

29
20j



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**ORIGEN, TAXONOMIA Y PALEOBIOGEOGRAFIA DE
HADROSAURIDAE (ORNITHISCHIA:
ORNITHOPODA), UNA FAMILIA DE DINOSAURIOS
DEL CRETACICO SUPERIOR PRESENTE EN MEXICO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A :
RAUL CONTRERAS MEDINA



DIR. DE TESIS: M. en C. RENE HERNANDEZ RIVERA

MEXICO, D. F.

FACULTAD DE CIENCIAS
DIRECCION DE TESIS

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: "ORIGEN, TAXONOMIA Y PALEOBIOGEOGRAFIA DE HADROSAURIDAE (ORNITHISCHIA:ORNITHOPODA), UNA FAMILIA DE DINOSAURIOS DEL CRETACICO SUPERIOR PRESENTE EN MEXICO".
realizado por CONTRERAS MEDINA RAUL.

con número de cuenta 8604979-3 , pasante de la carrera de BIOLOGIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario M. en C. René Hernández Rivera

Propietario Era. Sara Alicia Quiroz Barroso

Propietario M. en C. Francisco Sour Tovar

Suplente M. en C. María Lourdes Zúñiga T

Suplente M. en C. Guillermo Alfonso Pérez Saldana

[Handwritten signatures and stamps]
FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.
[Stamp]

~~M. en C. Alejandro Martínez Mesa~~
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

Agradecimientos

A mis padres Rodolfo y Rosa, por el apoyo en todos sentidos, desde el kinder hasta aquí, y que ahora comparten una etapa importante, como tantas otras conmigo.

A mis hermanos María, Enrique y Rodolfo, por sus consejos y palabras de apoyo durante mis estudios, y por estar conmigo en todo momento.

A Adriana por el amor y el apoyo brindado durante todo este tiempo, y otras tantas cosas que, dado que son muchas, no cabrían en esta breve página.

A mis amigos de la carrera, Mary, Lety, Vero, Lulú, Meche, Gaby, Elena, Claudia (s), Norma (s), Ivonne, Eli, Ale, Samantha, Alicia, Gris, Rogelio, Fabio, Leonel, Octavio, Víctor, Lalo, por su amistad y compañerismo durante todo este tiempo.

A Angélica Ramírez por sus consejos y palabras de apoyo en todo momento.

A todos y cada uno de mis alumnos porque con sus comentarios y preguntas en clase, han contribuido en gran medida a mi formación como biólogo.

A todos mis profesores por enseñarme lo maravilloso que es el mundo biológico.

A mi director de tesis René Hernández por introducirme al fascinante mundo de los dinosaurios y permitirme realizar un trabajo sobre estos maravillosos animales.

A mis sinodales Sara Quiroz, Lourdes Zúñiga, Francisco Sour y Guillermo Pérez por sus valiosos comentarios y correcciones al trabajo, así mismo por el interés que siempre mostraron para asesorarme.

Al Nombre de la Canción, Miguel, Edgar, Angel y Rogelio, por permitirme que de vez en cuando me olvidara de las presiones del estudio y por compartir los alucines.

A la sra. Ángeles, Rubén y Adriana, porque de alguna u otra forma contribuyeron a que se terminara por fin este trabajo.

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y al Museo de las Ciencias, Universum, por permitirme exponer pláticas relacionadas con el tema de esta tesis en sus instalaciones.

Al personal de la Biblioteca del Instituto de Geología, en especial al sr. Ramírez, por su amable atención y su disponibilidad durante la revisión bibliográfica.

Al personal de la Estación Regional del Noroeste del estado de Sonora, en especial a Carlos González, Ma. Elena Centeno y César Jacques, por los comentarios y el apoyo brindado para estudiar el material de hadrosaurios de Sonora.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme desarrollarme como estudiante y como profesionalista, por lo cual siempre pondré en alto su nombre.

"Generalmente un paleontólogo, y en particular uno que investigue sobre dinosaurios, tiene que hacer frente a la incredulidad cuando menciona su profesión. Al gesto sigue inmediatamente la pregunta : "¿ Y para qué pierde el tiempo estudiando animales que murieron hace millones de años?"

"Las respuestas son muchas y variadas. Antes de nada debo decir que los dinosaurios despiertan en mí un interés fuera de lo común, y aunque parezca mentira a través de su estudio puedo llegar a entender muchas cosas del mundo que me rodea... Hay un pequeño grupo de paleontólogos repartidos por todo el mundo, totalmente entregados a su trabajo y que han dedicado su existencia al estudio de la vida en la antigüedad en un esfuerzo por conocer todos y cada uno de sus aspectos, no sólo los dinosaurios. Su propósito es mucho más ambicioso: son los historiadores de la vida en la Tierra.

En los últimos años nos hacemos cada vez más concientes de nuestra capacidad para trastornar el delicado equilibrio de la naturaleza, un equilibrio del que depende nuestra existencia. El planeta en que vivimos ha tardado 4,500 millones de años en alcanzar su estado actual. A lo largo de este inimaginable periodo de tiempo, la Tierra ha visto cómo su superficie era alterada por procesos geológicos que la han abultado o la han hundido, cómo iba siendo desgastada por la erosión y cómo su faz cambiaba con la desaparición de organismos anteriores a nosotros. Los dinosaurios forman parte de esa historia, una parte muy importante..."

David Norman, La Era de los Dinosaurios.

م
م
م
م
م

**ORIGEN, TAXONOMIA Y PALEOBIOGEOGRAFIA DE HADROSAURIDAE
(ORNITHISCHIA: ORNITHOPODA), UNA FAMILIA DE DINOSAURIOS DEL
CRETACICO SUPERIOR PRESENTE EN MEXICO.**

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|------|
| RESUMEN | .iii |
| ABSTRACT | .iv |
| INTRODUCCION | .1 |
| Justificación y objetivos | .1 |
| Antecedentes | .3 |
| Historia de la colección | .7 |
| ORIGEN DE LA FAMILIA HADROSAURIDAE | .9 |
| Consideraciones sobre el origen | .9 |
| Géneros relacionados | .11 |
| TAXONOMIA DE LA FAMILIA HADROSAURIDAE | .19 |
| Historia | .19 |
| Diagnosís | .24 |
| PALEOBIOGEOGRAFÍA DE LA FAMILIA HADROSAURIDAE | .27 |
| Paleobiogeografía a nivel mundial | .27 |
| Patrones de distribución en Norteamérica | .34 |
| PALEONTOLOGIA SISTEMATICA | .40 |
| Subfamilia Hadrosaurinae | .41 |
| Subfamilia Lambeosaurinae | .43 |
| Hadrosauridae indeterminados | .46 |
| DISCUSION Y CONCLUSION | .49 |
| APENDICE | .52 |
| LITERATURA CITADA | .53 |

RESUMEN

Se dan a conocer trabajos realizados sobre los hadrosaurios colectados en México.

Con relación al posible ancestro de la familia, se comentan las características compartidas entre los géneros de iguanodóntidos y los hadrosaurios, dichos géneros son *Iguanodon*, *Camptosaurus*, *Ouranosaurus* y *Probactrosaurus*. Por otra parte, se propone un nuevo lugar de origen para la familia Hadrosauridae, estableciéndose en Euroamérica.

Abarcando desde el siglo pasado a la actualidad, se revisan los cambios en la nomenclatura taxonómica para los niveles de familia y subfamilia, así como las características consideradas por los autores para las subfamilias.

A partir de una revisión sobre las diagnósis, se presentan las características de los niveles taxonómicos de familia, subfamilia y tribu. En trabajos previos los hadrosaurios se han considerado como un grupo monofilético, formando la familia Hadrosauridae, con dos subfamilias, Hadrosaurinae y Lambeosaurinae; la primera incluye las tribus Hadrosaurini, Edmontosaurini y Saurolophini, y la segunda a Corythosaurini y Parasaurolophini.

La distribución de la familia a nivel mundial es revisada, y específicamente en Norteamérica, se propone la extensión de una franja de distribución para los hadrosaurios, que abarca desde los actuales Alberta, Canadá, hasta Coahuila, México, especialmente para el género *Gryposaurus*.

Se da a conocer parte del material colectado en 1988, en el estado de Coahuila, México, que consiste en una parte anterior de cráneo y cuatro partes distales del isquion, reconociéndose el género *Gryposaurus*, basándose en el cráneo, y también material apendicular colectado de 1990 a 1996, en el estado de Sonora, México, asignándose un húmero a la tribu Edmontosaurini, el cual pertenece a una de las formas más grandes que se han descrito de hadrosaurios; un fémur colectado en estratos del Santoniano Tardío, representa el registro más antiguo de hadrosaurios en México.

ABSTRACT

Works carried out about the hadrosaurs collected in Mexico have come out to be known.

In relation to the possible ancestor of the hadrosaur's family comments have been done regarding the features shared between iguanodontids genera and the hadrosaurs. Such genera are: *Iguanodon*, *Camptosaurus*, *Ouranosaurus* and *Probractrosaurus*. On the other hand, it has been proposed location Euroamerica as the place of origin to the family Hadrosauridae.

At the present time and since the last century, changes in taxonomic nomenclature have been -and are still being- revised focusing family and subfamilies, as well as the features previously take into account by some authors for the subfamilies.

Departing from a review of the diagnosis the taxonomic level's features for family, subfamily and tribe are settled. In previous papers the hadrosaurs has been considered a monophyletic group, and part of the family Hadrosauridae to which two subfamilies, belong to: Hadrosaurinae and Lambeosaurinae; from which the aforementioned includes the tribes Hadrosaurini, Edmontosaurini and Saurolophini, while the later includes the tribes Corythosaurini and Parasaurolophini.

The worldwide distribution of the family is being revised, and particularly in North America an extension of the hadrosaurs distribution fringe has been proposed that should span from where now is called Alberta, Canada, to Coahuila, Mexico, specially to the genus *Gryposaurus*.

Some hadrosaurian remains collected in Coahuila, Mexico in 1988 have come out. This thesis contains information about the anterior part of a cranium and four distal parts of ischia. All this has been recognized as of the genus *Gryposaurus* based on information obtained from the cranium, and some appendicular material collected from 1990 to 1996 in Sonora, Mexico. An humerus has been assigned as of the Edmontosaurini tribe, and is part of one of the biggest forms ever described for hadrosaurs. A femur collected by strata from the Late Santonian represents the oldest record of hadrosaurian dinosaurs in Mexico.

INTRODUCCION

Los dinosaurios son vertebrados que por generaciones han llamado la atención del hombre, debido a que algunos eran animales enormes y otros, menos imponentes. presentaban dientes y garras formidables (Charig, 1985); los estudios sobre ellos han ido en aumento, desde su descubrimiento en el siglo pasado.

El nombre de dinosaurio se toma a a partir del taxón Dinosauria, propuesto por Richard Owen en 1841, para agrupar a varios reptiles hallados en Inglaterra, los cuales se encontraban en sedimentos pertenecientes a la Era Mesozoica y presentaban características particulares (Wilford, 1985); el origen etimológico de la palabra es a partir del griego δεινός (terrible) y σαυρος (lagarto), con lo que su significado es "lagarto terrible" (Mateos, 1988).

Actualmente, los restos de dinosaurios han sido hallados en todo el mundo (Norman, 1992), lo cual ha provocado un amplio estudio en diferentes países sobre estos animales, abarcando aspectos de su ecología, etología, fisiología, biogeografía, evolución, y taxonomía, entre otras.

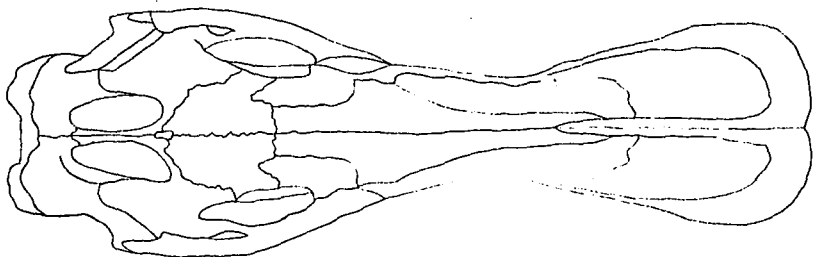
Dentro de los dinosaurios se han reconocido dos grupos, considerados a un nivel taxonómico de Orden, los cuales son: Saurischia y Ornithischia (Seeley, 1887). En el primer orden se encuentran los dinosaurios carnívoros, tal como el conocido *Tyrannosaurus rex*, agrupados en un suborden Theropoda, y los grandes herbívoros que fueron los saurópodos, con cuellos largos, ubicados en el suborden Sauropodomorpha.

En el orden Ornithischia se encuentran varios subórdenes, con representantes tales como los anquilosaurios, ceratópidos, hadrosaurios, estegosaurios y paquicefalosaurios, herbívoros todos ellos; en el caso del presente trabajo, el Suborden Ornithopoda, es el que nos interesa, pues es aquí en donde se encuentra ubicada la familia Hadrosauridae, llamados comúnmente dinosaurios con pico de pato; se ha dado tal nombre a estos dinosaurios debido al ensanchamiento lateral de los huesos anteriores del cráneo, los cuales son el premaxilar y el predentario, recordando al pico de esas aves (Fig. 1); los hadrosaurios habitaron el planeta durante la Era Mesozoica, exclusivamente en el Cretácico Tardío, siendo muy abundantes y diversos durante ese tiempo (Brett-Surman, 1979).

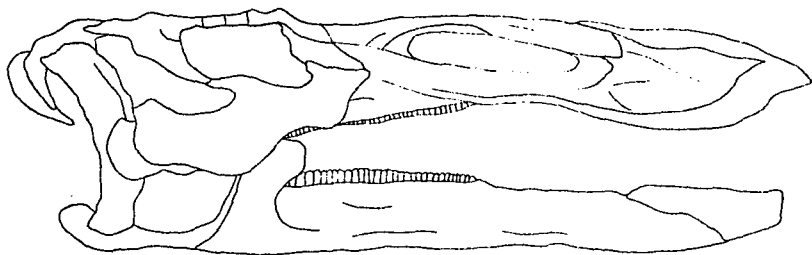
Los restos fósiles de los hadrosaurios han sido encontrados en América, Asia y Europa (Weishampel y Weishampel, 1983). En las localidades donde afloran rocas del Cretácico Superior con fósiles de dinosaurios, generalmente están presentes los hadrosaurios, lo que indica su gran abundancia en el registro fósil. (Fiorillo, 1989). De esta manera, cuando se han hecho algunos estudios en localidades del Cretácico Superior de nuestro país, se han mencionado, fósiles de dinosaurios con pico de pato. El estado de Coahuila es un ejemplo de esto, ya que la mayoría del material fósil obtenido es de la familia Hadrosauridae. Lo anterior muestra la necesidad de conocer y estudiar dicha familia de dinosaurios en México.

JUSTIFICACION Y OBJETIVOS

En nuestro país se cuenta con una gran riqueza de recursos para las ciencias biológicas, pero desafortunadamente esa riqueza no ha sido estudiada ampliamente, por lo que se dice que la investigación paleontológica en México es aún muy joven, y todavía se hace más notoria en cuanto al estudio de los dinosaurios se refiere (Applegate, 1988).



A



B

Figura 1 . Cráneo de Anatotitan copei. Vista dorsal (A) y vista lateral (B).
(Tomado de Brett-Surman, 1989).

En fechas recientes, México ha pasado a ocupar un lugar importante entre los países que contienen restos fósiles de dinosaurios, ubicándose dentro de los diez primeros (Hernández-Rivera, com. pers. 1995), por lo que es necesario realizar estudios detallados y exhaustivos sobre estos vertebrados en nuestro país.

Considerando lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivos: 1) Documentar sobre los ancestros de la familia y proponer un nuevo lugar de origen para los hadrosaurios; 2) revisar y complementar las diagnósisis de los niveles taxonómicos de familia, subfamilia y tribu; 3) dar a conocer un fragmento de cráneo y huesos pélvicos, colectados en el Estado de Coahuila, México, así como material apendicular colectado en el Estado de Sonora, México; 4) contribuir a la paleobiogeografía de la familia, considerando la posible presencia de un género de hadrosaurio no conocido anteriormente para México, permitiendo así, correlacionar más detalladamente al norte de México con el resto de Norteamérica y el mundo.

Los temas de origen, taxonomía y paleobiogeografía de la familia Hadrosauridae, tratados en esta tesis, se han presentado en trabajos previos (ver literatura citada), pero en general, se tratan por separado, por lo que aquí se presentan en un mismo trabajo, además de que se actualiza la información sobre dichos temas.

ANTECEDENTES

En América, el registro paleontológico de la familia Hadrosauridae es abundante y data del siglo XIX; la primera referencia de hadrosaurios en Norteamérica fue hecha por Leidy en 1856, quien describió material fragmentario, nombrando así a los dos primeros miembros de la familia, *Trachodon mirabilis*, basándose en algunos dientes aislados y *Thespesius occidentalis*, considerando dos vértebras caudales incompletas (In Ostrom, 1961a). El mismo Leidy (1858), describió la especie *Hadrosaurus foulkii*, a partir de la cual Edward Cope tomaría el género para nombrar a la familia.

Posteriores trabajos fueron realizados en Canadá y Estados Unidos, entre los que destacan encontramos a Brown, quien a principios de siglo describiera varios géneros de hadrosaurios como son *Kritosaurus*, *Hypacrosaurus*, *Saurolophus*, *Corythosaurus* y *Prosaurolophus* (Brown, 1910, 1913a, 1913b, 1914, 1916).

Cope describió cerca de 15 especies de la familia, agrupándolas en nueve géneros, tales como *Cianodon*, *Diclonius*, *Dysganus*, por mencionar algunos, mientras que su célebre rival Marsh, describió, a fines del siglo pasado, dos especies de hadrosaurios *Hadrosaurus minor* y *Claosaurus agilis* (In Lull y Wright, 1942). Todos los géneros propuestos por ambos autores, excepto *Hadrosaurus* y *Claosaurus*, se consideran sinonimias de otros géneros válidos actualmente (Brett-Surman, 1989), o bien, los restos asignados a la familia, pertenecen a otros grupos de dinosaurios o a otros vertebrados (Coombs, 1988).

Otros géneros importantes de hadrosaurios fueron propuestos en diversos trabajos, como es el caso de *Edmontosaurus*, por Lambe en 1917 (In Lull y Wright, 1942); en la década de los años veinte, los géneros *Parasaurolophus* y *Lambeosaurus*, además de una especie de *Kritosaurus*, y cuatro especies del género *Corythosaurus*, fueron descritas por el canadiense Parks (In Lull y Wright, 1942).

Un trabajo muy importante es el de Lull y Wright titulado: "Dinosaurios hadrosáuridos de Norteamérica", el cual fue publicado en 1942, y describe todas las especies de hadrosaurios de Canadá y Estados Unidos conocidas hasta esa fecha, además de proponer el nuevo género *Anatosaurus*; así mismo, contiene aspectos de paleoecología, anatomía, hábitos alimenticios, conducta, entre otros, acerca de la familia Hadrosauridae.

En 1961, Ostrom publicó la morfología craneal de la familia Hadrosauridae, basándose principalmente en el género *Corythosaurus*; este es un trabajo clásico dentro de los estudios realizados sobre la familia.

Otro trabajo clásico dentro de los estudios de la familia es el de Dodson, quien en 1975, propuso la existencia de juveniles para el caso de dos géneros de hadrosaurios, que habían sido considerados como dinosaurios de talla pequeña, basándose en un análisis morfométrico de los cráneos.

De manera general, la mayoría de los estudios sobre hadrosaurios se basaron en la taxonomía y morfología del cráneo, y rara vez acerca de aspectos postcraneales; Brett-Surman tiene una gran importancia en este último punto, ya que ha realizado varios trabajos (1979, 1989) respecto a características postcraneales, los cuales son muy valiosos para los casos en los que se carece de suficiente material craneal, como ocurre en el presente trabajo.

El género descrito recientemente es el llamado *Maiasaura*, propuesto por Horner y Makela (1979), con una sola especie *M. peeblesorum*, encontrado en Montana, Estados Unidos. El hallazgo de este dinosaurio permitió comprobar un comportamiento de nidificación en los hadrosaurios, ya que junto con los adultos se encontraron crías y huevos, en una disposición que hizo suponer esta conducta (Horner, 1984).

Como es de notarse, los hadrosaurios son un grupo cuyos restos fósiles son muy comunes en Estados Unidos y Canadá, (Langston y Oakes, 1954), sin embargo, en los últimos años, los hallazgos de hadrosaurios en nuestro país han ido en aumento, lo cual permite tener un panorama más amplio de su distribución.

El primer registro de un dinosaurio colectado en México, data de 1926, realizado por Janensch, en el poblado de Lomas de Buena Vista, estado de Coahuila, en el Estrato Soledad; el material se encuentra depositado en el Museo de Geología y Paleontología de la Universidad de Berlín, y fue reconocido como perteneciente a un ceratópido (Janensch, 1926).

En México (Fig. 2) el primer registro de la familia Hadrosauridae, corresponde a Taliaferro, quien en 1933, encontró fragmentos de hadrosaurios al norte del estado de Sonora, cerca de la frontera con Estados Unidos; dicho material fue estudiado por Brown y lo relacionó con *Trachodon*.

Langston y Oakes (1954), encontraron restos de hadrosaurios en la costa oeste del estado de Baja California, cerca de Punta San Isidro, y el material fue llevado al Museo de Paleontología de la Universidad de California.

Durante un estudio estratigráfico llevado a cabo en 1959, en el estado de Coahuila, Murray y colaboradores encontraron restos de hadrosaurios y ceratópidos, cerca del poblado de Hipólito, al noroeste de Saltillo; los restos colectados fueron estudiados por Wilson, de la Universidad de Texas, y Colbert, del Museo Americano de Historia Natural, reconociéndolos como pertenecientes a los grupos antes mencionados (Murray, *et al.*, 1960).

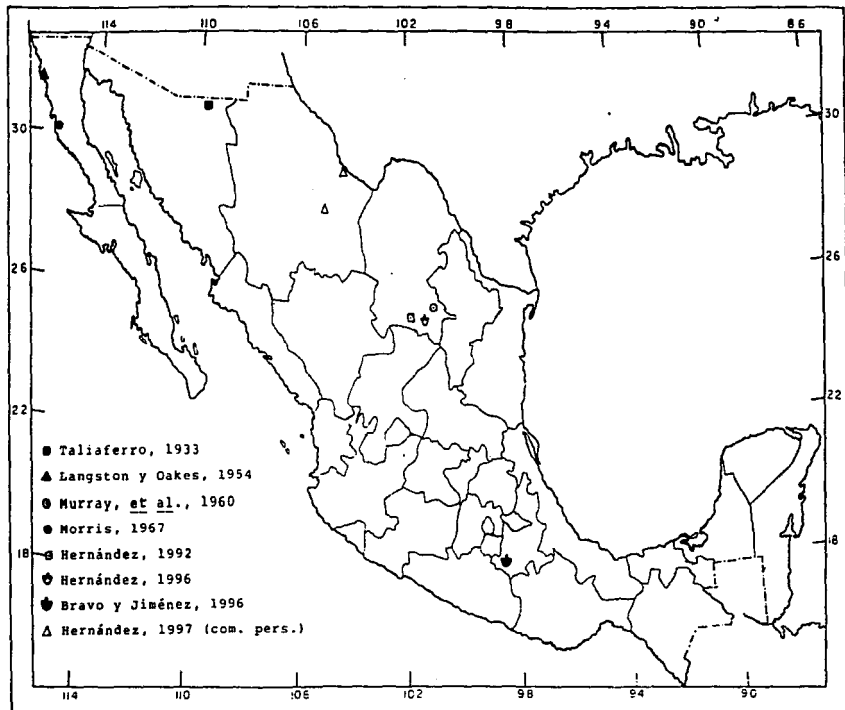


Figura 2. Localidades con restos fósiles de hadrosaurios en México.

Más que sólo hallazgos, los trabajos formales sobre hadrosaurios colectados en México, son los realizados por Morris, quien en 1966, encontró restos de estos dinosaurios en la costa del Pacífico, en el estado de Baja California, cerca del poblado de El Rosario (Morris, 1967).

El material fue inicialmente asignado al género *Hypacrosaurus*, pero luego de más hallazgos y análisis de todo en conjunto, se llega a la conclusión de que se trata de individuos pertenecientes al género *Lambeosaurus* (Morris, 1972). Cabe mencionar que el material colectado es de sumo interés, ya que se consideran las formas más grandes de hadrosaurios que se han descrito para Norteamérica, además menciona la importancia de encontrar hadrosaurios en esas latitudes, ya que hasta ese tiempo, solamente se conocían hadrosaurios en Canadá y Estados Unidos (Langston y Oakes, 1954).

Las colectas prosiguieron, y en 1981, Morris propone la nueva especie *Lambeosaurus laticaudus*, para nombrar a los restos de hadrosaurios hallados en Baja California, basándose en elementos del cráneo y postcraneales; los define principalmente, como hadrosaurios grandes, de 14 a 15 metros de largo, y los separa de otras especies de *Lambeosaurus* por la gran anchura de la cola, lo cual está dado por el largo de las espinas neurales y los arcos hemales de las vértebras caudales (Morris, 1981).

En nuestro país, los trabajos hechos por mexicanos consisten, principalmente en hallazgos y colectas de material de hadrosaurios. Dentro de todo esto, investigadores del Instituto de Geología de la U.N.A.M. (IGUNAM), han jugado un papel fundamental, desde la década de los setentas, cuando inició el proyecto: "Estudio de los vertebrados mesozoicos", lo cual permitió dar a conocer la presencia de restos fósiles de dinosaurios en los estados de Tamaulipas, Coahuila, Chihuahua, Puebla, Nuevo León, Michoacán y Oaxaca (Hernández, 1992a).

A partir de la información que se tenía de restos fósiles de dinosaurios en el estado de Coahuila, en 1987, el Instituto de Geología de U.N.A.M. (IGUNAM), inició el proyecto: "Primer montaje de un dinosaurio recolectado y preparado en México", con la finalidad de exhibirlo en el Museo de Geología del IGUNAM (Hernández, 1992a); desde entonces se ha colectado, en los municipios de los alrededores de la ciudad de Saltillo, una gran cantidad de material de dinosaurios, principalmente de hadrosaurios (Hernández, 1992a, 1992b; *et al.*, 1995). En febrero de 1993, el IGUNAM en colaboración con la compañía Dinamation, estando a cargo René Hernández del proyecto: "Prospección, recolección y estudio de los dinosaurios de Coahuila", encontraron restos de 25 dinosaurios, que pertenecen en su mayoría a la familia de los hadrosaurios (Avila, 1993). Este material fue llevado al Laboratorio de Paleontología del Museo de Geología para su preparación, limpieza y posterior estudio.

Las colectas han prosseguido desde entonces, destacando el hallazgo de un hadrosaurio de aproximadamente 80 cm. de largo, encontrado en enero de 1994. Es uno de los pocos hadrosaurios de su talla que han sido colectados en el mundo y el primero de sus dimensiones que se conoce para México.

A partir de estas colectas en el estado de Coahuila, se ha realizado un primer trabajo de tesis de licenciatura por Serrano (1994), quien consideró la metodología para la colecta de material fósil en el campo, además de su preparación y limpieza en el laboratorio; así mismo, describe las características craneales y postcraneales de los huesos de los hadrosaurios, de manera general, sin hacer énfasis en el material colectado en el estado de Coahuila.

Otra colecta referida a los hadrosaurios en dicho estado, fue hecha por Rodríguez-De la Rosa (1996), quien en su trabajo de restos de vertebrados de la Formación Cerro del Pueblo, da a conocer el hallazgo de un diente de la familia Hadrosauridae.

En el estado de Chihuahua, Fierro ha colectado material de hadrosaurios en el centro y noreste del estado, cerca de las ciudades de Delicias y Ojinaga, respectivamente (Hernández, com. pers., 1997); sin embargo, dicho material no ha sido dado ha conocer en ninguna publicación.

Lucas y González-León (1990, 1993, 1996) han encontrado restos fósiles de varios dinosaurios, al realizar estudios estratigráficos en el noreste del estado de Sonora; de 1990 a 1996, los dos investigadores antes mencionados, han colectado numerosos fósiles, y de los vertebrados han encontrado huesos aislados y dientes; entre los fragmentos de dinosaurios se han reconocido dientes de carnívoros, relacionados con *Albertosaurus*, vértebras de ceratópodos, así como elementos apendiculares y vértebras de hadrosaurios (Lucas, *et al.*, 1995).

En cuanto a pisadas de hadrosaurios, en nuestro país se han encontrado en los estados de Coahuila (Hernández, com. pers., 1997) y Puebla (Bravo y Jiménez, 1996), siendo este último estado el que posee la evidencia de la presencia de hadrosaurios más sureña que se haya encontrado.

HISTORIA DE LA COLECCION

Estado de Coahuila.

El material que se describe en esta tesis es parte de las colectas realizadas por Ferrusquía-Villafranca, Applegate, Espinosa y Hernández; del Instituto de Geología de la U.N.A.M. (IGUNAM), por profesores de ciencias naturales de la Comisión de Paleontología, dependiente de la Dirección General de Educación Pública del estado de Coahuila y por voluntarios de la comunidad del Ejido Presa de San Antonio (Hernández, 1992a), llevadas a cabo entre los meses de abril y junio de 1988, seleccionándose dos afloramientos, obteniéndose mucho material de la cantera principal, cuyo número de registro en campo fue SPA-88-9 (Espinosa, *et al.*, 1989).

Este material forma parte del acervo que se obtuvo en el proyecto: "Primer montaje de un dinosaurio recolectado y preparado en México". Copias de los huesos se montaron y quedaron en exposición, mientras que los originales se encuentran actualmente en el Laboratorio de Paleontología del Museo de Geología del IGMAM en la Ciudad de México.

Los fragmentos de cráneo y huesos pélvicos descritos en el presente trabajo, permiten reconocer la presencia de las dos subfamilias de hadrosaurios (Hadrosaurinae y Lambeosaurinae) en el estado de Coahuila, así como del género *Gryposaurus*.

Estado de Sonora.

El material que se describe en este trabajo, ha sido colectado desde 1990, a partir de estudios geológicos y paleontológicos en el Grupo Cabullona, al noreste del estado de Sonora, por Lucas, del Museo de Historia Natural y Ciencia de Nuevo México, y González-León, de la Estación Regional del Noroeste del Instituto de Geología de la U.N.A.M. (Lucas y González-León, 1990, 1993, 1996).

Dicho material se encuentra actualmente depositado en la Estación Regional del Noroeste del Instituto de Geología (ERNO), en la ciudad de Hermosillo, Sonora, y ha sido presentado en algunos trabajos previos (Lucas y González-León, 1990, 1993; Lucas, *et al.*, 1995), aunque no ha sido asignado a ningún género, solamente a nivel de familia y un húmero a nivel de subfamilia para el caso particular de los hadrosaurios (Lucas y González-León, 1990), además de que dicho material no ha sido descrito, solamente se informa sobre su hallazgo, por lo que en esta tesis se describe de manera formal.

El material consiste en elementos apendiculares, un húmero y un fémur completos, y fragmentos de tibia y fémur, asignándose todos a Hadrosauridae y el húmero a Edmontosaurini; además el fémur representa el registro más antiguo de hadrosaurios en México, siendo del Santoniano, mientras que todos los demás son del Campaniano-Maastrichtiano (Apéndice A).

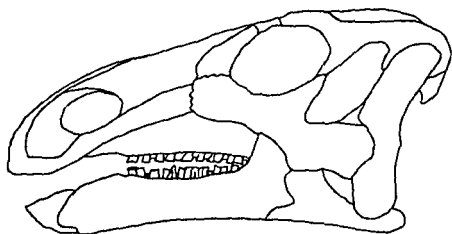
ORIGEN DE LA FAMILIA HADROSOURIDAE

CONSIDERACIONES SOBRE EL ORIGEN

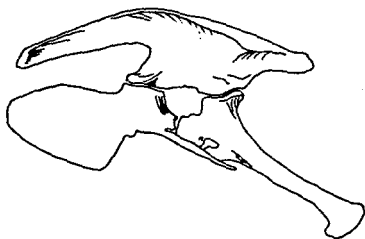
Los primeros hadrosaurios vivieron durante el Cenomaniano en el Cretácico Tardío (Apéndice A), aproximadamente hace unos 95 millones de años (a. p.), y entre ellos se encuentran cuatro especies. *Bactrosaurus johnsoni* (Fig. 3), *Gilmoresaurus mongoliensis*, hallados en China (Gilmore, 1933; Taquet, 1975; Weishampel y Weishampel, 1983), *Telmatosaurus cantabrigensis*, de Inglaterra (Lydekker, 1888; Taquet, 1975; Weishampel y Weishampel, 1983) y una especie aún no descrita encontrada en Texas, Estados Unidos (Head, 1996). Los hadrosaurios presentan estrechas afinidades con la familia Iguanodontidae, cuyo registro fósil data desde el Jurásico Tardío hasta el Cretácico Tardío, siendo su máximo apogeo durante el Cretácico Temprano (Taquet, 1975; Bartholomai y Molnar, 1981); el origen de la familia Hadrosauridae probablemente se efectuó entre el Aptiano y el Cenomaniano (Taquet, 1975; Brett-Surman, 1979). La familia Iguanodontidae fue el grupo que dio origen a los hadrosaurios (Thulborn, 1971; Galton, 1972; Taquet, 1975; Brett-Surman, 1979; Norman, 1992, 1995), debido, probablemente, a un reemplazamiento de los iguanodóntidos por los hadrosaurios (Rozhdestvenkiy, 1966; Taquet, 1975), al parecer provocado por cuestiones ecológicas, ya que la declinación de los iguanodóntidos a fines del Cretácico Temprano, coincide con la declinación de las gimnospermas, mientras que los hadrosaurios se favorecieron con la extensión de las angiospermas en el Cretácico Tardío (Taquet, 1975), las cuales eran un nuevo recurso alimenticio, permitiendo la evolución y diversificación de los hadrosaurios, dado que los sucesos evolutivos de los dinosaurios herbívoros, probablemente coincidieron con eventos en la evolución de las plantas (Coe, *et al.*, 1987).

De esta forma, mientras las angiospermas empezaron a dominar la vegetación del Cretácico Tardío, los hadrosaurios y los ceratópodos, dominaron en las comunidades de herbívoros del mismo tiempo (Wing y Tiffney, 1987), debido probablemente a la relación planta-animal entre estos grupos biológicos (Norman, 1992).

Entre los cambios que trajo consigo la interacción angiospermas-hadrosaurios, se puede comentar el tamaño de los dinosaurios, pues si los comparamos con los grandes herbívoros que fueron los saurópodos, existe una gran diferencia de tamaños, además de que la posición tripeda en los saurópodos les permitía alcanzar plantas con el follaje alto, mientras que los hadrosaurios se alimentaban en posición bipeda o cuadrúpeda, estando relacionada su estatura con la altura de las primeras angiospermas, lo que permitía un mejor forrajeo (Bakker, 1978); además del tamaño corporal también hubo cambios morfológicos en las extremidades y en el aparato dental, formándose la llamada batería dental, así como cabezas más musculosas y una curvatura en la región torácica, permitiendo una flexión arriba-abajo de la cabeza (Taquet, 1975; Bakker, 1978; Coe, *et al.*, 1987).



A



B

Figura 3 . Cráneo (A) y pelvis (B) de Bactrosaurus johnsoni (Tomado de: A, Norman, 1992; B, Gilmore, 1933).

GENEROS RELACIONADOS CON HADROSAURIDAE

Los representantes de la familia Iguanodontidae eran ornitisquios herbívoros y bípedos (Ostrom, 1961a), con alrededor de 7 a 9 metros de largo; presentaban 5 dígitos en sus extremidades anteriores, mientras que en las posteriores tenían 4 dígitos (Lull y Wright, 1942).

Dentro de esta familia, existen cuatro géneros que se han considerado, por diferentes autores y en distintos momentos (Leidy, 1859; Lull y Wright, 1942; Ostrom, 1961a; Rozhdestvenskiy, 1966; Taquet, 1976; Brett-Surman, 1979; Sereno, 1986; Norman, 1986, 1990), los ancestros directos de los hadrosaurios, los cuales son: *Iguanodon*, *Camptosaurus*, *Ouranosaurus* y *Probactrosaurus* (Fig. 4 y 5); Sereno (1986) considera que estos géneros comparten con los hadrosaurios las siguientes características:

CRANEALES.

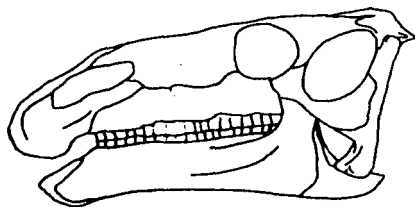
- * Dientes ausentes en el premaxilar.
- * Dientes en forma de lámina.
- * Abertura externa de la fosa anteorbital es relativamente pequeña o enteramente ausente.
- * Narinas externas se amplían en relación a la órbita.
- * Cuadrado-yugal reducido en tamaño comparado con el cuadrado.
- * Espacio separando el margen ventral del cuadrado-yugal, a partir de la articulación de la mandíbula.
- * Margen del pico del predentario denticulado.
- * Región anterior del cráneo alargada (premaxilar, nasales, maxilares y dentario).

POSTCRANEALES.

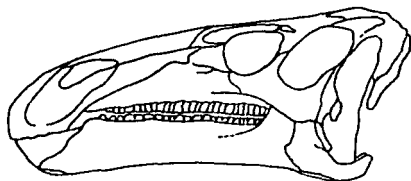
- * Dígito III de la mano con solamente tres falanges (una falange ausente).
- * Fémur con un surco intercondilar posterior muy marcado.
- * Cuarto trocánter del fémur situado cerca de la mitad de la columna.
- * Dígitos de los pies terminan en pezuñas aplanadas.
- * Asta del isquion con una expansión distal moderada.
- * Asta del isquion redonda transversalmente.

Desde los primeros descubrimientos de los representantes de la familia Hadrosauridae en el siglo pasado, se les consideró estrechamente relacionados con el género *Iguanodon*; Leidy (1859), describió al género *Hadrosaurus* y lo relacionó con *Iguanodon* por el parecido en su aspecto en general, pero principalmente por la semejanza de los dientes y las vértebras cervicales. Norman (1986) y Sereno (1986) han señalado otras características compartidas entre *Iguanodon* y los hadrosaurios, estas son:

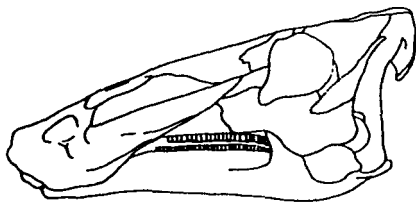
- 1) Diastema entre el primer diente del dentario y el predentario.
- 2) Narinas externas alargadas.
- 3) Supraoccipital excluido del *foramen magnum*.
- 4) Dígito V del pie ausente.



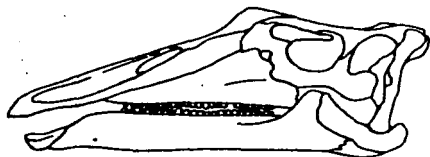
A



B



C



D



E

Figura 4 . Cráneos en vista lateral. Probestrosaurus (A), Iguanodon (B), Edmontosaurus (C), Ouranosaurus (D) y Camptosaurus (E). (Tomado de: A. Rozhdestvenskiy, 1966; B-E Norman, 1986).

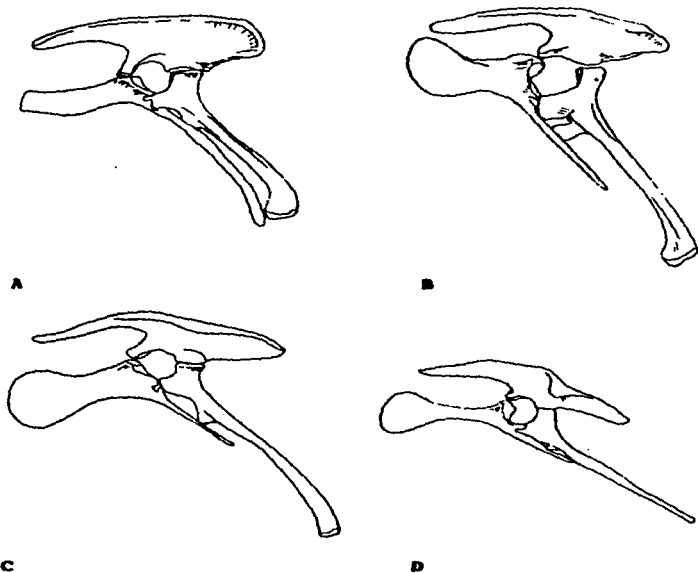


Figura 5 . Elementos pélvicos en vista lateral. Comptosaurus (A), Ourenosaurus (B), Iguanodon (C) y Hadrosaurio (D).
(Tomado de Norman, 1986).

- 5) Elementos postdentarios de la mandíbula inferior están en posición posterior con respecto a la línea media vertical del proceso coronoides.
- 6) Húmero con una cabeza prominente proximal y posteriormente.
- 7) Metacarpales II al IV muy juntos.
- 8) Metacarpales III y IV con longitud similar.
- 9) Pubis con pedúnculo iliaco prominente.
- 10) Reducción en el largo del postpubis, hasta menos de la mitad del largo del isquion.
- 11) Fémur con un profundo surco intercondilar anterior.

Con el paso del tiempo las dos familias Iguanodontidae y Hadrosauridae fueron definidas y diferenciadas, con lo que la idea de que el género *Iguanodon* estaba estrechamente relacionado con los hadrosaurios fue abandonada; a lo anterior es necesario agregar que el género *Camptosaurus* se comenzó a considerar como ancestro de los hadrosaurios; dicho género fue considerado por Ostrom (1961a), Lull y Wright (1942), como un dinosaurio estrechamente relacionado con los hadrosaurios; Ostrom propone que *Camptosaurus* presenta muchas características que son precursoras de las mismas que se encuentran en una condición avanzada en los hadrosaurios; el aparato dental es un ejemplo, ya que en *Camptosaurus* se presenta el prototipo de una batería dental, la cual se encuentra en los hadrosaurios; otras características compartidas entre los hadrosaurios y *Camptosaurus* que se pueden cotejar en los trabajos de Gilmore (1909), Galton y Powell, (1980) y Sereno (1986) son:

- 1) Ornamentación del margen apical de los dientes.
- 2) Reemplazamiento en serie, eliminando los espacios entre las bases de las coronas de dientes funcionales adyacentes.
- 3) Espinas neurales cervicales ausentes.
- 4) Arco cervical de la zigópofisis posterior robusto hacia el eje.
- 5) Vértebras cervicales 4 a 9 moderadamente opistocéticas.

En 1975, Taquet dio a conocer el hallazgo de un dinosaurio proveniente de Nigeria, al cual nombró *Ouranosaurus nigeriensis*; por sus características se le ubicó dentro de Iguanodontidae, pero además presentaba algunas características semejantes a las de los hadrosaurios, con lo que fue considerado como un iguanodóntido de la línea evolutiva hacia los hadrosaurios. Las características a las que se hace referencia son: una protuberancia en los nasales, la forma del premaxilar, predentario, dentario y nasal; postcranealmente, en el largo de las espinas neurales de las vértebras dorsales, la proporción entre las extremidades y el isquion recto con un ensanchamiento en su extremo distal (Taquet, 1975). Para Sereno (1986), el género *Ouranosaurus* es el que está más estrechamente relacionado con la familia Hadrosauridae (Fig. 6A), debido a que la característica de pico de pato de los hadrosaurios se presenta en este género, que se refiere al margen anterior del premaxilar ancho; otras características compartidas consideradas por Norman (1986) y Sereno (1986) son:

- 1) Espacio relativamente grande entre el primer diente del dentario y el predentario.
- 2) Final anterior del yugal expandido dorsoventralmente enfrente de la órbita.
- 3) Espinas neurales caudales rebasan a sus respectivos chevrons en largo.
- 4) Falange I del dígito I de la mano ausente.

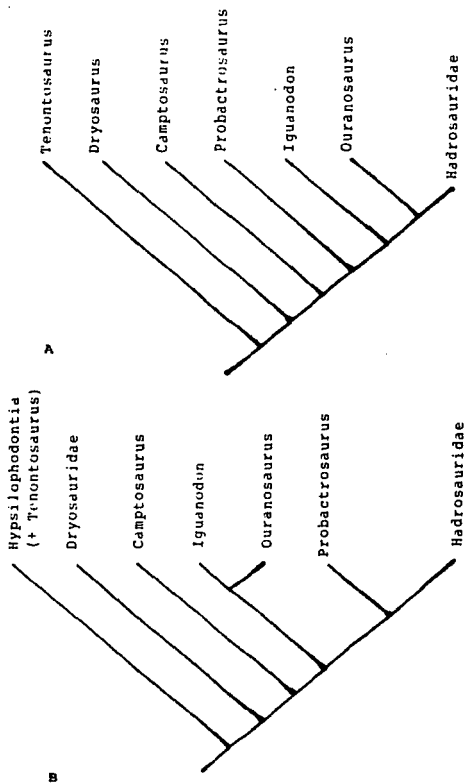


Figura 6. Cladogramas de los ornitópodos iguanodóntidos y su relación con la familia Hadrosauridae, según Sereno, 1986 (A) y Norman, 1990 (B).

- 5) Pedúnculo púbico del ilion relativamente pequeño.
- 6) Proceso preacetabular del ilion relativamente grande.
- 7) Marcada expansión dorsoventral de la parte distal del prepubis.
- 8) Tarsales 2 y 3 distales ausentes.
- 9) Dígito 1 del pie ausente.
- 10) Supraoccipital excluido del *foramen magnum*.

Las características anteriormente mencionadas son las que comparte el género *Ouranosaurus* con los hadrosaurios, pero además comparte otras, que también encontramos en *Probactrosaurus* e *Iguanodon*, según Sereno (1986) las cuales son:

- 1) Elementos postdentarios de la mandíbula inferior están en posición posterior respecto a la línea media vertical del proceso coronoides.
- 2) Vértebras cervicales fuertemente opistocélicas, iniciando en la vértebra 3.
- 3) Húmero con una cabeza prominente proximal y posteriormente.
- 4) Metacarpales 2 al 4 muy juntos.
- 5) Metacarpales 3 y 4 con longitud similar.
- 6) Pubis con pedúnculo iliaco prominente.
- 7) Reducción en el largo del postpubis, aproximadamente a la mitad o menos del largo del isquion.
- 8) Fémur con un profundo surco intercondilar anterior.

Para Rozhdestvenskiy (1966), Brett-Surman (1979) y Norman (1990), el género *Probactrosaurus* es el que más se relaciona con los hadrosaurios (Fig. 6B); esto se debe a la gran semejanza que existe entre este género y *Bactrosaurus johnsoni* (Fig. 3), que como ya se mencionó, es considerado uno de los hadrosaurios más primitivos. Las características similares que presentan los dos géneros son: la forma y tamaño del cráneo, el dentario es corto y ancho, ilion de forma subtriangular y masivo en la parte posterior, prepubis ensanchado, los pedúnculos púbico e iliaco del isquion son masivos, sacro con menos de 8 vértebras, el aparato dental, número reducido de hileras verticales de dientes (Rozhdestvenskiy, 1966).

Por otra parte, Rozhdestvenskiy (1966) considera al género *Bactrosaurus* como una forma intermedia de la línea evolutiva de Iguanodontidae hacia Hadrosauridae, donde *Probactrosaurus* ocupa un sitio terminal en la evolución de la familia Iguanodontidae, a partir del cual se originó el género *Bactrosaurus*.

Existen otras características que *Probactrosaurus* comparte con los hadrosaurios, las cuales también se presentan en *Iguanodon* y *Ouranosaurus*, que ya fueron comentadas.

Las características más importantes que relacionan a *Probactrosaurus* con los hadrosaurios son el patrón de reemplazamiento dental y las coronas de los dientes en forma de diamante (Norman, 1990).

De los cuatro géneros mencionados, el que más lejanamente se relaciona con los hadrosaurios es *Camptosaurus*, el cual, debido incluso a las diferencias entre él y otros iguanodontídeos se ha llegado a agrupar en una familia aparte Camptosauridae (Lull y Wright, 1942).

El género *Iguanodon* es más cercano a los hadrosaurios que *Camptosaurus*, sin embargo, las diferencias entre *Iguanodon* y la familia Hadrosauridae hace suponer una lejana

relación entre ellos (Sereno, 1986; Norman, 1986, 1990).

Ouranosaurus ha sido considerado como el iguanodóntido más estrechamente relacionado con los hadrosaurios (Sereno, 1986), pero estudios recientes (Norman, 1986, 1990) y el hallazgo de un iguanodóntido en Australia, *Muttaborrasaurus*, ha permitido sacar a la luz, la idea de que *Ouranosaurus* parece ser un iguanodóntido avanzado, por lo cual presenta características parecidas a las de los hadrosaurios, considerándose dichos caracteres como un paralelismo evolutivo entre él y los hadrosaurios (Bartholomai y Molnar, 1981; Norman, 1986, 1990).

Probactrosaurus presenta gran semejanza con el hadrosaurio primitivo *Bactrosaurus*, y es considerado como el ancestro, o bien, como el iguanodóntido más estrechamente relacionado con los hadrosaurios (Rozhdestvenskiy, 1966; Norman, 1986, 1990, 1995). Es tanta la similitud existente entre *Bactrosaurus* y *Probactrosaurus* que Rozhdestvenskiy (1966), propone que el límite taxonómico que separa a estos géneros es muy pequeño, lo cual apoya la idea de una estrecha relación de *Probactrosaurus* con los hadrosaurios. Tradicionalmente se ha considerado a *Probactrosaurus* como un iguanodóntido, pero contrario a esta idea Dong (1992), presenta en su clasificación de los dinosaurios asiáticos, a dicho género incluido en Hadrosauridae, pero no fundamenta su propuesta.

Es importante considerar que en el presente trabajo, se propone un nuevo lugar de origen para los hadrosaurios, el cual se ubica en la región llamada por Cox (1974) como Euroamérica, en contraposición a la idea tradicional de que se originaron en Asia (Taquet, 1975; Brett-Surman, 1979); esta nueva propuesta concuerda con lo encontrado hasta el momento en lo que se refiere a hadrosaurios e iguanodóntidos, y surge debido a, por un lado, al hallazgo de un hadrosaurio primitivo en sedimentos del Cenomaniano, en el estado de Texas, Estados Unidos (Head, 1996), el cual representa el registro más antiguo de hadrosaurios a la fecha, sin embargo el autor del descubrimiento propone que los hadrosaurios pudieron surgir en cualquier lugar, con lo que en esta tesis se propone Euroamérica como lugar de origen, tomando en cuenta que el descubrimiento de un taxa previamente desconocido, puede cambiar el centro de origen de un grupo (Nelson y Platnick, 1984); otro aspecto importante es que se ha considerado a *Telmatosaurus* como un hadrosaurio basal (Fig. 7) dentro de la filogenia del grupo (Weishampel y Horner, 1990; Weishampel, *et al.*, 1993), el cual se ha encontrado en Europa solamente.

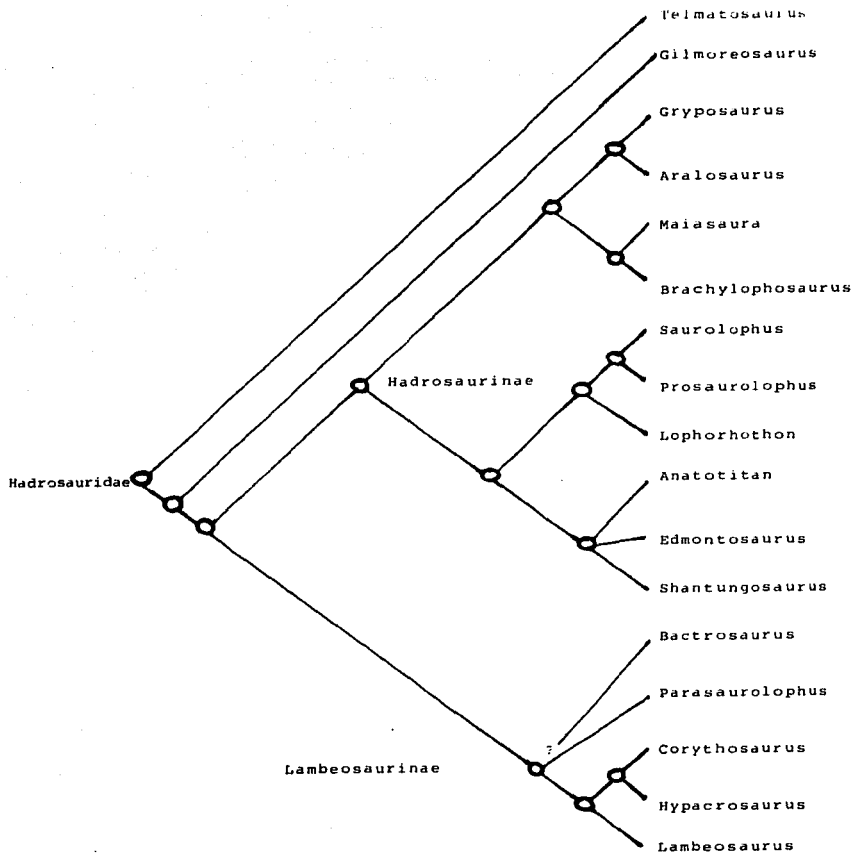


Figura 7. Cladograma que muestra las relaciones entre los géneros de la familia Hadrosauridae (Tomado de: Weishampel y Horner, 1990).

TAXONOMIA DE LA FAMILIA HADROSOURIDAE

HISTORIA

En este apartado se presenta un seguimiento histórico, tomado a partir de la literatura sobre la nomenclatura taxonómica de los hadrosaurios, el cual fue un tema abordado parcialmente por Ostrom (1961a), por lo que en el presente trabajo se incluye fines del siglo pasado, otros trabajos no considerados por Ostrom y los cambios posteriores a su publicación.

Los hadrosaurios son conocidos desde el siglo pasado y se les consideró relacionados con *Iguanodon* (Leidy, 1859), el cual ya era bien conocido en Europa.

Cope, en 1869, fue el primero en intentar ubicar en un grupo taxonómico a los hadrosaurios conocidos para aquel tiempo; basándose en el género *Hadrosaurus* de Leidy, nombra la familia Hadrosauridae, para agrupar a los dinosaurios herbívoros bipedos, que presentan una batería dental formada por varias hileras verticales de dientes (*In* Horner, 1990).

Posteriormente, Marsh (1895) propone la familia Trachodontidae, considerando a Hadrosauridae como una sinonimia y nombra otra familia, Claosauridae, para incluir a la especie *Claosaurus agilis*, la cual es conocida actualmente como *Edmontosaurus annectens*, representante de los hadrosaurios.

Aunque durante algún tiempo se mantuvo la discusión sobre el nombre de la familia, actualmente, el término Hadrosauridae es considerado el nombre válido de la familia, y Trachodontidae ha pasado a ser una sinonimia (Lull y Wright, 1942; Horner, 1990).

Por otra parte, fue hasta principios de siglo cuando, una vez ya reconocidos los miembros de la familia Hadrosauridae, se comenzó a considerar la existencia de subfamilias (Apéndice B).

Brown (1914) fue el primero en considerar la existencia de subfamilias y propuso dos: Trachodontinae, que se caracterizaba por presentar cráneo sin cresta y la terminación del isquion en un pequeño abultamiento redondeado; ubicándose en esta subfamilia *Trachodon*, *Kritosaurus*, *Hadrosaurus* y *Claosaurus*, y la subfamilia Saurolophinae que se caracterizaba por presentar cráneo con cresta y el isquion termina en una expansión a manera de pic, e incluyó a los géneros *Saurolophus*, *Hypacrosaurus* y *Corythosaurus*.

Lambe en 1918, optó por no usar el término Trachodontinae, debido a lo inadecuado del material, y propuso la subfamilia Hadrosaurinae (*In* Ostrom, 1961a); posteriormente, en 1920, basándose en características craneales, planteó la existencia de tres subfamilias: Hadrosaurinae, especies sin cresta, Saurolophinae, dinosaurios con una cresta incipiente, y Stephanosaurinae, especies con cresta (*In* Ostrom, 1961a).

Parks en 1923, propuso el nombre de *Lambeosaurus lambei*, y debido a la invalidez de *Stephanosaurus marginatus*, consideró apropiado el cambio del nombre de la subfamilia a Lambeosaurinae (*In* Ostrom, 1961a).

Lull y Wright (1942) proponen cuatro subfamilias: Hadrosaurinae, Saurolophinae, Cheneosaurinae y Lambeosaurinae; en la primera se presenta cráneo largo, deprimido y sin cresta, la región facial es muy prolongada, hay un diastema largo en el maxilar y el dentario, los nasales son normales (no modificados), órbita más grande que la fosa infratemporal, frontales formando parte de la órbita ocular; postcranealmente, el húmero generalmente más largo que el radio, isquion largo, delgado y ligeramente dilatado en su parte distal. Los géneros que incluye son: *Claosaurus*, *Hadrosaurus*, *Ornithotarsus*, *Edmontosaurus*, *Thespesius*, *Trachodon*, *Anatosaurus* y *Kritosaurus*.

En la subfamilia Saurolophinae se encuentran *Prosaurolophus* y *Saurolophus*, en donde el cráneo es alargado con una cresta rudimentaria, región facial prolongada, diastema largo en el maxilar y el dentario, cuadrado largo y ligeramente recto, nasales normales (no modificados), órbita ovalada, más pequeña que la fosa infratemporal, cresta formada por los nasales exclusivamente; postcranealmente, en *Prosaurolophus* el húmero es más largo que el radio, isquion largo y sin expansión distal, mientras que en *Saurolophus* el húmero tiene casi el mismo largo que el radio y tiene una expansión distal en el isquion.

Los géneros *Cheneosaurus* y *Procheneosaurus* se incluyen en la subfamilia Cheneosaurinae; se trata de dinosaurios pequeños con un diminuto cráneo, una cresta pequeña y corta, que está formada por los nasales y los premaxilares, diastema corto en el maxilar y el dentario, los nasales prolongados hacia atrás; postcranealmente, el radio es más largo que el húmero, isquion con expansión distal, postpubis muy corto.

La subfamilia Lambeosaurinae incluye cuatro géneros: *Lambeosaurus*, *Corythosaurus*, *Hypacrosaurus* y *Parasaurolophus*; en ellos el cráneo es bastante corto y la región facial no se prolonga, diastema corto en el maxilar y en el dentario, nasales fuertemente desarrollados que junto con los premaxilares expandidos anteroposteriormente forman una gran cresta prolongada de formas variables; frontales excluidos de la órbita ocular y ésta es de igual tamaño a la fosa infratemporal, existe un canal entre el premaxilar y la unión del yugal-maxilar. Postcranealmente, húmero más corto que el radio (excepto en *Parasaurolophus*), porción preacetabular del ilion larga, prepubis grande, postpubis corto y delgado, isquion con una gran expansión distal, la cual se relaciona con el tamaño de la cresta del cráneo.

En la década siguiente, Sternberg (1954) propone que sólo existen dos subfamilias Hadrosaurinae y Lambeosaurinae, y que las subfamilias Cheneosaurinae y Saurolophinae sean abandonadas; para el caso de Saurolophinae la cresta está formada exclusivamente por los nasales, y no hay pasajes nasales, además de que el premaxilar está enfrente de la cabeza, en posición normal; por otra parte, el isquion con expansión distal referido a *Saurolophus* (Brown, 1913a), parece ser de otro género con cresta, *Hypacrosaurus*, con lo que Sternberg propone que *Prosaurolophus* y *Saurolophus* sean ubicados en la subfamilia Hadrosaurinae.

Sternberg considera que las diferencias entre Cheneosaurinae y Lambeosaurinae no fundamentan la separación en dos subfamilias, por lo que *Cheneosaurus* y *Procheneosaurus* quedan incluidos en la subfamilia Lambeosaurinae.

La subfamilia Hadrosaurinae incluye formas en las que el premaxilar y los nasales están en su posición normal, frente a la cabeza, y no están modificados, alargados o rodeando pasajes nasales; el isquion no tiene una expansión distal. Los géneros son: *Hadrosaurus*, *Thespesius*, *Kritosaurus*, *Saurolophus*, *Gryposaurus*, *Prosaurolophus*, *Edmontosaurus*, *Anatosaurus* y *Brachylophosaurus*.

Para la subfamilia Lambeosaurinae, Sternberg da las siguientes características: maxilares y dentarios cortos, premaxilar grandemente extendido y plegado para rodear los tubos nasales. los nasales se extienden hacia atrás del cráneo por arriba de los frontales; frontales cortos y excluidos de la órbita ocular. Postcráneamente, el isquion tiene una expansión distal con forma de pie, y el radio es usualmente más largo que el húmero. Los géneros son: *Hypacrosaurus*, *Corythosaurus*, *Cheneosaurus*, *Procheneosaurus*, *Lambeosaurus* y *Parasaurolophus*.

Ostrom (1961a) propone la existencia de tres subfamilias Hadrosaurinae, Saurolophinae y Lambeosaurinae, reteniendo la subfamilia Saurolophinae, porque la considera como intermedia entre las otras dos, debido a la existencia de una cresta pseudonarial en sus representantes; a continuación se presentan las características consideradas por Ostrom (1961a), para las subfamilias consideradas por él.

La subfamilia Hadrosaurinae se caracteriza por cráneos largos y aplanados dorsoventralmente, sin cresta; largo preorbital grande, hocico ancho y usualmente deprimido; diastema del maxilar y dentario muy largo; nasales normales, no expandidos; premaxilares largos, pero no extendidos por atrás o arriba de los lacrimales; pasajes nasales directos, no curvados; narinas externas largas y elípticas; frontales incluidos en la fosa supraorbital; órbita ovalada y muy grande, casi siempre más grande que la fosa infratemporal; húmero usualmente más largo que el radio; isquion largo y recto, sin expansión distal. Aquí se incluyen los géneros: *Anatosaurus*, *Edmontosaurus*, *Hadrosaurus* y *Kritosaurus* (*Gryposaurus*).

En la subfamilia Saurolophinae el cráneo es largo y un poco menos aplanado que en Hadrosaurinae, con una cresta pequeña, formada por los nasales exclusivamente; premaxilares normales y no se involucran en la formación de la cresta; nasales expandidos dorsocaudalmente; cresta sin pasajes nasales (pseudonarial), pasajes nasales directos, no curvados; región preorbital larga, hocico ligeramente deprimido y muy ancho; diastema del maxilar y del dentario muy largo; órbita ovalada y más pequeña que la fosa infratemporal; postorbital más pequeño que en Hadrosaurinae; frontales contribuyen a la fosa supraorbital, excepto en *Prosaurolophus*; el radio húmero-radio variable; isquion también variable. Los géneros que incluyen son: *Brachylophosaurus*, *Prosaurolophus* y *Saurolophus*.

Las características de la subfamilia Lambeosaurinae son: cráneo corto, con una gran altura; cresta de moderada a extremadamente desarrollada y con pasajes nasales curvados; nasales y premaxilares expandidos dorsocaudalmente; nasales desplazados posteriormente; premaxilares divididos en dos ramas, superior e inferior, la rama inferior encierra la porción anterior de los pasajes nasales; narinas externas pequeñas y elongadas localizadas anteriormente; hocico relativamente deprimido y no expandido a lo ancho como en Hadrosaurinae; región preorbital generalmente corta; diastema del maxilar y dentario corto; frontales excluidos de la órbita ocular; órbita de ovalada a circular y cerca del mismo tamaño de la fosa infratemporal; húmero más corto que el radio, excepto en *Parasaurolophus*; isquion expandido distalmente; prepubis grande, postpubis corto y delgado. Los géneros incluidos en esta subfamilia son: *Cheneosaurus*, *Corythosaurus*, *Hypacrosaurus*, *Lambeosaurus* (*Stephanosaurus*), *Parasaurolophus* y *Procheneosaurus* (*Didanodon*, *Tetragonosaurus*).

El reconocimiento de subfamilias no llegaba a un acuerdo, algunos autores seguían a Sternberg (Hopson, 1975) y otros a Ostrom (Morris, 1973); además los géneros *Procheneosaurus* y *Cheneosaurus* se reconocieron como formas juveniles de lambeosaurinos, *Cheneosaurus* como forma juvenil de *Hypacrosaurus*, mientras que *Procheneosaurus* de *Corythosaurus* y *Lambeosaurus* (Dodson, 1975).

En 1979, Brett-Surman reconoce dos subfamilias: Hadrosaurinae y Lambeosaurinae, agregando algunos caracteres postcraneales a los ya comentados para cada subfamilia; además subraya que los miembros de Saurolophinae sean incluidos en Hadrosaurinae, basándose en caracteres postcraneales.

La subfamilia Hadrosaurinae se caracteriza por presentar espinas neurales sacrales relativamente bajas, con un radio largo/ ancho menos de 4.5; ventralmente un surco en el centro del sacro; elementos de las extremidades muy ligeros; isquion sin expansión distal; prepúbis con un cuello largo; radio largo/altura del ilion con promedio de 4.4; premaxilar ligeramente expandido; mandíbula recta; cresta nasal sólida (cuando se presenta).

Las características de Lambeosaurinae son: espinas neurales sacrales relativamente altas, con un radio largo/ ancho mayor de 4.5; ventralmente una cresta en el centro del sacro; elementos de las extremidades cortos y más robustos; isquion con expansión distal; prepúbis con un cuello corto y grueso; radio largo/altura del ilion con un promedio de 5.4; premaxilar fuertemente expandido; mandíbula corta y anteriormente decurvada; crestas nasales huecas presentes.

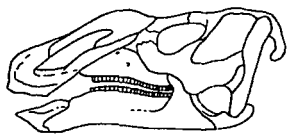
Actualmente, sólo se consideran dos subfamilias: Hadrosaurinae y Lambeosaurinae (Horner, 1983; Brett-Surman, 1989; Chapman y Brett-Surman, 1990; Norman, 1990; Forster y Sereno, 1994), siguiendo la clasificación de Sternberg (1954), donde los miembros de Saurolophinae se ubican en Hadrosaurinae, mientras que los representantes de Chencosaurinae ahora se sabe que son formas juveniles de hadrosaurios de la subfamilia Lambeosaurinae (Dodson, 1975).

Dong (1992), en su clasificación de los dinosaurios asiáticos, propone la existencia de una tercera subfamilia dentro de Hadrosauridae, llamada Prohadrosaurinae, donde incluye solamente al género *Probactrosaurus*, con lo que el autor considera a éste como un hadrosaurio; sin embargo, en su trabajo, Dong no da una diagnosis ni discute su propuesta, por lo que en el presente trabajo se considera a *Probactrosaurus* como un iguanodóntido en la línea evolutiva hacia Hadrosauridae y no como un hadrosaurio.

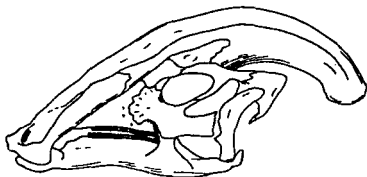
Brett-Surman (1989) ha considerado la existencia de tribus dentro de la familia Hadrosauridae, tres para la subfamilia Hadrosaurinae, Hadrosaurini, Edmontosaurini y Saurolophini, y dos para la Lambeosaurinae, Corythosaurini y Parasaulophini.

Las diferencias entre las subfamilias (Apéndice C) ha provocado que incluso, se les eleve de categoría taxonómica a nivel de familia, con lo que se forman las familias Hadrosauridae y Lambeosauridae (Horner, 1990); sin embargo, este argumento se contraponen a la idea de que los hadrosaurios conforman un grupo natural monofilético, sustentado en gran cantidad de evidencias morfológicas (Apéndice E), y con una serie de características que los diferencian de otros dinosaurios y a la vez los unifica (Lull y Wright, 1942; Brett-Surman, 1979, 1989; Sereno, 1986; Norman, 1986, 1990; Chapman y Brett-Surman, 1990; Weishampel, *et al.*, 1993; Forster y Sereno, 1994).

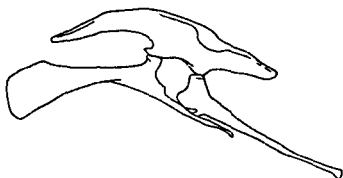
El presente trabajo sigue la clasificación de Sternberg (1954), que considera al grupo de los hadrosaurios como un grupo monofilético, formando la familia Hadrosauridae, con dos subfamilias, Hadrosaurinae y Lambeosaurinae (Fig. 8).



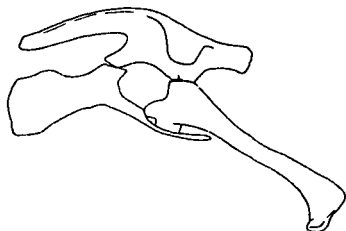
A



B



C



D

Figura 8 . Cráneos y pelvis de las dos subfamilias: Hadrosaurinae (A,C) y Lambeosaurinae (B,D). Kritosaurus notabilis (A), Parasaurolophus cyrtocristatus (B), Edmontosaurus regalis (C) y Parasaurolophus walkeri (D) (Tomado de: A y B, Norman, 1992; C y D, Brett-Surman, 1989 y Norman, 1992).

DIAGNOSIS

Las siguientes diagnosis han sido tomadas de varios autores (Lull y Wright, 1942; Sternberg, 1954; Ostrom, 1961a; Brett-Surman, 1979, 1989; Norman, 1986, 1990), realizándose una revisión cuidadosa de las características de cada categoría taxonómica, excluyéndose algunos caracteres que ya no tienen validez y agregándose otros no considerados anteriormente.

FAMILIA HADROSAURIDAE Cope, 1869

Dinosaurios bípedos, sin armaduras, con una complicada batería dental que consiste en muchas hileras de dientes; dientes individuales esmaltados por una cara solamente; premaxilar sin dientes y junto con el predentario forman un pico ancho como de pato; cráneo plano o con cresta.

Postcranalmente presentan vértebras cervicales opistocélicas, cerca de 15 en número; presacrales cerca de 30 a 34, con un promedio de 32; sacrales usualmente 8; cola larga y comprimida lateralmente para nadar; fémur más largo que la tibia; extremidades anteriores cerca de la mitad del largo de las extremidades posteriores, con un radio promedio de 1:0.568; mano con 4 dígitos (falta el dígito I); pies con 3 dígitos (faltan los dígitos I y V); postura digitigrada; presencia de antitrocátero en el ilion y reducción del postpubis (Lull y Wright, 1942).

El conjunto de características anterior es el más completo que se ha hecho para agrupar a los representantes de la familia Hadrosauridae, aunque a estas es necesario agregar algunas características consideradas recientemente (Norman, 1986, 1990; Brett-Surman, 1989), como son: expansión del final anterior del yugal; sin fosa anterorbital; sin foramen en el cuadrado; narinas externas largas; largo diastema, más que cualquier otro grupo de ornitópodos; proceso coronoides de la mandíbula más alto que cualquier ornitópodo; mínimo de 3 dientes en cada familia dental; vértebras dorsales persistentemente opistocélicas; fórmula vertebral en promedio 13, 19, 8, 50+; vértebras sacrales fusionadas, de 6 en los juveniles a 10 en los adultos, formando un sinsacro; escápula fuertemente curvada sin expansión anterior; húmero sigmoide con una prominente cresta deltopectoral, igual o mayor que el largo de la ulna; fórmula de las falanges de la mano 0, 3, 3, 3, 3; dos pequeños huesos carpales solamente; antebrazo relativamente más largo que en otro grupo de ornitópodos; ilion con lámina postacetabular deprimida y baja, además con un proceso preacetabular curvado; prepubis alargado, lámina expandida, con un cuello alargado y postpubis reducido; isquion recto; fémur recto, distalmente con un surco intercondilar anterior completamente encerrado y un cuarto trocánter con forma de triángulo isósceles, a la mitad del tronco; metatarsal I ausente; metacarpal I y su dígito asociado ausente; fórmula de las falanges de los pies 0, 3, 4, 5, 1.

SUBFAMILIA HADROSAURINAE Lambe, 1918

Hadrosaurios que presentan cráneo largo anteroposteriormente y en la mayoría deprimido dorsoventralmente; el premaxilar y los nasales frente a la cabeza; maxilares y dentarios largos; región preorbital larga; largo diastema en el maxilar y el dentario; pasajes nasales directos, no curvados; sin cresta, o cuando se presenta es sólida, formada por los nasales exclusivamente; frontales formando parte de la órbita ocular, excepto en *Prosaurolophus*. Postcranialmente los elementos de las extremidades son gráciles; húmero más largo que el radio; en el pubis el cuello es delgado y largo, prepubis con forma de remo; isquion con un pequeño abultamiento redondeado distalmente; sacro con un surco ventral a lo largo; vértebras con espinas neurales cortas.

TRIBU EDMONTOSAURINI Brett-Surman, 1989

Hadrosaurios sin cresta; premaxilares ensanchados lateralmente, más que en otros hadrosaurinos; diastema más largo que en otros hadrosaurinos; premaxilares y nasales planos, sin expansión dorsal; ilion con un gran radio largo/ancho, más que otros hadrosaurinos; cuello del pubis proporcionalmente más largo que otros hadrosaurinos. Géneros incluidos: *Anatotitan*, *Claosaurus*, *Edmontosaurus*, *Shantungosaurus*, *Telmatosaurus*.

TRIBU HADROSAURINI Brett-Surman, 1989

Hadrosaurios sin cresta; rama superior de los premaxilares con expansión dorsal; nasales expandidos dorsoposteriormente; narinas externas relativamente grandes; ilion con una curva sigmoidal pronunciada en su margen dorsal; lámina del prepubis con bordes ventral y dorsal paralelos; isquion largo, delgado y grácil. Géneros incluidos: *Aralosaurus*, *Brachylophosaurus*, *Gilmoresaurus*, *Gryposaurus*, *Hadrosaurus*.

TRIBU SAUROLOPHINI Brett-Surman, 1989

Hadrosaurios con cresta muy pronunciada o pequeña; cresta sólida, formada por los nasales solamente; nasales expandidos dorsoposteriormente en una cresta incipiente, o bien muy desarrollada con forma de púa o pitón; excavación facial asociada con la cresta nasal; frontales expandidos anteroposteriormente; extremidades proporcionalmente más largas y robustas que otros hadrosaurios. Géneros incluidos: *Lophorothon*, *Maiasaura*, *Prosaurolophus*, *Saurolophus*.

SUBFAMILIA LAMBEOSAURINAE Parks, 1923

Hadrosaurios con cráneo corto anteroposteriormente y amplio dorsoventralmente; crestas presentes, huecas, de formas variables, constituidas por los premaxilares y los nasales; maxilares y dentarios cortos; región preorbital corta, generalmente; diastema corto en el maxilar y el dentario; premaxilares y nasales modificados; premaxilares ampliamente extendidos y plegados para rodear los tubos nasales, divididos en dos ramas; nasales extendidos hacia atrás del cráneo, por arriba de los frontales; pasajes nasales curvados; frontales excluidos de la órbita ocular. Postcranealmente los elementos de las extremidades son cortos y robustos; radio más largo que el húmero, excepto en *Parasaurolophus*; en el pubis el cuello es corto y grueso, y prepubis en forma de disco; isquion con expansión distal en forma de pie; sacro con una cresta ventral a lo largo; vértebras con espinas neurales largas.

TRIBU CORYTHOSAURINI Brett-Surman, 1989

Hadrosaurios con cresta; cresta hueca con forma de yelmo, formada por los premaxilares y nasales; premaxilares expandidos anteroposteriormente para contribuir a la cresta; vértebras con espinas neurales más altas que en otros hadrosaurios. Géneros incluidos: *Corythosaurus*, *Hypacrosaurus*, *Lambeosaurus*.

TRIBU PARASAUROLOPHINI Brett-Surman, 1989

Hadrosaurios con cresta; cresta hueca con forma tubular, formada por los premaxilares y los nasales; premaxilares expandidos anteroposteriormente o dorsoanteriormente para contribuir a la cresta; elementos apendiculares robustos; extremidades proporcionalmente más cortas que otros hadrosaurios; lámina del pubis con un radio largo/ancho más bajo que en otros hadrosaurios; parte distal del isquion con "talón" y "dedos". Géneros incluidos: *Bactrosaurus*, *Parasaurolophus*, *Tsintaosaurus*.

PALEOBIOGEOGRAFIA DE LA FAMILIA HADROSAURIDAE

PALEOBIOGEOGRAFIA A NIVEL MUNDIAL

La familia Hadrosauridae fue el grupo más abundante y diverso de los vertebrados terrestres herbívoros del Cretácico Tardío (Brett-Surman, 1979; Forster y Sereno, 1994). Sus restos fósiles han sido hallados en América, Asia y Europa (Weishampel y Weishampel, 1983), perteneciendo estos continentes a la llamada Laurasia, aunque también se han encontrado en parte de la Gondwana (Apéndice D), al sur del continente americano (Casamiquela, 1964).

En Europa han sido encontrados sus restos en España, Francia, Holanda, Inglaterra y Rumanía (Weishampel y Weishampel, 1983); en Asia se han hallado en China, C. E. I., Japón, Laos y Mongolia (Maryanska y Osmólska, 1981); para el caso de América, en el norte se han encontrado en Canadá, Estados Unidos y México (Lull y Wright, 1942; Weishampel y Horner, 1990), mientras que para Sudamérica sólo se han reportado para Argentina (Casamiquela, 1964; Brett-Surman, 1979; Bonaparte, 1984), y de Centroamérica sólo existe un reporte dudoso de Honduras (Home, 1994).

Es evidente que el grupo de los hadrosaurios tenía una distribución principalmente en Laurasia, y que los hallazgos de este grupo de dinosaurios en Argentina, se explica por una conexión representada por un sistema de islas entre Norte y Sudamérica a finales del periodo Cretácico (Centeno, com. pers., 1997), la cual permitió la dispersión de los hadrosaurios hacia el sur (Brett-Surman, 1979; Bonaparte, 1984), no quedando, de esta manera, restringida su distribución a los continentes laurásicos (Fig. 9).

Las formas encontradas en Argentina (Brett-Surman, 1979; Weishampel y Weishampel, 1983), parecen indicar que la dispersión entre Norte y Sudamérica ocurrió antes de que se diera la gran radiación de los hadrosaurios en Norteamérica durante el Campaniano-Maastrichtiano, entre el Turoniano y el Santoniano.

La presencia de este grupo, tanto en Laurasia como en Gondwana, ha provocado la idea de un proceso de vicarianza y no de dispersión (Norman y Milner, 1984), lo cual implicaría que los hadrosaurios estuvieran presentes en el registro fósil, por lo menos desde inicios del periodo Cretácico, problema que hasta el momento es desconocido (Kaye y Russell, 1973; Forster y Sereno, 1994), además de la ausencia de restos fósiles del grupo en Australia, India, Antártida y África, lugares donde los depósitos del Cretácico Superior son bien conocidos (Brett-Surman, 1979).

En lo referente a las rutas de dispersión de los hadrosaurios, en el presente trabajo se propone que la familia Hadrosauridae se originó en la región denominada por Cox (1974) como Euroamérica, que comprende Europa y Norteamérica del Este (Fig. 10); como ya se mencionó en el apartado de géneros relacionados, esta nueva idea sobre el origen de la familia se propone a la luz de nuevos hallazgos y consideraciones sobre los hadrosaurios; el hallazgo de un hadrosaurio en estratos del Cenomaniano en el noreste de Texas (Head, 1996), que rompe con la idea anterior sobre su origen en Asia, y las consideraciones sobre el género europeo *Telmatosaurus* como un hadrosaurio basal en la filogenia del grupo (Fig. 7), representando al hadrosaurio con los caracteres más primitivos o ancestrales (Weishampel y Horner, 1990; Weishampel, et al., 1993).



Figura 9 . Localidades de hadrosaurios a nivel mundial.

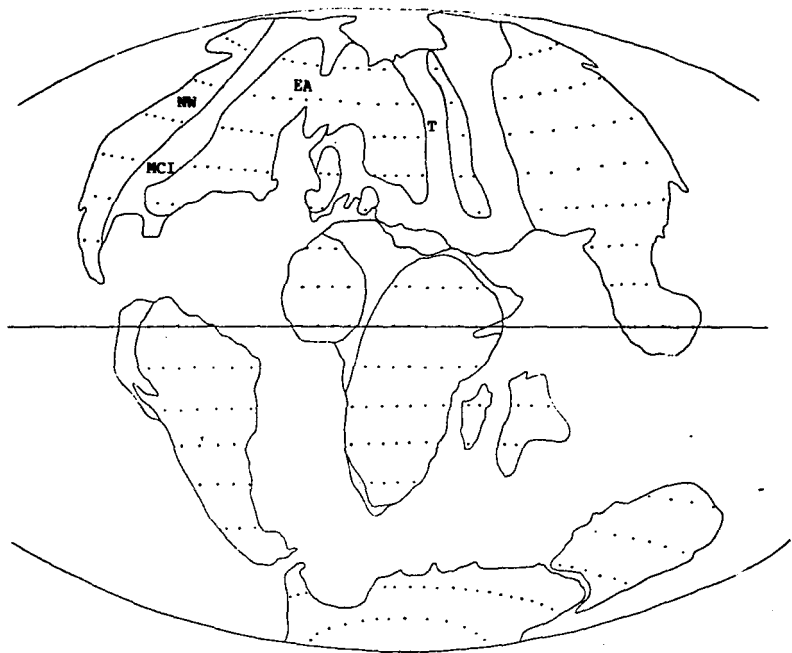


Figura 10. Mapa paleogeográfico del Cretácico Superior. Las tierras emergidas están punteadas. EA, Euroamérica; NW, Norteamérica del oeste; MCI, Mar Continental Interior; T, Mar de Turgai (Tomado de: Dietz y Holden, 1970; Cox, 1974).

Al originarse los hadrosaurios en Euroamérica, entre el Aptiano y el Cenomaniano, pasaron a través del Mar de Turgai al continente asiático, durante el mismo tiempo; ya en Asia, la variedad de ambientes disponibles (Watabe, *et al.*, 1995), permitió una pronta diversificación y formación de las dos subfamilias durante el mismo Cenomaniano, pues para este tiempo ya estaban presentes ambas subfamilias (Dong, 1992), con *Bactrosaurus johnsoni* (Fig. 3) de Lambeosaurinae y *Gilmoresaurus mongoliensis* de Hadrosaurinae (Gilmore, 1933).

Durante el Turoniano hubo paso de hadrosaurios de Asia a Norteamérica del Oeste (Pasch y May, 1995), donde una vez establecidos en Norteamérica del Oeste, tuvieron una gran radiación durante el Campaniano-Maastrichtiano; es probable que existiera un intercambio faunístico entre Asia y Norteamérica del Oeste, donde el único ejemplo indiscutible de dicha situación es el género *Saurolophus*, que ha sido encontrado en ambas regiones (Maryanska y Osmólska, 1981).

Es entonces que se considera que la familia tuvo una evolución y diversificación inicial muy rápida, relacionadas, probablemente con la aparición de las angiospermas, presentando dos grandes radiaciones, una durante el Cenomaniano-Turoniano, y otra en el Campaniano-Maastrichtiano.

Un ambiente uniforme en Europa y el aislamiento geográfico del género *Telmatosaurus*, provocó la retención de caracteres primitivos y la poca diversidad de hadrosaurios en ese continente (Weishampel, *et al.* 1993), pues sólo se conocen dos especies *Telmatosaurus cantabrigiensis* y *T. transylvanicus* (Weishampel y Horner, 1990).

De las dos subfamilias de hadrosaurios, la que se encuentra tanto en Laurasia como en Gondwana es la Hadrosaurinae, mientras que Lambeosaurinae se encuentra confinada a Laurasia.

Los géneros de Hadrosaurinae conocidos de la parte de Gondwana, en Argentina son *Gryposaurus* y *Secernosaurus*.

En Norteamérica, las dos subfamilias están bien representadas; para el caso de Lambeosaurinae, los géneros y las localidades donde se han encontrado son los siguientes:

| GENEROS | LOCALIDADES |
|------------------------|--|
| <i>Lambeosaurus</i> | Alberta, Canadá Baja California, México |
| <i>Corythosaurus</i> | Alberta, Canadá Montana, E. U. |
| <i>Hypacrosaurus</i> | Alberta, Canadá Montana, E. U. |
| <i>Parasaurolophus</i> | Alberta, Canadá Montana, Nuevo México, Utah, E. U |

Para la subfamilia Hadrosaurinae, los géneros y las localidades en América son los siguientes:

| GENEROS | LOCALIDADES |
|--------------------------|---|
| <i>Hadrosaurus</i> | Nueva Jersey, E. U. |
| <i>Anatotitan</i> | Montana, Dakota del Sur, E. U. |
| <i>Edmontosaurus</i> | Alberta, Saskatchewan, Canadá Colorado, Dakota del N y S, Montana, Nueva Jersey, Wyoming, E. U. |
| <i>Claosaurus</i> | Kansas, E. U. |
| <i>Maiasaura</i> | Montana, E. U. |
| <i>Prosaurolophus</i> | Alberta, Canadá Montana, E. U. |
| <i>Saurolophus</i> | Alberta, Canadá California, E. U. |
| <i>Brachylophosaurus</i> | Alberta, Canadá Montana, E. U. |
| <i>Gryposaurus</i> | Alberta, Canadá Montana, Nuevo México, Texas, E. U. |
| <i>Lophorothon</i> | Coahuila, México Río Negro, Argentina |
| <i>Secernasaurus</i> | Alabama, Carolina del N, Mississippi, E. U. Chubut, Argentina |

En Asia, también las dos subfamilias están presentes: de la subfamilia Hadrosaurinae, los géneros y las localidades son:

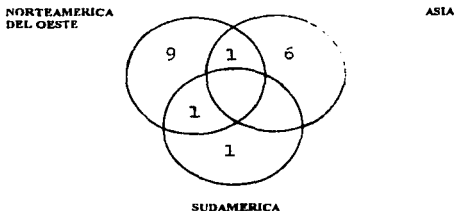
| GENEROS | LOCALIDADES |
|------------------------|-----------------------------|
| <i>Gilmoresaurus</i> | Nei Mongol Zizhiqu, China |
| <i>Shantungosaurus</i> | Shantung, China |
| <i>Nipponosaurus</i> | Sachalinskaya Oblast, Rusia |
| <i>Saurolophus</i> | Bayankhongor, Mongolia |

De la subfamilia Lambeosaurinae, los géneros y las localidades en Asia son:

| GENEROS | LOCALIDADES |
|----------------------|---------------------------|
| <i>Bactrosaurus</i> | Nei Mongol Zizhiqu, China |
| <i>Tsintaosaurus</i> | Shandong, China |
| <i>Barsboldia</i> | Ommogov, Mongolia |

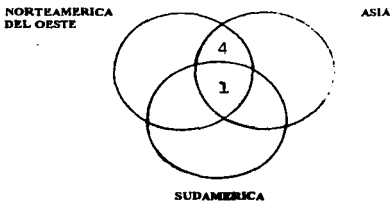
En Europa, los restos fósiles en general son fragmentarios y solamente el género *Teilmatosaurus* es el único descrito para ese continente.

A partir de los listados anteriores, se realizaron diagramas de Venn para ejemplificar las relaciones y diferencias de las zonas implicadas en la distribución de los hadrosaurios; es notorio que de Asia y Norteamérica son la gran mayoría de los géneros conocidos de la familia Hadrosauridae, además un género se presenta en ambos continentes, el cual es *Saurolophus*. Si ejemplificamos mediante un diagrama de Venn los géneros de América y Asia, obtenemos lo siguiente:

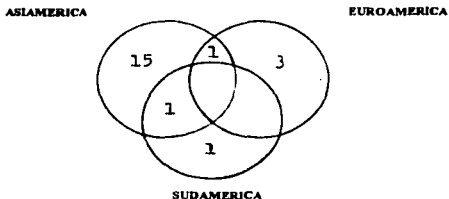


En la figura anterior se observa un género que ha sido encontrado en Norte y Sudamérica, este es *Gryposaurus*; *Saurolophus* es un género con dos especies *S. osborni* y *S. angustirostris*, presentes en Norteamérica del Oeste y Asia, respectivamente; el caso de *Saurolophus*, así como la estrecha relación que existe entre algunos géneros de Asia y Norteamérica del Oeste, como son *Edmontosaurus* con *Shantungosaurus* (Hu, 1973; Brett-Surman, 1989), e *Hypacrosaurus* con *Barsboldia* (Davies, 1983), permite suponer la existencia de una ruta de dispersión entre estos continentes, conocida como Beringia (Davies, 1987); la similitud entre las faunas de estas dos regiones, ha dado a llamar a esta zona geográfica como Asiamérica (Cox, 1974).

Referente a las cinco tribus de la familia Hadrosauridae, consideradas por Brett-Surman (1989), la distribución de las mismas refleja de alguna manera la de los géneros; existe una que es cosmopolita, la cual es la tribu Hadrosaurini, mientras que tres se comparten entre Asia y Norteamérica, que son *Saurolophini*, *Corythosaurini* y *Parasaurolophini*, y una, *Edmontosaurini*, entre Asia, Norteamérica y Europa.

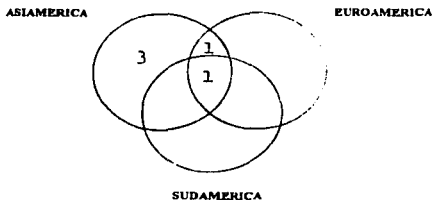


Considerando la región antes mencionada de Asiamérica, y a Europa junto con Norteamérica del Este, denominada Euroamérica (Cox, 1974), y comparando ambos junto con Sudamérica se observa:



El género *Edmontosaurus* es el que está presente tanto en Asiamérica como en Euroamérica; los otros 3 de Euroamérica son *Hadrosaurus* y *Lophorothon* de Norteamérica del Este y *Telmatosaurus* de Europa.

En cuanto a la distribución de las tribus en las regiones anteriormente señaladas se tiene lo siguiente:



La tribu Hadrosaurini es la que se encuentra en las tres regiones consideradas, mientras que Edmontosaurini se presenta en Asiamérica y Euroamérica; esto representa el paso que hubo a través del Mar Interior entre Norteamérica del Oeste y del Este durante el Campaniano. Las otras tres tribus Saurolophini, Corythosaurini y Parasaurolophini son exclusivas de Asiamérica, con lo que la subfamilia Lambeosaurinae tuvo una distribución restringida a la provincia biogeográfica de Asiamérica (Norman y Milner, 1984), y Hadrosaurinae una amplia distribución, encontrándose en las tres regiones comentadas.

Lo anterior es un reflejo de la dispersión ocurrida en el Cretácico Tardío por parte de los hadrosaurios. Las formas primitivas están en la tribu Hadrosaurini, y se observa que están presentes en Asiamérica, Euroamérica y Sudamérica, lo cual apoya la idea de que en la historia temprana de la familia Hadrosauridae ocurrió una gran dispersión del grupo (Weishampel y Weishampel, 1983).

Por otro lado, es importante considerar que la gran radiación del Campaniano-Maastrichtiano, parece que ocurrió solamente en Asiamérica, pues es en esta zona donde se encuentran representadas todas las tribus de hadrosaurios.

Cabe señalar, que como ya se comentó, la subfamilia Lambeosaurinae, sólo se ha encontrado en Asiamérica, debido quizá a la alimentación y al ambiente que frecuentaban (Brett-Surman, 1989), que era hacia adentro del continente, en las tierras altas, mientras que los hadrosaurinos frecuentaban los deltas y las costas, o tierras bajas (Homer, 1979).

PATRONES DE DISTRIBUCION EN NORTEAMERICA

Durante el Cretácico Superior, Norteamérica presentaba un Mar Interior, que la separaba en una porción este y otra mayor oeste; esta última se conectaba con Asia, formando la provincia biogeográfica de Asiamérica (Cox, 1974).

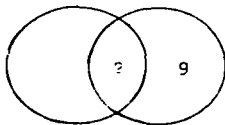
Las tierras emergidas de nuestro país, en aquel tiempo (Fig. 11), formaban parte de Norteamérica del Oeste, que abarcaba desde la actual Alaska, hasta parte de Centroamérica. Dicha zona presentaba una costa este que se encontraba hacia el Mar Interior, la cual es denominada por Davies (1983) como las Grandes Planicies, mientras que la costa oeste, se encontraba hacia el actualmente llamado Océano Pacífico, denominada por Morris (1973) como Costa del Pacífico.

Al parecer no existió un gran intercambio faunístico entre la zona de las Grandes Planicies y la Costa del Pacífico, debido a la presencia de una barrera montañosa que separaba a estas dos zonas; esta barrera es conocida actualmente como Sierra Madre Occidental en México y Sierra Nevada en Estados Unidos.

Elaborando un diagrama de Venn, para ejemplificar la distribución de los géneros de hadrosaurios en Norteamérica del Oeste, dividida en sus dos zonas, la Costa del Pacífico y la de las Grandes Planicies, se observa lo siguiente:

COSTA DEL
PACIFICO

GRANDES
PLANICIES



NORTEAMERICA DEL OESTE



Figura 11. Mapa paleogeográfico de Norteamérica en el Cretácico Superior. Las tierras emergidas están punteadas (Tomado de Dorr, 1993).

Del lado de la Costa del Pacífico, han sido hallados restos fósiles de hadrosaurios en California, Estados Unidos y Baja California, México, los cuales han sido referidos a *Saurolophus* y *Lambeosaurus*, respectivamente (Morris, 1973), mientras que en las Grandes Planicies es donde se ha encontrado gran cantidad de fósiles del grupo, principalmente en Alberta, Canadá y Montana, Estados Unidos. Es justamente al lado este o de las Grandes Planicies al que pertenecen los restos fósiles hallados en los estados de Coahuila y Sonora, al norte de nuestro país.

Al observar un mapa de distribución de los hadrosaurios en Norteamérica (Fig. 12), es notoria una franja en las Grandes Planicies, que va desde Alberta, Canadá hasta Coahuila, México, pasando por varios estados del centro de Estados Unidos y Sonora, México.

A partir de los restos fósiles obtenidos de la franja comentada anteriormente, se han descrito los siguientes géneros: *Anatotitan*, *Brachylophosaurus*, *Claosaurus*, *Corythosaurus*, *Edmontosaurus*, *Hypacrosaurus*, *Gryposaurus*, *Lambeosaurus*, *Maiaasaura*, *Parasaurolophus*, *Prosaurolophus* y *Saurolophus*. Todos estos géneros se han encontrado en Alberta, Canadá y Montana, Estados Unidos; esto parece indicar que en esa zona existió una variedad de ambientes (Davies, 1983), lo cual permitió la existencia de varios géneros, al presentarse diferentes recursos alimenticios, de acuerdo al hábito de cada género, evitándose así la competencia por un mismo recurso.

Más al sur, desde los actuales estados de Colorado y Utah, Estados Unidos, hasta Coahuila, México, al parecer se presentaba un ambiente más uniforme (Davies, 1983), lo que permitió la existencia de solamente algunos géneros, entre ellos está *Gryposaurus*.

Sloan en 1970 (In Lozinsky, et al., 1984), estableció el concepto de dicotomía biogeográfica, para las comunidades de dinosaurios del Cretácico Superior del oeste de Norteamérica, denominando a una de ellas como la comunidad de *Triceratops*, que abarcaba de Alberta, Canadá, hasta Colorado, Estados Unidos, y otra llamada comunidad de *Alamosaurus*, que se distribuía de Colorado, Estados Unidos a Coahuila, México. La idea de la dicotomía biogeográfica, se puede aplicar a la distribución de los hadrosaurios, dado que en la comunidad norteña se encontraba una gran variedad de géneros, mientras que en la sureña había una menor diversidad.


Al elaborar un mapa de distribución de *Gryposaurus* (Fig. 13), se observa un patrón de distribución que inicia en Alberta, Canadá y dirigiéndose hacia el sur atraviesa varias localidades de Estados Unidos; si este patrón lo continuamos hasta nuestro país, coincide con la Formación Cerro del Pueblo en el estado de Coahuila, con lo que se propone la existencia de una franja de distribución, para al menos el género *Gryposaurus*, que abarcaba desde la actual Alberta, Canadá, hasta Coahuila, México, aunque es probable que se extendiera aún más al sur, hasta el actual estado mexicano de Puebla, idea tomada a partir del hallazgo de huellas asignadas a Hadrosauridae (Bravo y Jiménez, 1996).

Según Davies (1983), en varias de las formaciones del Campaniano Tardío donde ha sido hallado el género *Gryposaurus*, éste se encuentra asociado con un lambeosaurino; la idea de Davies, concuerda con lo encontrado en la Formación Cerro del Pueblo en el estado de Coahuila, México; dentro del material colectado en 1988, se encuentra la parte anterior de un cráneo asignado al género *Gryposaurus*; dentro de este mismo material se reconocieron cuatro partes distales del isquion, con forma de pie, pertenecientes a por lo menos dos individuos; dicho material es asignado a la subfamilia Lambeosaurinae.



Figura 12 . Localidades de hadrosaurios en Norteamérica.



Figura 13. Localidades del género Gryposaurus (•) y su distribución propuesta 

Cabe señalar que el rango estratigráfico del género *Gryposaurus*, está restringido al Campaniano Tardío (Davies, 1983; Bonaparte, 1984), lo cual concuerda con la edad que ha sido establecida para la Formación Cerro del Pueblo del estado de Coahuila, México, que es del Campaniano Tardío-Maastrichtiano Temprano (Hernández, *et al.*, 1995).

Las faunas de dinosaurios de los estados de Coahuila y Sonora fueron, en parte, contemporáneas, idea que surge a partir de los datos sobre la edad de las localidades de dichos estados, que van del Santoniano Tardío al Maastrichtiano Temprano en Sonora (Lucas y González-León, 1996) y del Campaniano Tardío al Maastrichtiano Temprano en Coahuila (Hernández, *et al.*, 1995), aunque si bien se encontraban en condiciones ecológicas diferentes, pues mientras en el estado de Coahuila los hadrosaurios habitaron en un ambiente deltaico o de tierras bajas (Hernández, 1996), los de Sonora vivieron en tierras altas, aproximadamente a 800 km al oeste de la costa marina (Lucas y González-León, 1996), en un ambiente lacustre, que abarcaba el sureste de Arizona, el suroeste de Nuevo México, en Estados Unidos, y el noreste de Sonora, México (Lucas, *et al.*, 1990).

El hallazgo de un hadrosaurino en Sonora, en sedimentos continentales (no marinos), es uno de los pocos de su tipo, ya que se encuentran preferentemente en sedimentos marinos (Horer, 1979).

PALEONTOLOGIA SISTEMATICA

Orden ORNITHISCHIA Seeley, 1887
Suborden ORNITHOPODA Marsh, 1881
Familia HADROSAURIDAE Cope, 1869
Subfamilia HADROSAURINAE Lambe, 1918
Tribu HADROSAURINI Brett-Surman, 1989
Género GRYPOSAURUS Lambe, 1914
especie indeterminada

Material.- Museo de Geología, Instituto de Geología, UNAM; SPA-88-9; parte anterior del cráneo. Colectado en junio de 1988.

Localidad.- 6 km al SW del Ejido Presa de San Antonio, Coahuila, México.

Formación.- Cerro del Pueblo; Campaniano Tardío- Maastrichtiano Temprano.

Descripción.- El fragmento de cráneo consiste en la parte anterior solamente; se reconocen los siguientes elementos del cráneo: premaxilar, maxilar, predentario y dentario.

PREDENTARIO. El predentario en su borde superior derecho, presenta las denticulaciones características de los ornitópodos; le falta un fragmento de la parte anterior izquierda, principalmente; presenta un proceso dorsoposterior, cubriendo una parte laterodorsal del dentario. El ancho al frente es de 220 mm.

DENTARIO. El fragmento del dentario presenta una curvatura ventral, mientras que dorsalmente se encuentran los inicios de la batería dental; el largo del diastema es de 125 mm; el ancho lateral es de 138 mm, en el inicio de los dientes.

MAXILAR. El maxilar está representado por un pequeño fragmento, justo arriba de la posición donde inicia la batería dental del dentario; se reconoce por su posición, situado posteriormente y por la cara ventral del premaxilar, además de la presencia de una pequeña cantidad de dientes (alrededor de 7).

PREMAXILAR. El premaxilar se encuentra en posición normal, frente a la cabeza, sin modificaciones; los pasajes nasales son directos; se observa una fuerte erosión en su parte anterior; el proceso lateral tiene forma sigmoidea y es delgado en vista lateral, con un ancho de 20 mm; este proceso lateral no es muy prolongado, mide 83 mm, de la fosa nasal al límite externo; en su parte anterior, justo arriba del borde del predentario, el premaxilar tiene una expansión dorsal moderada, en su rama superior, atenuándose hacia la parte posterior del mismo; la rama superior está ligeramente curvada; el ancho en vista dorsal del premaxilar mide 191 mm; el ancho máximo de la fosa nasal, que está delimitada por el premaxilar mide 120 mm.

DISCUSION.

El fragmento anterior del cráneo es reconocido como hadrosaurio, por carecer de dientes en el premaxilar y el predentario, así como un largo diastema en el dentario; un fragmento de batería dental en el dentario; premaxilar y predentario con expansión lateral anterior, dando la apariencia de pico de pato; borde superior del predentario denticulado. Es un hadrosaurino por presentar el premaxilar frente a la cabeza, sin modificar y sin tubos nasales; con narinas externas relativamente grandes.

Comparando el fragmento de cráneo asignado al género *Gryposaurus* con lo reportado en Weishampel y Horner (1990), se observa que la narina externa es más anterior que otros géneros de la subfamilia Hadrosaurinae, así como un mayor tamaño de la misma; el premaxilar y el predentario son relativamente amplios lateralmente; premaxilares con expansión dorsal anterior muy marcada; la expansión lateral del premaxilar es delgada en vista lateral; el borde dorsal del premaxilar está ligeramente curvado.

Por las características consideradas anteriormente, el fragmento de cráneo ya comentado, se identifica como perteneciente a un individuo del género *Gryposaurus*.

Este material es identificado solamente a nivel de género, y se considera como especie indeterminada, debido a que en las especies *Gryposaurus navajovius* y *G. incurvimanus*, el cráneo es incompleto anteriormente, y solamente *G. notabilis* tiene el cráneo completo.

A partir del fragmento anterior del cráneo, se calculó el largo aproximado del mismo, obteniéndose 1140 mm; con lo anterior se puede inferir el tamaño aproximado del dinosaurio al que perteneció este cráneo, y es de alrededor de 10 m de largo, lo cual es una muestra de la gran talla que podían alcanzar algunos hadrosaurios, como los hallados en el estado de Baja California, México (Morris, 1972).

Género *Gryposaurus*.

Dentro de los hadrosaurios del Campaniano de Norteamérica, se encuentra el género *Gryposaurus* (Fig. 8A); este hadrosaurino se caracteriza por presentar arqueados los nasales, formando un abultamiento frente a la órbita ocular, además de que la fosa infratemporal es más grande que la órbita.

A la fecha, son reconocidas cuatro especies de *Gryposaurus* y una cantidad considerable de material, que en su mayoría es identificado a nivel de género, tanto de adultos como de juveniles.

Brown (1910), describió una especie a partir de un ejemplar colectado en Nuevo México, Estados Unidos, en el cual la parte anterodorsal del cráneo estaba sumamente fragmentada y el resto estaba bien preservado, a la cual llamó *Kritosaurus navajovius*, y fue ubicada por el mismo Brown (1914), en la subfamilia Trachodontidae, considerada actualmente como sinonimia de la subfamilia Hadrosaurinae.

Lambe en 1914 (in Lull y Wright, 1942) propuso el nombre genérico de *Gryposaurus*, a partir de material colectado en Alberta, Canadá (Weishampel y Horner, 1990), muy similar al *Kritosaurus* de Brown, y a diferencia de éste, el cráneo de *Gryposaurus* estaba completo, por lo que se ha considerado a *Kritosaurus* como una sinonimia de *Gryposaurus*.

Parks en 1920 (in Lull y Wright, 1942), describió una tercera especie del género, *Gryposaurus incurvimanus*, a partir de un esqueleto completo, excepto por la parte anterior del cráneo. Este material fue colectado también en Alberta, Canadá (Weishampel y Horner, 1990).

En Argentina han sido encontrados restos fósiles de hadrosaurios, dentro de los cuales se han reconocido dos géneros, *Secernosaurus* y *Gryposaurus* (Weishampel y Weishampel, 1983); la cuarta especie, *Gryposaurus australis*, fue propuesta por Bonaparte (1984). Se trata de material craneal incompleto y postcraneal asociado, de aproximadamente cinco individuos, colectados en Río Negro, Argentina (Weishampel y Horner, 1990).

Otros restos fósiles colectados en Norteamérica que han sido asignados al género, tanto de adultos como los hallados en Texas, Estados Unidos (Davies, 1983), como de juveniles, encontrados en Alberta, Canadá (Waldman, 1969) y Nuevo México, Estados Unidos (Hall, 1993).

En el presente trabajo se informa sobre el hallazgo de la parte anterior de un cráneo, asignado al género *Gryposaurus*, colectado en 1988, en el Ejido Presa de San Antonio, estado de Coahuila, México (Espinosa, *et al.*, 1989), en sedimentos pertenecientes a la Formación Cerro del Pueblo, con una edad del Campaniano Tardío-Maastrichtiano Temprano (Hernández, *et al.*, 1995).

Tribu EDMONTOSAURINI Brett-Surman, 1989

Material.- Estación Regional del Noroeste (ERNO), Instituto de Geología, UNAM; IRGNM-302; húmero izquierdo. Colectado por Spencer Lucas y Carlos González-León, 1990.

Localidad.- 3 km al SE del Rancho El Nogalar, al noreste del estado de Sonora, México.

Formación.- Arenisca Camas; Campaniano Tardío.

Descripción.- Se trata de un húmero izquierdo, el cual en vista externa presenta una preservación buena, pero en vista interna se observa una fuerte erosión en la parte de la cresta deltopectoral; carece de una parte proximal de la cresta deltopectoral y del ápice de la parte distal.

A pesar de la erosión, el hueso se reconoce como húmero, y de hadrosaurio por la longitud y la presencia de cresta deltopectoral, la cual es muy visible en vista externa.

El húmero es de un hadrosaurino porque es un elemento apendicular grácil y delgado, a diferencia del húmero robusto de los lambeosaurinos, con una cresta deltopectoral más ancha en comparación con los hadrosaurinos. El radio largo/ancho de la cresta deltopectoral es de 2.72, lo cual también indica su relación con Hadrosaurinae.

A continuación se presentan los datos obtenidos sobre las medidas realizadas al húmero izquierdo IRGNM-302:

Largo: 710 mm

Ancho menor: 85 mm

Ancho de la cresta deltopectoral: 136 mm

Largo de la cresta deltopectoral: 370 mm



DISCUSION.

Comparando los datos obtenidos con los de Brett-Surman (1989), la medida del largo del húmero y de la cresta deltopectoral, es similar al de *Anatotitan copei* (670 y 350 mm, respectivamente), mientras que el radio largo/ancho de la cresta deltopectoral es aproximado al de *Shantungosaurus giganteus* (2.69) y *Edmontosaurus edmontoni* (2.74), con lo que se infiere que posiblemente el húmero en cuestión, perteneció a un representante de la tribu Edmontosaurini, además del largo, ya que los elementos apendiculares de los representantes de esta tribu son más largos en comparación con los otros hadrosaurinos.

Actualmente, el húmero más largo registrado a nivel mundial, pertenece a *Shantungosaurus giganteus*, el cual mide 1000 mm, y fue colectado en la provincia de Shandong, China; dentro del material colectado existen seis húmeros, dos izquierdos, los cuales miden 945 mm (No.1) y 996 mm (No.2), y cuatro derechos, que miden 940 mm (No.3), 960 mm (No.4), 987 mm (No.5) y 1000 mm (No.6); los que pertenecen al holotipo son los números 2 y 5 (Hu, 1973).

Comparando el largo del húmero IRGNM-302 con los datos de Morris (1972), Hu (1973) y Brett-Surman (1989), se observa lo siguiente:

| HADROSAURIO | LARGO DEL HUMERO | LOCALIDAD |
|--|------------------|-------------------------|
| <i>Shantungosaurus giganteus</i> (No. 6) | 1000 mm | Shantung, China |
| <i>S. giganteus</i> (No. 2) | 996 mm | Shantung, China |
| <i>Lambeosaurus laticaudus</i> | 950 mm | Baja California, México |
| <i>L. laticaudus</i> | 710 mm | Baja California, México |
| Hadrosaurinae indet. IRGNM-302 | 710 mm | Sonora, México |
| <i>L. laticaudus</i> | 690 mm | Baja California, México |
| <i>Anatotitan copet</i> | 670 mm | Montana, Estados Unidos |

En la tabla anterior se muestran las medidas de los húmeros más largos de hadrosaurios, los demás miden de largo menos de 612 mm. Es evidente pues, que el hadrosaurino de Sonora se encuentra dentro de las formas más grandes de hadrosaurios y por sus medidas se le relaciona con Edmontosaurini.

Subfamilia LAMBEOSAURINAE Parks, 1923

Género y especie indeterminados

Material.- Museo de Geología, Instituto de Geología, UNAM; SPA-88-9; cuatro partes distales de isquion. Colectado en junio de 1988.

Localidad.- 6 km al SW del Ejido Presa de San Antonio, Coahuila, México.

Formación.- Cerro del Pueblo, Campaniano Tardío-Maastrichtiano Temprano.

Descripción.- Solamente se colectaron partes distales del isquion, ninguno completo, por lo cual únicamente se describen dichas partes distales; me referiré a ellas como pies, enumerándolas del 1 al 4, de esta forma tenemos pie 1, pie 2 hasta el pie 4.

PIE 1. Corresponde a un isquion derecho bien preservado, y con un pequeño fragmento del asta del isquion; de la base del pie a la parte superior del fragmento de asta se tiene 190 mm; el ancho del asta, cerca del pie es de 91 mm; el largo del pie es de 197 mm; en éste son muy evidentes los característicos "talón" y "dedos" del pie; el ancho en la porción de los dedos es de 83 mm.

PIE 2. Pertenecer a un isquion izquierdo, relativamente preservado; carece del "talón" y una parte de los "dedos", aunque el fragmento del asta del isquion es mayor que el del pie 1; de la base del pie a la parte superior del fragmento del asta se tiene 267 mm; el ancho del asta es de 96 mm, cerca del pie; el largo aproximado del pie es de 192 mm; el ancho en la porción de los dedos es de 82 mm.

PIE 3. Corresponde a un isquion derecho, mal preservado, carece del talón y una cuarta parte de la porción de los dedos; con un pequeño fragmento del asta del isquion; de la base del pie a la parte superior del fragmento del asta se tiene 144 mm; el ancho aproximado del asta, cerca del pie es de 80 mm; el largo aproximado del pie es de 207 mm; el ancho aproximado en la porción de los dedos es de 83 mm.

PIE 4. Pertenecer a un isquion izquierdo, relativamente preservado; carece de gran parte del talón; presenta una buena parte del asta del isquion; de la base del pie a la parte superior del asta se tiene 465 mm; el ancho del asta, cerca del pie es de 100 mm y en la parte proximal de 68 mm; el largo del pie es de 202 mm; el ancho en la porción de los dedos es de 61 mm.

DISCUSION.

Los fragmentos distales del isquion son reconocidos como de hadrosaurio por su morfología, además de haberse encontrado asociados a vértebras dorsales incompletas asignadas a Hadrosauridae.

La forma de la parte distal del isquion es una característica utilizada para diferenciar a las dos subfamilias de hadrosaurios (Sternberg, 1954); en la subfamilia Hadrosaurinae se presenta un pequeño abultamiento, mientras que en Lambeosaurinae tiene forma de pie (Davies, 1983).

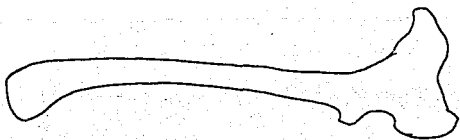
Brett-Surman (1989) establece la existencia de cuatro tipos de isquion (Fig. 14); el primero está representado por *Gilmoresaurus*, y presenta una morfología intermedia entre los iguanodontidos y los hadrosaurios, con una ligera curvatura en el asta y expansión distal asimétrica.

El segundo tipo de isquion lo presentan los hadrosaurinos, en los cuales el asta es delgada y la parte distal es redondeada, con un pequeño abultamiento rara vez presente.

Los géneros *Lambeosaurus* y *Corythosaurus* presentan el tercer tipo de isquion; en ellos el asta es gruesa y el diámetro de la misma se incrementa en dirección distal, donde termina en una expansión que recuerda un pie en vista lateral; no se presenta en este pie un "talón".

El cuarto tipo de isquion lo presentan *Parasaurolophus* e *Hypacrosaurus*, caracterizándose por su robustez; el asta es ancha y a partir de la parte media se va incrementando en dirección distal, terminando en una gran expansión en forma de pie; pie del isquion con característicos "dedos" y "talón", y respecto a las otras formas de hadrosaurios con cresta, es más prominente y masivo.

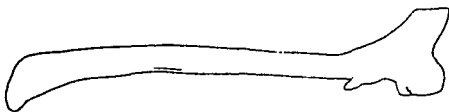
Comparando lo anteriormente comentado, las cuatro partes distales de isquion colectadas en Coahuila, México, son reconocidas como del cuarto tipo de isquion, y dado que no se encontró mayor cantidad de material diagnóstico, solamente se reconoció el nivel de subfamilia.



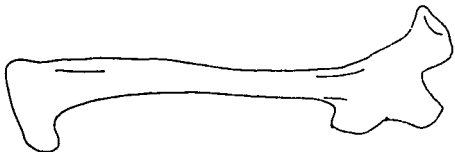
A



B



C



D

Figura 14. Tipos de isquion. Gilmoreosaurus mongoliensis (A), Anatotitan copei (B), Corythosaurus casuarius (C) y Parasaurolophus cyrtocristatus (D). (Tomado de Brett-Surman, 1989).

Aunque si comparamos los datos de distribución observados hasta la fecha, sobre los dos géneros que presentan el cuarto tipo de isquion, se observa que el género *Parasaurolophus* (Fig. 8B) presentaba una amplia distribución en Norteamérica (Ostrom, 1961b; Weishampel y Jensen, 1979; Davies, 1983; Sullivan y Williamson, 1996), mientras que la de *Hypacrosaurus* era restringida, conocido solamente de Alberta, Canadá (Weishampel y Horner, 1990) y Montana, Estados Unidos (Horner y Currie, 1994).

Por lo ya comentado, las cuatro partes distales del isquion se consideran como pertenecientes a por lo menos dos individuos de la subfamilia Lambeosaurinae; probablemente el pie 1 y el pie 2 pertenecieron a un mismo individuo, mientras que el pie 3 y el pie 4 a otro.

A partir de las medidas del largo del pie, se puede inferir que se trataba de al menos dos individuos juveniles, ya que el tamaño del pie está relacionado con características del desarrollo de los hadrosaurios, dado que existe un aumento en la robustez del pie del isquion de inmaduro a adulto (Davies, 1983).

Lo anterior se observa al comparar los isquion de dos especies de *Hypacrosaurus* (Fig. 15); en el adulto el isquion es masivo y con forma de pie muy marcada (Brown, 1913b), mientras que en el juvenil, el isquion es poco masivo y no tiene aún la forma de pie característica (Horner y Currie, 1994).

HADROSAURIDAE INDETERMINADOS

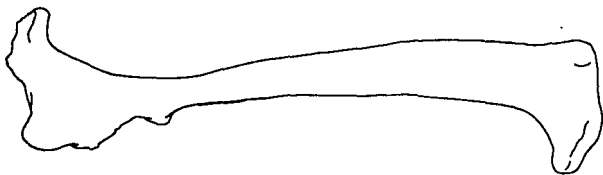
Material.- Estación Regional del Noroeste (ERNO), Instituto de Geología, U.N.A.M.; fragmentos apendiculares IRGNM-91-127 y fémur completo IRGNM-360. Colectados por Spencer Lucas y Carlos González-León, 1990-1996.

Localidad.- 2 km. al SE del Rancho El Nogalar, al noreste del estado de Sonora, México.

Formación.- Corral de Enmedio, Santoniano Tardío.

Descripción.- Fragmentos distales y proximales de elementos apendiculares posteriores; solamente un fémur completo. Debido a las medidas obtenidas se infiere que los fragmentos pertenecieron a un individuo pequeño, mientras que el fémur a un juvenil.

Dicho fémur es izquierdo y está bien conservado en general, carece del ápice posterior del cóndilo lateral y del ápice del trocánter menor; se reconoce como perteneciente a un hadrosaurio por presentar el cuarto trocánter a la mitad del tronco, el cual a su vez es recto; presenta dos surcos intercondilares muy marcados, en especial el anterior; como presenta un largo de 827 mm, se infiere que pertenecía a un individuo juvenil, ya que comparando éste dato con lo reportado por Brett-Surman (1989), todos los hadrosaurios de Norteamérica, tenían un largo mayor de 1000 mm; este fémur representa el registro más antiguo de hadrosaurios que se ha encontrado en México, a la fecha.



A



B

Figura 15 . Isquion en vista lateral de dos especies de Hypacrosaurus.
H. altispinus (A) y H. stebingeri (B). (Tomado de: A. Brown, 1913b;
B. Horner y Currie, 1994).

A continuación se presentan las medidas obtenidas a partir del fémur izquierdo IRGNM-360:

Largo: 827 mm

Largo proximal: 232 mm

Ancho proximal: 135 mm

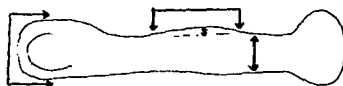
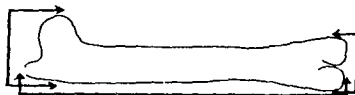
Largo del 4° trocánter: 230 mm

Altura del 4° trocánter: 50 mm

Ancho del tronco: 88 mm

Largo distal: 172 mm

Ancho distal: 209 mm



Los fragmentos de los elementos apendiculares posteriores del hadrosaurio pequeño consisten en la parte proximal de una tibia derecha y las partes distales de dos fémures; este material se encontró asociado y se considera que perteneció a un mismo individuo, además de la relación que existe entre el tamaño de los fragmentos.

El fragmento de tibia carece de la cresta cnemial, pero se reconoce por la presencia de los cóndilos; dada su fragmentación no se le realizaron medidas.

Las partes distales de los dos fémures están bien preservadas y son evidentes en ellas los surcos intercondilares; se midieron en largo y ancho ambas partes, obteniéndose lo siguiente:

| FEMUR | LARGO | ANCHO |
|-------|--------|-------|
| 1 | 105 mm | 70 mm |
| 2 | 105 mm | 77 mm |

DISCUSION Y CONCLUSION

Los hadrosaurios, llamados comúnmente dinosaurios con pico de pato, vivieron durante el Cretácico Tardío, teniendo su máximo apogeo en el Campaniano y el Maastrichtiano, dominando las comunidades de herbívoros de aquel tiempo, junto con los ceratópodos.

Los dinosaurios con pico de pato conforman la familia Hadrosauridae, grupo de origen laurásico que apareció entre el Aptiano y el Cenomaniano, a partir de la familia Iguanodontidae; dentro de ésta familia se han reconocido, desde el siglo pasado a la actualidad, cuatro géneros como sus posibles ancestros: *Iguanodon*, *Camptosaurus*, *Ourosaurus* y *Probactrosaurus*; de ellos este último es el que más se relaciona con los hadrosaurios.

La característica más importante por la que se relaciona a *Probactrosaurus* con los hadrosaurios, es el aparato dental, muy similar a la batería dental, la cual es un carácter exclusivo de la familia Hadrosauridae.

Otra característica de los hadrosaurios, que es la ausencia del dígito I en la mano, no se ha podido comprobar en *Probactrosaurus*, ya sea porque no se preservó y sí se presentaba, o bien, no lo tenía como los hadrosaurios.

Basándose en los datos morfológicos y biogeográficos obtenidos hasta la fecha, se puede considerar que el origen de los hadrosaurios ocurrió en Euroamérica, a partir de la familia Iguanodontidae, donde *Probactrosaurus* ocupa un sitio en la línea evolutiva hacia los hadrosaurios; dicha evolución, probablemente se vio influenciada por los cambios que se dieron en las comunidades de plantas de aquel tiempo, empezando a dominar las angiospermas, con lo que hubo un reemplazamiento ecológico de los iguanodóntidos por los hadrosaurios.

La familia Hadrosauridae es un grupo natural, sustentado en una gran cantidad de evidencias morfológicas, que los unifica y a la vez los diferencia de otros grupos de dinosaurios, y que en una fase temprana de su evolución se dividió en dos subgrupos reconocidos como subfamilias, las cuales son Hadrosaurinae y Lambeosaurinae, dentro de las cuales se han reconocido líneas evolutivas, denominadas tribus, las cuales son Hadrosaurini, Edmontosaurini y Saurulophini, ubicadas en Hadrosaurinae, mientras que en Lambeosaurinae están Corythosaurini y Parasaurulophini: actualmente son reconocidos los nombres de las categorías taxonómicas supragenéricas de hadrosaurios comentadas anteriormente, sin embargo, la nomenclatura taxonómica de los hadrosaurios ha variado con el tiempo: en el siglo pasado, el nombre inicial que recibió la familia fue Trachodontidae, y además existió otra familia donde se incluía al actual *Edmontosaurus*, llamada Claosauridae; fue también en el siglo pasado, cuando Cope, propuso el nombre válido para la familia, que es Hadrosauridae; también las subfamilias tuvieron cambios, tanto de nombre como de número: a principios de siglo se propusieron dos subfamilias Trachodontinae y Saurulophinae; más tarde, a la primera se le cambió de nombre a Hadrosaurinae, y se agregó

una tercera *Stephanosaurinae*; a esta última se le nombró posteriormente *Lambeosaurinae*; en la década de los 40's se proponen cuatro subfamilias, *Hadrosaurinae*, *Saurolophinae*, *Cheneosaurinae* y *Lambeosaurinae*; en la década siguiente, se propone la existencia de solamente dos subfamilias, *Hadrosaurinae* y *Lambeosaurinae*, idea que ha permanecido, con algunas variaciones hasta la fecha, y que dadas las diferencias entre ellas, ha propiciado que incluso se les eleve de categoría a nivel de familia.

La idea de que los hadrosaurios es un grupo difilético, nos lleva al problema del concepto de familia, idea que es meramente taxonómica y no concuerda con lo observado con base en las características que comparten los hadrosaurinos y los lambeosaurinos, y los unifica.

Con relación a las diagnósis de los taxa supragenéricos de la familia, fueron modificadas, considerando trabajos previos, de tal forma que se quitaron características que ya no tienen validez y se agregaron otras no consideradas anteriormente.

La familia *Hadrosauridae* tenía una distribución principalmente en Laurasia, aunque en la parte de la Gondwana, se han hallado en Sudamérica (Argentina). Sus restos fósiles se han encontrado en América, Asia y Europa, explicándose esta distribución por la capacidad que tenían estos dinosaurios para dispersarse, iniciando la dispersión en Euroamérica, dirigiéndose a Asia y Norteamérica, pasando posteriormente de Norte a Sudamérica.

Los representantes de las tribus *Edmontosaurini*, *Saurolophini*, *Corythosaurini* y *Parasaurolophini*, se han encontrado en Asia y Norteamérica, mientras que en Europa solamente se han encontrado de *Edmontosaurini*; la tribu *Hadrosaurini* se distribuye en Asia, Norte y Sudamérica; lo anterior muestra que la familia *Hadrosauridae* tenía una distribución principalmente en los continentes laurásicos, presentando la subfamilia *Hadrosaurinae* una amplia distribución, mientras que *Lambeosaurinae*, se limitaba a Asia y Norteamérica.

En Norteamérica, específicamente del lado oeste, ocurrió una gran radiación de la familia *Hadrosauridae*, originándose varios géneros, hallados principalmente, en Alberta, Canadá y Montana, Estados Unidos, aunque algunos de ellos se han encontrado más al sur, como es el caso del género *Gryposaurus*. Dicho género se distribuía en una franja que abarcaba desde la actual Alberta, Canadá, hasta Coahuila, México, pasando por varios estados del centro de los Estados Unidos.

Entre el material colectado en 1988, en el estado de Coahuila, México, se lograron identificar cuatro partes distales de isquion, asignados a la subfamilia *Lambeosaurinae* y una parte anterior de cráneo, identificada como *Gryposaurus*.

Del material colectado en el estado de Sonora, México, específicamente el caso del húmero, es importante señalar que se trataba de una forma grande de hadrosaurino, solamente comparable con *Lambeosaurus laticaudus*, de Baja California, México y *Shantungosaurus giganteus*, de China, las dos especies de hadrosaurios más grandes que se han descrito hasta la fecha, y posiblemente relacionado con la tribu *Edmontosaurini*, donde se ubica en el presente trabajo, debido a las dimensiones de dicho hueso y las comparaciones con los representantes de tal tribu; por otra parte, la presencia de hadrosaurios en sedimentos del Santoniano, de Sonora, representa el registro más antiguo para hadrosaurios en México.

La propuesta de que el fragmento de cráneo colectado en el estado de Coahuila, pertenece al género *Gryposaurus*, se ve apoyada con bases morfológicas, estratigráficas y biogeográficas; sin embargo, cabe señalar que es importante continuar la colecta de material fósil de hadrosaurios, para que dicho material apoye la idea propuesta y se conozca más sobre la distribución de la familia Hadrosauridae, donde nuestro país puede jugar un papel muy importante para esclarecer el paso de los hadrosaurios de Norte a Sudamérica.

Las aportaciones del presente trabajo al estudio de la familia Hadrosauridae en México y a nivel mundial son:

1. Contribución en diferentes aspectos de la familia, en cuanto a origen, taxonomía, paleobiogeografía y material colectado en México, ya que se presentan nuevas ideas y propuestas en torno a dichos temas.
2. Se da a conocer el desarrollo de las ideas en torno al posible ancestro de la familia, a partir de los géneros propuestos de iguanodóntidos, incluyendo las características compartidas.
3. Con base en evidencias morfológicas y paleobiogeográficas, se establece el origen de la familia en Euroamérica.
4. Se da a conocer un seguimiento histórico del desarrollo en la nomenclatura de la familia, para los niveles taxonómicos de familia y subfamilia, así como las características consideradas por diferentes autores para las subfamilias.
5. Se presentan diagnósis actualizadas para diferentes niveles taxonómicos de los hadrosaurios (familia, subfamilia y tribu).
6. Se contribuye al conocimiento de la paleobiogeografía de la familia, reconociéndose una ampliación en la franja de distribución del género *Gryposaurus* y de la subfamilia Lambeosaurinae, que va desde Alberta, Canadá hasta Coahuila, México, pasando por varios estados del centro de Estados Unidos.
7. Se da a conocer, parte del material fósil proveniente del estado de Coahuila, reconociéndose el género *Gryposaurus* y dos representantes de la subfamilia Lambeosaurinae, así como material del estado de Sonora, asignando un húmero a la tribu Edmontosaurini y un fémur que representa el registro más antiguo para hadrosaurios en México.

APENDICE A

Tabla de tiempo geológico del Cretácico Superior.

| PERIODO | EPOCA | EDAD | M.A. |
|--|-----------------|-----------------------|------|
| C R E T A C I C O | TARDIO | Maastrichtiano | 66.4 |
| | | Campaniano | 74.5 |
| | | Santoniano | 84.0 |
| | | Coniaciano | 87.5 |
| | | Turoniano | 88.5 |
| | | Cenomaniano | 91.0 |
| | | Albiano | 97.5 |
| | TEMPRANO | Aptiano | 113 |
| | | Barremiano | 119 |
| | | Hauteriviano | 124 |
| | | Valanginiano | 131 |
| | | Berriasiano | 138 |
| | | Berriasiano | 144 |

APENDICE B

Taxa supragenéricos considerados por diferentes autores para los hadrosaurios, desde el siglo pasado a la actualidad.

| AUTOR | AÑO | NIVEL DE TAXON PROPUESTO |
|---------------|------|--|
| Cope | 1869 | Familia Hadrosauridae |
| Marsh | 1875 | Familia Trachodontidae Claosauridae |
| Brown | 1914 | Subfamilia Trachodontinae Saurolophinae |
| Lambe | 1920 | Subfamilia Hadrosaurinae Saurolophinae Stephanosaurinae |
| Parks | 1923 | Subfamilia Hadrosaurinae Saurolophinae Lambeosaurinae |
| Lull y Wright | 1942 | Subfamilia Hadrosaurinae Saurolophinae Cheneosaurinae Lambeosaurinae |
| Sternberg | 1954 | Subfamilia Hadrosaurinae Lambeosaurinae |
| Ostrom | 1961 | Subfamilia Hadrosaurinae Saurolophinae Lambeosaurinae |
| Brett-Surman | 1979 | Subfamilia Hadrosaurinae Lambeosaurinae |
| Brett-Surman | 1989 | Tribu Hadrosaurini Edmontosaurini Saurolophini Corythosaurini Parasaurolophini |
| Horner | 1990 | Familia Hadrosauridae Lambeosauridae |
| Dong | 1992 | Subfamilia Prohadrosaurinae Hadrosaurinae Lambeosaurinae |

APENDICE C

Cuadro comparativo de las dos subfamilias de hadrosaurios.

| CARACTERISTICAS | HADROSAURINAE | LAMBEOSAURINAE |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|
| Cráneo anteroposteriormente | Largo | Corto |
| Premaxilar | Frente a la cabeza | Frente y arriba de la cabeza |
| Nasal | Frente a la cabeza En ocasiones, ligeramente modificado | Arriba de la cabeza Muy modificado |
| Diastema | Largo | Corto |
| Región preorbital | Larga | Corta |
| Pasajes nasales | Directos | Curvados |
| Crestas | Ausentes, o cuando se presentan son sólidas | Presentes y huecas |
| Elementos de la cresta | Cuando presentes, solamente por los nasales | Premaxilares y nasales |
| Frontales | Incluidos en la órbita ocular | Excluidos de la órbita ocular |
| Elementos apendiculares | Gráciles | Robustos |
| Largo húmero/radio | Húmero mayor que el radio | Húmero menor que el radio |
| Cresta deltopectoral | Corta y grácil | Larga y robusta |
| Cuello del pubis | Largo y estrecho | Corto y ancho |
| Forma del prepubis | Remo | Disco |
| Región distal del isquion | Pequeño abultamiento | Grande, con forma de pie |
| Parte ventral del sacro | Con surco | Con una cresta |
| Espinas neurales | Cortas | Largas |

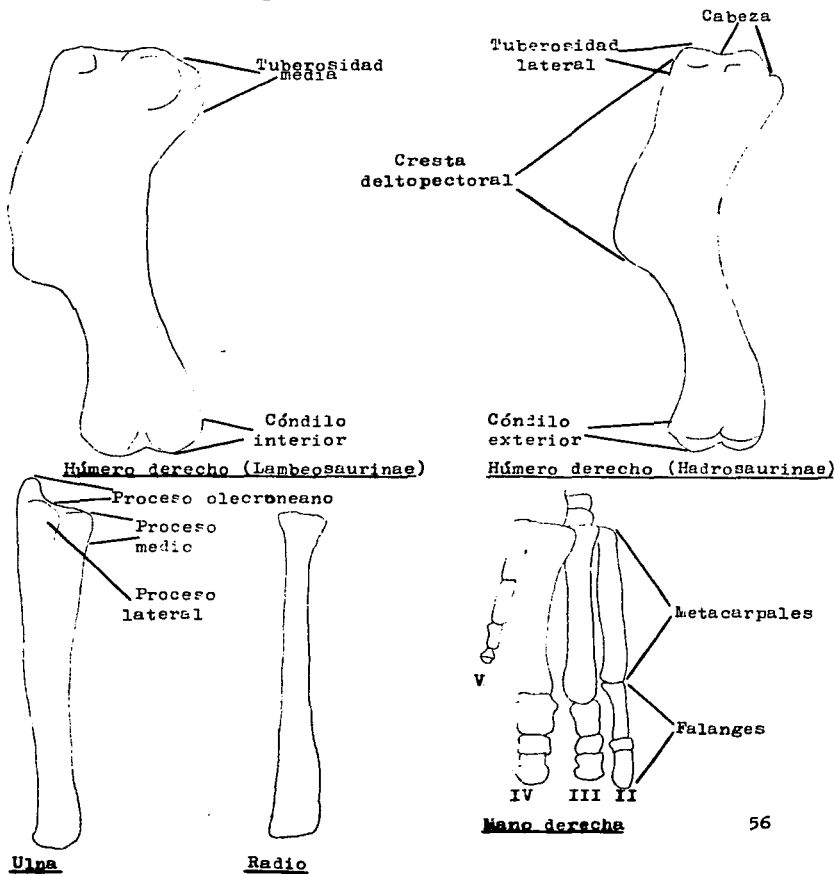
APENDICE D

Géneros de hadrosaurios por edad y localidad (Tomado de Brett-Surman, 1979; Maryanska y Osmólska, 1981; Davies, 1983; Weishampel y Weishampel, 1983; Weishampel y Horner, 1990; Hoad, 1996).

| EDAD | SUDAMERICA | NORTEAMERICA DEL OESTE | NORTEAMERICA DEL ESTE | EUROPA | ASIA |
|----------------|--|---|--|----------------------|--|
| Maastrichtiano | | <i>Anatotitan</i> <i>Edmontosaurus</i> <i>Saurolophus</i> <i>Hypacrosaurus</i> | <i>Edmontosaurus</i> | <i>Telmatosaurus</i> | <i>Saurolophus</i> <i>Shanwangosaurus</i> |
| Campaniano | <i>Gryposaurus</i> <i>Secernosaurus</i> | <i>Brachylophosaurus</i> <i>Gryposaurus</i> <i>Maiaasaura</i> <i>Prosaurolophus</i> <i>Corythosaurus</i> <i>Hypacrosaurus</i> <i>Lambeosaurus</i> <i>Parasaurolophus</i> | <i>Hadrosaurus</i> <i>Lophorothon</i> | <i>Telmatosaurus</i> | <i>Aralosaurus</i> <i>Nipponosaurus</i> <i>Tsintaosaurus</i> |
| Santoniano | | | <i>Claosaurus</i> | | |
| Comisiano | | | | | |
| Turoniano | | | | | |
| Cenomaniano | | | Género aún no descrito | <i>Telmatosaurus</i> | <i>Gilmoresaurus</i> <i>Bactrosaurus</i> |

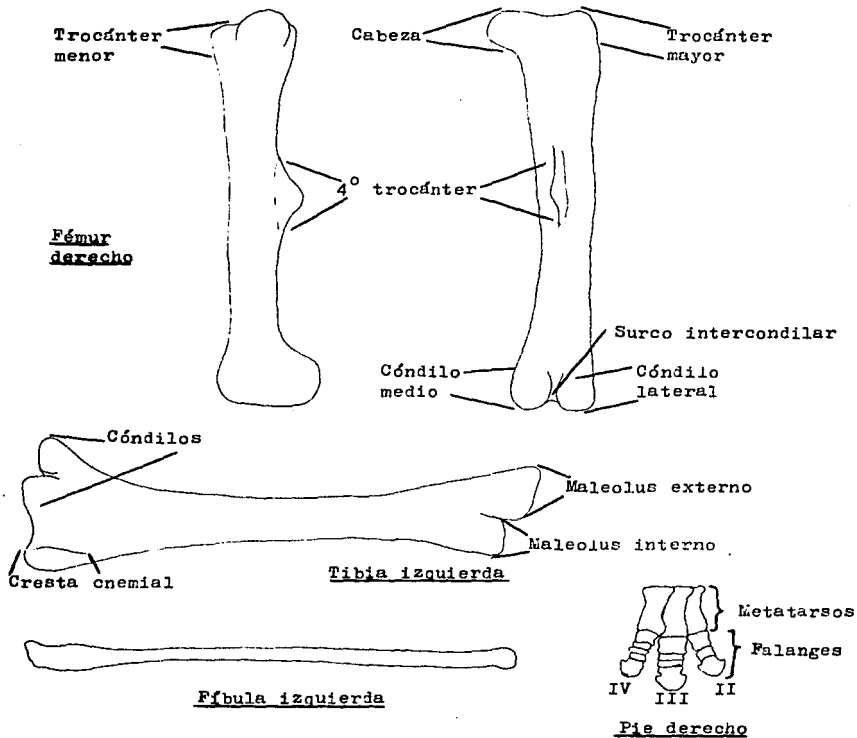
APENDICE E

Nomenclatura morfológica de los huesos apendiculares de los hadrosaurios.



APENDICE E

Nomenclatura morfológica de los huesos apendiculares de los hadrosaurios (continuación).



LITERATURA CITADA

- Applegate, S. P. 1988. ¿Es México un país de dinosaurios? *Ciencia y Desarrollo*. 14 (83): 69-74.
- Avila, N. 1993. Dinosaurios en el norte de México. *Información Científica y Tecnológica*. 15 (207): 32-35.
- Bakker, R. 1978. Dinosaur feeding behaviour and the origin of flowering plants. *Nature*. 274 (5672): 661-663.
- Bartholomai, A. y Molnar, R. E. 1981. *Muttaburrasaurus*, a new iguanodontid (Ornithischia: Ornithopoda) dinosaur from the Lower Cretaceous of Queensland. *Memoirs of the Queensland Museum*. 20 (2): 319-349.
- Bonaparte, J. 1984. El intercambio faunístico de vertebrados continentales entre América del Sur y del Norte a fines del Cretácico. *Memorias del III Congreso Latinoamericano de Paleontología*: 438-450.
- Bravo, V. M. y Jiménez, E. 1996. Las dinosauricnitas de México, su significación geológico-paleontológica. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 147 pp.
- Brett-Surman, M. K. 1979. Phylogeny and palaeobiogeography of hadrosaurian dinosaurs. *Nature*. 277: 560-562.
- Brett-Surman, M. K. 1989. A revision of the Hadrosauridae (Reptilia: Ornithischia) and their evolution during the Campanian and Maastrichtian. Tesis de Doctorado. Universidad George Washington. Estados Unidos. 251 pp.
- Brown, B. 1910. The Cretaceous Ojo Alamo beds of New Mexico with description of the new dinosaur genus *Kritosaurus*. *Bulletin of American Museum of Natural History*. 28 (24): 267-274.
- Brown, B. 1913a. The skeleton of *Saurolophus*, a crested duck-billed dinosaur from the Edmonton Cretaceous. *Bulletin of American Museum of Natural History*. 32 (19): 387-393.
- Brown, B. 1913b. A new trachodont dinosaur, *Hypacrosaurus*, from the Edmonton Cretaceous of Alberta. *Bulletin of American Museum of Natural History*. 32 (20): 395-406.
- Brown, B. 1914. *Corythosaurus casuarius*, a new crested dinosaur from the Belly River Cretaceous, with provisional classification of the family Trachodontidae. *Bulletin of American Museum of Natural History*. 33 (35): 559-565.
- Brown, B. 1916. A new crested trachodont dinosaur *Prosaurolophus maximus*. *Bulletin of American Museum of Natural History*. 35 (37): 701-708.
- Casamiquela, R. 1964. Sobre un dinosaurio hadrosaurido de la Argentina. *Ameghiniana*. 3 (9): 285-312.
- Chapman, R. y Brett-Surman, M. K. 1990. Morphometric observations on hadrosaurid ornithopods. pp. 163-177. *In* *Dinosaurs Systematics*. K. Carpenter y P. Currie (eds.). Universidad de Cambridge.
- Charig, A. 1985. *La verdadera historia de los dinosaurios*. Salvat. España. 190 pp.

- Coe, M. J.; Dilcher, D. L.; Farlow, J. O.; Jarzen, D. M. y Russell, D. A. 1987. Dinosaur and land plants. pp. 225-258. *In* The origins of angiosperms and their biological consequences. E. Mariefiiris, W. Chaloner y P. Crane (eds.). Universidad de Cambridge.
- Coombs, W. 1988. The status of the dinosaurian genus *Diclonius* and the taxonomic utility of hadrosaurian teeth. *Journal of Paleontology*. 62 (5): 812-817.
- Cox, B. 1974. Vertebrate palaeodistributional patterns and continental drift. *Journal of Biogeography*. 1 (2): 75-94.
- Davies, K. L. 1983. Hadrosaurian dinosaurs of Big Bend National Park Brewster County, Texas. Tesis de Maestría. Universidad de Texas. Estados Unidos. 235 pp.
- Davies, K. L. 1987. Duck-bill dinosaurs (Hadrosauridae: Ornithischia) from the North Slope of Alaska. *Journal of Paleontology*. 61 (1): 198-200.
- Dietz, R. y Holden, J. 1970. Reconstruction of Pangaea: Breakup and dispersion of continents, Permian to Present. *Journal of Geophysical Research*. 75 (26): 4939-4956.
- Dodson, P. 1975. Taxonomic implications of relative growth in Lambeosaurinae hadrosaurs. *Systematic Zoology*. 1 (1): 37-54.
- Dong, Z. 1992. Dinosaurian faunas of China. China Ocean Press. 188 pp.
- Dorr, J. F. 1993. North America in the age of dinosaurs. *National Geographic*. 183 (1): 2A (Suplemento).
- Espinosa, L.; Applegate, S. P. y Hernández, R. 1989. Crónica de una gran expedición paleontológica. *Ciencia y Desarrollo*. 15 (88): 23-31.
- Fiorillo, A. R. 1989. The vertebrate fauna from the Judith River Formation (Late Cretaceous) of Wheatland and Golden Valley Counties, Montana. *The Mosasaur*. 4: 127-142.
- Forster, C. A. y Sereno, P. 1994. Phylogenetic analysis of hadrosaurid dinosaurs. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 14 (Suplemento del No. 3): 25A (Resumen).
- Galton, P. M. 1972. Classification and evolution of ornithopod dinosaurs. *Nature*. 239 (5373): 464-466.
- Galton, P. M. y Powell, P. 1980. The ornithischian dinosaur *Camptosaurus prestwichii* from the Upper Jurassic of England. *Palaeontology*. 23 (2): 411-443.
- Gilmore, C. W. 1909. Osteology of the Jurassic reptile *Camptosaurus*, with a revision of the species of the genus, and description of two new species. *Proceedings of the United States National Museum*. 36: 197-332.
- Gilmore, C. W. 1933. On the dinosaurian fauna of the Iren Dabasu Formation. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 67: 23-78.
- Hall, J. P. 1993. A juvenile hadrosaurid from New Mexico. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 13 (3): 367-369.
- Head, J. 1996. A primitive hadrosaur (Dinosauria: Ornithischia) from the Cenomanian of Texas and its implications for hadrosaurian phylogenetic and biogeographic histories. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 16 (Suplemento del No. 3): 40A (Resumen).
- Hernández, R. 1992a. Introducción a los dinosaurios. Dinosauria en el Bosque de Chapultepec. Edición especial del Departamento del Distrito Federal. México. 62 pp.

- Hernández, R. 1992b. New dinosaur finds in the Cerro del Pueblo Formation (Upper Cretaceous, Campanian) from Coahuila state, Mexico. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 12 (Suplemento del No. 3): 32A (Resumen).
- Hernández, R. 1996. Los dinosaurios y otros vertebrados fósiles del Cretácico Superior en Coahuila. GEOUNAM. Boletín informativo del área de Ciencias de la Tierra. 3 (1): 39-44.
- Hernández, R.; Aguillón, M. C.; Delgado, C. R. y Gómez, N. R. 1995. The Mexican Dinosaur National Monument. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 15 (Suplemento del No. 3): 34A (Resumen).
- Hopson, J. 1975. The evolution of cranial display structures in hadrosaurian dinosaurs. *Paleobiology*. 1 (1): 21-43.
- Horne, G. S. 1994. A Mid-Cretaceous ornithopod from central Honduras. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 14 (1): 147-150.
- Horner, J. R. 1983. Cranial osteology and morphology of the type specimen of *Maiaasaura peeblesorum* (Ornithischia: Hadrosauridae), with discussion of its phylogenetic position. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 3 (1): 29-38.
- Horner, J. R. 1984. El comportamiento de nidificación de los dinosaurios. *Investigación y Ciencia*. 93: 88-95.
- Horner, J. R. 1979. Upper Cretaceous dinosaurs from the Bearpaw Shale (Marine) of south-central Montana with a checklist of Upper Cretaceous dinosaur remains from marine sediments in North America. *Journal of Paleontology*. 53 (3): 566-577.
- Horner, J. R. 1990. Evidence of diphyletic origination of the hadrosaurian (Reptilia: Ornithischia) dinosaurs. pp. 179-187. *In* Dinosaur Systematics. K. Carpenter y P. Currie (eds.). Universidad de Cambridge.
- Horner, J. R. y Makela, R. 1979. Nest of juveniles provides evidence of family structure among dinosaurs. *Nature*. 282 (5736): 296-298.
- Horner, J. R. y Currie, P. J. 1994. Embryonic and neonatal morphology and ontogeny of a new species of *Hypacrosaurus* (Ornithischia: Lambeosauridae) from Montana and Alberta. pp. 312-336. *In* Dinosaur eggs and babies. K. Carpenter, K. F. Hirsch y J. R. Horner (eds.). Universidad de Cambridge.
- Hu, C. 1973. A new hadrosaur from the Cretaceous of Chucheng, Shantung. *Acta Geologica Sinica*. 2: 179-206.
- Janensch, W. 1926. Dinosaurier-Reste aus Mexiko. *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*. 1926: 192-197.
- Kaye, J. y Russell, D. 1973. The oldest record of hadrosaurian dinosaurs in North America. *Journal of Paleontology*. 47 (1): 91-93.
- Langston, W. y Oakes, M. 1954. Hadrosaurs in Baja California. *Bulletin of the Geological Society of America*. 65 (12): 1344.
- Leidy, J. 1858. *Hadrosaurus* and its discovery. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 6: 213-219.
- Leidy, J. 1859. *Hadrosaurus foulkii* a new saurian from the Cretaceous of New Jersey, related to the *Iguanodon*. *American Journal of Science*. 27 (80): 267-270.

- Lozinsky, R.; Hunt, A. Y Wolberg, D. 1984. Late Cretaceous (Lancian) dinosaurs from the McRae Formation, Sierra County, New Mexico. *New Mexico Geology*. 6 (4): 72-77.
- Lucas, S. y González-León, C. 1990. Reporte preliminar sobre dinosaurios del Cretácico Tardío de la Cuenca de Cabullona. *Boletín del Departamento de Geología de la Universidad de Sonora*. 7 (1): 1-6.
- Lucas, S. y González-León, C. 1993. Fossil vertebrates from the Upper Cretaceous Cabullona Group, Northeastern Sonora, México. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 13 (Suplemento del No. 3): 47A (Resumen).
- Lucas, S. y González-León, C. 1996. Dinosaurios del Cretácico Tardío del Grupo Cabullona, Sonora. *Geología del Noroeste*. 1(2): 20-25.
- Lucas, S.; Basabivazo, G. y Lawton, T. 1990. Late Cretaceous dinosaurs from the Ringbone Formation, southwestern New Mexico, USA. *Cretaceous Research*. 11(4): 343-349.
- Lucas, S.; Kues, B. y González-León, C. 1995. Paleontology of the Upper Cretaceous Cabullona Group, northeastern Sonora. pp. 143-165. *In Studies on the Mesozoic of Sonora and adjacent areas*. C. Jacques-Ayala, C. González-León y J. Roldán-Quintana (eds.). Geological Society of America. Special Papers No. 301.
- Lull, R. S. y Wright, N. 1942. Hadrosaurian dinosaurs of North America. Geological Society of America. Special Papers No. 40. 242 pp.
- Lydekker, R. 1888. Note on a new Wealden iguanodontid and other dinosaurs. *The Quarterly Journal of the Geological Society of London*. 44: 46-61.
- Marsh, O. C. 1895. On the affinities and classification of the dinosaurian reptiles. *American Journal of Science*. 50: 483-498.
- Maryanska, T. y Osmólska, H. 1981. Cranial anatomy of *Saurolophus angustirostris* with comments on the Asian Hadrosauridae (Dinosauria). *Paleontologia Polonica* 42: 5-24.
- Mateos, A. 1988. Etimologías griegas del español. Ed. Esfinge México. Página 127.
- Morris, W. J. 1967. Baja California: Late Cretaceous dinosaurs. *Science*. 155: 1539-1541.
- Morris, W. J. 1972. A giant hadrosaurian dinosaur from Baja California. *Journal of Paleontology*. 46 (5): 777-779.
- Morris, W. J. 1973. A review of Pacific Coast hadrosaurs. *Journal of Paleontology*. 47 (3): 551-561.
- Morris, W. J. 1981. A new species of hadrosaurian dinosaur from the Upper Cretaceous of Baja California *Lambeosaurus laticaudus*. *Journal of Paleontology*. 55 (2): 453-462.
- Murray, G.; Boyd, D.; Wolleben, J. y Wilson, J. 1960. Late Cretaceous fossil locality, eastern Parras Basin, Coahuila, México. *Journal of Paleontology*. 34 (2): 368-370.
- Nelson, G. y Platnick, N. 1984. Biogeography. Carolina Biological Supply Company. Estados Unidos. No. 119. 16 pp.
- Norman, D. B. 1986. On the anatomy of *Iguanodon atherfieldensis* (Ornithischia: Ornithopoda). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*. 56: 281-372.

- Norman, D. B. 1990. A review of *Vectisaurus valdensis*, with comments on the family Iguanodontidae. pp. 147-161. In *Dinosaur Systematics*. K. Carpenter y P. Currie (eds.) Universidad de Cambridge.
- Norman, D. B. 1992. Enciclopedia ilustrada de los dinosaurios. Ed. Susaeta. Italia. 208 pp.
- Norman, D. B. 1995. Ornithopods from Mongolia: new observations. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 15 (Suplemento del No. 3): 46A (Resumen).
- Norman, D. B. y Milner, A. R. 1984. The biogeography of advanced ornithopod dinosaurs (Archosauria: Ornithischia) - a cladistic-vicariance model. *Third Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems, Short Papers*. Tübingen (ATTEMPTO Verlag): 145-150.
- Ostrom, J. H. 1961a. Cranial morphology of the hadrosaurian dinosaurs of North America. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 122: 36-186.
- Ostrom, J. H. 1961b. A new species of hadrosaurian dinosaur from the Cretaceous of New Mexico. *Journal of Paleontology*. 35 (3): 575-577.
- Rodriguez-De la Rosa, R. 1996. Vertebrate remains from a Late Cretaceous locality (Campanian, Cerro del Pueblo Formation), Coahuila, Mexico. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 16 (Suplemento del No. 3): 60A (Resumen).
- Rozhdestvenskiy, A. K. 1966. New iguanodonts from Central Asia. *International Geology Review*. 9 (4): 556-566.
- Secley, H. G. 1887. On the classification of the fossil animals commonly named dinosauria. *Proceedings of the Royal Society of London*. 43: 165-171.
- Sereno, P. 1986. Phylogeny of the bird-hipped dinosaur (order Ornithischia). *National Geographic Research*. 2 (2): 234-256.
- Serrano, C. I. 1994. Recolección, preparación y descripción de dinosaurios pertenecientes a la familia Hadrosauridae del Cretácico del Estado de Coahuila, México. Tesis Profesional. Universidad Simón Bolívar. México. 70 pp.
- Sternberg, C. M. 1954. Classification of american duck-billed dinosaurs. *Journal of Paleontology*. 28 (3): 382-383.
- Sullivan, R. M. y Williamson, T. E. 1996. A new skull of *Parasaurolophus* (long crested form) from New Mexico: external and internal (CT scans) features and their functional implications. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 16 (Suplemento del No. 3): 68A (Resumen).
- Taliaferro, N. L. 1933. An occurrence of Upper Cretaceous sediments in Northern Sonora, Mexico. *The Journal of Science*. 41 (1): 12-37.
- Taquet, P. 1975. Remarques sur l'évolution des iguanodontidés et l'origine des hadrosauridés. *Colloque International C. N. R. S.* 218: 503-511.
- Thulborn, R. A. 1971. Origins and evolution of Ornithischian dinosaurs. *Nature*. 234 (5324): 75-78.
- Waldman, M. 1969. On an immature specimen of *Kritosaurus notabilis* (Lambe), (Ornithischia: Hadrosauridae) from the Upper Cretaceous of Alberta, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*. 6 (4): 569-576.

- Watabe, M.; Suzuki, S.; Tsogtbaatar, K. y Barsbold, R. 1995. Results of the Hayashibara Museum of Natural Sciences and Geological Institute, Academy of Science of Mongolia joint paleontological expedition in the Gobi Desert: 1991 and 1995. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 15 (Suplemento del No. 3): 59A (Resumen).
- Weishampel, D. B. y Horner, J. R. 1990. Hadrosauridae. pp. 534-561. *In* The Dinosauria. D. B. Weishampel, P. Dodson y H. Osmólska (eds.). Universidad de California, Berkeley.
- Weishampel, D. B. y Jensen, J. 1979. *Parasaurolophus* (Reptilia: Hadrosauridae) from Utah. *Journal of Paleontology*. 53 (6): 1422-1427.
- Weishampel, D. B. y Weishampel, J. B. 1983. Annotated localities of ornithomimid dinosaurs: implications for Mesozoic paleobiogeography. *The Mosasaur*. 1(1): 43-87.
- Weishampel, D. B.; Norman, D. B. y Grigorescu, D. 1993. *Telmatosaurus transylvanicus* from the Late Cretaceous of Romania: The most basal hadrosaurid dinosaur. *Palaentology*. 36 (2): 361-385.
- Wilford, J. N. 1985. El enigma de los dinosaurios. RBA editores. España. 407 pp.
- Wing, S. L. y Tiffney, B. H. 1987. Interactions of angiosperms and herbivorous tetrapods through time. pp. 203-224. *In* The origin of angiosperms and their biological consequences. E. Marieffriis, W. Chaloner y P. Crane (eds.). Universidad de Cambridge.