizachal y muy en especial al Sr. Fidencio Moreno y familia por su siempre desinteresada hospitalidad y apoyo. Agradecemos a los Dr. Ismael Ferrusquía-Villafranca y Robert Weems por los comentarios al manuscrito que mejoraron el mismo; a C. Vanderslice por los dibujos de los especímenes; a W. Amaral, D. Chaney y A. Davidson por la preparación del material.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Applegate, S. P. y Espinosa-Arrubarrena, L., 1982, Lithographic limestone like deposits in Tepexi de Rodríguez, Puebla, Mexico. *in* Espinosa-Arrubarrena, L. ed., Guide for the excursion. Soc. Vert. Paleont. 42th. Ann. Mtng. Mexico. 39 p.
- Behrensmeyer, A. K., Damuth, J. D., DiMichelle, W. A., Potts, R., Sues, Hans, y S. L. Wing. 1992. *Terrestrial Ecosystems Through Time: Evolutionary Paleocology of Terrestrial Plants and Animals*. Nueva York, Chicago University Press, 568 pp.
- Benton, M. J. y Clark, M. J., 1988, Archosaur phylogeny and the relationships of the Crocodylia, *in* Benton, M. J., ed., *The Phylogeny and Classification of the Tetrapods*, Vol. 1, Amphibians, Reptiles, Birds: Oxford, Clarendon Press. p. 295-338.
- Carrillo-Bravo, J., 1961. Geología del anticlinorio Huizachal Peregrina al Noroeste de Ciudad Victoria, Tamaulipas:

- Asociación Mexicana Geólogos Petroleros Boletín, v. 13, p. 1-98.
- Clark, J. M. y Fastovsky, D. E., 1986. Vertebrate biostratigraphy of the Glen Canyon Group in northern Arizona, in Padian, Kevin, ed., The beginning of the Age of Dinosaurs: Nueva York, Cambridge Univ. Press, p. 285-301.
- Clark, J. M. y Gauthier, J. A., 1989. An unusual new small burrowing diapsid from the Jurassic of Mexico. Jour. Vert. Paleontol., v. 9, (3), p. 17A. Abstracts.
- Clark, J. M. y Hernández-Rivera, R. 1994. A new burrowing diapsid from the Early Jurassic La Boca Formation of Mexico. Jour. Vert. Paleontol., v. 14, p. 180-195.
- Clark, J. M. y Hopson, J. A., 1985. Distinctive mammal-like reptile from Mexico and its bearing on the phylogeny of the Tritylodontidae: Nature, v. 315, p. 398-400.
- Clark, J. M., Montellano, Marisol, Hopson, J. A., Hernández, René, y D. A. Fastovsky, 1994. An Early or Middle Jurassic tetrapod assemblage from the La Boca Formation, northeastern Mexico, in Fraser, N. C. y S. Hans Dieter, eds., In the shadow of the dinosaurs: Nueva York, Cambridge University Press. p. 295-302.
- Clemens, W. A., 1980. *Gallolestes pachymandibularis* (Theria, incertae sedis; Mammalia) from Late Cretaceous Deposits in Baja California del Norte: PaleoBios, v. 33, p. 1-10.
- Clemens, W. A., 1986. On Triassic and Jurassic mammals, in Padian, Kevin, ed., The beginning of the Age of Dinosaurs: Nueva York, Cambridge Univ. Press, p. 237-246.
- Fastovsky, D. E., Clark, J. M. y 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. y E. H. Koster, eds., Fourth Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems, Short Papers: Occasional Papers of the Tyrrel Museum of Paleontology, v. 3, p. 82-87.
- Fastovsky, D. E., Clark, J. M., Strater, N. H., Montellano, Marisol, Hernández, René, y Hopson, J. A., 1995. Depositional environments of a middle Jurassic terrestrial vertebrate assemblage, Huizachal Canyon, Mexico: Jour. Vert. Paleontol., v. 15, p. 561-575.
- Fastovsky, D. E., Hermes, O. D., Clark, J. M. y Hopson, J. A., 1988. Volcano, debris flows, and Mesozoic mammals: Huizachal Group (Early or Middle Jurassic), Tamaulipas, Mexico: Geol. Soc. Amer. Abst. v. 20, p. 317-318.
- Ferrusquía-Villafranca, I., Applegate, S. P. y Espinosa-Arrubarrén, L., 1978(80). Las huellas más australes de dinosaurios en Norteamérica y su significación geobiológica. Actas II Congreso Argentino de Paleontología, Buenos Aires, Argentina, 1978, v. 1, p. 249-263.
- Gose, W., R. Belcher, G. y R. Scott. 1982. Paleomagnetic results from northeastern Mexico: evidence for large Mesozoic rotations: Geology v. 10, p. 50-54.
- Imlay, R. W., 1980. Jurassic paleobiogeography of the conterminous United States in its continental setting: U.S. Geological Survey Professional Paper 1062, 134 pp.
- Imlay, R. W., Cepeda, E., Alvarez, M. y Díaz Teodoro, 1948. Stratigraphic relations of certain Jurassic formations of eastern Mexico: Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. v. 32, p. 1750-1761.
- Jannensch, 1926. Dinosaurier reste aus Mexiko: Centralblatt für Min. Geol. und Paleont. Abt. 3, p. 192-197.
- Jenkins, F. A., Crompton, A. W. Jr., y W. R. Downs. 1983. Mesozoic mammals from Arizona: new evidence on mammalian evolution: Science v. 222, p. 1233-1235.
- Kermack, K. A., Lee, A. J., Lees, P. M. y F. M. Mussett. 1987. A new docodont from the Forest Marble: Zool. J. Linnean Soc. v. 89, p. 1-39.
- Kermack, K. A., Mussett, F. M., y H. W. Rigney. 1973. The lower jaw of *Morganucodon*: Zool. J. Linnean Soc. v. 53, p. 87-175.
- Kitching, J. N. y M. Raath. 1984. Fossils from the Elliot and Clarens Formations (Karoo sequence) of the northeastern Cape, Orange Free State and Lesotho, and a suggested biozonation based on tetrapods: Paleontological Africana v. 25, p. 111-125.
- Lillegraven, J. A., 1972. A new therian mammal from the Late Cretaceous El Gallo Formation, Baja California del Norte, Mexico: Los Angeles County Museum, Contrib. Sci., 232, p. 1-11.
- Lillegraven, J. A., 1976. A new therian mammal from the Late Cretaceous "El Gallo" Formation, Baja California, Mexico: Jour. Paleontol., v. 50, p. 437-443.
- Mixon, R. B., Murray, G. E. y Díaz, Teodoro, 1959. Age and correlation of Huizachal Group (Mesozoic) State of Tamaulipas, Mexico: Amer. Assoc. Petro. Geol. Bull., v. 43, p. 757-771.
- Molnar, R. E., 1974. A distinctive theropod dinosaur from the Upper Cretaceous of Baja California (Mexico): Jour. Paleontol., v. 48, p. 1-20.
- Montellano-Ballesteros, M., Hopson, J. A., Clark, J. M., Fastovsky, D. F. y R. Hernández-Rivera. 1995. Mammals from the Middle Jurassic of Huizachal Canyon, Tamaulipas, Mexico: Jour. Vert. Paleontol., v. 15, p. 45A.
- Morris, W. J., 1967. Baja California: Late Cretaceous dinosaurs: Science, v. 155, p. 1539-1541.
- Morris, W. J., 1972. A giant hadrosaurian dinosaur from Baja California: Jour. Paleontol., v. 46, p. 777-779.
- Morris, W. J., 1981. A new species of hadrosaurian dinosaur

- from the Upper Cretaceous of Baja California *Lambeosaurus laticaudus*: Jour. Paleontol., v. 55, p. 453-462.
- Murray, G. E., Wolleben, J. A. y Wilson, J. A., 1960. Late Cretaceous fossil locality, eastern Parras Basin, Coahuila, Mexico: Jour. Paleontol., v. 34, p. 368-370.
- Padian, Kevin. 1989. Presence of the dinosaurs *Scelidosaurus* indicates Jurassic age for the Kayenta Formation (Glen Canyon Group, northern Arizona): Geology, v. 17, p. 438-441.
- Reynoso-Rosales, V. 1992. Descripción de los esfenodontes (Sphenodontia, Reptilia) de la fauna del Cañón del Huizachal (Jurásico Temprano-Medio), Tamaulipas, México: México, UNAM. Facultad de Ciencias, tesis Maestría, 86 p. (inédita).
- Reynoso-Rosales, V. (en prensa) A *Sphenodon*-like sphenodontian from the Huizachal Canyon (middle Jurassic) Tamaulipas, Mexico. Jour. Vert. Paleont.
- Rueda-Gaxiola, J., 1994. El Alogrupo Los San Pedro (=Alogrupo La Boca) del noreste de México y sus relaciones tectono-estratigráficas y paleogeográficas: Bol. Soc. Geol. Mex., t. LI, p. 11-14.
- Rueda-Gaxiola, J., López-Ocampo, E., Dueñas, Marco Antonio, y Rodríguez-Benítez, J., 1991. Las fosas de Huizachal-Peregrina y de Huayacocotla, dos partes de un graben relacionado con el origen del Golfo de México: in Rubinovich-Kogan, R. y A. L. Carreño, eds., Memorias sobre la Evolución Geológica de México, Pachuca, Hidalgo, Junio 23-28. p. 189-192.
- Rueda-Gaxiola, J., Dueñas, Marco Antonio, Rodríguez, José Luis, Minero, Marisela, y Georgina Uribe. 1993. Los anticlinorios de Huizachal-Peregrina y de Huayacocotla: dos partes de la fosa de Huayacocotla-El Alamar: Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol., v. XLIII, p. 1-29.
- Rupke, N.A. 1978. Deep elastic seas, in Reading, H. G. ed., Sedimentary Environments and Facies: Nueva York, Elsevier, p. 179-182.
- Salvador, Amos, 1987. Late Triassic-Jurassic Paleogeography and origin of Gulf of Mexico Basin. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. v. 71, p. 419-451.
- Shubin, N. y H. D. Sues. 1991. Biogeography of early Mesozoic continental tetrapods: patterns and implications: Paleobiology, v. 17, p. 214-230.
- Silva-Pineda, A., 1979. La flora triásica de México: Rev. Inst. Geol. v. 3, p. 138-192.
- Strater, N. H. 1993. Origin of the pre-Late Jurassic strata of Huizachal Canyon (Tamaulipas) and their relationship to the tectonic evolution of northeastern Mexico: Rhode Island University, Master in Science in Geology, 169 p. (inédita).
- Sun, A. L. y K. H. Cui. 1986. A brief introduction to the Lower Lufeng saurischian fauna (Lower Jurassic: Lufeng, Yunnan, People's Republic of China): in Padian, Kevin, ed., The beginning of the age of dinosaurs: Nueva York, Cambridge Univ. Press, p. 275-278.
- Taliaferro, N., 1933. An occurrence of Upper Cretaceous sediments in northern Sonora, México: Jour. Geol., v. 41, p. 12-37.