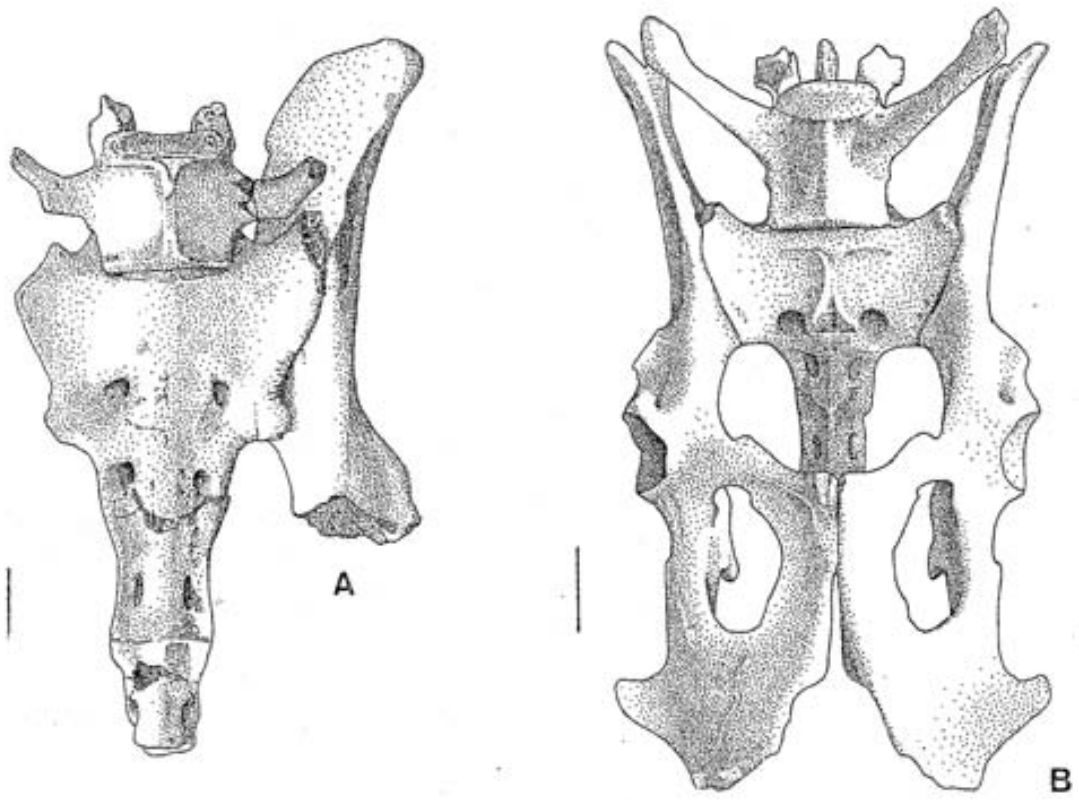
DEPARTAMENT DE GEOLOGIA
FACULTAT DE CIÈNCIES
UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

TESI DOCTORAL

ESTUDIO MORFOLÓGICO Y FUNCIONAL DE *NURALAGUS REX* (MAMMALIA, LAGOMORPHA, LEPORIDAE)

Josep Quintana Cardona



2005

ÍNDICE

0.Agradecimientos ..... *Página 1*

1. Introducción *4*

2. Material y métodos *5*

2.1. Trabajo de campo *5*

2.2. Tratamiento químico, restauración, numeración e inventariado de las piezas *5*

2.3 Medidas *10*

2.4. Réplicas *10*

2.5. Dibujos *11*

2.6. Nomenclatura osteológica *11*

2.7. Símbolos *11*

3. Situación geográfica y geológica de los yacimientos con N. rex *12*

4. Edad de los yacimientos con N. rex *19*

5. Sistemática *21*

6. Estimaciones de la masa corporal de N. rex *22*

6.1. Comparación de la masa corporal de N. rex con otros lagomorfos *33*

7. Morfología comparada *36*

7.1. Cráneo *36*

7.1.1. Comparación con otros lepóridos *41*

7.1.2. Proporciones craneales *46*

7.1.3. Morfología funcional del cráneo de N. rex *52*

7.1.4. Dentición superior *54*

7.1.4.1. P2 ..... *54*

7.1.4.2. P3-M2 ..... *56*

7.1.4.3. M3 ..... *56*

7.2. Mandíbula *56*

7.2.1. Comparación con otros lepóridos *57*

7.2.2. Proporciones mandibulares *60*

7.2.3. Morfología funcional de la mandíbula de N. rex *63*

7.2.4. Dentición inferior *64*

7.2.4.1. P/3 ..... *64*

7.2.4.2. P/4-M/2 ..... *70*

7.2.4.3. M/3 ..... *70*

7.3. Conclusiones sobre el cráneo y la mandíbula de N. rex *70*

7.4. Columna vertebral *72*

7.4.1. Vértebras cervicales *72*

7.4.1.1. Comparación con otros lepóridos *73*

7.4.1.2. Proporciones de las vértebras cervicales *74*

7.4.1.3. Morfología funcional de las vértebras cervicales de N. rex *78*

7.4.2. Vértebras torácicas.....80
7.4.2.1. Comparación con otros lepóridos.....82
7.4.2.2. Proporciones de las vértebras torácicas.....82
7.4.2.3. Morfología funcional de las vértebras torácicas de N. rex.....88
7.4.3. Vértebras lumbares.....91
7.4.3.1. Comparación con otros lepóridos.....93
7.4.3.2. Proporciones de las vértebras lumbares.....94
7.4.3.3. Morfología funcional de las vértebras lumbares de N. rex.....99
7.4.4. Sacro.....104
7.4.4.1. Comparación con otros lepóridos.....105
7.4.4.2. Proporciones del sacro.....105
7.4.4.3. Morfología funcional del sacro de N. rex.....106
7.4.5. Morfología funcional de la columna vertebral de N. rex.....107
7.5. Costillas.....108
7.5.1. Comparación con otros lepóridos.....109
7.5.2. Morfología funcional de las costillas de N. rex.....109
7.6. Extremidad anterior.....111
7.6.1. Escápula.....111
7.6.1.1. Comparación con otros lepóridos.....112
7.6.1.2. Proporciones de la escápula.....112
7.6.1.3. Morfología funcional de la escápula de N. rex.....112
7.6.2. Húmero.....114
7.6.2.1. Comparación con otros lepóridos.....115
7.6.2.2. Proporciones del húmero.....117
7.6.2.3. Morfología funcional del húmero de N. rex.....119
7.6.3. Radio.....124
7.6.3.1. Comparación con otros lepóridos.....124
7.6.3.2. Proporciones del radio.....125
7.6.3.3. Morfología funcional del radio de N. rex.....130
7.6.4. Ulna.....131
7.6.4.1. Comparación con otros lepóridos.....132
7.6.4.2. Proporciones de la ulna.....132
7.6.4.3. Morfología funcional de la ulna de N. rex.....136
7.6.5. Mano.....137
7.6.5.1. Triquetrum.....138
7.6.5.1.1. Comparación con otros lepóridos.....139
7.6.5.2. Pisiforme.....140
7.6.5.2.1. Comparación con otros lepóridos.....140
7.6.5.3. Lunatum.....141
7.6.5.3.1. Comparación con otros lepóridos.....142
7.6.5.4. Escafoide.....142

7.6.5.4.1. Comparación con otros lepóridos....143
7.6.5.5. Hamatum....144
7.6.5.5.1. Comparación con otros lepóridos....144
7.6.5.6. Trapecio....145
7.6.5.6.1. Comparación con otros lepóridos....145
7.6.5.7. Trapezoide....146
7.6.5.8. Capitatum....146
7.6.5.9. Hueso carpal central....146
7.6.5.10. Primer metacarpo....146
7.6.5.10.1. Comparación con otros lepóridos....147
7.6.5.11. Segundo metacarpo....147
7.6.5.11.1. Comparación con otros lepóridos....149
7.6.5.12. Tercer metacarpo....149
7.6.5.12.1. Comparación con otros lepóridos....150
7.6.5.13. Cuarto metacarpo....152
7.6.5.13.1. Comparación con otros lepóridos....152
7.6.5.14. Quinto metacarpo....153
7.6.5.14.1. Comparación con otros lepóridos....155
7.6.5.15. Proporciones del segundo, tercer, cuarto y quinto metacarpos....156
7.6.5.16. Falange proximal del dedo I....162
7.6.5.16.1. Comparación con otros lepóridos....162
7.6.5.17. Primera falange de la mano....163
7.6.5.17.1. Comparación con otros lepóridos....163
7.6.5.17.2. Proporciones de la primera falange de la mano....165
7.6.5.18. Segunda falange de la mano....168
7.6.5.18.1. Comparación con otros lepóridos....168
7.6.5.18.2. Proporciones de la segunda falange de la mano....169
7.6.5.19. Tercera falange de la mano....174
7.6.5.19.1. Comparación con otros lepóridos....174
7.6.5.19.2. Proporciones de la tercera falange....174
7.6.5.20. Comparación de la mano de N. rex con la de otros lepóridos....175
7.6.5.21. Proporciones de la mano....177
7.6.5.22. Morfología funcional de la mano de N. rex....179
7.6.6. Proporciones de la extremidad anterior....179
7.6.7. Morfología funcional de la extremidad anterior de N. rex....181
7.7. Extremidad posterior....191
7.7.1. Pelvis....191
7.7.1.1. Comparación con otros lepóridos....191
7.7.1.2. Proporciones de la pelvis....193

7.7.1.3. Morfología funcional de la pelvis de N. rex.....196
7.7.2. Fémur.....197
7.7.2.1. Comparación con otros lepóridos.....198
7.7.2.2. Proporciones del fémur.....200
7.7.2.3. Morfología funcional del fémur de N. rex.....201
7.7.3. Rótula.....205
7.7.3.1.Comparación con otros lepóridos.....206
7.7.4. Tibia.....206
7.7.4.1. Comparación con otros lepóridos.....207
7.7.4.2. Proporciones de la tibia.....209
7.7.4.3. Morfología funcional de la tibia de N. rex.....214
7.7.5. Pie.....215
7.7.5.1. Astrágalo.....215
7.7.5.1.1. Comparación con otros lepóridos.....217
7.7.5.1.2. Proporciones del astrágalo.....217
7.7.5.2. Calcáneo.....219
7.7.5.2.1. Comparación con otros lepóridos.....220
7.7.5.2.2. Proporciones del calcáneo.....221
7.7.5.3. Navicular.....224
7.7.5.3.1.Comparación con otros lepóridos.....225
7.7.5.4. Cuboides.....225
7.7.5.4.1. Comparación con otros lepóridos.....227
7.7.5.5. Cuneiforme lateral.....227
7.7.5.5.1. Comparación con otros lepóridos.....228
7.7.5.6. Cuneiforme intermedio.....228
7.7.5.7. Segundo metatarso.....229
7.7.5.7.1.Comparación con otros lepóridos.....231
7.7.5.8. Tercer metatarso.....231
7.7.5.8.1. Comparación con otros lepóridos.....233
7.7.5.9. Cuarto metatarso.....233
7.7.5.9.1. Comparación con otros lepóridos.....234
7.7.5.10. Quinto metatarso.....234
7.7.5.10.1. Comparación con otros lepóridos.....236
7.7.5.11. Proporciones del segundo, tercer, cuarto y quinto metatarsos.....238
7.7.5.12. Primera falange del pie.....243
7.7.5.12.1. Comparación con otros lepóridos.....244
7.7.5.12.2. Proporciones de la primera falange del pie.....244
7.7.5.13. Segunda falange del pie.....250
7.7.5.13.1. Comparación con otros lepóridos.....250
7.7.5.13.2. Proporciones de la segunda falange del pie.....251

7.7.5.14. Tercera falange del pie....255
7.7.5.15. Comparación del pie de N. rex con el de otros lepóridos....255
7.7.5.16. Proporciones del pie....257
7.7.5.17. Morfología funcional del pie de N. rex....258
7.7.5.17.1. Estudio morfológico....258
7.7.5.17.2. Análisis de funciones discriminantes....262
7.7.6. Proporciones de la extremidad posterior....264
7.7.7. Morfología funcional de la extremidad posterior de N. rex....265
8. La locomoción en N. rex....272
8.1. Proporciones de la extremidad anterior....273
8.2. Proporciones de la extremidad posterior....277
8.3. La locomoción en algunos roedores no caviomorfos....281
8.4. Curvatura de la columna vertebral....282
8.5. Conclusiones sobre la locomoción de N. rex....283
9. Relaciones filogenéticas de N. rex....283
10. Época de colonización....284
11. Consideraciones biogeográficas....285
12. Conclusiones....291
13. Bibliografía....300
Anexo I: Material de comparación....310
Anexo II: Listado de paratipos de N. rex....325

0. AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones, sin las cuales no habría sido posible la realización del presente trabajo.

A Eulalia Garcia, del Museu de Zoologia de Barcelona, A Fred Kigozi, del Kaffrarian Museum (King Willian's Town, South Africa), Miss Karin Scott, del Museum of Natural History (Transvaal Museum, Pretoria, South Africa), Lluis Parpal Ramis de Bunyola (Mallorca), Jaume, Francesc y Magí Gonyalons, de Ciutadella de Menorca, Josefina Barreiro, del Museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid), Dr. C. Smeenk, del Nationaal Natuurhistorish de Leiden, Dr. Juan Francisco Pastor Vázquez, del Museo Anatómico de la facultad de Medicina de la Universidad de Valladolid, Jim Dines, del Natural History Museum of los Ángeles County (California), y a los Drs. Fumio Yamada y S.Hattori, del Wildlife Ecology Lab. (National Institute of Forest Science, Japón), por el préstamo o la donación de los esqueletos de lagomorfos actuales que han servido de material de comparación.

A Lluis Prats i Araceli Porcel, Nieves López-Matínez, de la Universidad Complutense de Madrid, Ute Kryger, del departamento de Zoología y Entomología de la Universidad de Pretoria (Sudáfrica), Dr. J. A. Alcover, de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB), Dr. Qiu Zhuding, del Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology de la Academia Sinica (China), Dr. Oldrich Fejfar, de la Universidad Karlova (República Checa), Dr. Fernando A. Cervantes, del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Dr. Fernando Palacios, del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, a Montserrat Martínez, del Centre d'Investigació i Desenvolupament de Barcelona, a la Dra. Sandra van der Geer, de Leiden y a Valerie Harding, del Durrell Wildlife Conservation Trust, por el envio de bibliografia referente a morfología funcional y a lepóridos, tanto actuales como fósiles.

Mención aparte merecen Ramón Quer, Lourdes Casasnovas, Pepe Santafé, Jordi Agustí, Josep Manel Méndez, Manel Llenas, Carme Balcells, Chus Pérez, Isabel Pellejero, Sandra Val, Ángel Galobart, Teresa Requena, Teresa Esquirol, Jordi Farré, Santi Trilla, Ramón Pujantell, Marisa Pancorbo, Jordi Alonso, Lluis Checa, Lluis Rius, Rodrigo Gahete, David Martínez, Jordi Galindo, Xavi Solá, Isabel González, Fermín Gómez, Toni Adell, Josep y Lluis Gibert, Florentina Pérez y Francesc Ribot,

por ser unos buenos compañeros de trabajo, con los que he compartido, además de muy buenos momentos en el Institut de Paleontología "M. Crusafont", una pequeña parte de mi vida.

Además, Isabel Pellejero me ha aconsejado sobre las técnicas referentes al tratamiento químico y la restauración de los restos fósiles; Sandra Val ha realizado los moldes y las copias de un esqueleto parcialmente completo de *N. rex*; Teresa Requena me ha ayudado a localizar y conseguir algunas referencias bibliográficas; Teresa esquirol me ha proporcionado un cobijo donde he podido finalizar esta memória; David Martínez me ha ayudado a comprender muchos conceptos matemáticos relacionados con el análisis estadístico; Ángel Galobart me ha resuelto en muchísimas ocasiones mil y un problemas; Pere Bover, de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (U.I.B) tomó las medidas correspondientes a *Caprolagus hispidus*, a partir de unos ejemplares depositados en el American Museum of Natural History (N.Y.); el Dr. Fernando A. Cervantes tuvo la amabilidad de tomar y enviarme las medidas correspondietes a *Romerolagus diazi*.

Con sus recientes trabajos de investigación, el Dr. Bartomeu Seguí de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (U.I. B), Joan Garcia-Porta (Museu de Zoologia de Barcelona), el Dr. Salvador Bailón, del Laboratoire départemental de préhistorie de Lazaret (Nice, France) y el Dr. Borja Sanchiz, del Museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid), han contribuido de una forma muy importante en el conocimiento de las antiguas faunas orníticas y herpetológicas de Punta Nati-Cala's Pous.

Estoy también especialmente agradecido a Esther Vigil y a la Agrupació Astronómica de Sabadell, por su financiación económica, sin la que no habría podido finalizar este trabajo.

Mención especial merecen mi director de Tesis, Salvador Moyà-Solà, y Meike Khöler, por su infinita paciencia, y por sus comentarios, que han contribuido a mejorar, notablemente, el presente trabajo.

Estoy también muy agradecido a J.M. Pons, mi tutor en el programa de doctorado en la UAB, así como a los miembros del tribunal que evaluaron la tesina, Jordi Agustí, Carme Llompart y Antoni Obrador, por su ayuda en los temas relacionados con la burocracia universitaria, y por sus comentarios referentes a la tesia, que han contribuido, también, a mejorar el presente trabajo.

Joan Pons-Moyà y Lluis Florit colaboraron en la recogida de muestras procedentes de Punta Nati-Cala's Pous.

El Consell Insular de Menorca y la Diputació de Barcelona han finaciado, mediante becas, el presente trabajo.

1.INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo pretende ser una primera aproximación al estudio morfológico y funcional de un nuevo género y especie de lepórido fósil, endémico de la isla de Menorca, denominado *Nuralagus rex*.

Los primeros restos poscraneales del lepórido gigante de Menorca (una epífisis proximal de un fémur izquierdo) fueron encontrados en el año 1988, en las proximidades del yacimiento 2 de Punta Nati-Cala's Pous (Quintana, 1998). En agosto de 1992, se encontró, en esta misma zona, el yacimiento 6, el más rico en restos de lepórido (Quintana, 1998). Este mismo año se recuperaron, mediante tratamiento químico, los primeros restos postcraneales procedentes de este yacimiento. El tratamiento químico de los yacimientos de Punta Nati-Cala's Pous se reiniciaron en el Institut de Paleontologia "M. Crusafont" de Sabadell en el año 1995, y continuaron hasta el año 2000.

Al tratarse de un nuevo taxon, y al no existir ningún resto poscraneal, el estudio de *Nuralagus* se inició, por lo tanto, desde cero. De aquí que se haya dedicado mucho tiempo y, sobre todo paciencia, a la recuperación del material que ha servido, finalmente, para describir y estudiar funcionalmente *Nuralagus*, el lepórido gigante de Menorca.

La aparición de un nuevo macromamífero dentro de las faunas Mio-Holocénicas de las Baleares resulta sorprendente, teniendo en cuenta que estas son conocidas ya desde principios de siglo XX (véase apartado 4).

El estudio de este nuevo taxon, ha permitido, además, abrir una puerta totalmente nueva al conocimiento de las antiguas faunas insulares, tanto de Menorca como del resto de las Baleares, y replantear, a la luz de los nuevos descubrimientos (tanto geológicos como paleontológicos), algunas de las cuestiones relacionadas con los modelos paleobiogeográficos preestablecidos, referidos a las antiguas faunas vertebradas de las islas Baleares.

Si bien sólo se trata de una primera aproximación, el estudio morfológico y funcional del cráneo y la mandibula ya deja entrever las especiales características de este taxon, y pone de manifiesto, una vez más, el enorme interés que estas faunas representan en relación al fenómeno de la evolución.

2. MATERIAL Y MÉTODOS.

2.1. TRABAJO DE CAMPO.

El trabajo de campo consistió básicamente en la localización y numeración de cada uno de los yacimientos y en la recogida de muestras, especialmente de los yacimientos que presentaban una mayor riqueza en restos de vertebrados.

Localización de los yacimientos.

Una vez numerados, se procedió a la localización de cada uno de los yacimientos. Para ello, se utilizó la cartografía militar existente de la zona (Ciutadella, hoja Nº82-48; 83-48, escala 1:25.000), y el método de la triangulación, utilizando una brújula y teniendo en cuenta el error debido a la declinación magnética. Por su fácil localización (tanto "in situ" como sobre el mapa), se tomaron, como puntos de referencia, el faro de Punta Nati y un antiguo corral para el ganado.

Una vez numerados y localizados los yacimientos, se procedió a la recogida de muestras, que fué especialmente importante en el yacimiento nº 6, dada su riqueza en restos de vertebrados.

Una vez recogidas las muestras, fueron trasladadas al Institut de Paleontologia "M.Crusafont" de Sabadell (Barcelona), donde fueron recuperados, por métodos químicos (ataque ácido), los restos de vertebrados.

2.2. TRATAMIENTO QUÍMICO, RESTAURACIÓN, NUMERACIÓN E INVENTARIADO DE LAS PIEZAS.

El tratamiento químico mediante ácido acético es el paso previo fundamental para el estudio de las faunas existentes en los yacimientos de Punta Nati-Cala's Pous, dado que los restos óseos se encuentran incluidos en unos limos rojos muy duros, fuertemente cementados por carbonato cálcico.

La recuperación de todas y cada una de las piezas de *N. rex* que han servido para la realización del presente trabajo es el resultado de cuatro años de tratamiento químico de las muestras procedentes de los yacimientos de Punta Nati-Cala's Pous.

Además de los restos de *N. rex*, el tratamiento químico ha permitido recuperar restos, en ocasiones muy numerosos, de otros taxones presentes en los yacimientos de Punta Nati-Cala's Pous. Han aparecido restos de *Cheirogaster gymnesica*, Bate, 1914, la tortuga gigante de Menorca, un anfisbénido (*Blanus* sp) (García, Quintana y Bailón,

en prensa), y varias serpientes: *Vipera natiensis* (Bailón, García-Porta y Quintana, en prensa), *Vipera* sp y un colúbrido, además de un gecónido, actualmente en estudio, y numerosos restos de aves, entre los que cabe destacar un nuevo género y especie de procellariforme, *Pterodromoides minoricensis* (Seguí, Quintana, Fornós y Alcover, 2001), un nuevo género y especie de grulla, *Camusia quintanai* (Seguí, 2002) y una nueva especie de charadriforme, *Scolopax carmesinae* (Seguí,1999). Respecto a *Camusia quintanai*, se ha recuperado una de las mejores colecciones osteológicas de una grulla del Mioceno superior (Seguí, 2002).

Se han recuperado también numerosos restos de un anfibio, un discoglósido, aún en vias de estudio.

A modo de resumen puede decirse que el tratamiento químico, además de posibilitar la recuperación y el estudio funcional de un nuevo género y especie de lepórido insular, ha permitido recuperar y conocer, de una manera muy exacta, el conjunto faunístico presente en Menorca durante el Mioceno superior-Plioceno.

Tratamiento preliminar de las muestras de campo.

Antes de sumergirse en ácido, las muestras de campo deben, si presentan un tamaño excesivo, romperse en varios fragmentos.El tamaño de los bloques está en función de la riqueza y del tamaño de los restos fósiles, y debe adecuarse al de los recipientes en los que se lleve a cabo el ataque ácido.

En el caso de vertebrados de mediano tamaño, como es el caso de *N. rex*, un tamaño pequeño de los bloques supone una mayor fragmentación de los fósiles. Por contra, un tamaño muy grande supone, un serio peligro para los restos fósiles, al tener que soportar un mayor número de ataques ácidos. Se verán especialmente afectados aquellos huesos cuya máxima longitud sea perpendicular a la superficie de la roca.

Metodología de trabajo.

Consiste, básicamente, en procesar varias muestras a la vez. Las diferentes fases de que consta el proceso de recuperación de los fósiles (ataque ácido, neutralización de ácidos y bases, secado, consolidación, restauración y numeración de cada una de las piezas), se aplica de manera independiente en cada una de las muestras, de manera que exista una dinámica mediante la cual se agilice al máximo la recuperación de los restos de vertebrados.

Ataque ácido.

Al ser un ácido orgánico débil, el ácido acético (CH_3COOH) es especialmente indicado para la recuperación de restos de vertebrados incluidos en rocas calcáreas, al atacar el carbonato de calcio y respetar el fosfato tricálcico de los huesos. El ataque ácido prolongado o una concentración excesiva puede, sin embargo, llegar a destruir completamente el hueso.

De manera muy resumida y cualitativa, las reacciones que afectan al ácido acetico y al carbonato de calcio, son las siguientes:

La disociación del ácido acético (HAc) en agua produce protones (H) e iones de acetato (Ac):

$$HAc + H_2O \rightleftharpoons H + Ac$$

La reacción del ácido acético disociado y el carbonato de calcio (CO_3Ca) da como resultado la presencia acetato de calcio (AcCa), una sal básica muy fuerte (al derivarse de un ácido orgánico débil), y CO_2, que se desprende en forma de pequeñas burbujas:

$$H + Ac + CO_3Ca \rightleftharpoons AcCa + CO_2 + H_2O$$

La concentación del ácido acético y el tiempo en que la muestra permanece sumergida, depende principalmente del estado de conservación del fósil. Al ser este bueno en las muestras procedentes de Punta Nati, fueron tratadas en una solución ácida con una concentración del 10%, durante 48 horas.

Al trabajar con unas cubetas relativamente pequeñas (30 x 30 x 30 cm), el volumen máximo de solución ácida con la que se trabajó fué de 10 l.

Al finalizar el primer periodo de inmersión, el volumen de la muestra disminuye sólo ligeramente.

Los minerales de las arcillas que no han sido atacadas por el ácido, forman un poso en el fondo de la cubeta, que en ocasiones contiene restos de pequeños vertebrados. Su recuperación se realiza mediante el lavado-tamizado de las arcillas.

Al ser atacada una pequeña parte de la muestra, el tratamiento químico ha de repetirse numerosas veces. La disolución de un bloque es, por tanto, un proceso muy lento y laborioso que puede llegar a durar varios meses.

Consolidación.

La consolidación de los restos óseos mediante polimetacrilatos, constitutye una de las fases más importantes en el proceso del tratamiento químico, y tiene como función principal el evitar, en la medida de lo posible, la desaparición total del carbonato de calcio en el hueso, tanto del que forma parte de la estructura ósea, como del que ha adquirido el fósil durante el proceso diagenético.

El polimetacrilato utilizado ha sido el Paraloid (o acriloid) B-67, al ser más impermeable y resistente al agua que el paraloid B-64 (Shelton y Chaney, 1994).

El Paraloid B-67, diluido en acetona, se aplicó en una concentración del 10% .

Previo al primer ataque ácido, los huesos fueron tratados con una solución muy diluida de consolidante, al ser todavía muy impermeables, debido a la presencia de carbonato de calcio diagenético en los poros de la estructura ósea.

En muestras ya consolidadas anteriormente, y que han sido tratadas con acético, es necesario, antes de volver a consolidarlas, eliminar, mediante un bisturí, los restos sobrantes de paraloid mezclados con sedimento. Estos aparecen como unas láminas muy delgadas opacas. Su eliminación facilita, en ciertos casos, la aplicación del consolidante en los huesos.

Evitar la desaparición de buena parte del carbonato de calcio es muy difícil, especialmente cuando el tratamiento con acético es muy prolongado.

Pese a esta circunstancia, la consolidación de las muestras mediante polimetacrilatos es igualmente positiva, ya que estos, al ir penetrando en la estructura del fósil, proporcionan mayor solidez al hueso, al proteger el trifosfato cálcico del hueso y al substituir, al menos en parte, el carbonato atacado por el acético.

Cuando los huesos eran muy porosos, su consolidación se realizó mediante un cuentagotas o una jeringa, de manera que el hueso quedara totalmente empapado. Estos útiles resultaron especialmente interesantes en zonas poco accesibles de la muestra.Para zonas más compactas del hueso, como las diáfisis, se utilizó un pincel.

Antes de sumergir nuevamente el bloque en el baño ácido, los huesos consolidados se dejaron secar unas doce horas. Aunque el tiempo puede parecer excesivo, no lo es, si

se tiene en cuenta la cantidad de consolidante utilizado en los huesos más porosos. Un tiempo de secado demasiado corto podría producir burbujas en el consolidante y que el ácido penetrara hasta el hueso.

Neutralización del ácido y las sales básicas.

Durante el ataque ácido, los fósiles son expuestos a una serie de productos químicos que, si no son neutralizados, pueden destruirlos completamente.

Como ya se ha visto anteriormente, la reacción del ácido con el carbonato de calcio produce una sal basica muy fuerte, el acetato de calcio, que forma unos agregados microcristalinos de color blanco muy característicos. La cristalización del acetato de calcio en el interior de la estructura de los huesos es especialmente problemática, ya que puede agrandar fisuras ya existentes y destruir completamente el fósil.

Para neutralizar el acetato de calcio y el acético, los bloques tratados (y los huesos recuperados mediante el lavado-tamizado), eran sumergidos en agua durante varios dias, que se renovava periodicamente, hasta la total desaparición tanto del ácido como de la base.

Si una vez seca, la muestra presentaba cristalizaciones de acetato de calcio, se repetía nuevamente el proceso.La eliminación del ácido acético y del acetato debe realizarse antes de volver a consolidar la muestra y prepararla para el siguiente ataque ácido. Como ya se ha dicho anteriormente, la eliminación de los cristales de acetato de calcio evita problemas posteriores de conservación.

Restauración.

Una vez separado totalmente el hueso de la matriz, se procede a su restauración.

En primer lugar se eliminan de su superficie los restos sobrantes de la mezcla formada por consolidante y sedimento, que ocultan, en ocasiones, caracteres morfológicos importantes.

La limpieza de la pieza se realiza con bisturí cuando existe una acumulación importante de consolidante; cuando es menor, se retira con un algodón impregnado en acetona. En zonas más inaccesible del hueso (especialmente en las vértebras), se utiliza un isopo de algodón, también empapado en acetona.

Una vez completamente limpio de consolidante y sedimento, el hueso se consolida nuevamente, esta vez por inmersión, de manera que el consolidante penetre al máximo en el hueso.

Ha de tenerse en cuenta que, durante el proceso de limpieza, y durante su inmersión en consolidante, la pieza es especialmente vulnerable, debido a la utilización de acetona, que provoca la desaparición, por disolución, del consolidante, que es, como ya se ha visto, el que proporciona solidez al hueso una vez ha desaparecido, por el ataque ácido, gran parte de carbonato de calcio.

En caso de producirse,la rotura de una pieza ha sido reparada utilizando únicamente acetato de etilo.

Una vez consolidado y restaurado el hueso, ya es apto para su estudio.

Numeración e inventariado de la piezas.

Una vez completamente restaurada, cada pieza fué numerada, utilizando, en cada caso, cuatro dígitos. El primer número corresponde, por tanto, al 0001.

No se incluye, en ningún caso, el acrónimo de ninguna institución, al no conocerse, de momento, donde serán depositadas, definitivamente, la totalidad de las piezas recuperadas.

La numeración se realizó con tinta china negra, sobre una capa de "Tip-ex" a la que posteriormente se aplicó una capa de consolidante (Paraloid B-64).

El total de las piezas (1469), aparecen numeradas e inventariadas en el Anexo II.

2.3.MEDIDAS.

Las medidas osteológicas han sido tomadas con un calibrador digital; los dientes han sido medidos mediante un medidor Nikkon Measuroscope 10.

Para los huesos pares se han medido, en el caso de los lepóridos actuales, los huesos tanto izquierdos como derechos. Los valores representados corresponden a los valores medios.

2.4. RÉPLICAS.

En el apartado de "material" de cada uno de los huesos postcraneales, los números en negrita corresponden a los huesos de los que se han realizado réplicas. Los moldes con los que estas se han realizado se encuentran actualmente depositados en el Institut de Paleontologia "M. Crusafont" de Sabadell (Barcelona).

2.5. DIBUJOS.

En la mayoria de casos, los dibujos han sido realizados por medio de una cámara clara acoplada a un binocular; para las piezas de mayor tamaño, el dibujo ha sido realizado a partir de una fotografia.

2.6. NOMENCLATURA OSTEOLÓGICA.

La nomenclatura osteológica utilizada en esta memória se basa en la obra de Popesko *et al*, 1992, López-Martínez, 1989 y Schwarze, 1984.

2.7. SÍMBOLOS

Los símbolos que aparecen en las representaciones alométricas corresponden a los siguientes lepóridos:

3. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LOS YACIMIENTOS CON *N. REX.*

Los yacimientos con *N. rex* se sitúan al Noroeste de la isla de Menorca, en la zona comprendida entre el Faro de Punta Nati y Cala's Pous (Ciutadella de Menorca) (fig.1). Pese a ser relativamente abundantes, la localización de cada uno de los yacimientos resulta, en la mayoria de los casos, muy dificil, al presentar, generalmente, una extensión muy limitada. La extensión y las especiales características del terreno, con una topografia muy irregular, debida a la erosión, contribuyen, aún más, a la dificil localización y distinción de cada uno de los yacimientos.

En la zona de Punta Nati-Cala's Pous, aparecen los siguientes conjuntos de materiales (fig. 1c):

A. Basamento dolomítico de edad jurásica.

B. Unidad Basal.

C. Facies arrecifales.

D. Limos rojos de origen cárstico.

- D.1. Limos rojos pre- pleistocénicos.
  - D.1.1. Limos rojos con ocotónido.
  - D.1.2. Limos rojos con lepórido.
- D.2. Limos pleistocénicos.

Cada una de estas unidades (excepto los limos rojos de origen cárstico), ha sido descrita por Obrador (1970), Bourrouilt (1973), Jurado (1985) y Fornós (1987).

Se prestará especial atención a los limos rojos de origen cárstico, ya que ha sido en estos donde se han encontrado los restos óseos estudiados.

A. Basamento dolomítico de edad jurásica.

Se trata de unas dolomias masivas, en ocasiones perforadas por litófagos y que presentan, en las juntas de estratificación, niveles margosos amarillentos y rojizos.

Estas dolomias forman un alto topográfico, un paleorelieve, que es fosilizado por las demás unidades litológicas existentes en la zona.

B. La Unidad Basal.

Corresponde a los sedimentos de las áreas marginales del substrato miocénico, cuya génesis está relacionada con la erosión del mismo (Rosell *et al.*, 1989).Esta unidad

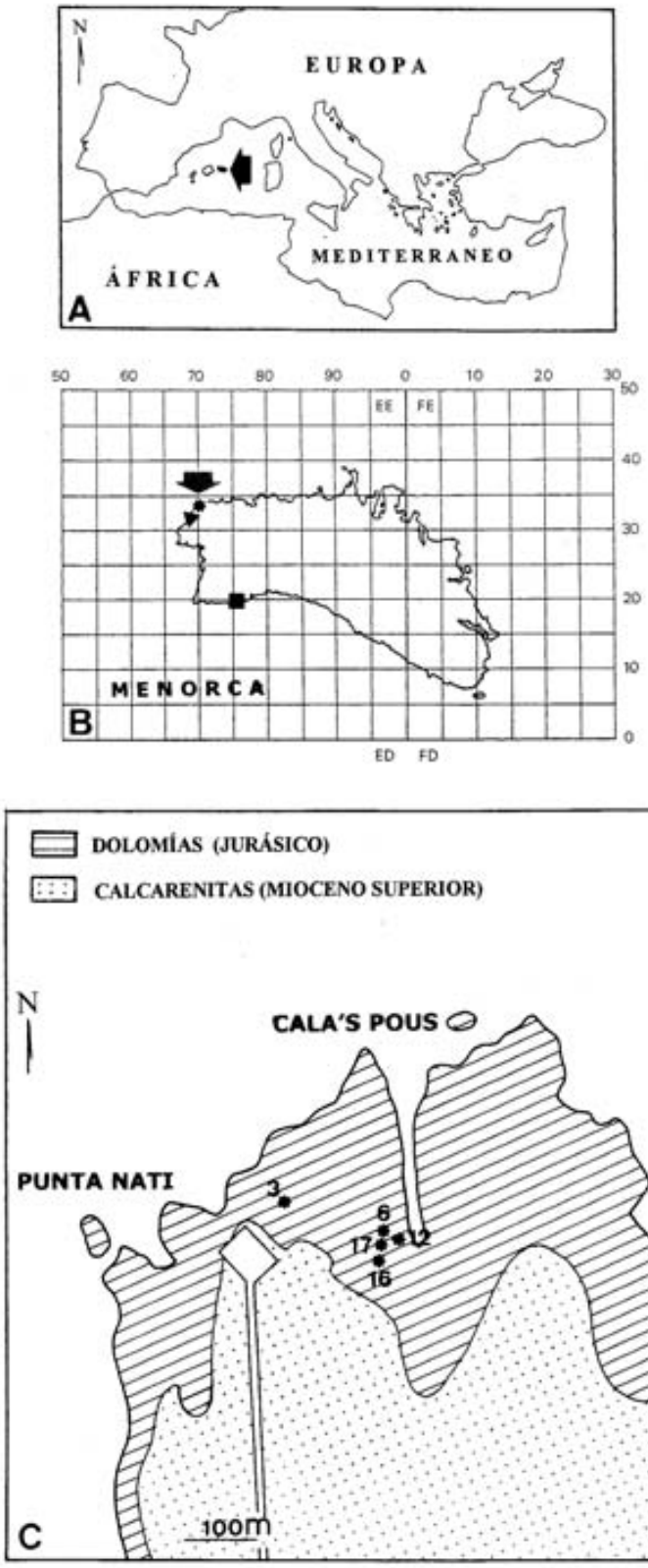


Fig. 1. Situación geográfica y geológica de los yacimientos con *N. rex*; estrellas: yacimientos de Punta Nati; triángulo: yacimiento de na Cony; cuadrado: yacimiento de la zona oeste de Son Saura (Racó des Pi). Reticulado U.T.M. de 5x5 km.

posiblemente está relacionada con las facies arrecifales y de talud del Messiniense que afloran en la zona de Punta Nati-Cala's Pous (fig. 1).

Aflora muy puntualmente en una zona situada al Oeste del faro de Punta Nati. Básicamente está formada por unos conglomerados brechoides de cantos dolomíticos muy heterométricos, en ocasiones perforados por litófagos. Más raramente los cantos son de calcita travertínica o limos rojos. Los cantos de calcita travertínica no sobrepasan los 60 mm de longitud máxima y presentan, en ocasiones, crecimientos de algas rodoficeas en su superficie. Los cantos formados de limos rojos presentan un diámetro que va desde varios milímetros a unos 160 mm como diámetro máximo. La matriz es calcarenítica (Jurado, 1985), aunque también puede estar formada en una proporción muy alta por limos rojos especialmente en la zona más proxima al basamento jurásico. Tanto la matriz como los cantos están fuertemente cementados por carbonato cálcico.

La única fauna encontrada en las facies detríticas en esta zona ha sido *Balistes crasidens* Casier, 1958, *Sparus cinctus* (Agassiz, 1843) y *Labrodon multidens* (De Münster, 1846).

C. Talud y cuerpo arrecifal.

La Unidad Basal pasa lateralmente a unas facies más calcareníticas y con una menor proporción de cantos. Estos son substituidos por crecimientos de algas rodoficeas de morfologías más o menos esféricas y por fragmentos de moluscos, corales, briozoos, equinoideos y dientes de peces.

Las facies propiamente arrecifales afloran muy puntualmente en la zona comprendida entre el faro de Punta Nati y Cala´s Pous. Se trata de facies arrecifales escasamente desarrolladas, formadas principalmente por el crecimiento de corales.

En esta misma zona, concretamente en un afloramiento situado en una antigua cantera de calcita travertínica situada al Este de Cala's Pous aparecen también estas facies arrecifales, pero desarrolladas a partir del intercrecimiento de algas calcáreas con morfologías ramosas dentro del sedimento calcarenítico.

Estas unidades han sido datadas por los diversos autores que las han estudiado como messinienses (Mioceno superior) (Rosell *et al.*, 1989).

D. Limos rojos de origen cárstico.

Se trata de una serie de afloramientos de localización dispersa, poca extensión y características poco homogéneas. En el paleokarst que representan se han distinguido dos tipos de sedimentos cársticos: limos rojos pre-pleistocénicos y limos rojos

pleistocénicos; asimismo, los limos rojos pre-pleistocénicos se han diferenciado en limos rojos con ocotónido y limos rojos con lepórido. Su distinción se ha realizado a partir de las diferencias faunísticas, de coloración y a los sedimentos que fosilizan, así como a la procedencia de los cantos incluidos en los limos.

Las características de los yacimientos incluidos en cada uno de estos grupos no son homogéneas. Ello es debido, por una parte, a la poca extensión de los afloramientos, y por otra parte a que posiblemente no son coetáneos.

Teniendo en cuenta todo esto, se describen a continuación los puntos donde ha sido encontrada fauna vertebrada. Pese a que los yacimientos con fauna vertebrada son relativamente abundantes en la zona de Punta Nati-Cala's Pous (Quintana, 1998), solo se describen con cierto detalle aquellos que, por sus características, resultan especialmente interesantes, bien por su riqueza, bien porque aportan datos interesantes.

D.1. Limos rojos pre- pleistocénicos.

D.1.1. Limos rojos pre-pleistocénicos con ocotónido.

Punto 2. (Coordenadas: 570.410, 4.433.940, 32) (Quintana, 1998).

Se localizan en un único punto (punto 2) de la zona estudiada, junto al "bufador" de Punta Nati. Estos sedimentos se distinguen de los limos rojos con lepórido por una coloración que tiende más al anaranjado y por ser más pobres en restos de vertebrados. Los restos postcraneales, aparte de ser muy raros, estan muy deformados y fragmentados, por lo que su determinación taxonómica no ha sido posible en la mayoria de los casos.

La fauna asociada consiste en un ocotónido, posiblemente emparentado con el *Gymnesicolagus gelaberti* Mein y Adrover, 1982 de Mallorca, del que se han encontrado algunos molares, superiores e inferiores, fragmentos mandibulares y vertebrales.

Asimismo, se han encontrado también algunos molares y premolares de un glírido indeterminado, unos fragmentos mandibulares de un lacértido y restos de tortuga.

D.1.2. Limos rojos pre-pleistocénicos con *N.rex*.

Se describen, de forma escueta, las características de cada uno de los afloramientos en los que han aparecido los restos óseos del lepòrido gigante junto a su fauna acompañante.

Punto 3. (Coordenadas: 570.380, 4.433. 920, 32) (Quintana, 1998).

El yacimiento descansa directamente sobre el basamento dolomítico jurásico (fig. 2). Los limos que forman el relleno se caracterizan por una coloración fuertemente rojiza.

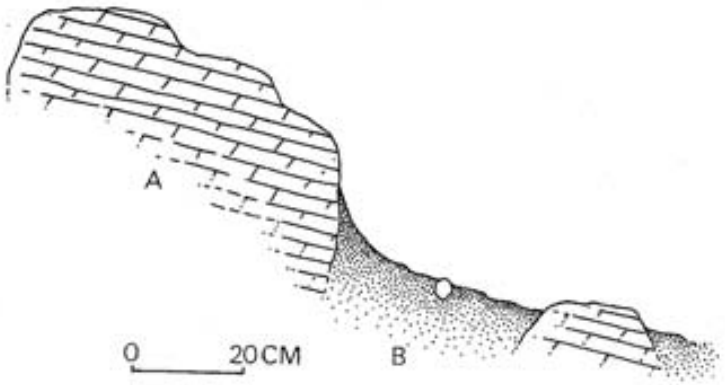


Fig.2. Corte N-S del yacimiento 3 de Punta Nati-Cala's Pous. A: dolomias jurásicas; B: limos rojizos con fauna vertebrada.

Fauna asociada: *Cheirogaster gymnesica* (Bate, 1914); Lacertidae; *Muscardinus cyclopeus* (Agustí, Moyà-Solà y Pons-Moyà, 1982); *N. rex*; Chiroptera; *Tyto balearica* (Mourer-Chauviré, Alcover, Moyà y Pons, 1980) (Seguí, 1998); *Pterodromoides minoricensis* (Seguí, Quintana, Fornós y Alcover, 2001)

Los restos de *Muscardinus cyclopeus* (tanto dientes como postcraneal) y de aves son los más abundantes. De *N. rex* tan solo se ha encontrado un molar superior y una séptima vertebra lumbar, mientras que de quiróptero solo se ha encontrado un maxilar inferior fragmentado.

Punto 6. (Coordenadas: 570.530, 4.433.860, 32) (Quintana, 1998).

Al igual que el yacimiento 3, se encuentra sobre las dolomias jurásicas (fig. 3).Se trata del yacimiento más rico en restos óseos. Debido a su abundancia, los huesos a menudo entran en contacto. El estado fragmentario de los mismos sugiere un transporte previo a la deposición definitiva.

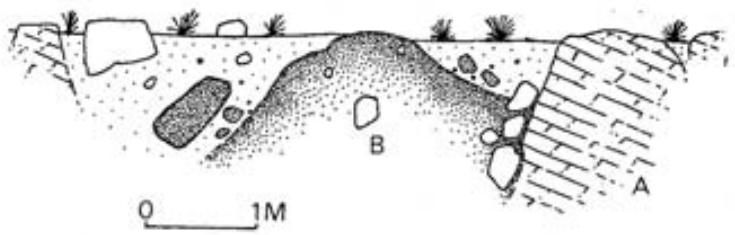


Fig.3.Corte N-S del yacimiento 6 de Punta Nati-Cala's Pous. A: dolomias jurásicas; B: limos rojizos con fauna vertebrada.

Los limos rojos de este punto engloban, junto a los restos óseos, cantos angulosos calcareníticos miocénicos de orden centimétrico, así como cantos dolomíticos muy redondeados procedentes, posiblemente, de la Unidad Basal de facies detríticas.

Se encuentran, además, algunos jacintos de compostela fragmentados y dientes de peces, rotos o erosionados por raices: *Sparus cinctus*, y más ráramente, *Balistes crasidens* y *Trigonodon oweni* Sismonda, 1849.

Los cantos dolomíticos y calcareníticos, así como los dientes de peces, deben tener su origen tanto en la Unidad Basal como en las facies arrecifales y de talud, mientras que los jacintos de compostela posiblemente proceden de la facies Keuper (Triásico inferior), la cual, curiosamente no aflora en esta zona.

Fauna asociada: Discoglossidae; *Cheirogaster gymnesica* (Bate, 1914); Lacertidae; *Nuralagus rex*; *Pterodromoides minoricensis* (Seguí, Quintana, Fornós y Alcover, 2001); *Camusia quintanai* (Seguí, 2002) *Athene sp* y Passeriforme indet. (Seguí, 1998); *Scolopax carmesinae* (Seguí, 1999).

Punto 12. (Coordenadas: 570.540, 4.433.850, 32).

Este yacimiento se caracteriza por la alternacia de bandas centimétricas formadas por limos rojos y bandas más claras formadas casi exclusivamente por huesos de pequeño tamaño pertenecientes a varios reptiles y un anfibio.

Los restos de *N. rex* son poco abundantes. Los de menor tamaño (falanges) aparecen en las bandas más ricas en restos de pequeños vertebrados, mientras que las de mayor tamaño (una primera vértebra torácica), aparecen en las bandas de limos rojos.

Las especiales características del yacimiento parecen sugerir que las bandas más ricas en pequeños vertebrados se formaron por la acumulación de egagrópilas.

Esta idea parece plausible si se tiene en cuenta la presencia en el yacimiento nº 3 de una rapaz nocturna, *Tyto balearica* (Seguí, 1998).

Fauna asociada: Discoglossidae; *Cheirogaster gymnesica* (Bate, 1914); Lacertidae; *Nuralagus rex*; *Vipera natiensis* Bailón, Garcia-Porta y Quintana, 2002, *Vipera* sp (Bailón *et al.*, 2002), *Blanus* sp (Garcia-Porta *et al.*, en prensa); Colubrinae (Garcia-Porta, com. pers.)

Punto 16. (Coordenadas: 570.520, 4.433.920, 32).

Situado sobre la dolomias jurásicas. Los limos rojos de este relleno incluyen abundantes cantos blandos de formas irregulares de grano muy fino, tambien de color rojo. Los restos óseos son poco abundantes y no entran en contacto. Dominan, sobre los restos de tortuga y lepórido, los restos de aves, fragmentados, pero muy bien conservados.

Algunos de los huesos, especialmente los de mayor tamaño, presentan crecimientos superficiales más o menos importantes de carbonato cálcico.

Fauna asociada: *Cheirogaster gymnesica* (Bate, 1914); Lacertidae; *Nuralagus rex*; *Pterodromoides minoricensis* (Seguí, Quintana, Fornós y Alcover, 2001); Aves.

Punto 17. (Coordenadas: 570.530, 4.433.960, 32).

Limos rojos con una proporción más o menos elevada de arenas muy finas en los que se incluyen unos bandeados de limos rojos más finos, de unos 2,5 cm de potencia; asimismo, presentan cantos blandos de limos rojos muy finos, redondeados, pero de formas irregulares, que se organizan en bandeados de contornos más o menos definidos.

Los restos óseos son poco abundantes, pequeños o fragmentados, no estando niguno de ellos en contacto.

Fauna asociada: *Nuralagus rex.*

D.2. Limos rojos pleistocénicos.

Aparecen de forma puntual en la zona estudiada. Corresponden a rellenos de antiguas cuevas, o bien a rellenos de pequeñas depresiones situadas cerca de la costa y que han sido colmatadas con sedimentos rojos o rosáceos y abundantes fragmentos de conchas marinas.

En ocasiones estos sedimentos fosilizan los limos rojos más antiguos, como pasa en el yacimiento de Cala's Pous. En ninguno de estos dos puntos, sin embargo, ha sido posible encontrar restos de la fauna "clásica" del Pleistoceno balear, es decir, *Hypnomys*, *Myotragus* y *Nesiotites.* La distincion entre los sedimentos pre-pleistocénicos y pleistocénicos obedece, en estos casos, a una diferencia de coloración muy marcada y a la existencia, entre ambos, de una clara superficie de separación de forma irregular.

Otros yacimientos con *N. rex.*

Na Cony. (Coordenadas: 569.200, 4.431.500, 3) (Punto 18: Quintana,1998)

El yacimiento se localiza en la parte Noroeste y Sureste de un pequeño promontorio situado entre Punta Esquitxador y Punta Perpinyà de Dins (Ciutadella de Menorca).

Los rellenos cársticos situados al Noroeste se encuentran en una pared casi vertical que acaba de forma abrupta en el mar.

Los limos rojos engloban cantos angulosos centimétricos y bloques métricos procedentes de las calcarenitas messinienses que afloran en esta zona (Rosell *et al.*, 1990) y que corresponden a la Unidad Inferior de Barras (Fornós, 1987), o bien a taludes arrecifales (Rosell *et al.*, 1990).

Los restos óseos son escasos y fragmentarios. Tan solo se ha recuperado un calcáneo y un P/3 de *N. rex* y algunos fragmentos de tortuga.

Fauna asociada: *Nuralagus rex*; Quelonia.

Zona Oeste de Son Saura. (Coordenadas: 576.100, 4.419.900, 1).(Zona d'es Racó d'es Pi: punto 28. Quintana, 1998).

Este yacimiento se encuentra al Oeste de la playa de Son Saura, entre la Punta de Sa Barraqueta y Sa Pesquera dets Al.lots (Ciutadella de Menorca). Quintana (1998) sitúa erroneamente este yacimiento en la zona d'es Racó d'es Pi.

Se trata de un yacimiento muy característico debido a su sección canaliforme que fosiliza las calcarenitas de edad messiniense (Rosell *et al.*, 1990) existentes en esta zona. Está formado por unos limos rosados de 1,5 m de potencia máxima, en los que aparecen algunos nivelillos centimétricos de calcita travertínica y cantos planos calcareníticos de unos 2-10 cm de potencia.

Los restos óseos son poco abundantes y se encuentran muy fragmentados. Aparecen en unos nivelillos más arenosos, junto a restos vegetales (semillas).

Mediante tratamiento químico se han recuperado una primera falange y una vértebra torácica de *N. rex*.

Fauna asociada: *Nuralagus rex*; Quelonia.

4. EDAD DE LOS YACIMIENTOS CON *N. REX.*

A los yacimientos con *Cheirogaster gymnesica* se les atribuyó en un primer momento, una edad pleistocénica (Bate, 1914b; Colom,1957; Cuerda, 1975; Moyà-Solà y Pons-

Moyà, 1979). Mercadal y Pretus (1980) afirman, a partir de los datos obtenidos del estudio del yacimiento de Binibeca, que *Ch. gymnesica* habría vivido en la isla en los inicios de la glaciación Mindel o en épocas anteriores al Pleistoceno.

Posteriormente, Pons-Moyà *et al.* (1981), sitúan en el Mioceno superior la fauna encontrada en el yacimiento de Cala's Pous, basándose en la idea de que este yacimiento se sitúa entre dos arrecifes messinienses (Agustí y Moyà-Solà, 1990).

El estudio de los yacimientos de Punta Nati-Cala's Pous y la publicación de nuevos trabajos referidos al Messiniense (Clauzon *et al.*, 1996; Gautier *et al.*, 1994), permite llegar a nuevas conclusiones sobre la edad de estos yacimientos. Al tratarse de yacimientos dispersos, de poca extensión y sin continuidad lateral, su datación resulta, sin embargo, difícil. Esta se ha basado en el estudio en detalle de las relaciones existentes entre la roca encajante y los depósitos cársticos, el estudio de los cantos incluidos en estos y en las afinidades faunísticas existentes con el yacimiento de Ses Fontanelles (Eivissa, Illes Balears).

Relaciones de los depósitos cársticos con la roca encajante.

Más que situarse entre dos arrecifes messinienses, los sedimentos cársticos del yacimiento de Cala's Pous (yacimiento 11: Quintana, 1998) colmatan una antigua cueva excavada en los sedimentos miocénicos, datados como messinienses por Rosell *et al.* (1989); a su vez, el yacimiento es fosilizado por unos sedimentos más claros, posiblemente pleistocénicos (Quintana, 1998), aunque la falta de fauna vertebrada no permite afirmarlo de manera categórica.

Teniendo en cuenta tales consideraciones, el yacimiento de Cala's pous puede considerarse, de manera muy laxa, como post-messiniense y pre-pleistocénico, es decir, pliocénico en sentido amplio.

Cantos incluidos en los depósitos cársticos con *N. rex*.

Algunos de los yacimientos incluyen cantos calcareníticos con crecimientos de algas calcáraeas, cuya procedencia parece estar relacionada con las facies arrecifales messinienses.

Como ya se ha dicho anteriormente, la presencia de estos cantos parece indicar una edad post-messiniense para los depósitos cársticos con *N. rex*.

Afinidades faunísticas con el yacimiento de Ses Fontanelles.

Moyà-Solà *et al* (1984) ponen de manifiesto la existencia de afinidades entre el lepórido de Punta Nati-Cala's pous y el lepórido de Ses Fontanelles.

El estudio preliminar de *Alilepus* sp parece indicar que se trata de una especie muy poco diferenciada de sus ancestros continentales; el estudio comparativo del P/3 de *Nuralagus* y *Alilepus* pone claramente de manifiesto la estrecha relación entre estos dos taxones.

La presencia de un gerbílido (*Protatera*) en el yacimiento de Ses Fontanelles, permite situarlo temporalmente en un periodo de tiempo comprendido entre el Mioceno terminal y la base del Plioceno (Moyà-Solà *et al*, 1984).

Teniendo en cuenta la edad del yacimiento, y las similitudes entre *N. rex* y *Alilepus*, parece lógico pensar que *N. rex* se sitúe temporalmente por encima del yacimiento de Ses Fontanelles, al corresponder a una forma que presenta profundos cambios morfológicos debidos a la evolución en un medio insular.

Por lo tanto, es muy posible que la edad de los yacimientos de Punta Nati-Cala's Pous sea posterior a la del yacimiento de Ses Fontanelles, es decir, posterior al Mioceno superior-Plioceno inferior.

5. SISTEMÁTICA.

Orden Lagomorpha Brandt, 1855

Familia Leporidae Gray, 1821

***Nuralagus rex* nov. gen., nov. sp.**

Holotipo: Cráneo 0003.

Localidad típica: Yacimiento 6 de Punta Nati, Ciutadella de Menorca, Illes Balears, España.

Derivatio nominis: El nombre genérico deriva de Nura, antiguo nombre fenicio de Menorca; el nombre especifico proviene del latín Rex, reguis: Rey.

Edad: Plioceno s.l.

Paratipos: véase anexo II, en el que se detalla la totalidad de las piezas recuperadas de *Nuralagus*

Diagnosis: Lepórido de gran tamaño, mayor que la de cualquier otro lepórido actual o fósil. Presenta un hueso occipital con la cresta nucal y la escama occipital muy ancha, de manera que sus márgenes laterales sobrepasan el límite lateral de los cóndilos occipitales

y quedan muy próximos al proceso paracondilar. El margen dorsal de los cóndilos occipitales sobrepasa el del foramen magnum. La bulla timpánica está muy reducida y el meato acústico externo se orienta muy lateralmente. Margen dorsal del proceso cigomático del hueso temporal situado por encima de la parte nasal del hueso frontal. En relación a la masa corporal, el paladar es estrecho, los huesos frontales muy anchos y el diastema mandibular muy corto. La rama mandibular está poco inclinada hacia la parte posterior de la mandíbula, y las fosas pterigoidea y masetérica están ventro-caudalmente muy desarrolladas. En la mayoría de los morfotipos del P/3, los márgenes del hipofléxido quedan muy próximos en su parte media. Los márgenes linguales del mesofléxido quedan también muy próximos.

6. ESTIMACIONES DE LA MASA CORPORAL DE *N. REX.*

La estimación del peso constituye un paso prévio muy importante en el estudio de las proporciones corporales y las alometrías. El estudio de las alometrías es especialmente interesante desde el punto de vista funcional, al implicar un cambio respecto a una tendencia general conocida, establecida mediante una relación lineal sencilla.

Consideraciones previas.

La estimación de la masa corporal en mamíferos fósiles no resulta fácil, por las siguientes razones:

A. Los parámetros óseos utilizados (superficies de articulación o diámetros de las epífisis) ofrecen resultados muy diferentes, incluso si se trabaja con las piezas esqueléticas de un mismo individuo.

B. Las estimaciones de la masa corporal se realizan frecuentemente con piezas esqueléticas de diferentes individuos y diferentes sexos.

C. Los taxones insulares presentan cambios en las proporciones corporales que dificultan, todavía más, su comparación con los lepóridos continentales.

Metodología.

Básicamente, el problema consiste en saber cuales de los parámetros esqueléticos ofrecen una mayor fiabilidad. En el caso de los lagomorfos, la longitud del cráneo es el parámetro más fiable para realizar estimaciones de peso (López-Martínez, 1985). Al no haberse encontrado ningún cráneo completo, las estimaciones de peso en *N. rex* se han realizado a partir de las ecuaciones procedentes del esqueleto poscraneal de las siguientes

especies actuales: *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758), *Bunolagus monticularis* (Thomas, 1903), *Pronolagus rupestris* (A. Smith, 1834), *Pronolagus randensis* Jameson, 1907, *Pronolagus crassicaudatus* (I. Geoffroy, 1832), *Lepus granatensis* Rosenhauer, 1856, *Lepus castroviejoi* Palacios, 1976, *Lepus capensis* Linnaeus, 1758 y *Lepus saxatilis* F. Cuvier, 1823. Se han considerando los valores medios de peso, y los valores medios del volumen y la superficie de la cabeza del fémur (tablas 1 y 3), las superficies de articulación de los cóndilos medial y lateral de la tibia (tablas 2 y 4), los diámetros transversales y anteroposteriores, tanto distales como proximales, del húmero (tabla 6), del radio (tabla 5), la tibia (tabla 2), el fémur (tabla 1), y la serie dentaria de la mandíbula (tabla 1).

El volumen de la cabeza del fémur se ha calculado según la metodología utilizada por Ruff (1990), para el cálculo de peso en primates antropoides.

La ecuación utilizada por este autor para calcular el volumen de la cabeza del fémur es:

$$V = 0{,}0654 \times (SI+AP)$$

donde SI es diámetro superior-inferior de la cabeza del fémur y AP es el diámetro antero-posterior.

Los valores reales del SI y del AP, así como las superficies de la cabeza del fémur y de los cóndilos de la tibia aparecen en las tablas 3 y 4.

Al existir marcadas diferencias morfométricas entre el género *Lepus* y el resto de los lepóridos, y al presentar *N. rex* más afinidades con estos que con las especies del género *Lepus*, las ecuaciones correspondientes al D.A.P.P. y al D.T.D. del radio, al D.T.P. del fémur, al D.A.P.P. y al D.A.P.D. de la tibia, se han obtenido, únicamente, a partir de los datos correspondientes a *O. cuniculus*, *P. randensis*, *P.crassicaudatus* y *P.rupestris*.

Todas las ecuaciones alométricas se basan en gramos y en unidades centimétricas, convertidas a valores logarítmicos en base 10, excepto en las medidas de superficies y volúmenes, en los que se han considerado milímetros cuadrádos y cúbicos, respectivamente.

Para la estimación de la masa corporal media se han seguido los siguientes criterios: el peso medio de *O. cuniculus* se ha calculado a partir de los ejemplares CBQ 96-1, CBQ 98-1 y CBQ 98-0, descartándose los ejemplares domésticos, por el sobrepeso que estos

Tabla 1

		Fémur				Mandíbula
Especie	**Peso**	**D.T.P**	**D.T.D**	**Volumen**	**Superficie**	**Serie dentaria**
O.cuniculus	1250	15,15	12,68	114,97	73,07	13,33
B.monticularis	1250	16,63	13,70	167,28	76,34	13,1
P.rupestris	1620	17,50	14,33	181,61	81,80	13,9
P.randensis	2300	19,10	16,31	281,65	99,07	15,6
P.crassicaudatus	2600	18,67	17,27	305,74	116,67	16,2
L.granatensis	2322	19,61	15,82	268,45	101,76	15,09
L.castroviejoi	2905	22,00	17,91	338,34	122,47	16,64
L.capensis	2040	20,34	15,98	245,74	-	15,0
L.saxatilis	2611	20,26	17,23	324,29	-	15,27
Ecuación		Y= 2,4907X + 2,6265	Y= 2,6574X + 2,7908	Y= 0,8438X + 1,3035	Y= 1,6703X - 0,0102	Y= 3,6865X + 2,67
Coeficiente de correlación		R= 0,8950	R= 0,9768	R= 0,9629	R= 0,9816	R= 0,9698

Tabla 2

		Tibia					
Especie	**Peso**	**Sup. cónd. medial**	**Sup. cónd. lateral**	**Sup. cóndilos**	**D.T.P**	**D.A.P.P**	**D.A.P.D**
O.cuniculus	1250	25,47	43,30	68,77	13,68	13,39	5,95
B.monticularis	1250	24,08	38,52	62,61	14,06	14,15	6,84
P.rupestris	1620	27,26	48,83	76,10	15,29	13,80	6,76
P.randensis	2300	33,43	60,44	93,87	16,65	15,38	7,53
P.crassicaudatus	2600	41,17	65,51	106,69	17,98	17,05	7,81
L.granatensis	2322	32,27	58,46	90,73	16,04	17,37	7,82
L.castroviejoi	2905	43,50	72,23	115,73	18,05	18,57	9,74
L.capensis	2040	-	-	-	16,49	17,17	8,05
L.saxatilis	2611	-	-	-	17,10	15,70	8,50
Ecuación		Y= 1,4497X + 1,1105	Y= 1,501X + 0,685	Y= 1,5035X + 0,3795	Y= 3,1159X + 2,6612	Y= 2,8843X + 2,7766	Y= 2,7094X + 3,6949
Coeficiente de correlación		R= 0,9165	R= 0,9850	R= 0,9818	R= 0,9694	R= 0,9517	R= 0,9928

Tablas 1 y 2. Valores medios de los parámetros utilizados en la obtención de las rectas alométricas en lepóridos actuales. Los valores se expresan en gramos (pesos), milímetros (medidas lineales: D.T.P., D.T.D., D.A.P.P y D.A.P.D.), milímetros cuadrados (superficies de articulación) y milímetros cúbicos (volumen de la cabeza del fémur). Las ecuaciones correspondientes a las rectas alométricas se basan unidades centimétricas convertidas a logaritmos de base 10

	Tabla 3			
	Fémur			
Especie	SI	AP	Volumen	Superficie
O.cuniculus CBQ 96-1	5,81	6,54	123,19	80,90
	5,82	6,31	116,72	79,54
O.cuniculus CBQ 98-1	6,34	6,94	153,16	84,63
	6,20	6,95	148,71	84,00
O.cuniculus CBQ 98-0	5,11	5,44	76,79	58,02
	4,91	5,38	71,25	51,36
O.cuniculus CBQ 96-0	7,41	8,60	268,38	113,29
	7,53	8,73	281,15	118,15
O.cuniculus CBQ 96-2	7,83	9,13	319,04	131,21
	7,73	8,92	301,87	128,47
O.cuniculus CBQ 96-3	7,85	9,21	324,72	122,02
	7,99	9,36	341,56	126,00
O.cuniculus CBQ 99-1	7,42	8,00	239,78	96,30
	7,66	8,16	258,93	97,18
O.cuniculus MNCN 11378	5,78	5,86	103,14	58,67
	-	-	-	-
O.cuniculus MNCN 11379	5,71	5,93	103,14	59,92
	5,59	6,01	102,08	57,21
O.cuniculus MNCN 11380	5,61	5,75	95,87	57,40
	5,71	5,84	100,76	58,05
O.cuniculus CBQ 97-2	6,55	6,71	152,47	81,71
	6,60	6,82	158,06	82,54
S. floridanus 11390	5,50	5,90	96,89	63,34
	5,51	5,79	94,36	61,46
B. monticularis AZ 2283	6,72	6,71	158,41	78,05
	6,61	6,67	153,16	75,68
B. monticularis AZ 2284	6,82	6,96	171,12	76,34
	7,10	7,08	186,46	75,32
P. rupestris AZ 2400	7,81	8,40	278,56	102,21
	7,57	8,19	256,00	99,07
P. rupestris AZ 2356	6,64	6,03	133,01	67,61
	-	-	-	-
P. rupestris AZ 665	6,64	6,88	161,62	78,67
	6,51	7,01	161,62	76,91
P. rupestris AZ 666	6,29	6,59	139,74	71,12
	6,19	6,72	140,72	77,02
P. randensis AZ 1636	7,60	7,96	246,38	95,45
	7,86	7,90	236,00	99,62
P. randensis AZ 2351	8,34	8,34	303,50	99,10
	8,52	8,47	320,74	102,12
P. crassicaudatus AZ 337	7,52	7,96	242,59	108,43
	7,80	7,98	256,97	106,59
P. crassicaudatus AZ 674	8,69	8,63	351,10	126,25
	8,82	8,94	354,72	126,67
P. crassicaudatus AZ 675	8,27	8,66	317,35	116,6
	8,33	8,50	311,76	115,52
L. granatensis CBQ 97-0	7,19	8,11	234,23	99,87
	7,51	8,28	257,46	99,97
L. granatensis MNCN 11239	8,34	8,61	318,48	111,40
	8,00	8,45	291,12	110,78
L. granatensis MNCN 11245	7,78	8,20	266,87	92,80
	7,45	8,03	242,59	95,76

	Tabla 3 (Continuación)			
	Fémur			
Especie	**SI**	**AP**	**Volumen**	**Superficie**
L. castroviejoi MNCN 14873	8,59	8,96	353,51	132,46
L. castroviejoi MNCN 14898	8,47	8,72	332,20	119,36
	8,41	8,73	329,31	115,61
L. capensis AZ 2354	8,18	8,56	306,79	-
	8,15	8,66	310,65	-
L. capensis AZ 2922	7,07	7,73	212,01	-
	7,17	7,86	222,05	-
L. capensis AZ 679	7,71	7,72	240,25	-
	7,52	7,85	237,46	-
L. capensis AZ 678	7,13	7,66	211,58	-
	7,61	7,49	225,16	-
L. saxatilis AZ 511	6,21	6,97	149,73	-
	6,32	7,09	157,71	-
L. saxatilis AZ 419	7,23	8,28	244,01	-
	7,38	7,96	236,07	-
L. saxatilis AZ 1635	7,82	7,56	237,92	-
	7,91	8,55	291,65	-
L. saxatilis AZ 956	8,34	8,92	336,27	-
L. saxatilis AZ 957	7,72	8,45	276,50	-
	7,84	8,27	273,44	-
L.saxatilis KM 30881	9,66	9,99	496,20	179,56
	8,90	9,88	433,17	165,56
L. saxatilis AZ 670	9,00	9,20	394,26	132,96
	9,06	9,24	400,80	135,30
L. saxatilis AZ 673	8,71	9,06	366,97	132,77
	8,91	9,10	382,04	139,04
L. saxatilis AZ 672	7,87	8,27	274,97	105,88
	-	-	-	-

Tabla 3. Medidas (en mm) de la cabeza del fémur en varios lepóridos actuales. SI: Diámetro superior-inferior; AP: Diámetro antero-posterior.

pueden presentar; los pesos medios de *L. granatensis* y *L. castroviejoi* han sido tomados de Rodriguez *et al.* (1997), mientras que los del género *Bunolagus*, *Pronolagus*, *L. capensis* y *L. saxatilis* han sido obtenidos a partir de los datos publicados por Skinner y Smithers (1990).

El peso medio de *L. saxatilis* se ha calculado a partir de los pesos medios de ejemplares procedentes del suroeste de la provincia del Cabo (3595 g), la región del Transvaal (2400 g) y Zimbabwe (2225g).

Los valores medios de la longitud de la serie dentaria de la mandíbula de *B. monticularis* y las tres especies de *Pronolagus* se han obtenido a partir de los datos publicados por Robinson y Dippenaar (1983, 1987). En el caso de *Lepus*, estos valores corresponden a medidas directas realizadas sobre los ejemplares de comparación.

Tabla 4			
Tibia			
Especie	Sup. cónd. medial	Sup. cónd. lateral	Sup. cóndilos
O.cuniculus CBQ 96-1	26,95	51,42	78,37
	27,87	46,08	73,95
O.cuniculus CBQ 98-1	28,69	46,46	75,15
	28,94	43,58	72,52
O.cuniculus CBQ 98-0	21,60	36,53	58,13
	18,77	35,73	54,50
O.cuniculus CBQ 96-0	42,32	84,70	127,02
	49,61	85,08	134,69
O.cuniculus CBQ 96-2	52,12	82,61	134,73
	50,13	80,43	130,56
O.cuniculus CBQ 96-3	50,32	101,38	151,70
	52,97	101,09	154,06
O.cuniculus CBQ 99-1	44,20	69,11	113,31
	43,67	67,38	111,05
O.cuniculus MNCN 11378	20,05	31,77	51,82
	18,44	29,60	48,04
O.cuniculus MNCN 11379	22,30	32,14	54,44
	21,01	36,94	57,95
O.cuniculus MNCN 11380	19,25	33,91	53,16
	19,40	34,58	53,98
O.cuniculus CBQ 97-2	26,12	43,25	69,37
	-	40,91	-
S.floridanus MNCN 11390	17,85	29,78	47,63
	15,58	32,87	48,45
B.monticularis AZ 2283	23,65	39,16	62,81
	20,08	39,74	59,82
B. monticularis AZ 2284	26,75	38,89	65,64
	25,87	36,32	62,19
P. rupestris AZ 2400	38,47	69,69	108,16
	39,71	68,92	108,63
P. rupestris AZ 2356	20,50	34,26	54,76
	21,82	39,65	61,47
P. rupestris AZ 665	21,80	44,77	66,57
	23,48	45,12	68,60
P. rupestris AZ 666	28,17	42,44	70,61
	24,20	45,80	70,00
P. randensis AZ 1636	32,66	58,08	90,74
	32,93	62,80	95,73
P. randensis AZ 2352	34,70	60,46	95,16
P. crassicaudatus AZ 337	37,92	61,84	99,76
	36,91	73,91	110,82
P. crassicaudatus AZ 674	45,67	70,50	116,17
	44,17	66,02	110,19
P. crassicaudatus AZ 675	39,52	59,09	98,61
	42,87	61,73	104,60
L. granatensis CBQ 97-0	35,17	60,83	96,00
	34,37	65,33	99,7
L. granatensis MNCN 11239	32,61	58,34	90,95
	35,49	59,33	94,82
L. granatensis MNCN 11245	27,30	56,05	83,35
	28,73	50,88	79,61
L. castroviejoi MNCN 14873	47,98	77,11	125,09

Tabla 4 (Continuación)			
	Tibia		
Especie	Sup. cónd. medial	Sup. cónd. lateral	Sup. cóndilos
L. castroviejoi MNCN 14898	41,42	67,84	109,26
	41,11	71,75	112,86
L. saxatilis AZ 670	35,26	75,06	110,32
	38,25	77,59	115,84
L. saxatilis AZ 672	28,91	62,15	91,06
	32,59	59,40	91,99
L. saxatilis AZ 673	39,01	81,43	120,44
	42,49	77,51	120,00
L. saxatilis KM 30881	48,69	93,46	142,15
	49,36	93,54	142,90

Tabla 4. Medidas (en milímetros cuadrados) de las superficies de los cóndilos de la tibia en varios lepóridos actuales.

		Tabla 5			
		Radio			
Especie	Peso	D.T.P	D.A.P.P	D.T.D	D.A.P.D
O.cuniculus	1250	5,80	3,57	5,98	4,44
B.monticularis	1250	6,15	3,79	6,64	4,69
P.rupestris	1620	6,23	3,50	5,84	4,91
P.randensis	2300	7,42	4,3	6,73	5,47
P.crassicaudatus	2600	7,40	4,52	6,91	5,30
L.granatensis	2322	7,42	5,01	8,61	5,00
L.castroviejoi	2905	8,04	5,11	9,97	6,92
L.capensis	2040	7,44	4,89	8,51	5,32
L.saxatilis	2611	7,73	5,01	8,93	5,95
Ecuación		Y= 2,6283X + 3,7064	Y= 2,3905X + 4,2357	Y= 3,5997X + 3,9812	Y= 2,0072X + 3,859
Coeficiente de correlación		R= 0,9621	R= 0,9267	R= 0,9051	R= 0,8389

		Tabla 6	
		Húmero	
Especie	Peso	D.T.D	D.A.P.D
O.cuniculus	1250	8,28	5,95
B.monticularis	1250	8,49	6,25
P.rupestris	1620	9,33	6,81
P.randensis	2300	10,40	7,73
P.crassicaudatus	2600	10,78	7,63
L.granatensis	2322	9,90	7,35
L.castroviejoi	2905	10,98	8,07
L.capensis	2040	10,03	7,54
L.saxatilis	2611	10,61	7,92
Ecuación		Y= 3,0502X + 3,3278	Y= 2,8631X + 3,71
Coeficiente de correlación		R= 0,9830	R= 0,9692

Tablas 5 y 6. Valores medios de pesos (g) y de medidas (mm) referidas a las epífisis del ràdio y el húmero de lepóridos actuales. Las ecuaciones correspondientes a las rectas alométricas están basadas en unidades centimétricas convertidas a logaritmos de base 10.

Tabla 7						
Fémur						
Especie	**SI**	**AP**	**Volumen**	**Peso**	**Superficie**	**Peso**
Nuralagus 1228	14,13	14,54	1541,20	9848,44	457,54	27134,05
Nuralagus 0170	13,88	13,99	1415,75	9168,58	405,29	22159,06
Nuralagus 0451	14,47	14,90	1656,87	10469,73	463,38	27715,01
Nuralagus 0001	14,23	14,90	1616,58	10254,49	429,14	24379,79
Nuralagus 0429	13,40	13,75	1308,84	8580,82	389,29	20717,31
Nuralagus 1051	14,31	15,34	1704,71	10724,24	477,66	29156,28
Nuralagus 0449	12,65	14,21	1267,34	**8350,66**	391,90	20949,83
Nuralagus 0326	14,56	14,54	1611,59	10227,78	432,17	24667,99
Nuralagus 0384	13,45	14,26	1391,51	9035,94	399,58	21640,07
Nuralagus 0096	15,29	15,10	1835,56	11414,79	481,25	29523,22
Nuralagus 1142	15,75	15,73	2040,24	**12478,60**	507,80	**32293,75**
Nuralagus 0400	13,19	14,60	1403,60	9102,14	408,17	22422,69
Nuralagus 1700	14,30	14,93	1633,29	10343,86	429,24	24389,28
Nuralagus 1701	13,93	14,07	1435,66	9277,26	402,11	21869,41
Nuralagus 0215	14,75	14,62	1656,87	10469,73	395,44	21266,87
Nuralagus 11686	14,60	14,92	1682,39	10605,64	456,78	27058,81
Nuralagus 0314	14,51	14,60	1613,26	10236,72	405,46	22174,58
Nuralagus 1140	13,53	14,44	1431,05	9252,12	433,37	24782,51
Nuralagus 11698	13,52	14,23	1397,54	9068,97	420,38	23554,25
Nuralagus 1258	13,13	13,74	1268,76	8358,56	358,52	**18055,25**
Nuralagus 1324	13,64	14,05	1388,50	9019,45	383,45	20200,80
Peso medio				9761,01		23987,46

Tabla 8		
Fémur	**D.T.P**	**Peso**
Nuralagus 0170	32,68	8080,20
Nuralagus 1228	33,56	8633,05
Nuralagus 0324	34,88	**9503,75**
Nuralagus 1140	30,92	**7039,46**
Nuralagus 0400	33,10	8341,33
Nuralagus 1324	31,76	7525,47
Nuralagus 0449	32,44	7933,21
Nuralagus 0384	32,65	8061,74
Nuralagus 0314	31,49	7367,13
Nuralagus 0325	34,12	8996,33
Nuralagus 1258	31,38	7303,20
Nuralagus 0001	32,46	7945,39
Peso medio		8018,70

Tabla 9		
Fémur	**D.T.D**	**Peso**
Nuralagus 0170	27,39	8987,87
Nuralagus 1228	28,81	10279,93
Nuralagus 0324	27,87	9412,54
Nuralagus 1700	28,54	10025,90
Nuralagus 11720	26,59	8307,04
Nuralagus 1037	27,01	8660,30
Nuralagus 0010	27,95	9484,51
Nuralagus 1031	28,38	9877,22
Nuralagus 0283	28,44	9932,81
Nuralagus 0949	27,73	9287,41
Nuralagus 0319	27,52	9101,68
Nuralagus 0199	28,00	9529,66
Nuralagus 0328	28,84	10308,40
Nuralagus 0239	28,27	9775,82
Nuralagus 0903	28,35	9849,50
Nuralagus1066	28,43	9923,54
Nuralagus 1174	27,48	9066,57
Nuralagus 1244	26,97	8626,26
Nuralagus 1343	29,71	**11155,56**
Nuralagus 1349	26,19	**7979,08**
Peso medio		9387,81

Tablas 7, 8 y 9. Aproximaciones de peso (en g) en *Nuralagus* a partir de los parámetros del fémur. Los valores máximos y mínimos aparecen en negrita, y no han sido considerados en los valores de los pesos medios.

Tabla 10				
Radio	**D.T.P**	**Peso**	**D.A.P.P**	**Peso**
Nuralagus 1170	15,50	16093,43	8,72	12402,36
Nuralagus 0244	-	-	8,39	11309,74
Nuralagus 11692	13,59	11390,44	-	-
Nuralagus 12019	-	-	8,29	10990,17
Nuralagus 0317	15,04	14868,27	8,34	11149,29
Nuralagus 0007	-	-	8,50	11667,44
Nuralagus 0006	16,19	18045,27	8,66	12199,34
Nuralagus 1171	-	-	7,29	**8082,58**
Nuralagus 1009	15,75	16784,65	8,15	10551,69
Nuralagus 1079	15,78	16868,81	-	-
Nuralagus 11694	15,59	16340,20	7,81	9529,76
Nuralagus 0141	15,19	15261,18	7,95	9943,23
Nuralagus 0333	16,66	**19454,87**	8,52	11733,18
Nuralagus 0336	15,99	17465,25	8,72	12402,36
Nuralagus 11691	14,58	13702,62	8,08	10336,34
Nuralagus 11690	16,26	18251,06	8,74	12470,47
Nuralagus 1348	13,44	**11062,97**	7,75	9355,68
Nuralagus 0117	16,16	17957,52	8,88	**12953,32**
Nuralagus 0118	15,55	16230,24	8,61	12031,64
Peso medio		16096,84		11204,84

Tabla 11				
Radio	**D.T.D**	**Peso**	**D.A.P.D**	**Peso**
Nuralagus 1070	13,69	29662,75	9,76	**6883,72**
Nuralagus 1273	-	-	10,07	7329,60
Nuralagus 0373	13,48	28057,22	10,03	7271,28
Nuralagus 11693	12,40	**20772,56**	9,96	7169,78
Nuralagus 0119	13,30	26731,83	9,82	6968,93
Nuralagus 0854	13,74	30054,59	11,64	**9803,49**
Nuralagus 1077	-	-	10,38	7789,53
Nuralagus 0441	12,45	21075,65	10,16	7461,68
Nuralagus 0205	12,71	22703,49	-	-
Nuralagus 1047	12,90	23949,13	-	-
Nuralagus 0117	14,01	**32235,42**	10,54	8032,40
Nuralagus 0118	13,42	27610,27	11,01	8767,49
Peso medio		26230,61		7598,83

Tablas 10 y 11. Aproximacines de peso (en g) en *Nuralagus* a partir de los parámetros del radio. Los valores máximos y mínimos aparecen en negrita, y no han sido considerados en los valores de los pesos medios.

Tabla 12				
Húmero	**D.T.D**	**Peso**	**D.A.P.D**	**Peso**
Nuralagus 0217	25,23	35787,22	14,81	15787,60
Nuralagus 0858	26,91	**43563,49**	-	-
Nuralagus 0408	23,00	26986,23	13,09	11086,89
Nuralagus 0907	22,79	**26241,68**	13,02	10917,99
Nuralagus 1083	23,49	28778,44	12,76	**10305,31**
Nuralagus 12007	-	-	14,24	14109,59
Nuralagus 0859	-	-	14,15	13855,77
Nuralagus 0011	24,22	31594,24	14,58	15095,73
Nuralagus 0285	24,84	34126,47	-	-
Nuralagus 0004	23,95	30532,17	13,98	13384,48
Nuralagus 11988	24,83	34084,58	13,09	11086,89
Nuralagus 0964	26,10	39685,95	15,27	**17232,54**
Nuralagus 1015	23,26	27927,55	13,31	11628,78
Nuralagus 0202	25,27	35960,56	14,29	14251,90
Nuralagus 11685	25,52	37056,75	14,34	14395,13
Nuralagus 0188	26,75	42778,24	14,67	15364,06
Nuralagus 0005	24,36	32154,59	12,93	10703,30
Nuralagus 0116	23,85	30144,98	-	-
Nuralagus 0171	-	-	12,78	10351,62
Nuralagus 0872	26,28	40526,70	14,64	15274,27
Nuralagus 11696	25,22	35743,97	13,89	13139,25
Nuralagus 0139	-	-	14,05	13577,25
Nuralagus 1279	24,20	31514,73	15,14	16815,83
Nuralagus 1781	23,31	28111,07	13,72	12684,06
Nuralagus 0304	24,96	34631,82	14,78	15696,21
Peso medio		33374,72		13460,33

Tabla 13		
Mandíbula	**Longitud serie dentaria**	**Peso**
Nuralagus 1195	25,10	13912,24
Nuralagus 0397	24,10	11975,83
Nuralagus 0431	18,78	**4775,05**
Nuralagus 0873	25,70	15178,13
Nuralagus 0095	25,37	14471,96
Nuralagus 0129	25,43	14598,53
Nuralagus 0021	23,67	11206,80
Nuralagus 12003	21,09	7323,32
Nuralagus 0977	26,11	**16090,09**
Nuralagus 11678	24,60	12917,61
Nuralagus 1329	25,68	15134,63
Nuralagus 0138	25,00	13709,00
Nuralagus 1401	24,94	13588,10
Peso media		13092,37

Tablas 12 y 13. Aproximaciones de peso (en g) en *Nuralagus*, a partir de los parámetros del húmero y la mandíbula. Los valores máximos y mínimos aparecen en negrita, y no han sido considerados en los valores de los pesos medios.

Tabla 14						
Tibia						
Especie	**Sup. cónd. med.**	**Peso**	**Sup. cónd. lateral**	**Peso**	**Sup. cónd.**	**Peso**
Nuralagus 0428	113,04	12219,98	207,05	**14502,03**	320,09	**14833,01**
Nuralagus 0871	93,71	**9311,03**	171,58	**10937,91**	265,29	**11163,53**
Nuralagus 0367	105,14	11001,62	172,11	10988,66	277,25	11934,00
Nuralagus 0284	-	-	185,57	12303,54	-	-
Nuralagus 11700	-	-	198,62	13624,87	-	-
Nuralagus 12000	118,03	**13009,70**	-	-	-	-
Nuralagus 0203	113,86	12348,70	-	-	-	-
Nuralagus 1137	112,37	12115,12	-	-	-	-
Nuralagus 0990	113,55	12299,99	-	-	-	-
Nuralagus 11683	104,21	10860,83	-	-	-	-
Nuralagus 0366	95,59	9583,05	-	-	-	-
Nuralagus 0419	112,29	12102,62	-	-	-	-
Nuralagus 1199	110,39	11806,88	-	-	-	-
Peso medio		11593,19		12305,69		11934,00

Tabla 15				
Tibia	**D.T.P**	**Peso**	**D.A.P.P**	**Peso**
Nuralagus 11700	29,78	13737,31	26,66	10113,66
Nuralagus 1287	27,84	11136,40	23,73	7228,88
Nuralagus 0284	30,00	14056,01	25,38	8775,56
Nuralagus 0099	32,56	**18141,50**	26,05	9460,50
Nuralagus 1088	29,00	12646,95	25,43	8825,52
Nuralagus 0202	28,84	12430,80	23,33	**6882,97**
Nuralagus 11683	-	-	24,40	7833,36
Nuralagus 0428	30,11	14217,22	24,77	8180,89
Nuralagus 0366	28,15	11527,35	24,40	7833,36
Nuralagus 0367	29,23	12962,11	-	-
Nuralagus 1199	30,52	14829,17	25,56	8956,28
Nuralagus 0871	26,49	**9538,52**	24,02	7486,63
Nuralagus 12000	28,89	12498,07	27,03	**10523,82**
Nuralagus 1702	27,71	10975,16	-	-
Peso medio		12869,68		8469,46

Tabla 16		
Tibia	**D.A.P.D**	**Peso**
Nuralagus 0406	13,14	10380,59
Nuralagus 0966	13,60	11394,89
Nuralagus 11991	12,97	10020,73
Nuralagus 0852	13,66	**11531,61**
Nuralagus 0327	13,05	10189,08
Nuralagus 1196	12,78	9627,96
Nuralagus 0965	12,52	9106,45
Nuralagus 0367	13,04	10167,94
Nuralagus 0277	12,48	**9027,83**
Nuralagus 0419	13,41	10968,70
Peso medio		10232,04

Tablas 14, 15 y 16. Aproximaciones de peso (en g) en *Nuralagus* a partir de los parámetros de la tibia. Los valores máximos y mínimos aparecen en negrita, y no han sido considerados en los valores de los pesos medios.

En N. *rex*, los pesos obtenidos para el fémur y la tibia son los que ofrecen unos valores más constantes para los diferentes parámetros utilizados.En el fémur los valores son menores que los de la tibia, excepto para la superficie de la cabeza del fémur.

El radio es el que ofrece unos valores más variables. En el húmero, el valor medio del peso obtenido para el D.T.D. es muy elevado, mientras que el peso medio obtenido para el D.A.P.D es semejante al obtenido para la longitud de la serie dentaria mandibular.

El valor del peso medio estimado para *N. rex* (14092,21 g), corresponde al valor medio de las medias de peso obtenidas para cada serie de valores (tablas 7-16), de los que se han desestimado tanto los valores máximos como los mínimos.

La utilización de valores medios minimiza, en cierta manera, las diferencias de peso debidos a alometrías, parámetros utilizados, edad y sexo.

6.1. COMPARACIÓN DE LA MASA CORPORAL DE N. REX CON OTROS LAGOMORFOS.

El peso obtenido para *N. rex* ha sido comparado con el de otros lagomorfos (en especial, con las especies insulares), tanto fósiles como actuales.

Ocotónidos.

Según Alcover (1988), el aumento de talla en los lagomorfos fósiles insulares es más pronunciado en los ocotónidos que en los lepóridos. En el caso de *Gymnesicolagus gelaberti*, se produjo, según López (1985), un aumento de talla muy importante. Su peso sería superior al de la liebre ártica (*Lepus arcticus*), cuyo peso medio es de 4000 g (Feilden, 1877). Estos datos coinciden con la estimación realizadas a partir de la longitud de la serie dentaria inferior (a partir de los alveolos) (19,43 mm) de un ejemplar de *Gymnesicolagus sp* procedente del yacimiento 2 de Punta Nati (Quintana, 1998), similar a la de un ejemplar (hembra) de *Lepus saxatilis* (KM 30881) (longitud de la serie dentaria:19,23 mm) procedente de Western Cape (República Sudafricana), donde el peso medio de esta especie es de 4000 g (Skinner y Smithers, 1990).

Al desconocer la especie (y las proporciones) a partir de la cual evolucionó *G. gelaberti*, no es posible establer cual ha sido el aumento de masa corporal durante su evolución.

Lepóridos.

En los lepóridos insulares actuales se producen cambios moderados en la talla corporal, al tratarse, muy posiblemente, de poblaciones insulares relativamente recientes o que ocupan un nicho ecológico (y una relación presa-depredador) similar a la que ocupaban en el continente (Sondaar, 1977).

Así, *Lepus californicus* presenta un aumento de talla en la isla de Espiritu Santo, y una talla similar en las islas Carmen, Magdalena y Santa margarita (golfo de California, México) (Lawlor, 1982). *Sylvilagus graysony* (J. A. Allen, 1877) de las islas Tres Marias (México), presenta, en relación a la especie continental más próxima (*Sylvilagus cunicularius* [Waterhouse, 1848]) (Cervantes, 1997), una disminución de talla solo del 4 %, poco significativa a nivel estadístico (Lawlor, 1982).

En *Sylvilagus mansuetus* Nelson, 1907, de las islas de San José y Cedros (golfo de California, México) se produce también un aumento del tamaño corporal (Lawlor, 1982), en comparación a la especie continental más próxima, *Sylvilagus bachmani* (Waterhose, 1839)(Chapman, 1974).

En los *Oryctolagus cuniculus* procedentes de la isla de Porto Santo (Portugal) y en *Lepus europaeus* (Pallas, 1778) de Córcega (Francia) parece producirse una disminución en el tamaño corporal (Foster, 1963). Sin embargo, la disminución del tamaño corporal en estas poblaciones insulares ha sido cuestionada por Lawlor (1982), al considerar poco significativas las muestras con las que se han realizado estos estudios.

En las liebres de Mallorca (*Lepus granatensis*) se ha producido una disminución en su tamaño corporal (Palacios y Fernández, 1992).

Unos dientes de *Pentalagus furnessi* (Stone, 1900) del Pleistoceno superior japonés, presentan un tamaño algo menor a la población actual (Tomida y Otsuka, 1993).

En comparación con los pesos máximos y mímimos de lepóridos actuales no insulares (tabla 17), el peso medio estimado para *N. rex* es treinta tres veces superior al peso medio (403,5 g) (calculado para machos y hembras) de *Brachilagus idahoensis* (Merriam, 1891) de California (Orr, 1940) y casi el doble del peso máximo de *Lepus othus* Merriam, 1900 (Best y Henry, 1994).

El peso de *N. rex* se ha comparado también con el de *Alilepus* sp de Ses Fontanelles (Eivissa, Illes Balears). Algunas de las características morfológicas de esta especie

Taxon	Pesos medios		Pesos máximos y mínimos		Referencia
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	
Bunolagus monticularis	-		1000-1500		1
Caprolagus hispidus	2500		-		2
Oryctolagus cuniculus	-		1500-3000		2
Pentalagus furnesi	2376	2715	2030-2675	2550-2880	3
Poelagus marjorica	-		2000-3000		2
Pronolagus crassicaudatus	2600		2400-3050		1
Pronolagus randensis	2300		1820-2950		1
Pronolagus rupestris	1620		1350-2050		1
Romerolagus diazi	417,4	535,9	386,6-479,1	462,1-602,5	4
Brachylagus idahoensis	409	398	375-435	246-458	5
Brachylagus idahoensis	405	436	373-428	415-456	6
Brachylagus idahoensis	418	462	-		7
Sylvilagus aquaticus	2235	2161	1816-2554	1646-2668	8
Sylvilagus aquaticus	2254	2217	-		9
Sylvilagus transitionalis	-		756-965	802-1038	10
Sylvilagus bachmani	-		511-797	560-915	11
Sylvilagus audubonii	841	988,5	755,7-907,5	883-1250	5
Sylvilagus floridanus	1134,4	1244	801-1411	842-1533	10
Sylvilagus nuttallii	719,9	790,3	628,5-830	690-871	5
Lepus granatensis	2193	2452	-		12
Lepus europaeus	3500	3700	-		13
Lepus europaeus	3765		-		12
Lepus castroviejoi	2905		-		12
Lepus californicus	2475	2610	1980-3375	1980-3285	14
Lepus californicus	-		2000-2950	2120-3550	15
Lepus californicus	-		1510-1880	1880-2840	15
Lepus alleni	3690	4050	2700-4730	2880-5850	14
Lepus alleni	3930		-		16
Lepus timidus	2397		1404-3228		17
Lepus timidus	3438		2900-4700		17
Lepus timidus	-		3000-3200		18
Lepus timidus	3190		2725-3630		19
Lepus timidus	3062		1680-4590		17
Lepus timidus	2750		-		19
Lepus timidus	3395		2500-4300		20
Lepus timidus	3438		2900-4700		17
Lepus timidus	2337	2397	1825-3002	2110-2700	21
Lepus arcticus	-		4000-4100	3900-4500	22
Lepus arcticus	4000		2500-4500		23
Lepus arcticus	-		3200-6300		24
Lepus arcticus	-		4600-6800		25
Lepus callotis	2700		-		26
Lepus callotis	2500		-		27
Lepus townsendii	3400	3600	2600-4300	2500-4300	28
Lepus townsendii	3100	3800	2800-3500	2800-4400	28
Lepus othus	4806		-		29
Lepus othus	-		3900-4813		30
Lepus capensis	2040		1700-2450		1
Lepus capensis	1590	1700	1360-1840	1450-2330	1
Lepus saxatilis	3190	4000	2700-3750	3650-4500	1
Lepus saxatilis	2200	2600	1400-2900	1600-3500	1
Lepus saxatilis	2040	2410	1500-2500	1930-3180	1

Tabla 17. Pesos en lepóridos actuales. Los diferentes pesos para una misma especie y referencia corresponden, generalmente, a diferentes localizaciones geográficas. **1**: Skinner y Smithers, 1990; **2**: Chapman *et al.*, 1991; **3**: Yamada y Sugimura, 1998; **4**: Cervantes *et al.*, 1990; **5**: Orr, 1940; **6**: Janson, 1946; **7**: Wilde, 1978; **8**: Lowery, 1974; **9**: Terrel, 1972; **10**: Chapman y Morgan, 1973; **11**: Chapman, 1974; **12**: Palacios, 1983; **13**: McBride, 1988; **14**: Vorhies y Taylor, 1933; **15**: Dice, 1926; **16**: Lipson y Krausman, 1988; **17**: Angermann, 1967; **18**: Imaizumi, 1970; **19**: Barret-Hamilton, 1900; **20**: Walhoud, 1965; **21**: Coutunier, 1955; **22**: Parker, 1977; **23**: Feilden, 1877; **24**: Richardson, 1829; **25**: Audubon y Bachman, 1852; **26**: Dunn *et al.*, 1982; **27**: Davis y Lukens, 1958; **28**: Kline, 1963; **29**: Anderson y Lent, 1977; **30**: Cowan y Bell, 1986.

(tamaño relativamente pequeño y primera falange muy alargada) parecen sugerir que es una forma muy poco diferenciada de la especie continental que colonizó Eivissa posiblemente en el Mesiniense. Por su contexto biogeográfico y temporal, ambas formas pueden considerarse, muy posiblemente, como estrechamente relacionadas (Moyà *et al*, 1984).

La estimación de peso en *Alilepus* sp se ha realizado a partir de la longitud funcional del húmero (el hueso largo mejor conservado de este taxon) (tabla 6), y la longitud de la serie dentaria inferior (tabla 1). Para el húmero se ha obtenido un peso estimado de 1592g, mientras que para la longitud de la serie dentaria inferior se ha obtenido un peso estimado de 1268g.

Considerando que el peso medio de *Alilepus* sp (1430 g) fuera similar al de la especie a partir de la cual evolucionó *N. rex*, el incremento de peso habría sido realmente espectacular, del orden del 985 %.

7. MORFOLOGIA COMPARADA.

7.1. CRÁNEO.

Material. No se ha podido recuperar ningún cráneo completo.

De manera general, los maxilares son también incompletos, faltándoles el arco cigomático y la parte anterior del maxilar.

Maxilares izquierdos: 11719, 11718, 11713, 0245, 0246, 0147, 0015, 0289, 12034, 0274, CBQ 1708, CBQ 1709.

Maxilares derechos: 0206, 0207, 0148, 0219, 0149, 0893, 11721, 11715, 11714, 11745, 1296, 11717, 0458, 0146, 0014, 0179, 1261, 11716, 0013, 0278, 0388, 0331.

Bullas timpánicas izquierdas: sn, 12042.

Bullas timpánicas derechas: 12040, 12088, 12041.

Cráneo 0003. Holotipo (lámina 1a-1c). Cráneo incompleto y algo deformado, de manera que el proceso palatino del maxilar derecho se superpone al del maxilar izquierdo y el hueso incisivo se encuentra desplazado hacia una posición más ventral respecto al maxilar y el hueso frontal. Además, falta el hueso occipital, los nasales, los parietales, el interparietal, los temporales y las bullas timpánicas, así como el hueso incisivo derecho; el hueso incisivo izquierdo presenta el I1 y el I2, pero carece del tercio posterior y parte de la zona dorsal anterior. En los maxilares, falta la totalidad de la zona anterior del

maxilar derecho y la zona anterior dorsal del maxilar izquierdo, así como los arcos cigomáticos. Están presentes, en cada maxilar, el P2, P3, P4, M1, M2 y el alveolo correspondiente al M3. El margen caudal del foramen incisivo se sitúa a la altura del margen anterior del P2.

El hueso frontal izquierdo está muy fragmentado y carece de proceso cigomático. El hueso frontal derecho está completo. Parte orbital del hueso frontal derecho algo más completo que el izquierdo. Del hueso palatino sólo se conserva la parte anterior (lámina 1, figs.A, B y C).

Cráneo 0960 (Lámina 1d-1f). Fragmento craneal muy incompleto, del que se conserva unicamente parte del maxilar derecho, con P4-M2 y el tuberculo facial.

Los huesos frontales son algo más completos que en el ejemplar 0003. En la parte izquierda falta el proceso cigomático y la incisura supraorbital rostral. Se conservan, de forma parcial, la parte orbital del hueso frontal. Huesos parietales y temporales conservados sólo parcialmente. En los temporales faltan los procesos cigomáticos. Huesos fesfenoides conservados de forma parcial, hasta sobrepasar ligeramente el foramen óptico. Hueso basisfenoidal presente, pero muy mal conservado.

Cráneo 0961. Paladar muy completo, en el que faltan, sin embargo, todas las piezas dentales excepto el P4 derecho; alveolos presentes. Tubérculos faciales presentes en ambos maxilares; procesos cigomáticos ausentes. Parte anterior de los maxilares conservados hasta la parte posterior del foramen incisivo; parte posterior, hasta sobrepasar ligeramente los alveolos del M3 (fig. 10).

Otros fragmentos craneales:

S.N. Hueso occipital incompleto.

12008. Hueso incisivo incompleto

CBQ S.N. Hueso incisivo incompleto.

0030. Fragmento craneal en el que se conserva parte del hueso parietal y temporal izquierdo y parte del proceso cigomático.

11711. Hueso occipital muy completo, al que le falta una porción de la parte basilar (fig. 4).

Número mínimo de individuos: 22

Descripción. El hueso occipital presenta una cresta nucal y una escama occipital muy ancha, de manera que sus márgenes laterales sobrepasan el límite lateral de los cóndilos

occipitales y quedan muy próximos al proceso paracondilar. La protuberancia occipital externa es muy corta y presenta un contorno triangular; hueso interparietal posiblemente ausente.

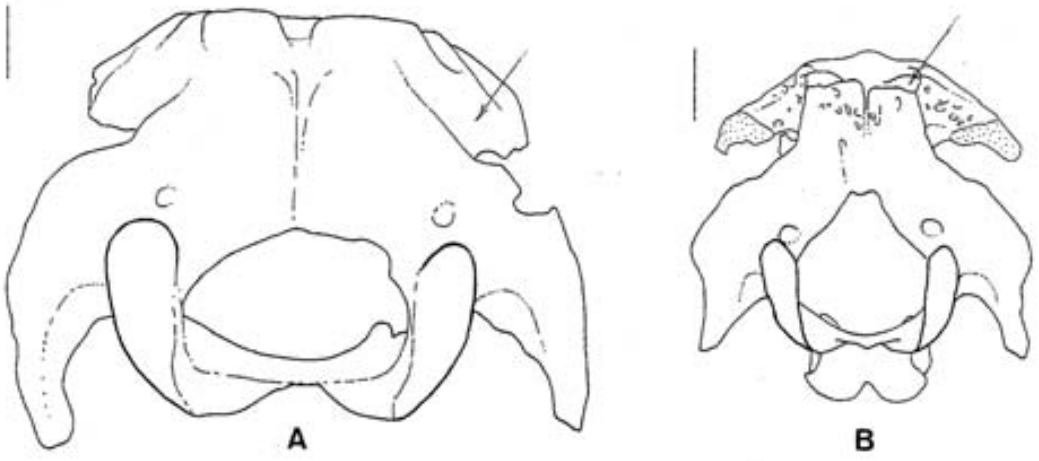


Fig. 4. Hueso occipital de *N. rex* (A) (11711) y *O. cuniculus* (B), vista caudal. Escala: 5 mm

El foramen magnum es muy bajo y ancho, con el margen dorsal situado a la altura del margen superior de los cóndilos occipitales, que son muy robustos y muy elevados respecto de la escama occipital y la cresta nucal. La cresta basal interna de los cóndilos aparece muy atenuada y con los márgenes muy próximos. Procesos paracondilares con los márgenes externos e internos muy redondeados, con el extremo ventral orientado hacia los cóndilos. Margen basal del foramen magnum en forma de "V" con una concavidad muy marcada, cuyo extremo anterior se sitúa a nivel de los procesos paracondilares (figs. 4 y 5).

La bulla timpánica es muy pequeña, con la fosa cerebral, el meato acústico externo y el poro acústico externo orientados muy lateralmente. El poro acústico externo presenta un contorno circular. Parte timpánica y petrosa de la región temporal muy corta dorso-ventralmente y muy amplia cráneo-caudalmente (fig. 6).

El tubérculo facial es muy amplio en la zona lateral próxima al maxilar. La superficie lateral del tubérculo facial y de la zona antero-ventral de la órbita ocular presentan, en visión frontal, una inclinación semejante. El margen antero-ventral de la órbita ocular presenta una curvatura muy marcada. En vista dorsal, el proceso cigomático del maxilar

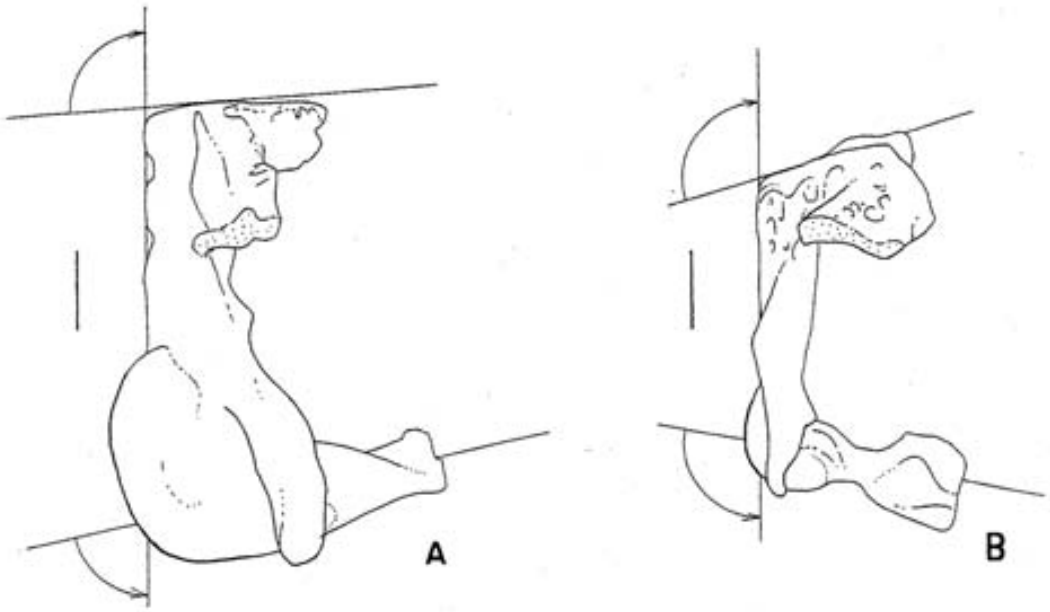


Fig. 5. Inclinación de la cresta nucal y la parte basilar del hueso occipital de *N. rex* (A) (11711) y *O. cuniculus* (B), vista lateral. Escala gráfica: 5 mm.

no se sitúa verticalmente, sino ligeramente inclinado; en vista lateral, presenta también una mayor inclinación, de manera que queda más próximo al margen dorsal de la órbita ocular (fig. 7). La distancia entre el margen dorsal del proceso cigomático del hueso temporal y el margen anterior de la incisura supraorbital es muy pequeña. El margen dorsal del proceso cigomático del hueso temporal (fig. 8), queda muy próximo a la superficie dorsal del cráneo. El hueso frontal presenta un proceso cigomático muy reducido y de contorno triangular y está limitado anteriormente por una incisura

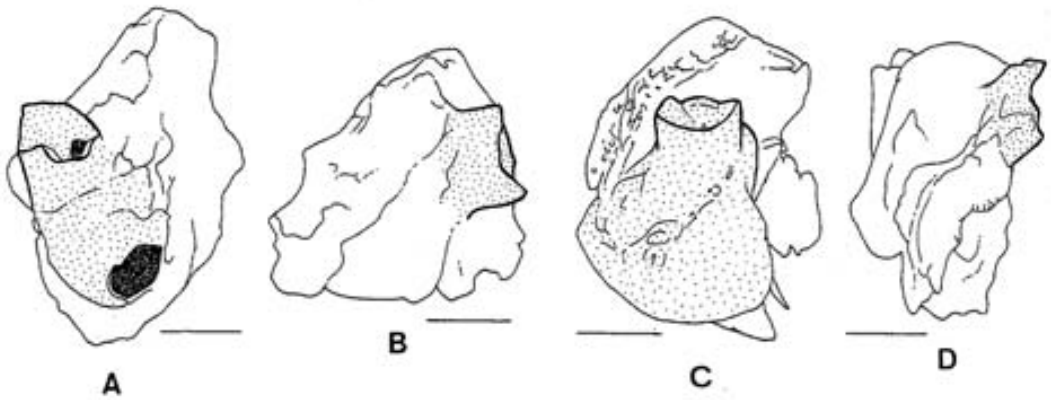


Fig.6. Parte timpánica y petrosa de la región temporal de *N. rex* (A: vista labial-posterior; B: vista labial) y *O. cuniculus* (C: vista labial-posterior; D: vista labial). Escala gráfica: 5 mm

supraorbital rostral apenas marcada y, posteriormente, por una incisura supraorbital caudal muy abierta y poco profunda (fig. 9). La parte orbital del hueso frontal presenta una concavidad muy marcada.

El margen posterior del foramen infraorbital se sitúa a la altura de la parte anterior del P2, ligeramente por debajo respecto del margen superior de la bulla alveolar. El margen anterior de las coanas se sitúa a la altura del margen posterior del P4 (fig. 10).

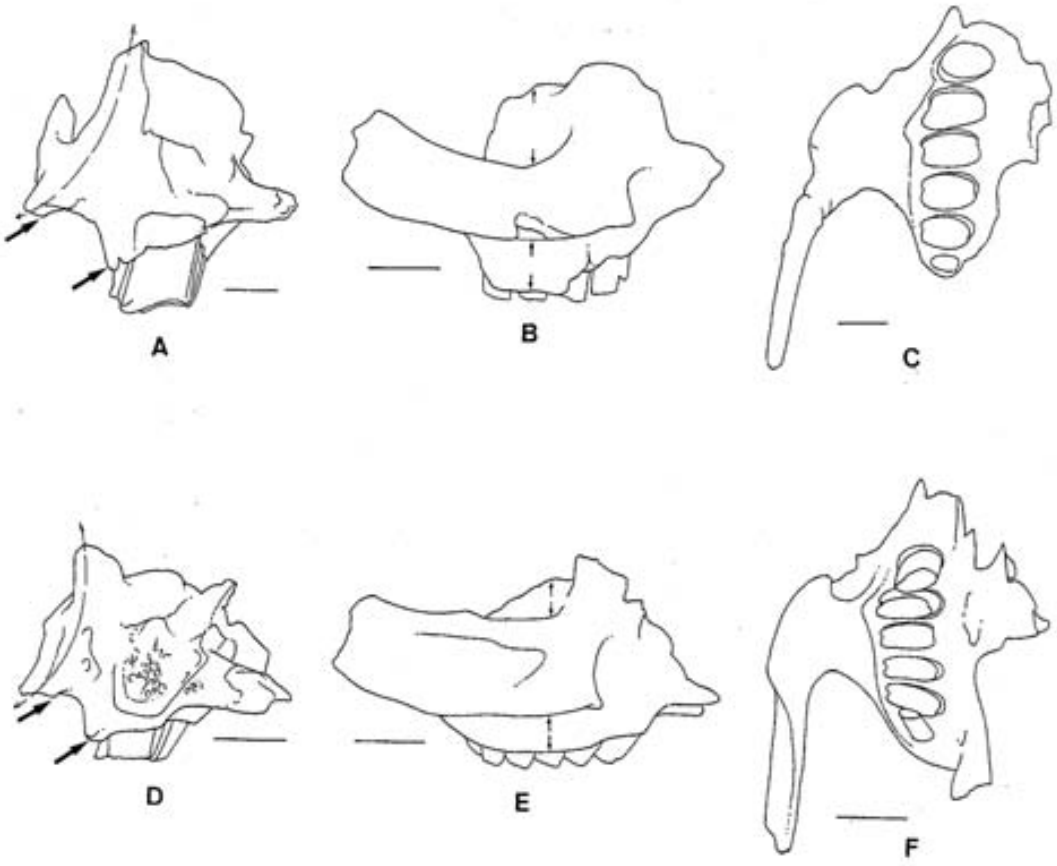


Fig. 7. Maxilar de *N. rex* (A: vista anterior; B: vista labial; C: vista ventral) y *O. cuniculus* (D: vista anterior; E: vista labial; F: vista ventral). Escala gráfica: 5 mm.

Medidas. Las medidas del holotipo aparecen en la tabla 19. En la tabla 17, aparecen las medidas craneales correspondientes a la anchura del paladar, de los huesos frontales y de las coanas del resto de fragmentos craneales.

Las medidas de la zona occipital, tomadas del fragmento craneal 11711, son las siguientes:

Anchura de la cresta occipital externa: 14,20 mm

Distancia entre los cóndilos occipitales: 25,93 mm

Altura del foramen magnum: 13, 20 mm

Anchura del foramen magnum: 15,87 mm

Distancia entre los procesos paracondilares: 41, 58 mm

Ángulo entre la escama occipital y la parte basilar del hueso occipital: 77,5°

Ángulo entre la escama occipital y la parte parietal del hueso occipital: 94°

Los ángulos han sido medidos tal como indica la figura 5.

7.1.1. COMPARACIÓN CON OTROS LEPÓRIDOS.

La morfología craneal de *N. rex* se compara con la de *L. granatensis, O. cuniculus, P. furnessi, N. netscheri* y *Alilepus hibbardi* (White, 1991).

Zona nasal.

En *O. cuniculus, L. granatensis* y *N. netscheri*, la zona posterior de los huesos nasales se sitúa por detrás de la zona anterior del tubérculo facial; en *N. netscheri*, está algo más adelantada respecto a *O. cuniculus* y *L. granatensis*,de manera que los huesos nasales son más cortos y anchos. En *P. furnessi* la zona posterior de los huesos nasales se sitúa a la misma altura que el tubérculo facial, de manera que son más cortos que en el resto de lepóridos.

Al ser muy corta la zona anterior del cráneo de *P. furnessi* y *N. netscheri,* presentan un foramen incisivo muy corto, cuyo margen posterior se sitúa muy por delante del margen anterior del P2. El mal estado de conservación de la zona nasal de los cráneos de *N rex,* no permite apreciar la longitud y la anchura de esta zona, ni precisar la situación de la sutura entre los huesos frontales y nasales.

Maxilar.

En visión frontal, la superficie lateral del tubéculo facial y de la zona antero-ventral de la órbita ocular presentan, en *N. rex* y *P. furnessi*, una inclinación semejante. En *O. cuniculus, L. granatensis* y *N. netscheri*, las superficies de estas dos zonas forman un ángulo menor (fig. 7a, d).

En visión dorsal, la parte anterior del proceso cigomático del maxilar de *N. rex* forma, respecto a la superficie externa del tubérculo del maxilar, un ángulo más abierto que en *O. cuniculus* (fig. 7c,f), *L. granatensis* y *P. furnessi.*

La distancia de separación entre las zonas dorsales del proceso cigomático y de la bulla alveolar es mayor en *N. rex* que en *O. cuniculus* (fig.7b, e).

Paladar.

La posición y las características del margen posterior del foramen incisivo y del margen anterior de las coanas de *N. rex* parecen indicar una longitud del paladar similar al de *O. cuniculus* o *A. hibbardi*.

Proceso cigomático del hueso frontal.

La morfología del proceso cigomático del hueso frontal y las incisuras supraorbitales de *N. rex* (fig. 8) son semejantes a las de *A. hibbardi*, *P. furnessi* y *N. netscheri*. En todos los casos existe un menor desarrollo del proceso cigomático hacia la parte anterior, y un escaso desarrollo de la incisura supraorbital rostral. En relación a la línea de sutura del hueso frontal, el margen lateral del proceso cigomático forma, en *N. rex*, un ángulo de

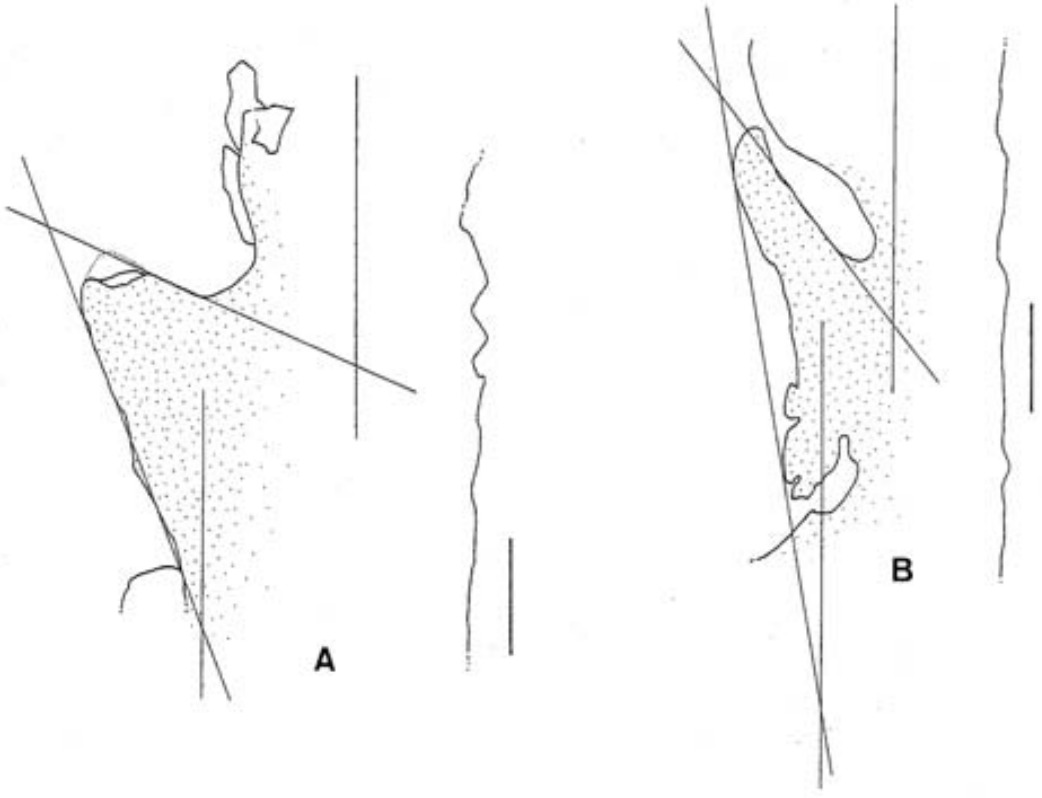


Fig. 8. Proceso cigomático del hueso frontal de *N. rex* (A) y *O. cuniculus* (B), vista dorsal. La inclinación del margen anterior y posterior se ha comparado en relación a la línea de sutura de los huesos frontales. Escala gráfica: 5 mm.

21,5°, semejante al que presenta *P. furnessi* (20,5°) y algo inferior al de *N. netscheri* (27,5°). En este sentido, el ángulo que presenta *O. cuniculus* es, en comparación, muy bajo (9,5°).

Órbita ocular.

La mayor inclinación de la parte posterior del proceso cigomático hacia la parte dorsal del cráneo y la mayor curvatura de la zona anterior de la órbita ocular parecen indicar que *N. rex* presenta, al igual que *P. furnessi*, una órbita ocular muy estrecha en sentido dorso-ventral. *N. netscheri* presenta una longitud dorso-ventral de la órbita ocular mayor que la de *P. furnessi*, y menor a la de *O. cuniculus* y *L. granatensis*.

Hueso occipital.

N. rex se diferencia del resto de los lepóridos por una cresta nucal extraordinariamente ancha, cuyos márgenes laterales sobrepasan los márgenes externos de los cóndilos occipitales. La superficie posterior del hueso occipital, la cresta nucal y la parte basilar forman un ángulo menor que en *O. cuniculus* y *L. granatensis* (fig. 5). Tal característica parece ser indicativa, como en *P. furnessi* y *N. netscheri*, de un cráneo con la zona posterior dorso-ventralmente más baja.

Como en *P. furnessi*, el margen dorsal del foramen magnum de *N. rex* se sitúa a la altura del margen superior de los cóndilos occipitales, mientras que en *L. granatensis* y *O. cuniculus* se sitúa por encima de estos. En *N. netscheri*, el margen dorsal del forámen magnum se sitúa ligeramente por encima del margen superior de los cóndilos occipitales. En este sentido, la posición del margen superior del foramen magnum ocupa una posición intermedia entre *N. rex-P. furnessi* y *O. cuniculus-L. granatensis*.

Hueso interparietal.

La ausencia del hueso interparietal en *N. rex* es un carácter de importancia relativa, dado que su presencia o ausencia, por fusión con el hueso occipital, es un caracter muy variable en los lepóridos, que además varía con la edad de un mismo individuo (Schreuder, 1936).

Hueso parietal

P. furnessi y *N. netscheri* muestran, en comparación con *O. cuniculus* y *L. granatensis*, unos huesos parietales lateralmente más estrechos y dorso-caudalmente más alargados.

Los huesos parietales no se han conservado en ningún ejemplar de *N. rex*. Sin embargo, el margen posterior de los huesos frontales de *N. rex* parece indicar que la zona anterior de los huesos parietales sería más ancha que en *P. furnessi*.

Hueso temporal.

En comparación a *O. cuniculus* y *L. granatensis*, el proceso cigomático del hueso temporal de *N. rex* se encuentra algo retrasado y más alejado (al igual que la faceta para la cabeza de la mandíbula) del hueso temporal (fig. 9). El margen dorsal del proceso cigomático de *N. rex* se sitúa, al igual que en *P. furnessi* y *N. netscheri*, muy próximo a la superficie dorsal del cráneo, mientras que en *O. cuniculus* y *L. granatensis* se sitúa en una posición más baja.

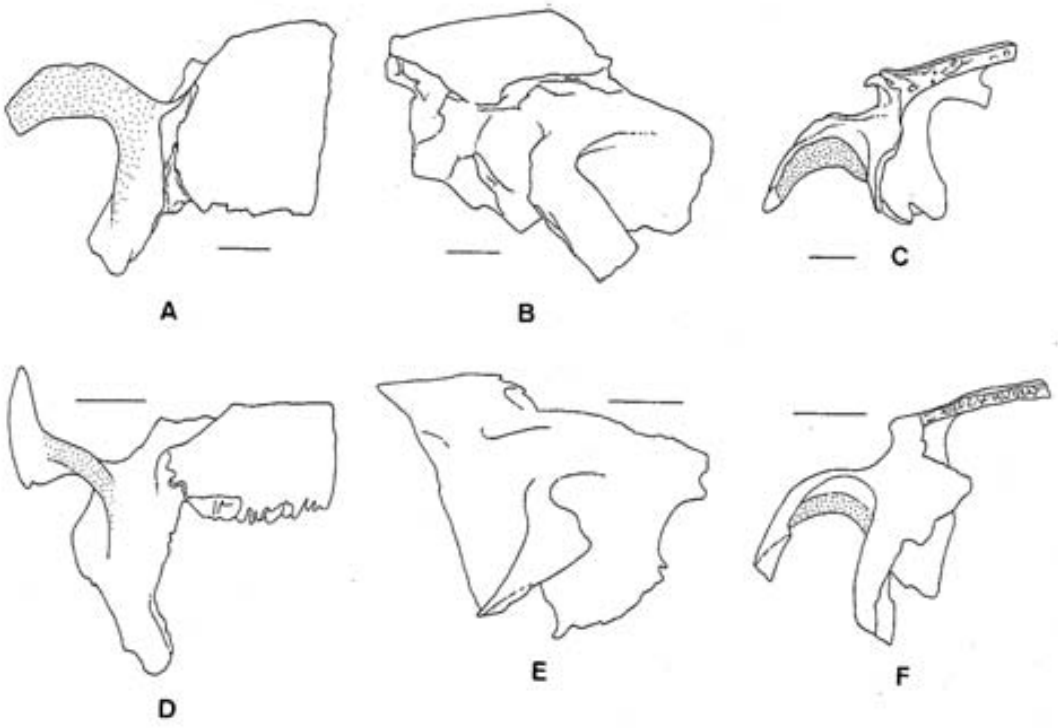


Fig. 9. Proceso cigomático, parte escamosa, de *N. rex* (A: vista dorsal; B: vista labial; C: vista posterior) y *O. cuniculus* (D: vista dorsal; E: vista labial; F: vista posterior). Punteado: zona de articulación con la cabeza de la mandíbula. Escala gráfica: 5 mm.

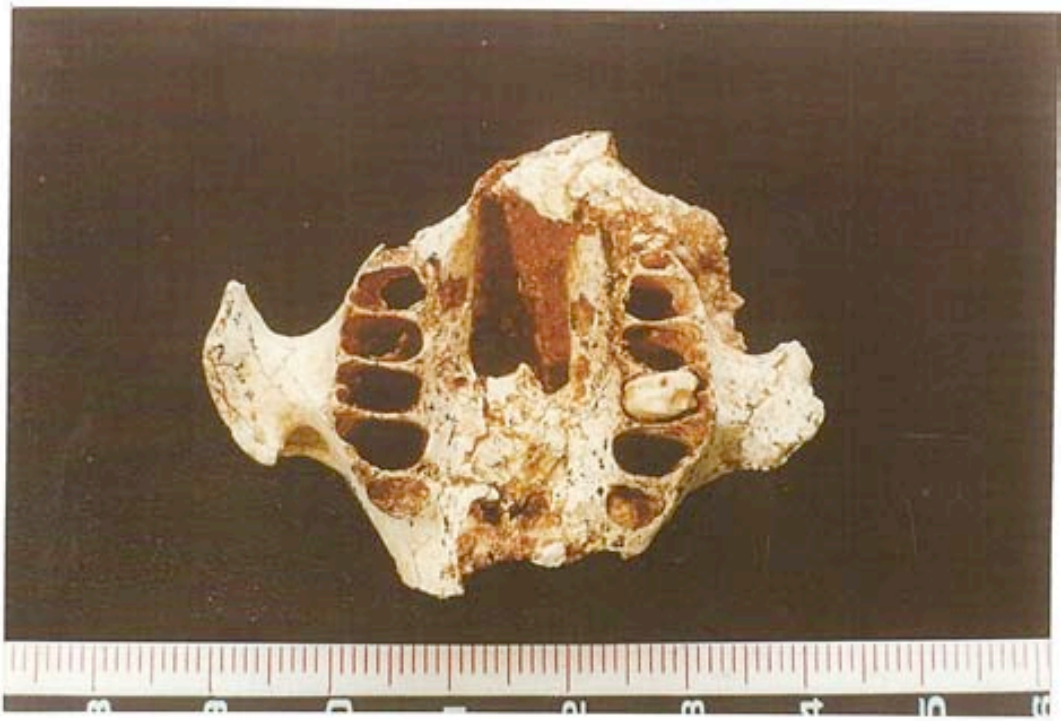


Fig. 10. Paladar de *N. rex* (ejemplar 0961). Escala en mm

Fig. 11. Mandíbula izquierda de *N. rex* (ejemplar 1401), vista lateral. Escala en mm

Bulla timpánica.

La bulla timpánica de *N. rex* (fig. 6), es llamativamente pequeña si se compara con la de *O. cuniculus* y *L. granatensis*. Es también mucho menor a la de *Alilepus annectens* (Bohlin, 1942, fig. 4f). *A. hibbardi* presenta una bulla timpánica pequeña, aproximadamente la mitad del tamaño de la bulla timpánica de *Sylvilagus aquaticus* (White, 1991). Sin embargo, esta es todavia mayor que la de *N. rex*.

Como *N. rex*, *P. furnessi* presenta una importante reducción de la bulla timpánica (Otsuka *et al.*, 1980). La bulla timpánica de *N. netscheri* es menor que la de *P. furnessi*, y el meato acústico externo se orienta, como en *N. rex*, más lateralmente.

El margen del meato acústico externo de *N. rex* y *N. netscheri* posee un perímetro circular, mientras que en *P. furnessi* es elíptico.

7.1.2. PROPORCIONES CRANEALES.

En este apartado se describen y comparan las proporciones básicas del cráneo de *N. rex*, a partir de los diferentes fragmentos conservados. Las medidas correspondientes a la anchura del paladar, los huesos frontales y las coanas han sido tomadas siguiendo los criterios de Robinson y Dippenaar (1987) (fig. 12).

Los parámetros craneales de *N. rex* se han comparado con los de *L. granatensis*, *L. capensis*, *L. saxatilis*, *L. californicus*, *B. monticularis*, *P. furnessi*, *S. floridanus*, *S. nuttallii*, *S. audubonii*, *P. crassicaudatus*, *P. randensis*, *P. rupestris* y *O. cuniculus*, en relación al peso corporal.

Los pesos y las medidas craneales de *O. cuniculus* y *S. nuttallii* corresponden a las medidas reales de cada ejemplar. Para *S. audubonii*, *S. floridanus*, *L .californicus y P. furnessi,* se han considerado los pesos medios de cada una de las especies, al desconocerse el peso real de cada uno de los individuos (tabla 18). En el caso de *L. saxatilis*, *L. capensis*, *B. monticularis*, *P. randensis*, *P. crassicaudatus* y *P. rupestris,* las medidas craneales y los pesos corresponden a los valores medios, obtenidos a partir de las referencias bibliográficas indicadas en la tabla 17.

Los cambios observados en el cráneo de *N. rex* son discutidos de manera más extensa en el apartado correspondiente a la morfología funcional del cráneo.

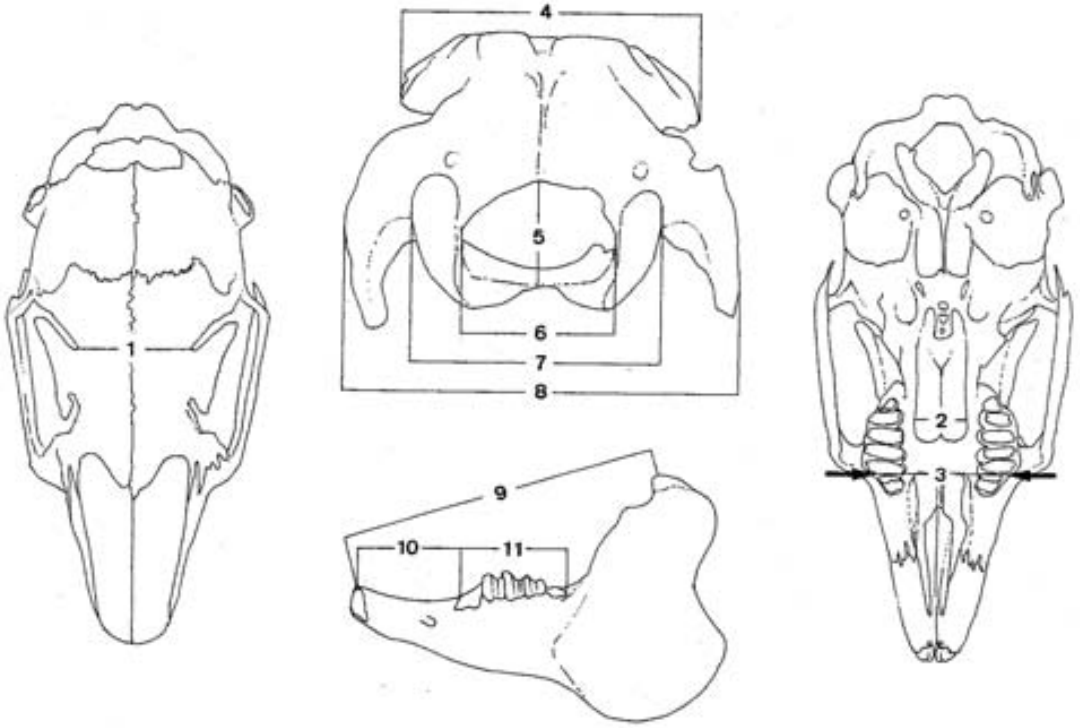


Fig. 12. Medidas craneales y mandibulares. CRANEO. 1: anchura de los huesos frontales; 2: anchura de las coanas; 3: anchura del paladar; 4: anchura de la cresta occipital externa; 5: altura del foramen magnum; 6: anchura del foramen magnum; 7: distancia entre los procesos condilares; 8: distancia entre los procesos paracondilares; MANDÍBULA. 9: distancia entre el incisivo y el proceso condilar; 10: longitud del diastema; 11: longitud de molares y premolares

Anchura del paladar.

La recta de regresión que relaciona la anchura del paladar y el peso viene definida por la ecuación:

$$Y= 0,3765X -0,9115$$

Coeficiente de correlación:

$$R= 0,8316$$

N. rex presenta, en comparación con el resto de los lepóridos, un paladar más estrecho (fig. 13).

Anchura de los huesos frontales.

La recta de regresión que relaciona la anchura de los huesos frontales y el peso, se corresponde con la ecuación:

Taxon	n	A. del paladar	A. de los frontales	A. de las coanas	(A)	Peso	(B)
Nuralagus 0960	1	-	20,28	-	+	14092,2	+
Nuralagus 0961	1	30,47	-	8,13	+	14092,2	+
O.cuniculus CBQ 96-1	1	18,62	12,00	5,71	+	1450	+
O.cuniculus CBQ 98-1	1	17,50	10,78	5,59	+	1375	+
O.cuniculus CBQ 98-0	1	17,24	11,66	4,57	+	925	+
O.cuniculus MAUV-2	1	16,91	11,77	4,90	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-1	1	18,56	12,18	5,85	+	1175	+
O.cuniculus MAUV-4	1	16,82	12,67	5,16	+	1290	+
O.cuniculus MAUV-8	1	17,21	11,66	4,91	+	1250	+
O.cuniculus MAUV-3	1	16,91	11,77	4,90	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-6	1	18,17	11,05	-	+	1200	+
O.cuniculus MAUV-7	1	17,60	13,34	5,50	+	1100	+
S.nuttallii LACM 91173	1	14,29	12,09	5,75	+	830	+
S.nuttallii LACM 91174	1	14,03	11,80	5,56	+	680	+
S.audubonii LACM	15	14,48	12,04	5,39	+	914,7	(1)
S.floridanus LACM	2	18,93	13,46	7,24	+	1189,2	(2)
P.rupestris	15	22,20	10,90	5,60	(3)	1620	(5)
P.randensis	14	24,30	13,70	4,80	(3)	2300	(5)
P.crassicaudatus	28	25,90	13,50	5,80	(3)	2600	(5)
B.monticularis	15	22,4	14,20	7,80	(4)	1500	(5)
P.furnesii	1	20,91	16,00	6,75	+	2545,5	(6)
L.californicus LACM	6	19,97	13,01	8,61	+	2542, 5	(7)
L.granatensis CBQ 97-0	1	18,98	13,78	9,11	+	2065	+
L.saxatilis	95-97-97	26,90	12,90	9,20	(4)	2611	(5)
L.capensis	30-32-30	23,70	12,00	8,6	(4)	2040	(5)
Ecuación		Y= 0,3765X - 0,9115	Y= 0,115X - 0,2521	Y= 0,2975X - 1,155	-	-	-
Coeficiente de correlación		R= 0,8316	R= 0,4715	R= 0,5461	-	-	-

Tabla 18.Medidas craneales (en mm) y de pesos (en g), valores medios. Fuentes de procedencia de las medidas craneales (A) y de pesos (B): (+): medidas propias; (1): Orr, 1940; (2): Chapman y Morgan, 1973; (3): Robinson y Dippenaar, 1983; (4): Robinson y Dippenaar, 1987; (5): Skinner y Smithers, 1990; (6): Yamada y Sugimura, 1998; (7): Vorhies y Taylor, 1933. n: número de individuos. Las ecuaciones de basan en unidades centimétricas y en gramos, convertidos en valores de logaritmos de base 10.

Taxon	Peso	A. del paladar	A. frontales	A. de las coanas
O.cuniculus MAUV-6	1200	18,17	11,05	-
O.cuniculus MAUV-2	1230	16,73	13,35	5,09
O.cuniculus MAUV-5	1100	17,60	13,34	5,50
O.cuniculus CBQ 98-0	925	17,24	11,66	4,57
O.cuniculus CBQ 98-1	1375	17,50	10,78	5,59
O.cuniculus CBQ 96-1	1450	18,62	12,00	5,71
O.cuniculus MAUV- 1	1175	18,56	12,18	5,85
O.cuniculus MAUV-4	1290	16,82	12,67	5,16
O.cuniculus MAUV-3	1230	16,91	11,77	4,90
O.cuniculus MAUV-8	1250	17,21	11,66	4,91
S.audubonii LACM 84810	-	13,23	12,09	4,67
S.audubonii LACM 53868	-	15,02	11,85	5,47
S.audubonii LACM 53867	-	14,54	12,11	5,35
S.audubonii LACM 53866	-	14,57	11,95	5,63
S.audubonii LACM 53870	-	15,28	11,60	5,65
S.audubonii LACM 53869	-	15,08	12,52	6,30
S.audubonii LACM 53871	-	13,57	10,77	5,09
S.audubonii LACM 84809	-	13,72	12,01	4,89
S.audubonii LACM 53877	-	14,42	11,72	4,68
S.audubonii LACM 53878	-	15,14	12,62	6,00
S.audubonii LACM 53874	-	13,96	12,15	5,40
S.audubonii LACM 53872	-	13,04	10,97	4,77
S.audubonii LACM 53880	-	15,26	12,80	5,47
S.audubonii LACM 53873	-	15,97	12,47	6,11
S.audubonii LACM 53879	-	14,49	12,97	5,42
S.nuttallii LACM 91173	830	14,29	12,09	5,75
S.nuttallii LACM 91174	680	14,03	11,80	5,56
S.floridanus LACM 58785	-	19,06	13,40	7,31
S.floridanus LACM 58787	-	18,80	13,53	7,17
P.furnesii NIFSJ 000716	-	20,91	16,00	6,75
L.granatensis CBQ 97-0	2065	18,98	13,78	9,11
L.californicus LACM 90240	-	20,32	11,01	8,91
L.californicus LACM 28181	-	19,19	12,17	8,28
L.californicus LACM 30729	-	19,83	12,83	8,77
L.californicus LACM 53884	-	21,09	14,48	8,36
L.californicus LACM 87443	-	-	12,36	-
L.californicus LACM 90014	-	19,46	15,25	8,76

Tabla 19. Medidas craneales (en mm) y pesos (en g) en lepóridos actuales.

$$Y = 0{,}115X - 0{,}2521$$

Coeficiente de correlación:

$$R = 0{,}4715$$

N. rex presenta,en relación al resto de lepóridos, unos huesos frontales más anchos (fig. 14). *P. furnessi* y *B. monticularis* presentan también unos frontales muy anchos, que se sitúan, sin embargo, por debajo de los valores de *N. rex*. Sin embargo, el alto grado de variabilidad de este carácter y el bajo coeficiente de correlación obligan a considerar con cierta cautela tales consideraciones.

Anchura de las coanas.

La recta que define la relación entre la anchura de las coanas y el peso se caracteriza por la siguiente ecuación:

$$Y = 0{,}2975X - 1{,}155$$

Coeficiente de correlación:

$$R = 0{,}5461$$

Como en el caso de los huesos frontales y tal como indica el bajo coeficiente de correlación, la anchura de las coanas es un carácter que presenta una fuerte variación dentro de los lepóridos. *N. rex* es el lepórido que presenta, junto a *P. randensis*, las coanas más estrechas (fig. 15).

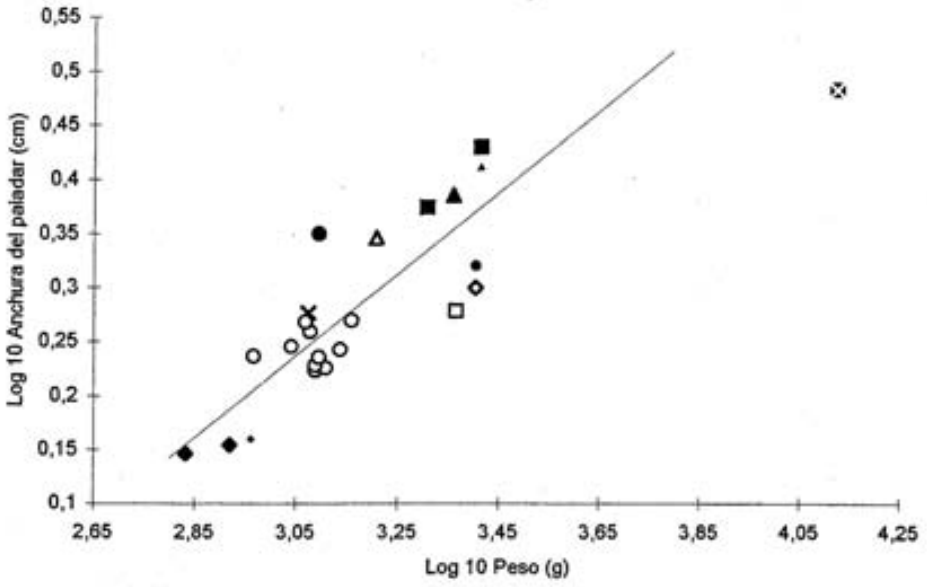


Fig. 13. Representación alométrica de la anchura del paladar en *N. rex* y algunos lepóridos actuales.

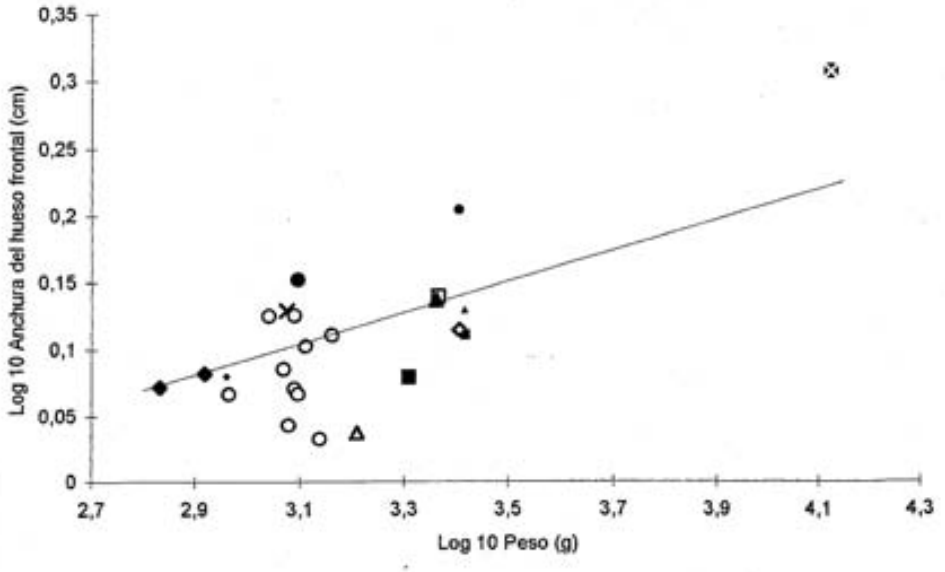


Fig. 14. Representación alométrica de la anchura del hueso frontal en *N. rex* y algunos lepóridos actuales.

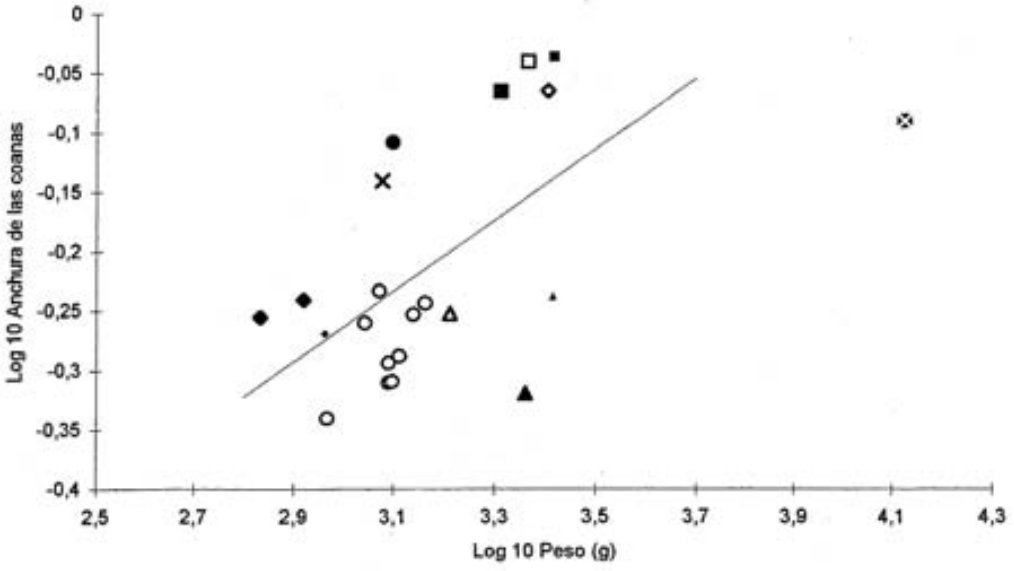


Fig. 15. Representación alométrica de la anchura de las coanas en *N. rex* y algunos lepóridos actuales.

7.1.3. MORFOLOGÍA FUNCIONAL DEL CRÁNEO DE *N. REX.*

N. rex se distingue del resto de lepóridos (escepto *P. furnessi* y *N. netscheri*) por las siguientes características craneales:

-La bulla timpánica es muy pequeña.

-El meato acústico externo se orienta más lateralmente.

-La zona posterior del cráneo es dorso-ventralmente más baja.

-La distancia de separación entre el margen anterior de la incisura supraorbital caudal y el margen dorsal del proceso cigomático del hueso temporal es muy pequeña.

-La órbita ocular es más pequeña.

-La cresta nucal es más ancha.

-El margen dorsal del foramen magnum se sitúa a la misma altura que el margen superior de los cóndilos occipitales.

-En visión frontal, la zona media-anterior de la órbita ocular y el tubérculo facial presentan una inclinación semejante.

-Los huesos frontales son más anchos.

-El paladar es más estrecho.

N. rex se diferencia de *P. furnessi* por las siguientes características:

-La cresta nucal es más ancha.

-Los huesos frontales son más anchos.

-El meato acústico externo se sitúa más lateralmente.

-El paladar es más estrecho.

Finalmente, *N. rex* se diferencia de *N. netscheri* por las siguientes características:

-La cresta nucal es más ancha.

-El margen dorsal del foramen magnum se sitúa a la misma altura que el margen superior de los cóndilos occipitales.

-La órbita ocular es más pequeña.

-En visión frontal, la zona media-anterior de la órbita ocular y el tubérculo facial presentan una inclinación semejante.

-El meato acústico externo se sitúa más lateralmente.

En relación al resto de lepóridos (excepto *P. furnessi* y *N. netscheri*), *N. rex* presenta un cráneo con una zona posterior dorso-caudalmente más baja y con una cresta nucal extraordinariamente ancha, unos huesos frontales más anchos, una órbita ocular y una

bulla timpánica más pequeña, con un meato acústico externo orientado muy lateralmente, y un paladar más estrecho. El mal estado de conservación de la zona nasal no permite apreciar ni la longitud ni la anchura de la zona facial de *N. rex*.

El cráneo de *N. rex* es muy semejante al de *P. furnessi*, del que se distingue por el mayor desarrollo de la cresta nucal y por la orientación del meato acústico externo, que en *N. rex* se sitúa más lateralmente.

Las diferencias son más acusadas respecto a *N. netscheri*, al presentar una órbita ocular mayor, una cresta nucal lateralmente más estrecha y una orientación del meato acústico externo semejante a *P. furnessi*.

Pese a no haber sido posible medir la superficie de la órbita ocular, la inclinación del proceso cigomático hacia la zona dorsal del cráneo (fig. 7b) y la situación del margen dorsal del proceso cigomático del hueso temporal, muy próximo a la superficie dorsal del cráneo (fig. 8b y c), parecen indicar que *N. rex* presenta una reducción de la órbita ocular.

El volumen de la bulla timpánica tampoco ha podido ser cuantificado; sin embargo, su tamaño en relación al resto del cráneo parece indicar que *N. rex* presenta una reducción de la bulla timpánica similar a la que presentan *P. furnessi* y *N. netscheri*.

Los principales cambios craneales observados en *N.rex* se relacionan, por tanto, con la reducción de algunos de los órganos de los sentidos, concretamente, la vista y el oido. Existe, asimismo, una reducción del paladar y de la zona posterior del cráneo.

La falta de depredadores condicionó, muy posiblemente, tales cambios. La vista, el oido y la rapidez son las únicas defensas que posee un lepórido continental frente a posibles depredadores. Al haber evolucionado en ausencia de depredadores, la vista y el oido de *N. rex* se habrían modificado en función de las nuevas condiciones ecológicas. Al no tener que reaccionar de forma rápida frente a ciertos estímulos, se habría modificado también el sistema nevioso, tal como sucedió en *Myotragus balearicus*, que presenta, en relación a los bóvidos continentales, un cerebro más pequeño (Köhler y Moyà-Solà, en prensa).

Si bien la capacidad craneana de *N. rex* no ha podido ser medida, la reducción en la zona posterior del cráneo podría ser indicativa, como en *Myotragus balearicus*, de una reducción en el tamaño del cerebro.

El paladar más estrecho de *N. rex* posiblemente sea indicativo de una reducción del tamaño craneal, que no afectaría a la longitud de las series dentales ni a la anchura de la cresta nucal o de los huesos frontales.

Una cresta nucal más ancha parece indicar un mayor desarrollo de la musculatura insertada en esta zona, cuyas funciones principales están relacionadas con la extensión e inclinación lateral del cuello y la cabeza (músculos splenius y romboide), la sujeción y el movimiento de la escápula y la extremidad anterior (músculo romboide), y la extensión de las primeras articulaciones de la cabeza y el cuello (músculos rectos dorsales mayor y menor) (Schwarze, 1984).

7.1.4. DENTICIÓN SUPERIOR.

7.1.4.1. P2.

N. rex (fig. 16), presenta una morfología muy sencilla. El lagiocono aparece enmarcado por un paraflexo profundo, con la parte final muy redondeada, y un mesoflexo muy amplio y poco profundo, en ocasiones muy poco marcado. El hipercono presenta un contorno muy redondeado. Metaflexo ausente.

Las medidas del P2 de *N. rex* aparecen en la tabla 20.

Comparación con *Alilepus*.

N. rex presenta el paraflexo algo más amplio, especialmente en su parte más interna y una longitud similar o algo menor a la de *A. turolensis* López-Martínez, 1977. El mesoflexo de *N. rex* presenta también un desarrollo variable, aunque está siempre menos desarrollado que en *A. turolensis*. El metaflexo apenas está marcado o no aparece, y los bordes lingual y labial presentan un contorno muy redondeado, mientras que en *A. turolensis* el borde labial presenta un contorno muy agudo.

Como en *N. rex*, *A. longisinuosus* Qiu y Han, 1986, presenta unos bordes lingual y labial muy redondeados, y el mesoflexo está más desarrollado que en *N. rex*, de manera que el el lagiocono de *A. longisinuosus* es también algo más alargado.

El P2 de *A. annectens* presenta una morfología muy variable. Algunos de los morfotipos figurados por Qiu (1987) son semejantes a los que presenta *N. rex*, al presentar los bordes lingual y labial muy redondeados y el mesoflexo apenas marcado. Sin embargo, el

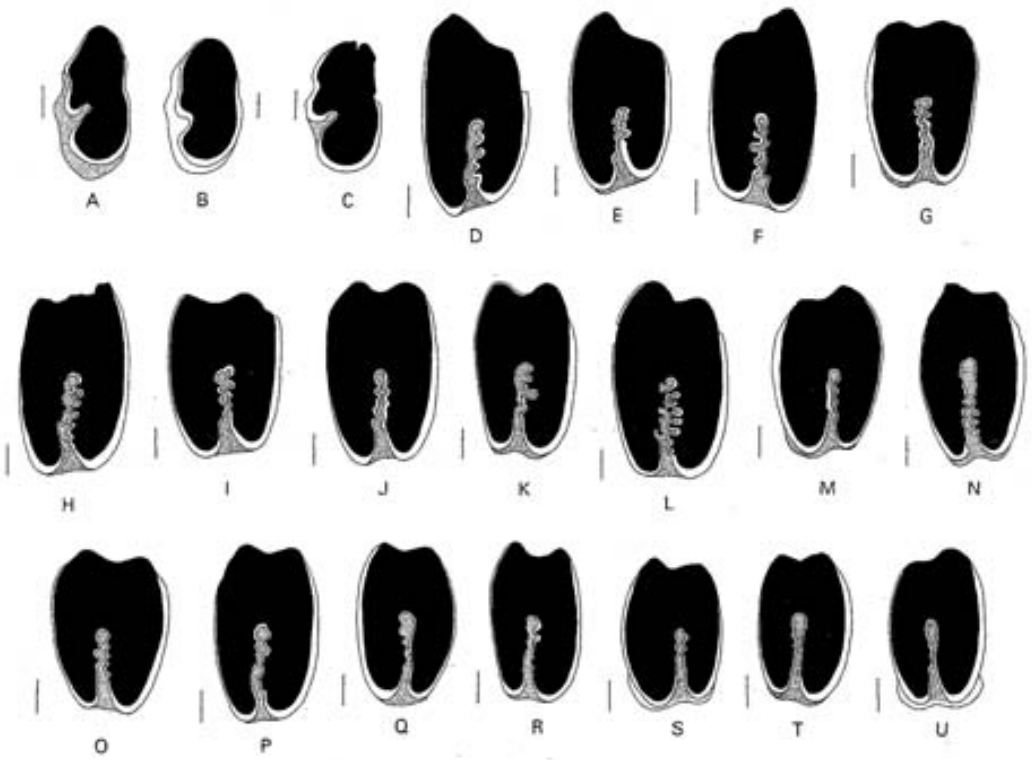


Fig. 16. Dientes superiores de *N. rex*. P2: A (12038), B (11820) y C (1260); P3: D (11716), E (11714), F (0015); P4: G (0015), H (11716), I (11714), J (0013), K (0146), L (11721); M1: M (0015), N (0149), O (0013), P (11716), Q (11718), R (0146); M2: S (0015), T (11716), U (0013). Escala gráfica : 1 mm

hipercono es más redondeado en *N. rex*, al estar más desarrollado hacia la parte anterior, y el lagiocono es algo más corto y redondeado. En otros casos, *A. annectens* (Schlosser, 1924) presenta, como en *N. rex*, un hipercono también muy redondeado. Sin embargo, presenta una menor longitud labio-lingual, el paraflexo y el mesoflexo penetran más profundamente en el diente, de manera que el lagiocono es también muy alargado, y en el borde labial se intuye un metaflexo, dando a la cara labial un contorno muy plano.

La parte más interna del paraflexo de *N. rex* se diferencia de *A. turolensis*, *A. annectens* y *A. longisinuosus* por un contorno más redondeado.

El único P2 de *A. hibbardi* figurado por White (1991) se diferencia de *N. rex* por una cara labial algo más aplanada y por la parte más interna del paraflexo con un contorno más agudo, no tan redondeado como en *N. rex*.

7.1.4.2. P3-M2.

Son piezas dentales muy poco diagnósticas. Los premolares y molares superiores son semejantes también a los de *Alilepus*, con los bordes anterior y posterior del hipoflexo muy ondulados (fig. 16). El contorno de estos dientes es, como en *Alilepus*, elíptico. En general, se caracterizan por su marcado polimorfismo. Sus medidas aparecen en la tabla 20.

7.1.4.3. M3.

Presenta una morfología muy sencilla. Al igual que el P3-M2, resulta una pieza dental muy poco diagnóstica. El contorno del M3 de *N. rex* es elíptico. El M3 de *A. annectens* es más alargado y de contorno algo más anguloso.

N°	P2		P3		P4		M1		M2		M3		(1)
	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	
0148	-	-	-	-	6,11	3,82	-	-	-	-	-	-	24,33
11721	-	-	-	-	6,37	3,86	-	-	-	-	-	-	24,90
0146	-	-	-	-	5,55	3,31	4,94	3,19	-	-	-	-	-
12034	-	-	-	-	-	-	5,81	3,40	-	-	-	-	-
0961	-	-	-	-	5,64	3,39	-	-	-	-	-	-	22,63
0331	-	-	-	-	6,53	3,76	6,23	3,64	5,49	3,12	-	-	23,39
0149	-	-	-	-	-	-	5,80	3,47	-	-	-	-	23,73
0274	-	-	6,18	3,59	5,80	3,67	5,50	3,43	4,86	3,12	-	-	-
0246	-	-	-	-	6,41	3,46	5,89	3,28	5,34	2,93	-	-	-
0388	-	-	6,06	3,40	5,04	3,36	5,10	3,31	4,41	2,92	-	-	22,47
1261	-	-	6,99	3,66	6,29	3,85	5,96	3,64	4,90	3,24	-	-	24,36
0015	4,50	2,38	6,75	3,60	6,17	3,16	5,71	3,42	5,32	3,11	-	-	22,64
0960	-	-	5,22	3,03	4,86	3,04	4,64	2,56	-	-	-	-	-
11718	-	-	-	-	-	-	4,93	3,17	-	-	-	-	-
0003	4,80	2,31	6,73	3,68	6,43	3,59	6,16	3,37	-	-	-	-	23,05
0003	4,06	2,24	7,11	3,45	6,44	3,40	6,41	3,44	-	-	-	-	24,06
12098	4,61	2,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0806	5,38	2,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CBQ 1260	4,83	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CBQ 1259	4,35	2,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 20. Medidas (en mm) de los premolares y molares superiores de *Nuralagus*. A: anchura; B: longitud; (1): medidas de la serie dentaria superior, tomadas a partir de los alveolos.

7.2. MANDÍBULA.

Material. Las piezas recuperadas no conservan, por lo general, la parte posterior de la mandíbula, es decir, no aparece ni la rama mandibular ni las fosas, tanto masetérica como pterigoidea.

Mandíbulas izquierdas: 1401,11678, 1195, 0432, 0178, 0413, 11679, 1420, 0021, 0873, 12004, 0414, 1421, 1422, 12005, 11712, 1058, 1096, 12013, 12090 (proceso condilar), CBQ 1267, CBQ 1263, CBQ 1265, CBQ 1268.

Mandíbulas derechas: 0977, 12003, 0129, 0397, 0861, 0095, 1084, 1329, 1410, 0970, 12001, 1121, 0431, 0398, 0430, 1095, 0971, 12002, 11710, CBQ 1266, CBQ 1264.

Número mínimo de individuos: 22 (no se tiene en cuenta el fragmento de proceso condilar).

Medidas. Las medidas mandibulares (longitud de la serie dental inferior, longitud del diastema y distancia entre el proceso condilar y el incisivo) (fig. 12), aparecen en las tablas 21 y 22.

Descripción. Serie dental inferior formada por dos I/1, dos P/3, dos P/4, dos M/1, dos M/2 y dos M/3. La rama mandibular es muy amplia y aparece ligeramente inclinada hacia la parte caudal, de manera que el margen posterior de la cabeza mandibular queda situado ligeramente por delante del proceso angular, mientras que el proceso coronoideo queda más próximo al P/3. La parte posterior de la cabeza mandibular presenta un contorno convexo muy suave, mientras que la incisura mandibular forma una concavidad de contorno muy redondeado. Fovea pterigoidea corta y amplia, con el margen inferior situado a la altura del proceso angular. Las fosas masetéricas y pterigoideas están muy desarrolladas, especialmente hacia la zona postero-ventral, cuyo margen forma un arco de contorno muy regular, similar al que forma la zona comprendida entre el cuello de la mandíbula y el proceso angular. Foramen mental situado por delante del P/3, ligeramente por encima de la parte media del diastema (fig.11).

7.2.1. COMPARACIÓN CON OTROS LEPÓRIDOS.

La morfología de la mandíbula de *N. rex* se ha comparado con la de *O. cuniculus*, *L. granatensis* y *L. brachyurus* (a partir de las figuras de Otsuka *et al*, 1980), *P. furnessi*, *N. netscheri* y *A. hibbardi*.

Rama mandibular.

Las mayores diferencias entre la mandíbula de *N. rex*, *O. cuniculus*, las dos especies de *Lepus* y *N. netscheri* se encuentran en la rama mandibular, que es más corta, ancha y con una inclinación menor hacia la parte caudal en *N. rex*. Esta menor inclinación de la rama

Nº	P/3		P/4		M/1		M/2		M/3		(1)
	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	
12004	3,98	4,93	4,44	4,38	-	-	-	-	-	-	-
0397	-	-	4,51	3,97	4,15	4,06	3,95	4,37	2,16	2,77	24,21
0129	-	-	4,13	4,42	4,09	4,48	3,87	4,61	-	-	25,07
1329	-	-	-	-	4,29	4,01	-	-	-	-	25,59
11678	-	-	4,91	4,64	4,34	4,62	4,00	4,91	-	-	24,72
1058	-	-	4,13	4,08	3,94	4,12	-	-	-	-	-
1084	4,01	4,96	4,42	4,27	4,43	4,44	4,56	4,30	-	-	-
1421	3,83	5,06	4,35	4,24	4,10	4,48	3,88	4,41	-	-	-
0413	-	-	4,63	4,42	4,37	4,48	4,15	4,58	-	-	-
0095	-	-	4,54	4,48	4,20	4,36	3,82	4,83	-	-	24,50
1420	-	-	-	-	4,18	4,11	3,92	4,42	-	-	24,42
0414	-	-	4,55	4,28	4,46	4,44	-	-	-	-	-
11679	-	-	4,53	4,25	4,08	4,28	4,09	-	-	-	24,28
1195	-	-	4,25	4,49	4,26	4,46	3,79	4,96	-	-	24,80
0432	-	-	4,69	4,29	4,53	4,47	-	-	-	-	-
0021	-	-	4,48	4,04	4,15	3,94	3,78	4,28	-	-	23,11
0430	-	-	4,41	4,26	4,41	4,24	-	-	-	-	-
12002	-	-	4,41	-	4,10	4,44	4,03	4,58	-	-	-
0873	-	-	4,23	4,23	4,22	4,19	-	-	-	-	25,22
1121	-	-	4,34	4,44	4,58	4,33	4,26	4,50	-	-	-
11712	-	-	4,65	4,21	4,49	4,51	-	-	-	-	-
0970	-	-	-	-	4,45	4,20	4,17	-	-	-	-
1410	-	-	4,03	3,94	3,80	3,65	3,76	3,95	-	-	22,10
12005	-	-	-	-	4,30	4,22	4,17	4,38	-	-	-
11710	-	-	4,52	4,69	4,30	4,60	3,95	4,65	-	-	-
0431	3,20	3,63	3,18	3,04	3,12	3,22	3,06	3,25	1,66	1,93	18,81
0971	-	-	3,56	3,67	3,46	3,28	3,21	3,54	-	-	19,55
0861	-	-	4,47	4,31	-	-	-	-	-	-	-
12004	4,08	5,00	4,49	4,28	-	-	-	-	-	-	-
0398	2,48	3,20	2,66	2,76	2,97	3,01	2,74	2,68	-	-	-
12003	-	-	4,00	3,84	3,69	3,63	3,62	3,76	-	-	20,69
1095	-	-	2,28	2,67	2,53	2,76	2,36	2,98	-	-	-
1096	3,26	3,95	3,33	3,15	3,09	3,26	3,04	3,14	-	-	-
0178	-	-	3,66	3,56	-	3,52	3,41	3,87	-	-	-
0138	4,57	4,63	4,85	4,67	4,18	4,70	4,59	4,97	-	-	25,27
1401	-	-	4,17	4,24	4,45	4,33	3,95	4,66	-	-	24,69
1300	4,54	5,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0192	4,87	5,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1107	4,14	5,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11815	3,30	4,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12079	3,45	4,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12081	4,19	4,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0198	4,98	5,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12080	4,10	4,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11822	4,26	4,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CBQ 1243	4,47	5,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CBQ 1257	4,09	4,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CBQ 1249	4,64	5,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CBQ 1252	4,44	5,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12253	3,71	4,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 21. Medidas (en mm) de los premolares y molares inferiores de *N. rex*. A: anchura; B: longitud; (1): longitud de la serie dentaria inferior, medida a partir de los alveolos.

Taxon	n	L. de la serie dental	L. del diastema	L. cabeza mandibular-incisivo	Peso	(A)
Nuralagus (a)	1	-	-	70,43	14092,2	+
Nuralagus (b)	20	23,60	-	-	14092,2	+
Nuralagus (c)	7	-	21,98	-	14092,2	+
O.cuniculus CBQ 96-1	1	14,91	16,80	54,70	1450	+
O.cuniculus CBQ 98-1	1	13,22	16,82	51,90	1375	+
O.cuniculus CBQ 98-0	1	11,92	15,57	48,14	925	+
O.cuniculus MAUV-2	1	13,12	15,88	49,20	1230	+
O.cuniculus MAUV-1	1	14,67	16,41	51,56	1175	+
O.cuniculus CBQ 00-1	1	14,35	15,92	49,42	950	+
O.cuniculus MAUV-4	1	12,87	15,29	48,58	1290	+
O.cuniculus MAUV-8	1	13,31	16,10	50,16	1250	+
O.cuniculus MAUV-3	1	12,11	15,31	49,94	1230	+
O.cuniculus MAUV-6	1	14,04	15,89	50,12	1200	+
O.cuniculus MAUV-7	1	12,66	15,44	-	1100	+
O.cuniculus MAUV-5	1	13,83	17,33	52,31	1100	+
S.nuttallii LACM 91173	1	12,39	14,80	44,65	830	+
S.nuttallii LACM 91174	1	11,79	14,91	45,53	680	+
S.audubonii LACM	15	11,87	13,63	42,72	914,7	(1)
S.floridanus (d)	3	13,92	17,99	53,63	1189,2	(2)
B.monticularis AZ	2	12,39	17,17	50,04	1500	(3)
P.furnesii	1	18,47	15,54	52,92	2545,5	(4)
L.californicus LACM	6	15,91	21,30	61,29	2542,5	(5)
L.granatensis CBQ 97-0	1	15,61	21,45	61,68	2065	+
L.saxatilis (e)	5	15,27	22,49	67,62	2611	(3)
Ecuación		Y= 0,2487X - 0,6388	Y= 0,3374X - 0,8232	Y= 0,2917X - 0,1938	-	-
Coeficiente de correlación		R= 0,7883	R= 0,8830	R= 0,9043	-	-

Tabla 22.Medidas mandibulares (en mm) y de pesos (en g), valores medios. (A):Fuentes de procedencia de los pesos. (+): medidas propias; (1): Orr, 1940; (2): Chapman y Morgan, 1973; (3): Skinner y Smithers, 1990; (4): Yamada y Sugimura, 1998; (5): Vorhies y Taylor, 1933. (a): medidas correspondientes al ejemplar 1401; (b): medidas correspondientes a los ejemplares 1401, 0138, 1410, 1420, 0873, 0397, 1195, 1329, 0971, 0129, 0095, 12003, 11678, 0021, 11679, 0431, 1267, 1263, 1266, 0977; (c): medidas correspondientes a los ejemplares 1401, 0397, 0414, 11679, 0861, 1267 y 1263; (d): ejemplares procedentes del MNCN y de LACM ; (e): ejemplares procedentes del KM y del AZ. Las ecuaciones se basan en medidas centimétricas y en gramos, convertidas en valores logaritmicos de base 10.

mandibular hacia la parte caudal aparece también en la liebre japonesa (*L. brachyurus*), en *P. furnessi* (Otsuka *et al*, 1980) y en *A. hibbardi*.

Fosa masetérica y pterigoidea.

N. rex se diferencia de *L. brachyurus*, *P. furnessi* y *A. hibbardi* por el mayor desarrollo hacia la parte posterior de la zona masetérica y pterigoidea, de manera que el area comprendida entre el cuello de la mandíbula y el proceso angular forma una mayor concavidad en *N. rex*.

La fovea pterygoidea es más corta y ancha en *N. rex*. La parte de la fovea más cercana a la cabeza y al cuello mandibular forma una mayor concavidad en *N. rex*.

La fosa pterygoidea y la fosa masetérica están más desarrolladas en *N. rex*, pero presentan una concavidad menos marcada. En este aspecto, *N. rex* se asemeja más a *L. brachyurus* que no a *O. cuniculus*.

Proceso coronoideo.

N. rex presenta un desarollo del proceso coronoideo similar al del resto de lepóridos.

7.2.2. PROPORCIONES MANDIBULARES.

En este apartado se han considerado tres parámetros diferentes: longitud de la dentición inferior (P/3-M/3), del diastema (distancia existente entre el P/3 y el incisivo), y la distancia que separa la cabeza de la mandíbula al incisivo, tal como se indica en la fig. 12. En la tabla 21 aparecen los valores de estos parámetros.

Cada una de estas medidas ha sido relacionada con los valores correspondientes a la masa corporal, siguiendo los mismos criterios que en el cráneo.

Los cambios de proporciones observados en la mandíbula de *N. rex* son discutidos, de manera más extensa, en el apartado correspondiente a la morfología funcional de la mandíbula.

Longitud de la dentición inferior.

La ecuación que relaciona la longitud de la serie dentaria inferior y el peso queda definida por:

$$Y= 0,2487X -0,6388$$

Coeficiente de correlación:

$$R= 0,7883$$

N. rex presenta una longitud de la dentición inferior semejante a la que presentan el resto de los lepóridos (fig.17).

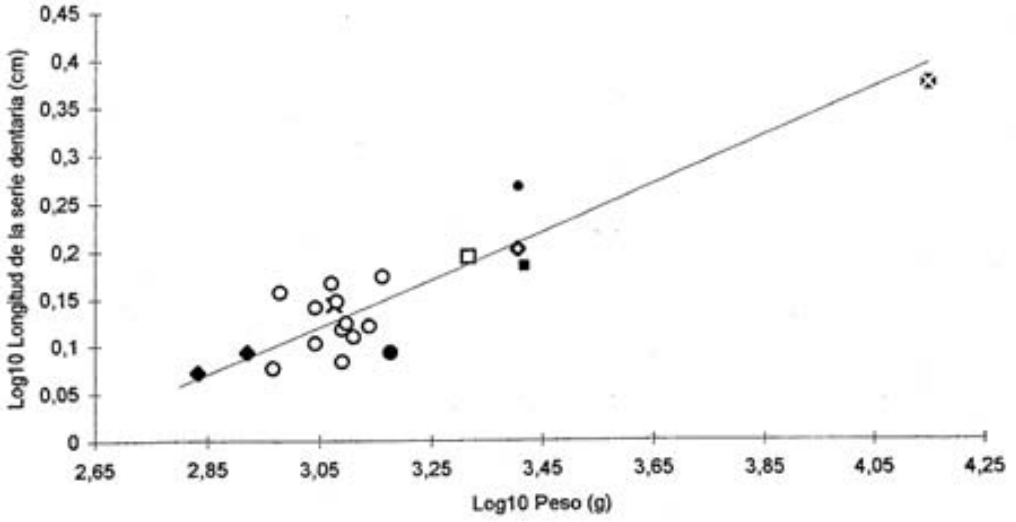


Fig. 17. Representacón alométrica de la longitud de la serie dentaria inferior en *N. rex* y algunos lepóridos actuales.

Longitud del diastema.

La longitud del diastema nos informa, no solo de las proporciones de la parte anterior de la mandíbula, sinó también de la zona nasal. El estudio comparado de la longitud del diastema es, por lo tanto, especialmente interesante, si se tiene en cuenta que en ninguno de los cráneos de *N. rex* se conserva, de manera íntegra, la zona nasal.

En la recta de regresión se incluyen todos los lepóridos, escepto *P. furnessi*, debido a las especiales características que este presenta a nivel mandibular.

La relación entre la longitud del diastema y el peso viene definida por la ecuación:

$$Y = 0{,}3374X - 0{,}8232$$

Coeficiente de correlación:

$$R = 0{,}8830$$

N. rex, como *P. furnessi*, presenta una importante reducción en la longitud del diastema (fig. 18), al quedar muy por debajo y muy alejado de la recta de regresión.

La reducción del diastema en *P. furnessi*, aún siendo importante, es menor que en *N. rex*.

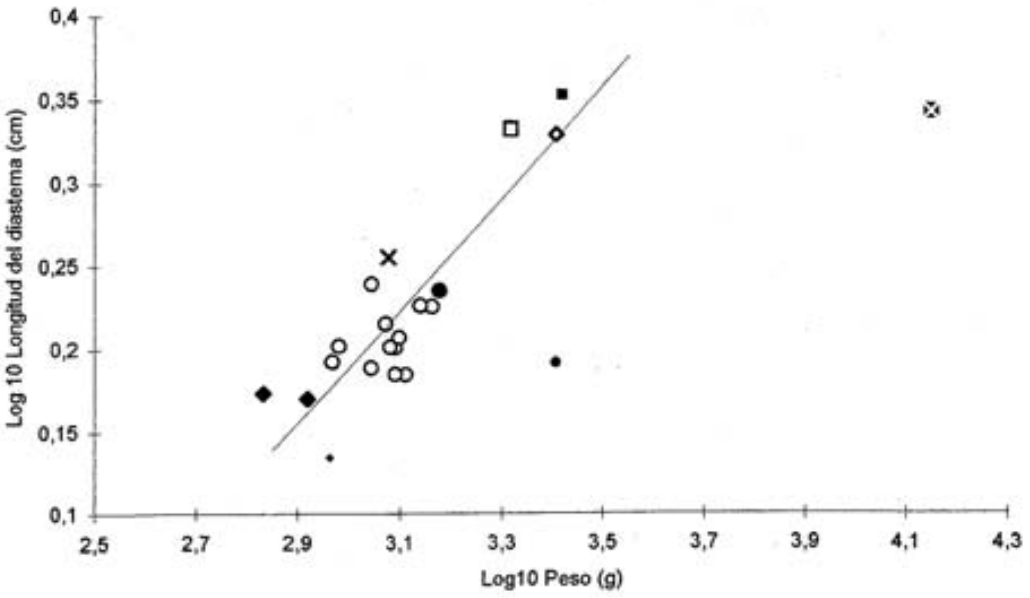


Fig. 18. Representación alométrica de la longitud del diastema en *N. rex* y algunos lepóridos actuales.

Separación entre la cabeza de la mandíbula y el incisivo.

El estudio alométrico de este parámetro nos informa sobre la mayor o menor inclinación de la rama mandibular. Cuanto menor es su valor, menor será su inclinación hacia la parte posterior de la mandíbula. Ha de tenerse en cuenta, sin embargo, que el valor de este parámetro depende, también, de la longitud del diastema y de la longitud de la dentición inferior.

Los valores correspondientes a *P. furnessi* no se incluyen en la recta de regresión, debido a las especiales características que presenta este taxon en la rama mandibular.

La relación entre la longitud que separa la cabeza de la mandíbula y el incisivo se establece mediante la ecuación:

$$Y= 0,2917X -0,1938$$

Coeficiente de correlación:

$$R= 0,9043$$

En *P. furnessi* y muy especialmente en *N. rex*, se produce una importante reducción de la distancia que separa la cabeza de la mandibula y el incisivo (fig. 19).

En el resto de lepóridos se observa una relación semejante entre los dos parámetros considerados (longitud y peso).

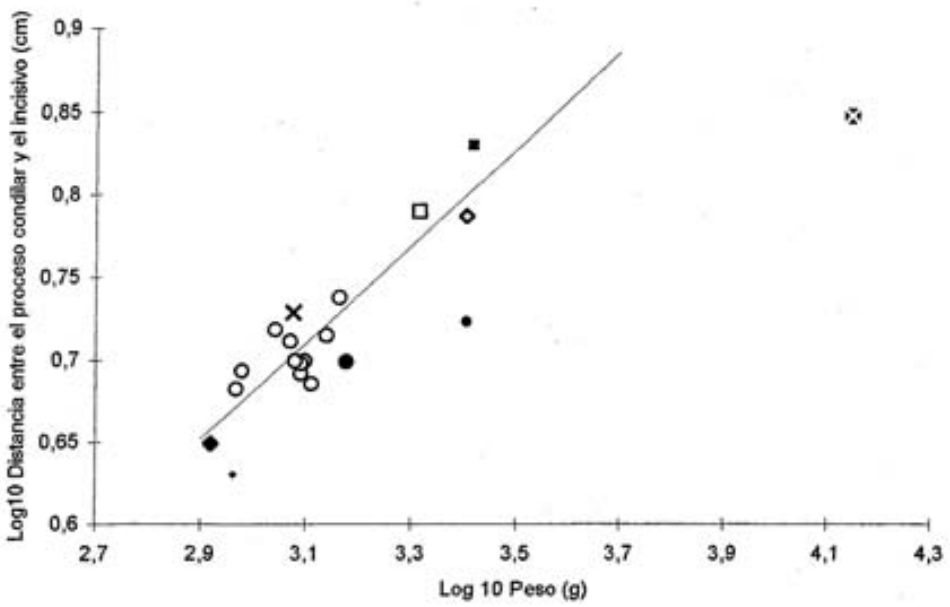


Fig. 19. Representación alométrica de la distancia entre el proceso condilar y el incisivo de *N. rex* y algunos lepóridos actuales.

7.2.3. MORFOLOGÍA FUNCIONAL DE LA MANDÍBULA DE *N. REX.*

La mandíbula de *N. rex* se diferencia de los lepóridos continentales por las siguientes características:

-Diastema más corto.

-Fosa masetérica y pterigoidea con una mayor superficie relativa.

-Rama mandibular menos inclinada hacia la parte posterior de la mandíbula.

Todas estas características son comunes a *N. rex* y *P. furnessi.*

El diastema más corto de *N. rex,* la menor inclinación de la rama mandibular hacia la parte posterior de la mandíbula y el mayor desarrollo de la fosa masetérica y pterigoidea se relacionan con el acortamiento de la zona facial del cráneo.

La mayor superficie de la fosa masetérica y pterigoidea está relacionada con un mayor desarrollo del músculo masetero, cuya función principal es la de cerrar la mandíbula y ejercer la fuerza necesaria para triturar los alimentos (Schwarze, 1984). El mayor desarrollo de este músculo compensaría, posiblemente, la reducción del brazo de palanca debida a la menor inclinación de la rama mandibular, al aproximar la linea de acción del masetero a la cabeza mandibular (Walker y Liem, 1994).

Frente al mayor desarrollo de la fosa masetérica y pterigoidea, el proceso coronoideo presenta un desarrollo similar al de otros lepóridos. El proceso coronoideo está relacionado con el músculo temporal. Este músculo está poco desarrollado en los lepóridos (López-Martínez, 1989; Popesko *et al.* 1992). Al poseer un pequeño brazo de palanca (Walker y Liem, 1994) ejerce, aunque en menor grado, una función semejante a la del músculo masetero (Schwarze, 1984).

El cambio de inclinación de la rama mandibular se relaciona, por lo tanto, con un mayor desarrollo de la fosa masetérica y pterigoidea, y un desarrollo similar del proceso coronoideo.

7.2.4. DENTICIÓN INFERIOR.

7.2.4.1. P/3.

El P/3 constituye, junto con el P2, la pieza dental más diagnóstica en los lepóridos, razón por la cual se ha tratado más extensamente.

El P/3 de *N. rex* se distingue por su gran tamaño (tabla 21). Presenta una morfología muy sencilla y variable, a partir de la que se han definido cinco morfotipos diferentes.

Presenta un hipofléxido y un mesofléxido enfrentados. El mesofléxido puede presentar un desarrollo semejante al hipofléxido (con un istmo muy estrecho), estar menos desarrollado (con un istmo amplio) o faltar. La morfología del hipofléxido y del mesofléxido son también muy variables. El hipofléxido de *N. rex* puede ser liso, ligeramente ondulado y más raramente, muy ondulado, siendo muy estrecho en su parte media, debido al mayor desarrollo de la parte anterior del hipocónido. *N. rex* puede presentar, en ocasiones, uno o dos islotes. Pueden aparecen también unas escotaduras poco marcadas en la parte anterior y lingual del trigónido. El protofléxido presenta también una morfología variable: más o menos abierto, liso o con una ondulación. El talónido es amplio, con el hipocónido también amplio, con una flexión en su parte media que lo divide en dos partes. La parte posterior está labialmente más desarrollada.

Medidas. La anchura y longitud del P/3 de *N. rex* aparecen en la tabla 21.

Morfotipos del P/3 de *N. rex*.

Como ya se ha dicho anteriormente, el P/3 de *N. rex* se caracteriza por su marcado polimorfismo. Por esta razón se han distinguido los siguientes morfotipos:

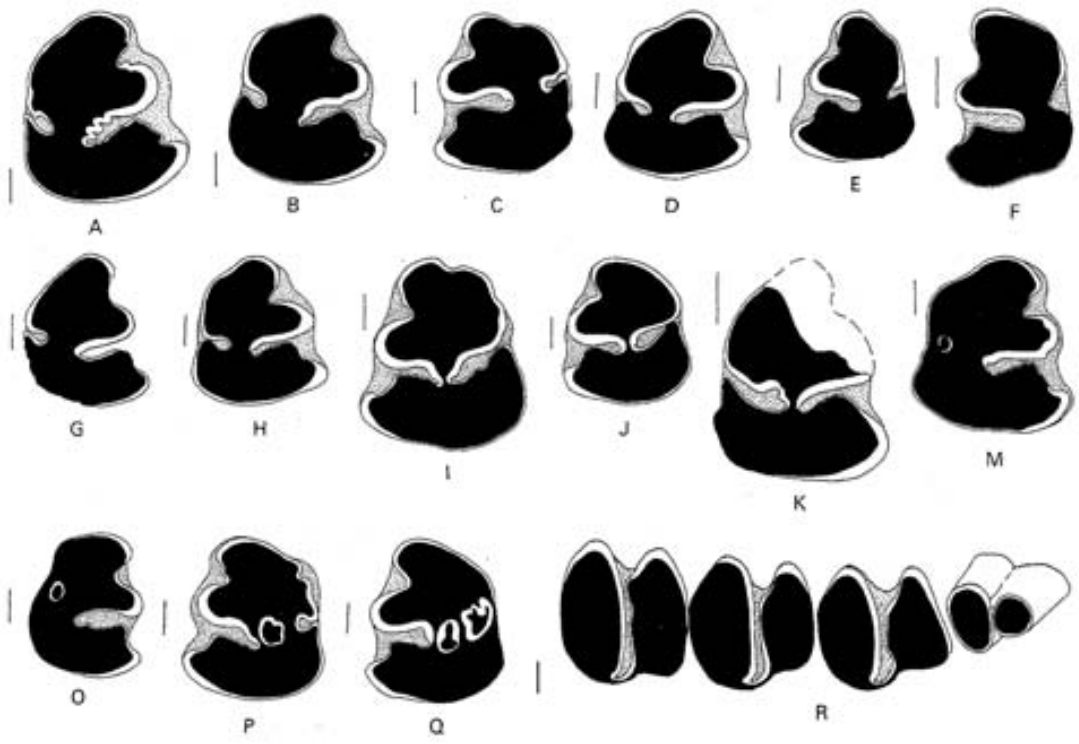


Fig. 20. P/3 de *N. rex*. Morfotipo B: A (1300), B (0285), C (1257), D (11822), E (11815), F (1268), G (12079), H (12081); morfotipo A: I (0198), J (1208), K (1266); morfotipo D: M (0192), O (1253); morfotipo C: P (1243); morfotipo E: O (1252); R: P/4 - M/3. Escala gráfica: 1 mm.

Morfotipo A.

Caracterizado por un hipofléxido y por un mesofléxido igualmente desarrollados, con los bordes lisos o algo ondulados (fig. 20I-J).

Morfotipo B.

El mesofléxido se encuentra menos desarrollado que el hipofléxido. Corresponde a la morfología más frecuente. Como en las formas anteriores, los bordes pueden ser lisos u ondulados (fig. 20A-H).

Morfotipo C.

Además de un mesofléxido menos desarrollado, presenta un único islote, situado entre el mesofléxido y el hipofléxido(fig. 20P).

Morfotipo D.

Caracterizado por la ausencia de mesofléxido y la presencia de un único islote (fig. 20M-O).

Morfotipo E.

Ausencia de mesofléxido y presencia de dos islotes (fig. 20Q).

El polimorfismo en el P/3 (y en el resto de las piezas dentales) de *N. rex* puede compararse al polimorfismo que presentan los lepóridos continentales, incluido *Alilepus* (véase el trabajo de White, 1991, sobre los *Alilepus* norteamericanos), el representante continental más próximo a *N. rex*.

El polimorfismo de *N. rex* no puede considerarse, por lo tanto, como una consecuencia de la evolución en condiciones de insularidad. La presencia en una misma población de morfologías con mesofléxido y otras con islotes, parece desmentir la idea según la cual las morfologías con mesofléxido serían las formas más antiguas, y las morfologías con islotes (o sin islotes) corresponderían a formas más modernas.

Comparación con *A. turolensis*, *A.* sp 1 (Eivissa) y *A.* sp 2 (Pikermi).

La comparación de la morfología del P/3 de *N. rex* con varias especies europeas de *Alilepus* se ha realizado en base a las figuras aparecidas en los trabajos de Gudrun y Fejfar (1967) y López-Martínez (1976 y 1989).

El P/3 de *N. rex* se diferencia de *A. turolensis*, por presentar un talónido más amplio, con las partes anteriores del hipocónido y del entocónido más desarrolladas, y el mesofléxido más inclinado respecto al hipofléxido.

La flexión del hipocónido está mucho más marcada en *N. rex*, aunque en *A. turolensis* también se intuye. En este aspecto, *N. rex* se asemeja a *Alilepus* sp del Turoliense de Pikermi (Grecia) (López-Martínez, 1976). Sin embargo, en el *Alilepus* de Grecia el hipoflexo no es tan estrecho en su parte media.

Como el resto de especies del género, *Alilepus* sp del yacimiento de Ses Fontanelles (Eivissa, Illes Balears) (Moyà *et al.*, 1984), presenta un P/3 con un tamaño mucho menor al que presentan los P/3 de *N. rex* (tablas 21 y 23).

De manera general, el único P/3 procedente de Ses Fontanelles se asemeja al morfotipo D de *N. rex*. Se diferencia de éste por la ausencia de islote, por el menor desarrollo del protofléxido, protocónido e hipofléxido, por la ausencia de ondulaciones en el esmalte del hipofléxido, por un hipocónido con un contorno más redondeado, por una cara lingual cláramente más recta y, proporcionalmente, una menor amplitud labio-lingual.

Se asemeja a *N. rex* porque el talónido es muy amplio en sentido antero-posterior y presenta una cara posterior muy redondeada. Además, el margen anterior del hipofléxido esta muy curvado, de manera que queda relativamente próximo al margen posterior.

El P/3 de *Alilepus* sp *de* Malusteni (Rumania), figurado por Daxner y Fejfar (1967), parece corresponder al género *Trichizolagus*, al presentar un anterofléxido bien desarrollado.

Comparación con *A. longisinuosus* y *A. annectens.*

Las especies asiáticas de *Alilepus*, *A. annectens*, del yacimiento turoliense-rusciniense de Harr Obo (Mongolia), y *A. longisinuosus* Zhuding y Han, 1986), del Mioceno superior de Lufeng (China), son dos especies muy similares, estrechamente emparentadas (Qiu y Han, 1986).

Algunos de los morfotipos del P/3 de *A. longisinuosus* se diferencian claramente de *N. rex* por el gran desarrollo del hipofléxido y del mesofléxido, llegándose en ocasiones a fusionar, de manera que desaparece el istmo central entre el trigónido y el talónido.

Algunos de los morfotipos de *A. longisinuosus* se asemejan, por el desarrollo similar del hipofléxido y del mesofléxido, al morfotipo A de *N. rex* (fig. 20) o al ejemplar de *A. turolensis* figurado por López-Martínez (1981).

A. longisinuosus se diferencia también de *N. rex* por el contorno más agudo del protocónido, muy redondeado en *N. rex*, y por el talónido, más estrecho antero-posteriormente en *A. longisinuosus*.

El esmalte del hipofléxido y el mesofléxido de *A. longisinuosus* es liso. En ningún caso aparecen la ondulaciones que presentan algunos morfotipos de *N. rex*.

Como en el caso de *A. longisinuosus*, *A. annectens* se diferencia de *N. rex* por el protocónido de contorno más agudo y por las paredes del hipofléxido lisas.

A diferencia de *A. longisinuosus* y *N. rex*, la parte más distal o interna del hipofléxido de *A. annectens* aparece muy curvada hacia la cara posterior del diente.

Las formas cuadrangulares del talónido de *N. rex* se asemejan a las que presenta *A. annectens*.

Comparación con *A. hibbardi*, *A. vagus*, *A. wilsoni* y *A. browni.*

El P/3 de *N. rex* ha sido también comparado con algunas especies norteamericanas de *Alilepus*, figuradas en el trabajo de White (1991): *A. hibbardi* White 1991, *A. vagus* Gazin, 1934, *A. wilson* White 1991 y *A. browni* (Hay, 1921).

En general, *A. hibbardi*, *A. vagus*, *A. wilson* y *A. browni* se diferencian de *N. rex* (y de *A. turolensis*) por presentar un margen lingual más agudo.

A. hibbardi y *A. vagus* presentan una morfología muy parecida. Sin embargo, *A. vagus* presenta un hipofléxido significativamente más profundo (White, 1991). El hipofléxido de estas dos especies no es tan estrecho en su parte media como en *N. rex*. El mesofléxido es también más amplio en las dos especies americanas y el protocónido es más agudo, no tan redondeado como en *N. rex*.

En ningun caso el mesofléxido está tan desarrollado como en *N. rex*.

A. wilsoni se diferencia claramente de *N. rex* por el mayor desarrollo de la parte lingual del hipofléxido, por la ausencia de mesofléxido y por un protocónido más agudo de márgenes más rectangulares.

A. browni se diferencia de *A. hibardi* y *A. vagus*. Los ejemplares de *A. browni* figurados en el trabajo de White (1991) corresponden a individuos juveniles. Se diferencia de *N. rex* por un hipofléxido con una amplitud muy constante en toda su longitud y anteriormente desviado. El protofléxido es más abierto en *A. browni*.

Comparación con *Pliopentalagus, Trichizolagus, Necrolagus* e *Hypolagus*.

La comparación de *N. rex* con estos lepóridos fósiles se ha realizado a partir de los P/3 figurados en los trabajos de Hibbard (1963), López-Martínez (1989), Fejfar (1961), Daxner y Fejfar (1967) y Schreuder (1936).

El P/3 de *Trichizolagus* se distingue de *N. rex* por la presencia de un anterofléxido y un paraflexido; *Hypolagus* se asemeja a *N. rex* y *Alilepus* en la morfología del hipofléxido y del protofléxido, y se distingue de estos por la ausencia de mesofléxido; *Pliopentalagus* presenta, como ciertos morfotipos de *N. rex* y *Alilepus*, un hipofléxido y un mesofléxido enfrentados. Sin embargo, en *Pliopentalagus* el hiplofléxido y el mesofléxido estan fuertemente crenulados, y el protofléxido aparece muy abierto y crenulado. Además, el trigónido se halla dividido en numerosos lóbulos, variables en número.

Necrolagus se diferencia de *N. rex* por presentar, en la cara anterior, uno o varios flexos y un hipofléxido que llega, en ocasiones, hasta la cara lingual.

Comparación con *P. furnessi, N. netscheri, Pronolagus, O. cuniculus, Sylvilagus, B. idahoensis, R. diazi* y *Lepus*.

El P/3 de *N. rex* se ha comparado también con el de otros lepóridos actuales a partir de las figuras publicadas por Palacios y Fernández (1992), Hibbard (1963), Daxner y Fejfar (1967) y Schreuder (1936)

El P/3 de *P. furnessi* es muy característico, y se distingue facilmente de *N. rex* por presentar el hipofléxido, el mesofléxido y el anteroconido divididos en numerosos lóbulos, de manera aún más exagerada que en *Pliopentalagus*.

Pronolagus se diferencia de *N. rex* por la presencia, al igual que *Trichizolagus*, de un anterocónido y un parafléxido.

El P/3 de *N. netscheri* presenta un hipofléxido muy desarrollado que llega hasta la cara lingual, y que diferencia claramente este género de *N. rex*.

O. cuniculus, *Lepus y Sylvilagus* se caracterizan por la presencia de un único flexo labial (hipofléxido), que en ocasiones llega hasta la cara lingual o queda dividido en uno o varios islotes y por la presencia de un anterofléxido, en ocasiones dividido en varios lóbulos. Menos frecuentemente aparece un parafléxido.

En *B. idahoensis* no existe ningún flexo anterior. Sin embargo, se diferencia de *Alilepus* y *N. rex* por la existencia de un hipofléxido muy desarrollado que llega incluso hasta la cara labial. En *R. diazi* se intuye una ligera flexión en su cara anterior; sin embargo, el hipofléxido está menos desarrollado que en *Alilepus* y *N. rex*, y no aparece un mesofléxido, sino un islote alargado.

	P/3		P/4		M/1		M/2		M/3		
	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	
A. turolensis	2,86	-	-	-		-	-	-	-	-	(1)
A. turolensis	2,98	3,41	-	-	-	-	-	-	-	-	(1)
A. sp 1 (Eivissa)	1,87	2,39	-	-	-	-	-	-	-	-	
A. sp 2 (Pikerni)	-	2,28	-	-	-	-	-	-	-	-	(2)
A. annectens	2,85	3,39	-	-	-	-	-	-	1,80	1,88	(3)
A. longisinuosus	3,18	3,14	2,74	3,38	2,78	3,20	2,78	3,13	1,85	1,93	(4)
A. hibbardi	3,00	3,30	-	-	-	-	-	-	-	-	(5)
A. vagus	3,00	3,20	-	-	-	-	-	-	-	-	(5)
A.wilsoni	2,30	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	(5)

Tabla 23. Medidas (en mm) de los premolares y molares inferiores en *Alilepus*. A: anchura; B: longitud. (1): López-Martínez, 1989; (2): López-Martínez, 1976; (3): Qiu, 1987; (4): Qiu y Han, 1986; (5): White, 1991.

7.2.4.2. P/4-M/2.

Al igual que la mayoría de los premolares y molares superiores, son piezas poco diagnósticas, que presentan un hipofléxido que atraviesa el diente en toda su anchura. El P/4, M/1 y M/2 de *N. rex* se han comparado con los de *A. annectens* figuradas en el trabajo de Bohlin (1942). Los P/4-M/1 de *N. rex* difieren de las de *A. annectens* por un trigónido de contorno más redondeado y menos alargado labio-lingualmente y por un talónido algo más estrecho, que en *A. annectens* presenta un contorno más cuadrangular. En cambio, el M/2 de *A. annectens* presenta un talónido más estrecho antero-posteriormente.

Los P/4-M/2 de *N. rex* (fig. 20) no han podido ser comparados con los de *A. turolensis* y los *de Alilepus* sp de Pikermi al no haberse encontrado tales piezas (López Martínez, 1976, 1989).

Medidas. La anchura y longitud del P/4, M/1 y M/2 de *N. rex* aparecen en la tabla 21.

7.2.4.3.M/3.

Por su sencillez, es una pieza poco diagnóstica.

Como en el resto de lepóridos, presenta la forma característica bilobulada (fig. 20).

Básicamente, el M/3 de *N. rex* se distingue del de *A. longisinuosus*, *A. annectens*, *A. hibbardi* y *A.wilsoni* por el lóbulo anterior más redondeado.

Medidas.La anchura y longitud del M/3 de *Nuralagus* aparecen en la tabla 21.

7.3. CONCLUSIONES SOBRE EL CRÁNEO Y LA MANDÍBULA DE *N. REX*

El tratamiento químico, mediante ácido acético, ha permitido recuperar y describir un nuevo género y especie de lepórido gigante procedente principalmente de los yacimientos pliocénicos (s.l) de Punta Nati-Cala`s Pous (Ciutadella de Menorca, Illes Balears) .

La descripción de este nuevo taxón se basa, en primer lugar, en su gran tamaño corporal (su peso medio estimado ha sido calculado en 14 kg), y en el gran desarrollo de la cresta nucal, carácteres que no han sido observados en ningún otro lepórido.

Los caracteres craneales que diferencian *N. rex* del resto de lepóridos continentales son los siguientes:

-La reducción de la órbita ocular.

-Los huesos frontales son más anchos.

-El paladar es más estrecho.

-La reducción de las bullas timpánicas.

-La reorientación del meato acústico externo.

-La zona posterior del cráneo es dorso-ventralmente más estrecha.

La mandíbula de *N. rex* se caracteriza, respecto a los lepóridos continentales, por las siguientes características:

-Diastema mandibular muy corto.

-Menor inclinación de la rama mandibular hacia la parte posterior de la mandíbula.

-Mayor desarrollo de la fosa masetérica y pterigoidea.

Tales cambios son debidos, en conjunto, a la evolución en un medio insular y en ausencia de depredadores.

El paladar más estrecho, el acortamiento zona anterior del cráneo y la menor altura dorso-ventral de la zona posterior, parecen sugerir que *N. rex* presentaba, en relación al peso corporal, un cráneo pequeño. La reducción del tamaño craneal no afectaría ni a la longitud de las series dentales, ni a la anchura de la cresta nucal y los huesos frontales.

Si bien las especiales características del cráneo y la mandíbula de *N. rex* permiten incluirlo en un nuevo género y especie de lepórido, el estudio del P/3 pone cláramente de manifiesto su relación con el género continental *Alilepus*.

La forma más cercana a *N. rex* corresponde a *Alilepus* sp del yacimiento de Ses Fontanelles (Eivissa, Illes Balears). Ambos taxones habrían compartido, muy posiblemente, un mismo ancestro.

7.4. COLUMNA VERTEBRAL.

7.4.1. VÉRTEBRAS CERVICALES.

Material.

Atlas: 1060, 1266, 1100, 0885, 1213, **0315**

Axis: 1274, 1205, 1224, 1280, 0876, **1044.**

Terceras vértebras cervicales: 1212, 0979, **0988.**

Cuartas vértebras cervicales: 1101, 1764, **0412.**

Quintas vértebras cervicales: 1071, 0874, 0875, 0067, 1153, 0035, **1314**

Sextas vértebras cervicales: 0079, 0101, 1429, 0080, **1043.**

Séptimas vértebras cervicales: 11739, 1226, 1755, 0996, 0186, 0135, 1317, **11731.**

Otras vértebras cervicales: 12027, 12087, 11742, 12086, 12115, 1227, 12114, 12136.

Número mínimo de individuos: 8

Medidas.

Las medidas de las vértebras cervicales, referidas a los lepóridos actuales y a *N. rex*, aparecen en el anexo III, y han sido tomadas según se indica en las figuras I, J y L de la lámina II.

Descripción.

Atlas.

Arco dorsal muy curvado. En visión dorsal, los márgenes posteriores de la fosa articular caudal y del ala del atlas quedan muy próximos. Los márgenes dorsales de la

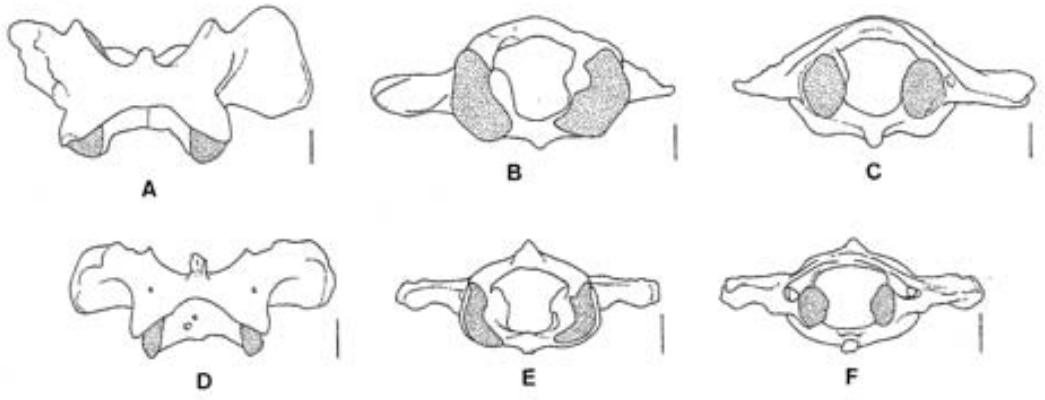


Fig. 21. Atlas de *N. rex* (A: vista ventral; B: vista craneal; C: vista caudal) y *O. cuniculus* (D: vista ventral; E: vista craneal; F: vista caudal). Escala gráfica: 5 mm

fosa articular caudal y del ala del atlas quedan también muy próximos. En visión caudal, el ala del atlas se sitúa en la zona media del diámetro dorso-ventral de la fosa articular caudal. Las dos fosas articulares caudales forman un ángulo de 73° (fig. 21).

Axis.

El margen craneal del proceso articular caudal se sitúa al mismo nivel que el margen dorsal de la superficie dorsal del axis. Las dos superficies dorsales del axis forman un ángulo del 90°; las dos superficies articulares caudales forman un ángulo de 117° (fig. 22).

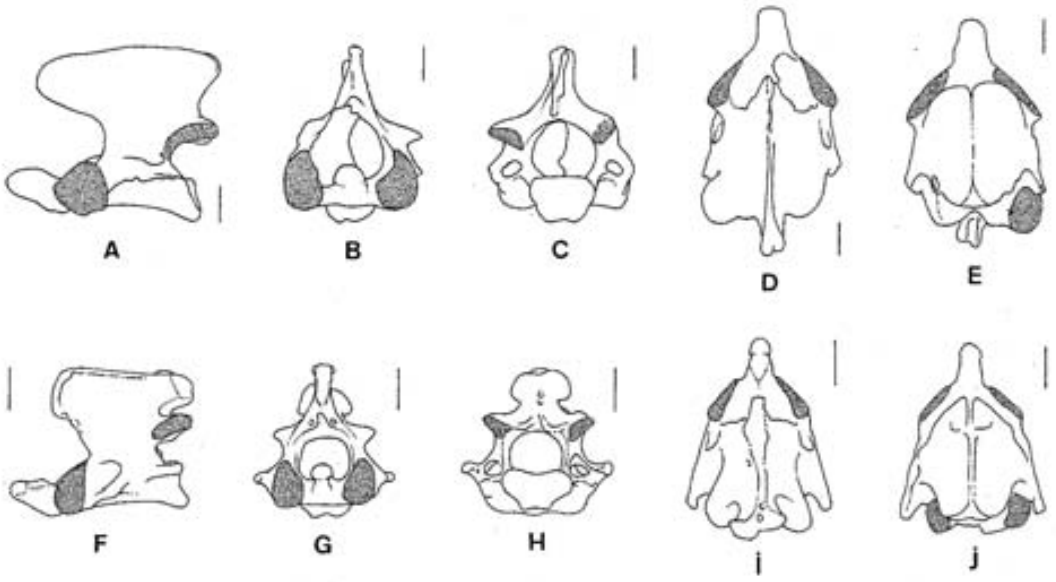


Fig. 22. Axis de *N. rex* (A: vista lateral; B: vista craneal; C: vista caudal; D: vista dorsal; E: vista ventral) y *O. cuniculus* (F: vista lateral; G: vista craneal: H: vista caudal; I: vista dorsal; J: vista ventral). Escala gráfica: 5mm.

Vértebras 3ª-7ª.

La separación entre los procesos articulares caudales es semejante a la separación de los procesos articulares craneales en las vértebras cervicales 3ª-7ª (fig. 23).

7.4.1.1. COMPARACIÓN CON OTROS LEPÓRIDOS.

Atlas.

En relación con la curvatura de la zona dorsal de la fosa articular craneal, *N. rex* ocupa una posición intermedia entre *O. cuniculus* (la fosa presenta una curvatura muy marcada) y *L. granatensis* (la curvatura está poco marcada).

El arco dorsal está muy curvado en *N. rex*, y el ala del atlas ocupa una posición intermedia entre el arco dorsal y el arco ventral; en *O. cuniculus*, el ala del atlas

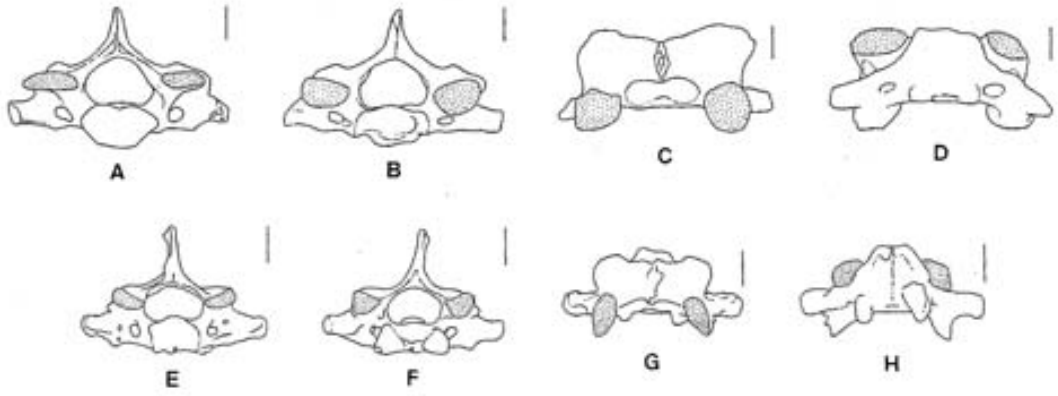


Fig. 23. Séptima vértebra cervical de *N. rex* (A: vista caudal; B: vista craneal; C: vista dorsal; D: vista ventral) y *O. cuniculus* (E: vista caudal; F: vista craneal; G: vista dorsal; H: vista ventral). Escala gráfica: 5mm.

ocupa una posición más dorsal, y en *L. granatensis*, algo más ventral, aunque no tanto como en *N. rex*. La separación entre la superficie del arco dorsal y el margen dorsal de la fosa articular caudal es mayor en *O. cuniculus* y *L. granatensis*.

El ángulo entre las fosas articulares caudales de *N. rex* (73°) es semejante al de *L. granatensis* (67°) y menor que el de *O. cuniculus* (90°).

Axis.

La separación, en sentido dorso-ventral, entre el proceso articular caudal y entre la superficie articular dorsal del axis de *N. rex* es, en comparación con la que presentan *O. cuniculus* y *L. granatensis*, menor.

Vértebra 3ª.

En *N. rex*, la separación entre los procesos articulares craneales y caudales es semejante a la de *O.cuniculus* y *L. granatensis*; en *O. cuniculus* y *L. granatensis*, sin embargo, la separación entre los procesos articulares craneales es menor a la de *N. rex*.

7.4.1.2. PROPORCIONES DE LAS VÉRTEBRAS CERVICALES.

Han sido considerados únicamente los cambios alométricos referentes a la separación entre los procesos articulares craneales y caudales de una misma vértebra, y a la separación entre los procesos articulares craneales de las vértebras 3ª-7ª, tal como se indica en la figura L (lámina II) del anexo III. Los cambios alométricos en la separación de los procesos articulares craneales y caudales de una misma vértebra proporociona información sobre los cambios en la longitud de la vértebra.

Tabla 24

Taxon	n	3ª vértebra cervical		4ª vértebra cervical		(A)	Peso	(B)
		A	B	A	B			
N. rex	3-2-2-2	21,33	20,95	21,68	18,19	+	14092,21	+
O.cuniculus CBQ 96-1	1	10,04	11,52	12,17	10,70	+	1450	+
O.cuniculus CBQ 98-1	1	9,78	10,70	11,82	9,70	+	1375	+
O.cuniculus CBQ 98-0	1	8,46	9,48	10,17	8,77	+	925	+
O.cuniculus CBQ 00-1	1	9,64	10,79	10,93	10,11	+	950	+
O.cuniculus MAUV-2	1	9,31	10,93	10,54	9,58	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-1	1	9,48	11,19	10,89	9,84	+	1175	+
O.cuniculus MAUV-4	1	9,33	10,01	10,66	8,87	+	1290	+
O.cuniculus MAUV-8	1	9,62	10,37	-	-	+	1250	+
O.cuniculus MAUV-6	1	9,54	10,41	10,58	9,14	+	1200	+
O.cuniculus MAUV-5	1	9,86	10,81	10,67	10,61	+	1100	+
O.cuniculus MAUV-7	1	9,78	9,51	11,18	9,29	+	1100	+
S.auttallii LACM 91173	1	8,45	9,55	9,08	8,57	+	680	+
S.auttallii LACM 91174	1	7,91	9,24	8,48	8,41	+	830	+
S.audubonii	15-15-15-15	8,00	8,48	8,70	7,99	+	914,7	(1)
S.floridanus	4	9,55	10,57	11,02	9,75	+	1189,2	(2)
P.rupestris	2	10,60	11,49	12,34	10,80	+	1620	+
P.randensis	2	10,93	12,32	13,44	12,12	+	2300	(4)
P.crassicaudatus	2	10,74	12,56	12,87	11,15	+	2600	(4)
B.monticularis	2	9,17	10,60	9,91	9,69	+	1500	(4)
P.furnesii	3	12,09	11,95	13,49	11,18	+	2545,5	(5)
L.californicus	6	9,75	14,16	11,35	13,58	+	2542, 5	(6)
L.granatensis CBQ 97-0	1	9,74	11,58	12,21	1,00	+	2065	+
L.saxatilis	6	10,70	13,72	10,96	11,31	+	2611	(4)
L.capensis	3	10,30	13,01	12,24	11,09	+	2040	(4)
Ecuación	-	Y= 0,1649X -0,5378	Y= 0,3007X -0,9061	Y= 0,2333X -0,6918	Y= 0,2632X -0,8292	-	-	-
Coeficiente de correlación	-	R= 0,7753	R= 0,8925	R= 0,7854	R= 0,8481	-	-	-

Tabla 25

Taxon	n	5ª vértebra cervical		6ª vértebra cervical		(A)	Peso	(B)
		A	B	A	B			
N. rex	7-7-3-3	21,77	18,08	17,90	11,95	+	14092,21	+
O.cuniculus CBQ 96-1	1	12,18	10,46	13,56	9,74	+	1450	+
O.cuniculus CBQ 98-1	1	11,76	9,24	12,81	8,69	+	1375	+
O.cuniculus CBQ 98-0	1	11,00	8,29	12,20	7,60	+	925	+
O.cuniculus CBQ 00-1	1	11,78	9,01	12,96	8,29	+	950	+
O.cuniculus MAUV-2	1	11,76	8,81	12,67	8,11	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-1	1	11,85	8,81	13,19	7,91	+	1175	+
O.cuniculus MAUV-4	1	11,03	8,69	11,95	7,83	+	1290	+
O.cuniculus MAUV-8	1	12,03	8,62	13,01	7,96	+	1250	+
O.cuniculus MAUV-6	1	-	-	11,70	8,47	+	1200	+
O.cuniculus MAUV-5	1	11,32	9,2	12,73	7,91	+	1100	+
S.auttallii LACM 91173	1	1,00	7,76	10,85	7,14	+	680	+
S.auttallii LACM 91174	1	9,33	7,93	9,84	6,24	+	830	+
S.audubonii	15	9,10	7,23	9,79	6,15	+	914,7	(1)
S.floridanus	4	11,59	8,76	12,44	8,18	+	1189,2	(2)
P.rupestris	2	12,50	10,27	13,64	8,46	+	1620	+
P.randensis	2	13,34	11,09	14,45	9,59	+	2300	(4)
P.crassicaudatus	2	13,06	10,25	14,22	9,49	+	2600	(4)
B.monticularis	2	10,79	8,42	11,54	7,78	+	1500	(4)
P.furnesii	1-1-3-3	13,50	9,89	14,62	10,04	+	2545,5	(5)
L.californicus	6	12,02	11,97	13,12	9,95	+	2542, 5	(6)
L.granatensis CBQ 97-0	1	12,21	1,00	13,78	8,20	+	2065	+
L.saxatilis	6	13,01	11,31	14,77	10,01	+	2611	(4)
L.capensis	3	12,24	11,09	13,69	9,03	+	2040	(4)
Ecuación	-	Y= 0,1949X -0,5497	Y= 0,2946X -0,9591	Y= 0,2063X -0,5485	Y= 0,291X -0,9953	-	-	-
Coeficiente de correlación	-	R= 0,8039	R= 0,8839	R= 0,7791	R= 0,8505	-	-	-

Tablas 24 y 25. Medidas de las 3ª, 4ª, 5ª y 6ª vértebras cervicales (A: separación entre los procesos articulares craneales; B: separación entre los procesos articulares craneales y caudales) (en mm) y de pesos (en g), valores medios. Fuentes de procedencia de las medidas (A) y de pesos (B): (+): medidas propias o museísticas (pesos); (1): Orr, 1940; (2): Chapman y Morgan, 1973; (3): Cervantes *et al.*, 1990; (4): Skinner y Smithers, 1990; (5): Yamada y Sugimura, 1998; (6):Vorhies y Taylor, 1933; (7): Palacios, 1983. n: número de individuos. Las ecuaciones se basan en unidades centimétricas y en gramos,convertidos en valores de logaritmos de base 10.

		Tabla 26				
		7ª vértebra cervical				
Taxon	n	A	B	(A)	Peso	(B)
N. rex	8	26,05	15,89	+	14092,21	+
O.cuniculus CBQ 96-1	1	14,98	9,28	+	1450	+
O.cuniculus CBQ 98-1	1	13,65	8,73	+	1375	+
O.cuniculus CBQ 98-0	1	12,37	7,44	+	925	+
O.cuniculus CBQ 00-1	1	13,37	8,45	+	950	+
O.cuniculus MAUV-2	1	13,14	8,50	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-1	1	14,13	7,96	+	1175	+
O.cuniculus MAUV-4	1	12,09	7,71	+	1290	+
O.cuniculus MAUV-8	1	13,28	7,96	+	1250	+
O.cuniculus MAUV-6	1	13,44	8,06	+	1200	+
O.cuniculus MAUV-5	1	13,47	7,96	+	1100	+
O.cuniculus MAUV-7	1	-	7,75	+	1100	+
S.auttallii LACM 91173	1	11,34	7,40	+	680	+
S.auttallii LACM 91174	1	10,74	6,70	+	830	+
S.audubonii	14	10,56	6,79	+	914,7	(1)
S.floridanus	4	12,87	8,38	+	1189,2	(2)
P.rupestris	2	14,94	8,90	+	1620	+
P.randensis	2	15,88	9,25	+	2300	(4)
P.crassicaudatus	2	15,44	9,17	+	2600	(4)
B.monticularis	2	12,20	7,71	+	1500	(4)
P.furnesii	2	15,75	9,50	+	2545,5	(5)
L.californicus	6	14,23	9,68	+	2542, 5	(6)
L.granatensis CBQ 97-0	1	14,22	8,20	+	2065	+
L.saxatilis	5	15,47	10,31	+	2611	(4)
L.capensis	3	14,85	9,86	+	2040	(4)
Ecuación	-	Y= 0,2315X -0,6006	Y= 0,2542X -0,8778	-	-	-
Coeficiente de correlación	-	R= 0,8266	R= 0,8558	-	-	-

Tabla 26. Medidas de la 7ª vértebra cervical (A: separación entre los procesos articulares craneales; B: separación entre los procesos articulares craneales y caudales) (en mm) y de pesos (en g), valores medios. Fuentes de procedencia de las medidas (A) y de pesos (B): (+): medidas propias o museísticas (pesos); (1): Orr, 1940; (2): Chapman y Morgan, 1973; (3): Cervantes *et al.*, 1990; (4): Skinner y Smithers, 1990; (5): Yamada y Sugimura, 1998; (6):Vorhies y Taylor, 1933; (7): Palacios, 1983. n: número de individuos. Las ecuaciones se basan en unidades centimétricas y en gramos,convertidos en valores de logaritmos de base 10

Los valores medios de estos parámetros, así como las ecuaciones alométricas y los coeficientes de correlación aparecen en las tablas 24-26.

Separación entre los procesos articulares craneales.

La separación entre los procesos articulares craneales de *N. rex* es, en relación con el resto de lepóridos, notablemente mayor en la 3ª vértebra cervical (fig. 24) y ligeramente mayor en las 4ª, 5ª, 6ª y 7ª vértebras cervicales (fig. 25).

Separación entre los procesos articulares craneales y caudales.

Todas las vértebras cervicales (3ª-7ª) de *N. rex* muestran una separación entre los procesos articulares craneales y caudales similar a la del resto de lepóridos (fig. 26).

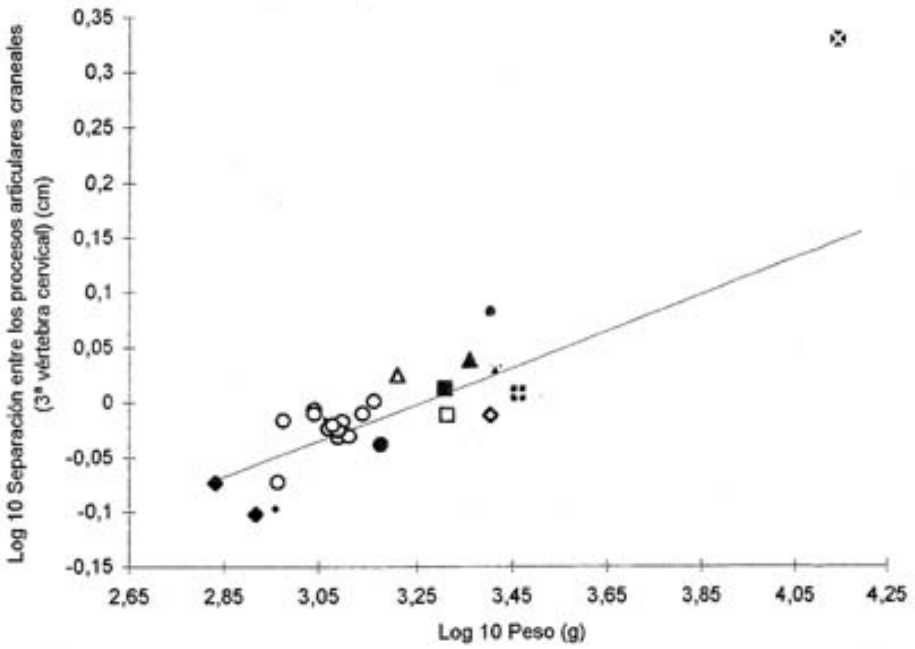


Fig. 24. Representación alométrica de la distancia de separación entre los procesos articulares craneales de la 3ª vértebra cervical en *N. rex* y algunos lepóridos actuales.

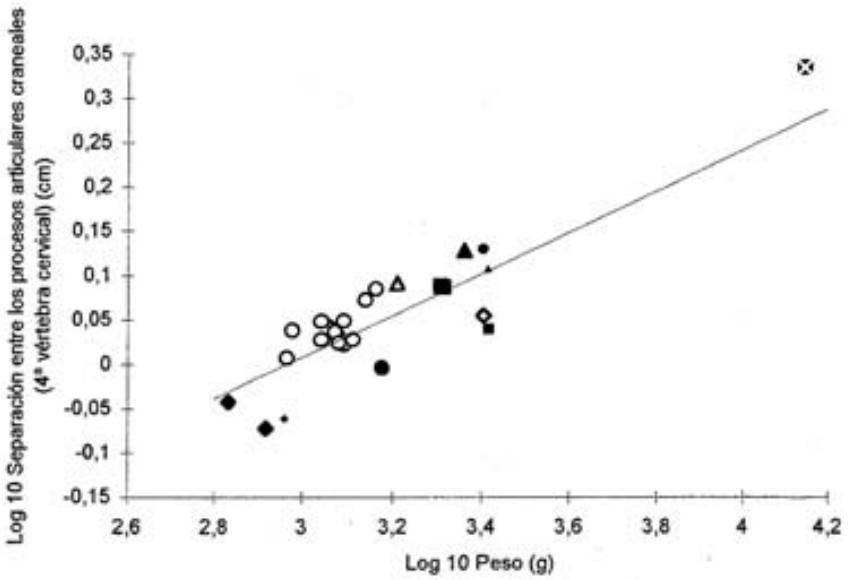


Fig. 25. Representación alométrica de la distancia de separación entre los procesos articulares craneales de la 4ª vértebra cervical en *N. rex* y algunos lepóridos actuales. Este modelo alométrico es también válido para las 5ª, 6ª y 7ª vértebras cervicales.

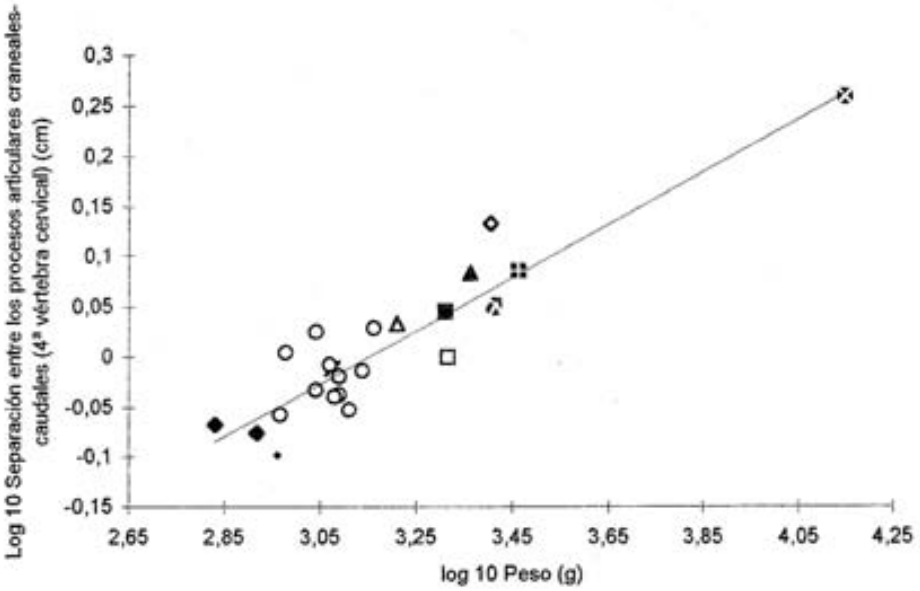


Fig. 26. Representación alométrica de la distancia de separación entre los procesos articulares craneales y caudales de la 4ª vértebra cervical. Este modelo alométrico es similar al de las vértebras cervicales 3ª, 5ª, 6ª y 7ª.

7.4.1.3. MORFOLOGÍA FUNCIONAL DE LAS VÉRTEBRAS CERVICALES DE *N. REX*.

Las vertebras cervicales de *N. rex* se diferencian de las de *O. cuniculus* y *L. granatensis* por las siguientes características:

-El atlas es dorso-ventralmente más alto.

-El ala del atlas ocupa una posición intermedia entre el arco dorsal y el arco ventral.

-En el axis, la distancia de separación dorso-ventral entre el proceso articular caudal y la superficie articular dorsal el menor.

N. rex se diferencia de todos los lepóridos con los que ha sido comparado por una mayor separación entre los procesos articulares craneales de la tercera vértebra cervical.

Curvatura de las vértebras cervicales.

Para el estudio de la curvatura en las vértebras cervicales (3ª, 4ª, 5ª, 6ª y 7ª) (fig. 27) han sido considerados los siguientes parámetros: la inclinación del extremo craneal y caudal del cuerpo vertebral (en relación a la zona ventral de cada vértebra), y su longitud (tabla 27). No se incluyen ni el atlas ni el axis, al presentar un cuerpo

vertebral con unas características muy diferentes a las del resto de vértebras cervicales.

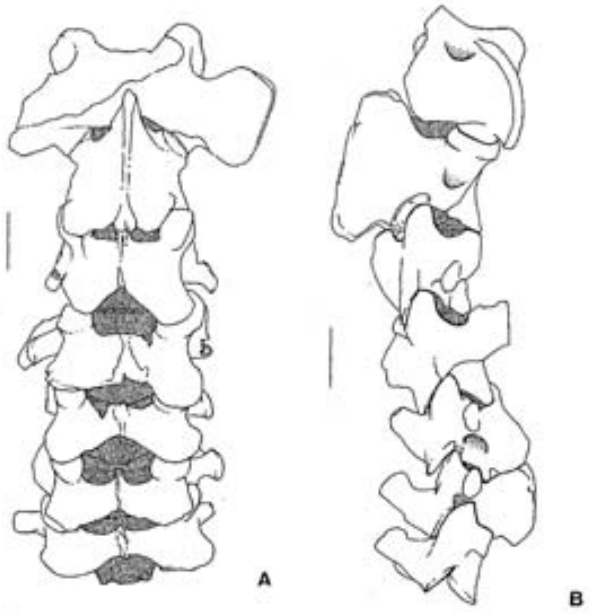


Fig. 27. Vértebras cervicales de *N. rex*. A: vista dorsal; B: vista lateral. Escala gráfica: 10 mm.

Ha de tenerse muy en cuenta que las curvas representadas en la figura 28 corresponden a las curvas de flexión máxima en sentido ventral, al no haberse tenido en cuenta la inclinación de los procesos articulares craneales y caudales. En comparación con *O. cuniculus* y *L. granatensis*, *N. rex* presenta un mayor grado de flexión en sentido ventral; En *O.cuniculus*, sin embargo, la flexión en la zona distal se produce en sentido dorsal. Estas características parecen indicar que en *N. Rex* la flexión en sentido dorsal es menor que en *O. cuniculus*.

	Vértebras cervicales														
	3ª			4ª			5ª			6ª			7ª		
Taxon	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
N. rex	128°	52°	15,97	129°	52°	14,58	126°	64°	13,23	126°	46°	10,13	131°	47°	10,95
O. cuniculus 96-1	133°	53°	8,79	126°	55°	8,38	125°	45°	7,42	128°	33°	6,32	127°	40°	5,37
O. cuniculus 97-2	121°	62°	8,58	118°	59°	8,05	121°	54°	7,24	124°	47°	6,00	127°	47°	5,24
O. cuniculus 98-0	117°	61°	7,36	117°	58°	6,94	113°	54°	6,22	113°	42°	4,71	134°	46°	4,52
O. cuniculus 98-1	121°	73°	7,56	119°	55°	7,72	123°	54°	6,58	124°	46°	5,60	115°	50°	4,85
L. granatensis 97-0	113°	60°	9,23	115°	60°	7,66	128°	52°	7,17	126°	46°	5,70	129°	53°	5,57

Tabla 27.Longitud (C) (en mm) e inclinación del extremo craneal (A) y caudal (B) del cuerpo vertebral. Los ángulos han sido medidos en relación a la superficie ventral del cuerpo vertebral.

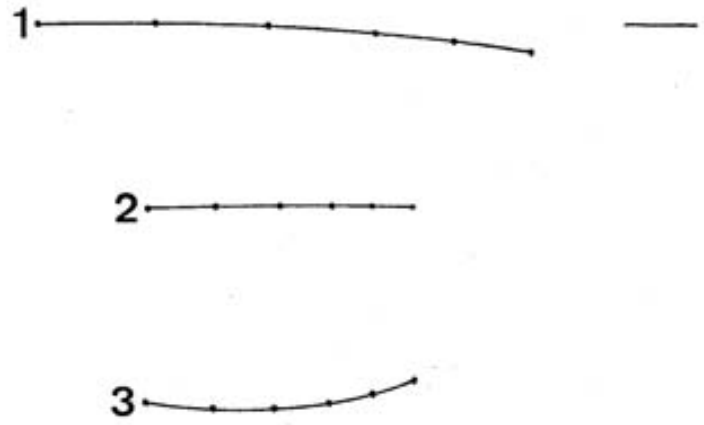


Fig. 28. Curvatura de las vértebras cervicales 3ª-7ª, según los valores de la tabla 27. 1: *N. rex*; 2: *L. granatensis* (97-0); 3: *O. cuniculus* (96-1).Escala gráfica: 10mm.

7.4.2.VÉRTEBRAS TORÁCICAS.

Material.

Primeras vértebras torácicas: 1406, **0461.**

Segunda vértebra torácica: 0391, **0224.**

Tercera vértebra torácica: 1070, **11738.**

Cuartas vértebras torácicas: 1299, **0102.**

Quintas vértebras torácicas: 1243, **1207.**

Sexta vértebra torácica: 0947.

Séptima vértebra torácica: 0803.

Octava vértebra torácica: 1241.

Novena vértebra torácica: 0081, **1183.**

Décimas vértebras torácicas: 0184, 0926, 12025, 1275, 1295, 0082, **0389.**

Undécimas vértebras torácicas: 1219, 1045, 1294, 0276, 1075, 11741, 11740, **0069.**

Duodécimas vértebras torácicas: 0247, 0332, 1074, 11723, 0927, 1191, 1453, **1356.**

Vértebras torácicas indeterminadas: 0921, 1422, 1456, 11734, 1240, 1455, 11744, 0279, 1208, 1242, 11735, 11736, 11743, 1150, 12032, 0185, 11766, 12026, 1049, 12030, 12029, 12147, 12031, 0022, 12107, 0371, 0083, 1225, 12146, 1238.

Número mínimo de individuos: 8 (calculado a partir de las undécimas y las duodécimas vértebras torácicas).

Medidas. Las medidas de las vértebras torácicas aparecen en el anexo III, y han sido tomadas según se indica en la lámina II, figura K.

Descripción. El cuerpo vertebral es muy corto en todas las vértebras torácicas.

En la primera vértebra torácica, el diámetro mayor del proceso articular craneal se orienta transversalmente. Los procesos articulares caudales muestran un contorno redondeado. El margen caudal de los procesos transversos se alinean con la base del proceso espinoso.

En las vértebras undécima y duodécima, la superficie articular craneal es craneo-caudalmente muy estrecha en relación con su diámetro transversal. Al presentar un perfil convexo, la zona dorsal de esta superficie articulatoria no es paralela al proceso espinoso. En relación al proceso espinoso, la superficie articular craneal se inclina 28° en la undécima vértebra torácica, y 31° en la duodécima. La superficie articular caudal se inclina, respecto al proceso espinoso, 71°, 45° y 38° en la décima, undécima y duodécima vértebra torácica, respectivamente.

La inclinación del extremo craneal y caudal del cuerpo vertebral, en relación con la superficie ventral del cuerpo vertebral, aparece en la tabla 28.

	Vértebras torácicas											
	1ª		**2ª**		**3ª**		**4ª**		**5ª**		**6ª**	
	(A)	**(B)**	**(A)**	**(B)**	**(A)**	**(B)**	**(A)**	**(B)**	**(A)**	**(B)**	**(A)**	**(B)**
N. rex	118°	67°	-	-	91°	76°	100°	82°	86°	89°	97°	88°
O. cuniculus 98-0	119°	75°	105°	85°	90°	87°	94°	86°	91°	87°	89°	91°
O. cuniculus 98-1	100°	68°	95°	84°	96°	87°	96°	91°	95°	89°	88°	84°
O. cuniculus 97-2	112°	81°	90°	85°	91°	87°	93°	85°	98°	87°	93°	88°
O. cuniculus 96-1	117°	67°	88°	94°	89°	91°	93°	85°	92°	94°	94°	95°
L. granatensis 97-0	108°	81°	91°	88°	92°	93°	88°	85°	88°	86°	93°	90°
	7ª		**8ª**		**9ª**		**10ª**		**11ª**		**12ª**	
	(A)	**(B)**	**(A)**	**(B)**	**(A)**	**(B)**	**(A)**	**(B)**	**(A)**	**(B)**	**(A)**	**(B)**
N. rex	97°	88°	99°	97°	94°	88°	104°	94°	102°	93°	102°	87°
O. cuniculus 98-0	98°	87°	94°	86°	92°	90°	89°	87°	101°	83°	112°	84°
O. cuniculus 98-1	97°	95°	93°	91°	100°	92°	95°	99°	104°	93°	108°	86°
O. cuniculus 97-2	91°	86°	93°	89°	93°	84°	103°	87°	109°	86°	109°	81°
O. cuniculus 96-1	97°	83°	95°	81°	98°	91°	97°	82°	103°	85°	114°	74°
L. granatensis 97-0	94°	92°	93°	94°	90°	92°	94°	89°	95°	93°	99°	94°

Tabla 28. Inclinación del extremo craneal (A) y caudal (B) del cuerpo vertebral en las vértebras torácicas. Los ángulos han sido medidos en relación con la superficie ventral del cuerpo vertebral

7.4.2.1. COMPARACIÓN CON OTROS LEPÓRIDOS.

El proceso espinoso de *N. rex* es, en comparación con el de *O. cuniculus* y *L. granatensis*, más corto y cráneo-caudalmente más ancho, especialmente en las últimas vértebras torácicas. Estas características están aún más acentuadas en *P. furnessi*.

En la primera vértebra torácica de *O. cuniculus* y *L. granatensis* los procesos transversos se encuentran algo más retrasados en relación al margen caudal del arco vertebral; la superficies articulatorias, tanto craneales como caudales, son antero-posteriormente más alargadas que en *N. rex*.

Los dos márgenes mediales de las superficies de articulación craneales quedan, en las vértebras 2ª-12ª, más próximas en *N. rex*; las superficies articulatorias craneales y caudales son craneo-caudalmente más cortas, al presentar un contorno más redondeado que en *O. cuniculus* y *L. granatensis*. Estas mismas superficies articulares son, en las tres últimas vértebras torácicas, dorso-ventralmente más alargadas y antero-posteriormente más cortas en *N. rex*, formando una superficie menos convexa que en *O. cuniculus* y *L. granatensis*. Las dos superficies articulares caudales forman, en *O. cuniculus* y *L. granatensis*, un ángulo más agudo en las tres últimas vértebras torácicas (tabla 29).

	Vértebras torácicas		
	10ª	**11ª**	**12ª**
N. rex	71°	45°	38°
O. cuniculus 96-1	53°	15°	15°
O. cuniculus 98-1	35°	15°	12°
O. cuniculus 98-0	11°	25°	23°
O. cuniculus 97-2	33°	26°	21°
L. granatensis 97-0	18°	15°	21°

Tabla 29.Inclinación del proceso articular caudal en relación al proceso espinoso en las tres últimas vértebras torácicas.

La separación entre los procesos mamillares de la duodécima vértebra torácica es mayor en *N. rex* que en *O. cuniculus* y *L. granatensis* (fig. 29).

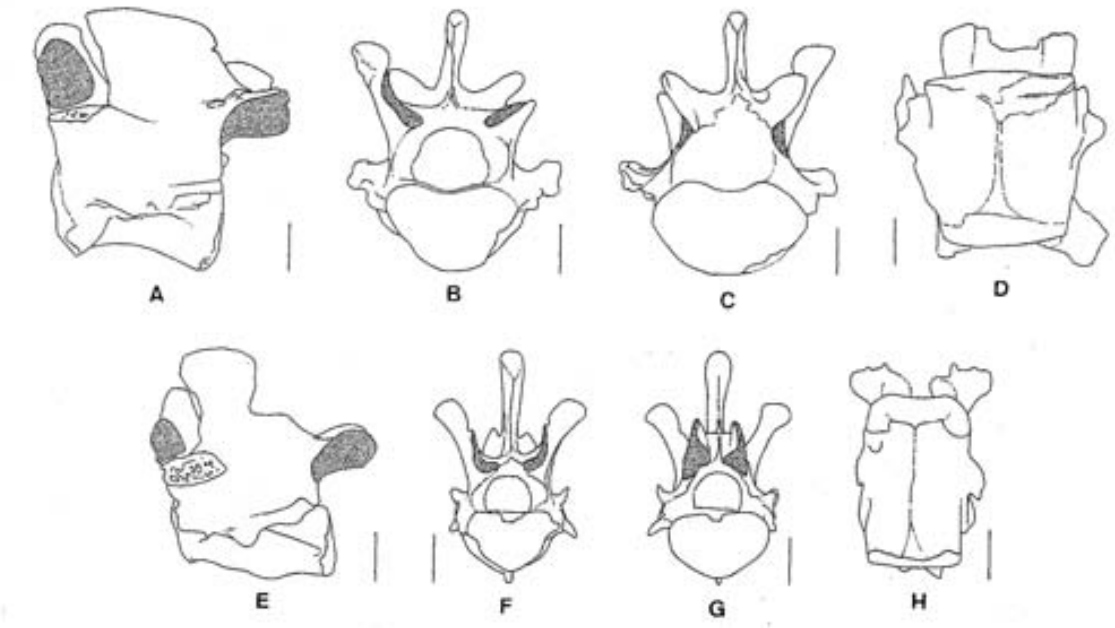


Fig. 29. Décimo segunda vértebra torácica de *N. rex* (A: vista lateral; B: vista craneal; C: vista caudal; E: vista ventral) y *O. cuniculus* (E: vista lateral; F: vista craneal; G: vista caudal; H: vista dorsal). En punteado aparecen las superficies articulares craneales y caudales. Escala gráfica: 5mm.

7.4.2.2. PROPORCIONES DE LAS VÉRTEBRAS TORÁCICAS.

En este apartado se analizan los cambios alométricos en la longitud y en la anchura del cuerpo vertebral de todas las vértebras torácicas. Los valores de estos parámetros, de las ecuaciones alométricas y de los coeficientes de correlación aparecen en las tablas 30-35. Las ecuaciónes correspondientes a la longitud del cuerpo vertebral de la 1ª vértebra torácica y a la de la anchura de la 7ª vértebra torácica no incluyen los valores correspondientes a *P. furnessi*.

Longitud del cuerpo vertebral.

N. rex muestra un cuerpo vertebral con una longitud semejante a la del resto de lepóridos tan solo en la 1ª vértebra torácica (fig. 30). En el resto de vértebras torácicas, *N. rex* muestra un cuerpo vertebral más corto. El acortamiento del cuerpo vertebral es más acusado en las últimas vértebras torácicas (figs. 31, 32).

		Tabla 30						
		1ª vértebra torácica		2ª vértebra torácica				
Taxon	n	Longitud	Anchura	Longitud	Anchura	(A)	Peso	(B)
N. rex	2-2-1-1	10,50	11,78	11,15	10,80	+	14092,21	+
O.cuniculus CBQ 96-1	1	4,58	6,08	4,94	6,52	+	1450	+
O.cuniculus CBQ 98-1	1	4,78	4,54	5,24	5,80	+	1375	+
O.cuniculus CBQ 98-0	1	4,01	5,47	4,48	5,43	+	925	+
O.cuniculus MAUV-2	1	4,30	6,16	5,07	6,23	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-1	1	4,64	6,07	5,49	5,86	+	1175	+
O.cuniculus MAUV-4	1	4,21	4,35	5,27	6,09	+	1290	+
O.cuniculus MAUV-8	1	-	-	4,93	5,61	+	1250	+
O.cuniculus MAUV-6	1	4,84	6,01	4,52	7,11	+	1200	+
O.cuniculus MAUV-5	1	4,74	5,24	5,40	5,54	+	1100	+
O.cuniculus MAUV-7	1	-	-	5,00	5,78	+	1100	+
S.nuttallii LACM 91173	1	4,13	4,26	4,25	4,57	+	680	+
S.nuttallii LACM 91174	1	4,29	3,64	4,45	4,03	+	830	+
S.audubonii	14-16-13-13	4,02	4,24	4,33	4,86	+	914,7	(1)
S.floridanus	5	4,88	4,89	5,60	5,86	+	1189,2	(2)
P.rupestris	1-2-2-2	4,73	6,24	5,92	6,87	+	1620	+
P.randensis	2-2-1-1	6,19	5,95	5,94	7,09	+	2300	(4)
P.crassicaudatus	1-1-1-2	5,71	7,66	6,68	8,24	+	2600	(4)
B.monticularis	1	5,26	4,15	6,03	5,97	+	1500	(4)
P.furnesii	1	7,63	6,70	8,02	7,07	+	2545,5	(5)
L.californicus	6-6-3-4	6,20	6,61	7,13	7,30	+	2542, 5	(6)
L.granatensis CBQ 97-0	1	4,93	6,43	6,34	6,76	+	2065	+
L.saxatilis	-6-5-5	-	6,20	7,67	7,19	+	2611	(4)
L.capensis	-3-2-2	-	6,91	7,44	7,55	+	2040	(4)
Ecuación	-	Y= 0,3027X -1,2696	Y= 0,3659X -1,4173	Y= 0,4352X -1,6285	Y= 0,3792X -1,408	-	-	-
Coeficiente de correlación	-	R= 0,8638	R= 0,7337	R= 0,9115	R= 0,8786	-	-	-

		Tabla 31						
		3ª vértebra torácica		4ª vértebra torácica				
Taxon	n	Longitud	Anchura	Longitud	Anchura	(A)	Peso	(B)
N. rex	1-1-2-2	11,16	12,22	11,64	12,13	+	14092,21	+
O.cuniculus CBQ 96-1	1	5,33	6,67	6,09	6,82	+	1450	+
O.cuniculus CBQ 98-1	1	5,82	6,00	6,39	6,58	+	1375	+
O.cuniculus CBQ 98-0	1	5,14	5,54	5,47	6,09	+	925	+
O.cuniculus MAUV-2	1	5,92	6,31	6,27	6,17	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-1	1	6,04	6,06	6,08	6,24	+	1175	+
O.cuniculus CBQ 00-1	1	5,77	5,61	5,85	6,04	+	950	+
O.cuniculus MAUV-4	1	5,78	6,11	5,62	6,04	+	1290	+
O.cuniculus MAUV-3	1	5,24	6,52	5,37	6,39	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-6	1	5,41	6,68	5,07	6,94	+	1200	+
O.cuniculus MAUV-5	1	5,81	5,86	-	-	+	1100	+
O.cuniculus MAUV-7	1	-	5,68	-	-	+	1100	+
S.nuttallii LACM 91173	1	4,78	4,96	4,88	4,71	+	680	+
S.nuttallii LACM 91174	1	5,05	5,06	4,85	5,05	+	830	+
S.audubonii	14-16-13-13	4,81	5,13	4,96	5,17	+	914,7	(1)
S.floridanus	5-5-6-6	6,21	6,25	6,20	6,62	+	1189,2	(2)
P.rupestris AZ 2400	2	6,39	7,10	6,57	7,33	+	1620	+
P.randensis	1	-	7,24	7,12	7,50	+	2300	(4)
P.crassicaudatus	2	7,04	8,22	7,28	8,11	+	2600	(4)
B.monticularis	1-2-1-1	6,68	6,18	6,98	6,83	+	1500	(4)
P.furnesii	1	8,38	7,53	8,80	8,28	+	2545,5	(5)
L.californicus	6	7,56	7,47	7,89	7,51	+	2542, 5	(6)
L.granatensis CBQ 97-0	1	7,11	7,16	7,33	7,55	+	2065	+
L.saxatilis	5	8,24	7,45	8,19	7,74	+	2611	(4)
L.capensis	2-2-3-3	7,8	7,28	8,13	7,60	+	2040	(4)
L. castroviejoi	1	-	-	8,53	7,06	+	2905	(7)
Ecuación	-	Y= 0,3903X -1,4409	Y= 0,3292X -1,2328	Y= 0,4065X -1,4822	Y= 0,3171X -1,1834	-	-	-
Coeficiente de correlación	-	R= 0,9123	R= 0,9453	R= 0,9254	R= 0,9014	-	-	-

Tablas 30 y 31. Medidas de las 1ª, 2ª, 3ª y 4ª vértebras torácicas (longitud y anchura del cuerpo vertebral) (en mm) y de pesos (en g), valores medios. Fuentes de procedencia de las medidas (A) y de pesos (B): (+): medidas propias o museísticas (pesos); (1): Orr, 1940; (2): Chapman y Morgan, 1973; (3): Cervantes *et al.*, 1990; (4): Skinner y Smithers, 1990; (5): Yamada y Sugimura, 1998; (6):Vorhies y Taylor, 1933; (7): Palacios, 1983. n: número de individuos. Las ecuaciones se basan en unidades centimétricas y en gramos,convertidos en valores de logaritmos de base 10.

		Tabla 32						
		5ª vértebra torácica		6ª vértebra torácica				
Taxon	n	Longitud	Anchura	Longitud	Anchura	(A)	Peso	(B)
N. rex	2-2-1-1	12,25	12,16	12,18	12,03	+	14092,21	+
O.cuniculus CBQ 96-1	1	6,07	7,15	6,22	7,82	+	1450	+
O.cuniculus CBQ 98-1	1	6,18	6,29	-	7,07	+	1375	+
O.cuniculus CBQ 98-0	1	5,74	6,34	5,58	5,56	+	925	+
O.cuniculus MAUV-2	1	6,36	6,28	6,48	6,70	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-1	1	6,25	6,65	5,80	7,19	+	1175	+
O.cuniculus CBQ 00-1	1	6,23	6,86	6,34	6,99	+	950	+
O.cuniculus MAUV-4	1	-	-	-	6,95	+	1290	+
O.cuniculus MAUV-8	1	-	5,48	-	-	+	1250	+
O.cuniculus MAUV-3	1	-	-	5,37	6,55	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-5	1	6,47	7,03	6,25	6,64	+	1100	+
O.cuniculus MAUV-7	1	5,47	6,03	-	-	+	1100	+
S.nuttallii LACM 91173	1	5,38	4,94	5,64	5,08	+	680	+
S.nuttallii LACM 91174	1	4,54	5,12	5,24	4,99	+	830	+
S.audubonii	16	5,06	5,21	5,27	5,34	+	914,7	(1)
S.floridanus	5-6-6-6	6,62	6,56	6,68	6,93	+	1189,2	(2)
P.rupestris	2	6,86	7,52	6,87	7,28	+	1620	+
P.randensis	1	7,12	7,35	7,48	7,50	+	2300	(4)
P.crassicaudatus	2	7,58	7,94	7,80	8,41	+	2600	(4)
B.monticularis	2	7,02	5,78	7,21	6,46	+	1500	(4)
P.furnesii	1	8,25	7,72	8,55	8,32	+	2545,5	(5)
L.californicus	6	8,11	7,58	8,37	8,02	+	2542, 5	(6)
L.granatensis CBQ 97-0	1	-	-	7,87	8,09	+	2065	+
L.saxatilis	5-5-4-4	8,48	7,90	9,1	8,74	+	2611	(4)
L.capensis	3	7,62	8,01	8,54	8,82	+	2040	(4)
L. castroviejoi	1	-	7,84	-	8,16	+	2905	(7)
Ecuación	-	Y= 0,3543X -1,3037	Y= 0,2921X -1,1014	Y= 0,3746X -1,3541	Y= 0,3451X -1,2475	-	-	-
Coeficiente de correlación	-	R= 0,8989	R= 0,8266	R= 0,9118	R= 0,7779	-	-	-

		Tabla 33						
		7ª vértebra torácica		8ª vértebra torácica				
Taxon	n	Longitud	Anchura	Longitud	Anchura	(A)	Peso	(B)
N. rex	1	12,20	12,17	12,24	12,31	+	14092,21	+
O.cuniculus CBQ 96-1	1	6,49	8,05	6,79	8,48	+	1450	+
O.cuniculus CBQ 98-1	1	6,68	7,11	8,01	7,41	+	1375	+
O.cuniculus CBQ 98-0	1	6,03	6,94	6,64	6,89	+	925	+
O.cuniculus MAUV-2	1	7,03	6,80	-	-	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-1	1	5,76	7,09	6,84	7,36	+	1175	+
O.cuniculus CBQ 00-1	1	5,95	7,23	6,88	7,64	+	950	+
O.cuniculus MAUV-4	1	6,32	7,36	-	-	+	1290	+
O.cuniculus MAUV-8	1	-	-	7,00	6,55	+	1250	+
O.cuniculus MAUV-3	1	-	-	-	-	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-6	1	-	7,4	6,83	6,13	+	1200	+
O.cuniculus MAUV-5	1	6,64	7,51	7,23	7,79	+	1100	+
O.cuniculus MAUV-7	1	5,85	6,66	6,32	6,98	+	1100	+
S.nuttallii LACM 91173	1	5,83	5,52	6,21	5,82	+	680	+
S.nuttallii LACM 91174	1	5,43	5,28	5,42	5,70	+	830	+
S.audubonii	15-16-14-14	5,49	5,60	5,88	5,98	+	914,7	(1)
S.floridanus	6-6-6-7	6,93	7,30	7,12	6,98	+	1189,2	(2)
P.rupestris	2	7,24	8,28	7,94	7,67	+	1620	+
P.randensis	1	7,78	7,70	8,22	7,23	+	2300	(4)
P.crassicaudatus	2	8,34	8,46	9,31	7,91	+	2600	(4)
B.monticularis	2	7,59	7,33	7,69	7,91	+	1500	(4)
P.furnesii	1-1-2-2	9,22	6,32	10,39	7,01	+	2545,5	(5)
L.californicus	5	8,63	8,69	9,04	8,86	+	2542, 5	(6)
L.granatensis CBQ 97-0	1	8,02	8,34	8,59	8,37	+	2065	+
L.saxatilis	6-6-4-4	8,86	8,21	9,78	8,62	+	2611	(4)
L.capensis	3	9,12	9,45	9,79	8,61	+	2040	(4)
L. castroviejoi	1	8,45	8,81	9,59	6,99	+	2905	(7)
Ecuación	-	Y= 0,3694X -1,3242	Y= 0,3009X -1,0815	Y= 0,3873X -1,3459	Y= 0,19X -0,7391	-	-	-
Coeficiente de correlación	-	R= 0,9220	R= 0,7027	R= 0,9249	R= 0,6356	-	-	-

Tablas 32 y 33. Medidas de las 5ª, 6ª, 7ª y 8ª vértebras torácicas (longitud y anchura del cuerpo vertebral) (en mm) y de pesos (en g), valores medios. Fuentes de procedencia de las medidas (A) y de pesos (B): (+): medidas propias o museísticas (pesos); (1): Orr, 1940; (2): Chapman y Morgan, 1973; (3): Cervantes *et al.*, 1990; (4): Skinner y Smithers, 1990; (5): Yamada y Sugimura, 1998; (6):Vorhies y Taylor, 1933; (7): Palacios, 1983. n: número de individuos. Las ecuaciones se basan en unidades centimétricas y en gramos,convertidos en valores de logaritmos de base 10.

Tabla 34

Taxon	n	9ª vértebra torácica		10ª vértebra torácica		(A)	Peso	(B)
		Longitud	Anchura	Longitud	Anchura			
N. rex	1-1-6-6	11,84	12,59	14,48	12,03	+	14092,21	+
O.cuniculus CBQ 96-1	1	8,06	7,21	9,50	7,29	+	1450	+
O.cuniculus CBQ 98-1	1	9,96	6,93	10,33	7,65	+	1375	+
O.cuniculus CBQ 98-0	1	7,50	5,72	8,86	6,27	+	925	+
O.cuniculus MAUV-2	1	8,14	6,11	9,55	6,76	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-1	1	8,30	7,35	10,08	7,93	+	1175	+
O.cuniculus CBQ 00-1	1	7,67	6,53	8,76	6,69	+	950	+
O.cuniculus MAUV-4	1	-	-	9,29	6,28	+	1290	+
O.cuniculus MAUV-8	1	-	6,01	-	-	+	1250	+
O.cuniculus MAUV-3	1	-	6,35	8,53	6,90	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-6	1	8,04	6,13	-	-	+	1200	+
O.cuniculus MAUV-5	1	8,13	6,81	-	-	+	1100	+
O.cuniculus MAUV-7	1	-	6,08	8,89	6,71	+	1100	+
S.auttallii LACM 91173	1	6,80	5,38	7,96	5,77	+	680	+
S.auttallii LACM 91174	1	6,32	5,44	7,51	5,58	+	830	+
S.audubonii	10-10-13-13	6,68	5,34	7,80	5,68	+	914,7	(1)
S.floridanus	5-6-6-6	8,53	6,28	9,77	6,86	+	1189,2	(2)
P.rupestris	2	9,15	6,96	10,75	7,44	+	1620	+
P.randensis	1-1-2-2	8,96	7,17	11,23	8,01	+	2300	(4)
P.crassicaudatus	2	10,67	7,57	12,20	7,91	+	2600	(4)
B.monticularis	1-1-2-2	8,16	6,73	9,66	7,71	+	1500	(4)
P.furnesii	3	9,94	7,20	11,16	7,61	+	2545,5	(5)
L.californicus	6-6-3-4	10,10	7,48	11,56	8,22	+	2542, 5	(6)
L.granatensis CBQ 97-0	1	9,43	6,82	10,66	7,31	+	2065	+
L.saxatilis	4-5-4-4	10,89	8,34	12,45	8,98	+	2611	(4)
L.capensis	2-2-1-1	10,48	7,74	13,3	8,82	+	2040	(4)
L. castroviejoi	1	10,77	7,40	-	8,05	+	2905	(7)
Ecuación	-	Y= 0,3555X -1,127	Y= 0,2445X -0,9507	Y= 0,3433X -1,0891	Y= 0,2647X -0,9832	-	-	-
Coeficiente de correlación	-	R= 0,9098	R= 0,8440	R= 0,9059	R= 0,8458	-	-	-

Tabla 35

Taxon	n	11ª vértebra torácica		12ª vértebra torácica		(A)	Peso	(B)
		Longitud	Anchura	Longitud	Anchura			
N. rex	4-4-5-5	15,38	14,93	16,79	14,91	+	14092,21	+
O.cuniculus CBQ 96-1	1	10,94	7,94	12,14	8,42	+	1450	+
O.cuniculus CBQ 98-1	1	11,46	8,02	-	7,88	+	1375	+
O.cuniculus CBQ 98-0	1	9,69	6,90	10,74	6,96	+	925	+
O.cuniculus MAUV-2	1	10,40	7,41	10,95	7,81	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-1	1	10,93	8,17	12,21	7,71	+	1175	+
O.cuniculus CBQ 00-1	1	10,04	7,36	11,14	7,53	+	950	+
O.cuniculus MAUV-4	1	10,05	6,86	11,29	6,98	+	1290	+
O.cuniculus MAUV-8	1	10,48	7,42	11,67	7,31	+	1250	+
O.cuniculus MAUV-3	1	10,01	7,13	11,42	7,23	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-6	1	10,26	7,43	11,17	7,29	+	1200	+
O.cuniculus MAUV-5	1	10,83	7,50	11,69	7,49	+	1100	+
O.cuniculus MAUV-7	1	-	7,59	-	-	+	1100	+
S.auttallii LACM 91173	1	8,98	5,99	10,21	6,07	+	680	+
S.auttallii LACM 91174	1	8,49	5,97	9,24	5,95	+	830	+
S.audubonii	10-10-14-13	8,65	6,06	9,95	6,08	+	914,7	(1)
S.floridanus	6-6-5-5	10,74	7,14	12,20	7,22	+	1189,2	(2)
P.rupestris	2	11,93	7,67	13,10	7,87	+	1620	+
P.randensis	2	12,56	8,24	13,73	8,39	+	2300	(4)
P.crassicaudatus	2-2-1-1	13,49	8,34	14,44	8,55	+	2600	(4)
B.monticularis	1-2-2-2	11,29	7,65	12,04	7,97	+	1500	(4)
P.furnesii	3-3-4-4	11,63	8,13	12,69	9,09	+	2545,5	(5)
L.californicus	6	12,72	8,73	14,20	8,91	+	2542, 5	(6)
L.granatensis CBQ 97-0	1	11,74	8,09	-	-	+	2065	+
L.saxatilis	4	13,02	8,71	14,47	9,33	+	2611	(4)
L.capensis	3-3-2-2	13,79	9,25	15,19	9,73	+	2040	(4)
L. castroviejoi	1	13,15	8,89	14,65	9,23	+	2905	(7)
Ecuación	-	Y= 0,2961X -0,8955	Y= 0,2422X -0,8848	Y= 0,2869X -0,8234	Y= 0,2925X -1,0356	-	-	-
Coeficiente de correlación	-	R= 0,9106	R= 0,8527	R= 0,9082	R= 0,8971	-	-	-

Tablas 34 y 35. Medidas de las 9ª, 10ª, 11ª y 12ª vértebras torácicas (longitud y anchura del cuerpo vertebral) (en mm) y de pesos (en g), valores medios. Fuentes de procedencia de las medidas (A) y de pesos (B): (+): medidas propias o museísticas (pesos); (1): Orr, 1940; (2): Chapman y Morgan, 1973; (3): Cervantes *et al.*, 1990; (4): Skinner y Smithers, 1990; (5): Yamada y Sugimura, 1998; (6):Vorhies y Taylor, 1933; (7): Palacios, 1983. n: número de individuos. Las ecuaciones se basan en unidades centimétricas y en gramos,convertidos en valores de logaritmos de base 10.

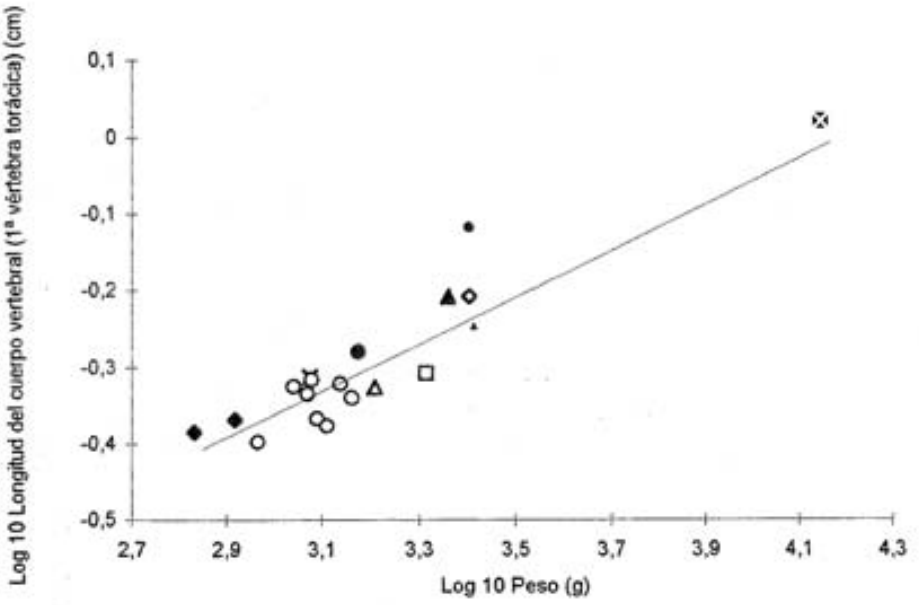


Fig. 30. Representación alométrica de la longitud del cuerpo vertebral en la primera vértebra torácica en *N. rex* y algunos lepóridos actuales.

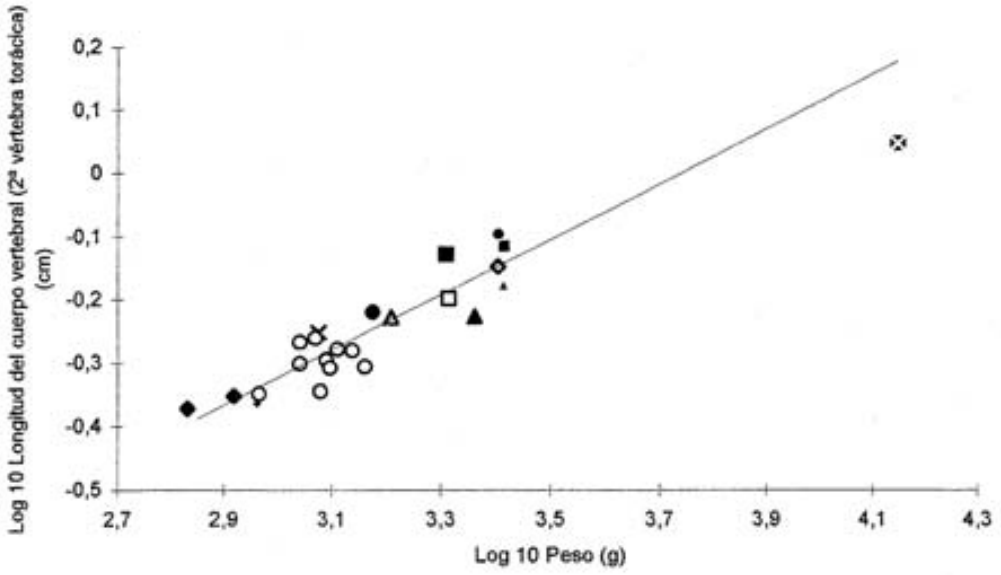


Fig. 31. Representación alométrica de la longitud del cuerpo vertebral de la 2ª vértebra torácica en *N. rex* y algunos lepóridos actuales.

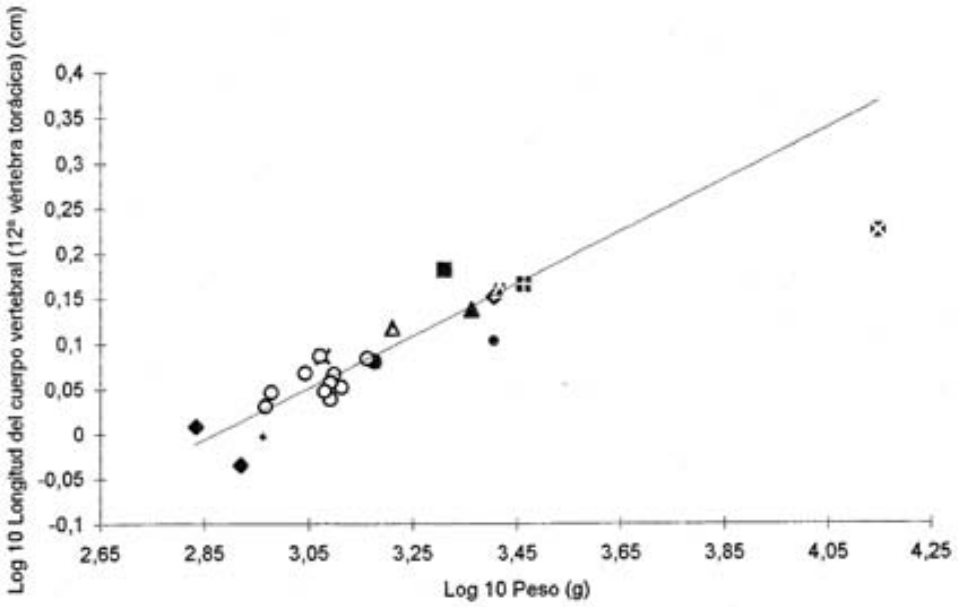


Fig. 32. Representación alométrica de la longitud del cuerpo vertebral en la 12ª vértebra torácica en *N. rex* y algunos lepóridos actuales.

Anchura del cuerpo vertebral.

Al contrario de lo que ocurre con la longitud del cuerpo vertebral, no existe una tendencia clara en relación a los cambios alométricos referentes a la anchura del cuerpo vertebral de las vértebras torácicas; *N. rex* muestra una anchura similar a la del resto de lepóridos en las 1ª, 4ª, 5ª, 8ª-12ª vértebras torácicas (fig. 33); la anchura es menor en el resto de vértebras torácicas (fig. 34).

7.4.2.3. MORFOLOGÍA FUNCIONAL DE LAS VÉRTEBRAS TORÁCICAS DE *N. REX.*

Las vértebras torácicas de *N. rex* se diferencian de las de *O. cuniculus* y *L. granatensis* por las siguientes características:

-El cuerpo vertebral es más corto.

-Mayor separación de los procesos mamillares en la duodécima vértebra torácica.

-Las superficies articulatorias craneales y caudales son antero-posteriormente más cortas.

Como en *O. cuniculus* y *L. granatensis*, *P. furnessi* no muestra una reducción en la longitud del cuerpo vertebral.

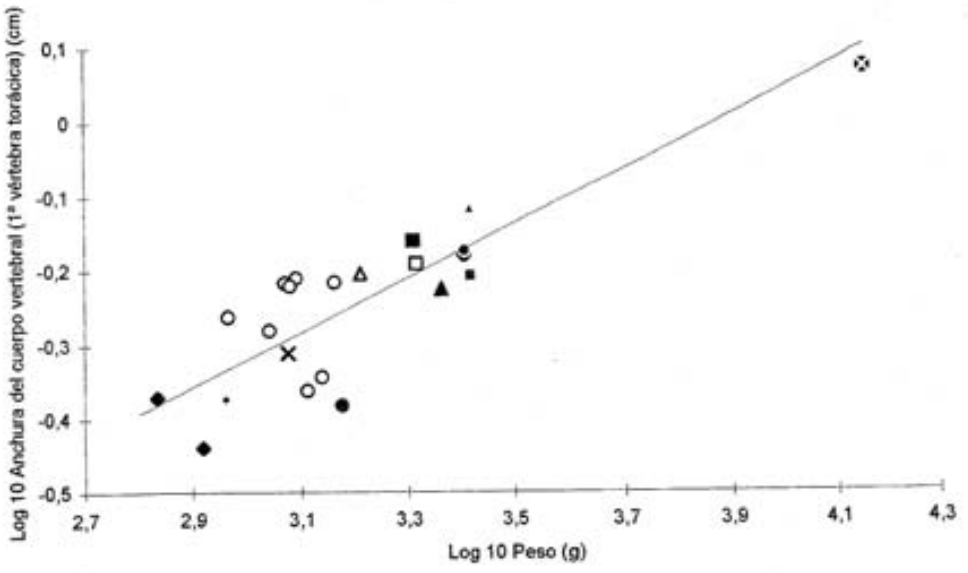


Fig. 33. Representación alométrica de la anchura del cuerpo vertebral de la 1ª vértebra torácica en *N. rex* y algunos lepóridos actuales.

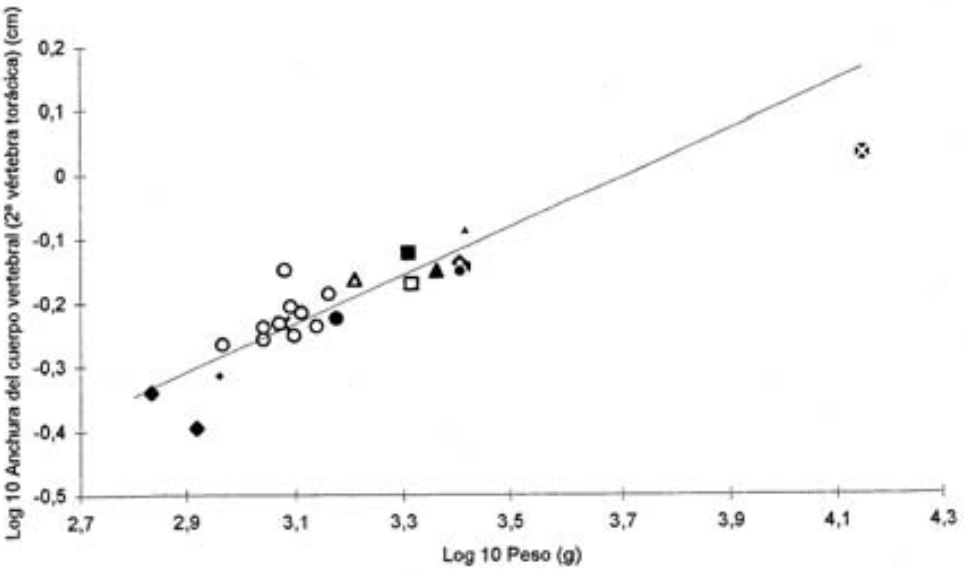


Fig. 34. Representación alométrica de la anchura del cuerpo vertebral de la 2ª vértebra torácica en *N. rex* y algunos lepóridos actuales.

Longitud del cuerpo vertebral.

La longitud del cuerpo vertebral está íntimamente relacionada con la estructura general del animal y su locomoción (Slijper, 1946). En los lepóridos típicamente corredores, la flexibilidad de la columna vertebral está directamente relacionada con la longitud del cuerpo vertebral: cuanto más alargado es este, más flexible es la columna vertebral y mayor es el rango de movimientos, tanto de flexión como de extensión, con los que, además, se incrementa la longitud de la zancada.

La menor longitud del cuerpo vertebral de *N. rex* parece ser indicativa, por tanto, de una menor flexibilidad.

Superficies articulatorias craneales y caudales.

La longitud antero-posterior de las superficies articulatorias craneales y caudales está cláramente relacionada con la capacidad de extensión de las vértebras torácicas. Cuanto más cortas son estas superficies, menor es la capacidad de extensión y mayor la flexión entre dos vértebras contiguas. La menor longitud en las superficies articulatorias de *N. rex* parece indicar, por tanto, un mayor grado de flexión en sentido ventral en las vértebras torácicas.

Separación de los procesos mamillares.

La mayor separación de los procesos mamillares en la duodécima vértebra torácica es indicativa de un mayor rango de movimiento en sentido lateral en la zona torácica distal.

Curvatura de las vértebras torácicas.

La curvatura en las vértebras torácicas ha sido analizada teniendo en cuenta la longitud y la inclinación del extremo craneal y caudal del cuerpo vertebral, tal como se indica en la tabla 28. La curvatura así obtenida corresponde, muy posiblemente, a la curvatura máxima de flexión en sentido ventral. En *N. rex*, esta curvatura ha podido verse incrementada o reducida al haberse utilizado vértebras de diferentes individuos.

En *N. rex*, la flexión en sentido ventral es muy marcada entre las vértebras quinta y duodécima, existiendo una clara inflexión entre las vértebras cuarta y quinta: entre la primera y la carta vértebra la flexión se produce en sentido dorsal. *O. cuniculus* muestra una curvatura semejante a la de *N. rex*; sin embargo, la inflexión está muy poco marcada y se localiza entre la primera y la segunda vértebra torácica. *L.*

granatensis muestra una curvatura menor, muy suave, y la inflexión se produce, como en *N. rex*, entre la cuarta y la quinta vértebra torácica (fig. 35).

Los resultados así obtenidos concuerdan con las observaciones realizadas en el cuerpo vertebral y en las superficies articulatorias craneales y caudales.

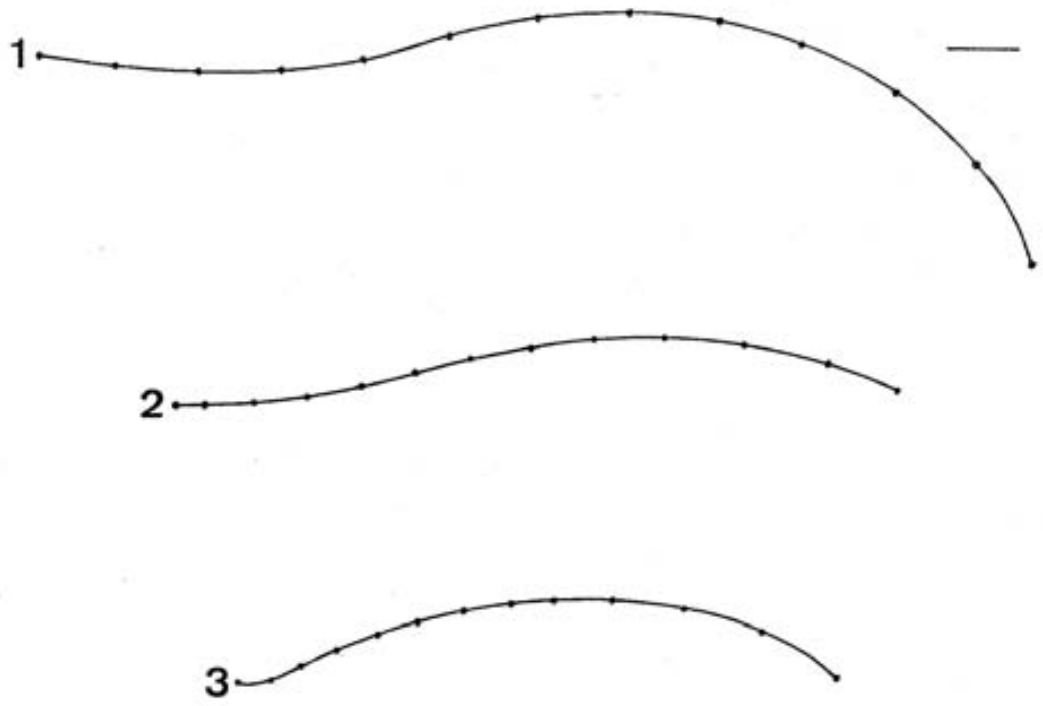


Fig. 35. Curvatura de las vértebras torácicas de *N. rex* (1), *L. granatensis* (97-0) (2) y *O. cuniculus* (96-1) (3). Los ángulos de los extremos craneal y caudal del cuerpo vertebral corresponden a los valores de la tabla 20, mientras que las longitudes de los cuerpos vertebrales corresponden a los de las tablas 30-35. Escala gráfica: 10mm.

7.4.3. VÉRTEBRAS LUMBARES.

Material.

Primeras vértebras lumbares: 0460, 0100, 1092, 11724, 0892, 12022, 0036, 0376, **0862**.

Segundas vértebras lumbares: 0459, 0033, **0891**.

Terceras vértebras lumbares:12023, 0220, 1072, 0978, **0183, 12024**.

Cuartas vértebras lumbares: 0128.

Quintas vértebras lumbares: 0127, 1713, **0182, 1712**.

Sextas vértebras lumbares: 11725, 1059, 0181, 0959.

Séptimas vértebras lumbares: 0034, 0950, 0318, 11729, 0121, 0372, **11726**.

Vértebras lumbares indeterminadas: 0878, 0276, 1185, 1187, 1091, 1186, 0106, 1073, 11728, 11732, 1141, 11727, 0288, 11730, 0144, 1210, 0016, 1220, 0020, 0019, 12028, 11737, 1188, 1291, 1450, 1454, 1271, 1418.

Número mínimo de individuos: 9 (Calculado a partir de las primeras vértebras lumbares).

Medidas. Las medidas de las vértebras lumbares aparecen en el anexo III, y han sido tomadas tal como se indica en la figura K de la lámina II.

Descripción. El cuerpo vertebral es muy corto. El proceso espinoso es craneo-caudalmente muy ancho y se inclina caudalmente. La superficie articular craneal es craneo-caudalmente muy ancha, de manera que su borde caudal queda muy próximo al margen caudal del proceso mamillar (fig. 36). El proceso espinoso y el proceso

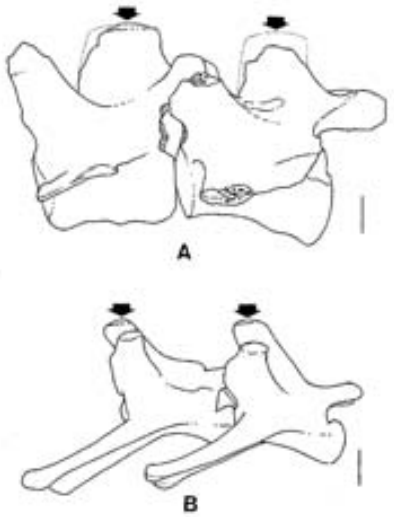


Fig. 36. Inclinación de los procesos espinosos de *N. rex* (A) y *O. cuniculus* (B) en las vértebras lumbares. Escala gráfica: 5mm.

mamillar forman un ángulo de 36° en la primera vértebra lumbar, y 15° en la séptima; el ángulo entre el proceso mamillar y el proceso costal es de 64° en la primera vétebra lumbar, y 92° en la séptima; el ángulo entre los procesos costales es de 160° en la primera vértebra lumbar, y 145° en la séptima. La inclinación de la superficie

articular caudal es, respecto al proceso espinoso, de 31° en la primera vértebra lumbar, y de 34° en la séptima. El proceso costal de la séptima vértebra lumbar es muy corto.

7.4.3.1. COMPARACIÓN CON OTROS LEPÓRIDOS.

En comparación con *O. cuniculus* y *L. granatensis*, *N. rex* presenta un cuerpo vertebral más corto; la cabeza y la fosa vertebral son transversalmente transversalmente más estrechas y dorso-ventralmente más anchas.

En *O. cuniculus* y *L. granatensis*, el proceso espinoso está inclinado cranealmente, de manera que su margen craneal sobrepasa el margen caudal del proceso mamillar, excepto en la 7ª vértebra lumbar. En *N. rex*, el proceso espinoso se sitúa más verticalmente, sin que su margen craneal no sobrepase el margen caudal del proceso mamillar.

La superficie articular craneal es craneo-caudalmente más ancha en *N. rex* y presenta, excepto en la 7ª vértebra lumbar, una superficie menos convexa que en *O. cuniculus* y *L. granatensis*.

En *N. rex*, el grado de inclinación entre los procesos vertebrales varía, desde la 1ª hasta la 7ª vértebra lumbar, de forma inversa a como lo hace en *O. cuniculus* y *L. granatensis*. En estos, el grado de inclinación entre los procesos mamillares y costales decrece desde la 1ª a la 7ª vértebra lumbar, y aumenta entre el proceso mamillar y el proceso costal (tabla 36). En *O. cuniculus* y *L. granatensis*, la separación entre los procesos mamillares es menor en las primeras vértebras lumbares, mientras que en *N. rex* la separación se mantiene más constante en todas las vértebras lumbares (fig. 37).

	O. cuniculus		***L. granatensis***		***N. rex***	
	1ª	**7ª**	**1ª**	**7ª**	**1ª**	**7ª**
(1)	19°	35°	31°	38°	36°	15°
(2)	120°	90°	92°	80°	64°	92°
(3)	82°	110°	114°	124°	164°	145°
(4)	-	41°	17°	62°	31°	34°

Tabla 36. Separación, en grados, entre el proceso espinoso y el proceso mamillar (1), entre el proceso mamillar y el proceso costal (2), entre los procesos costales (3), e inclinación de la superficie articular caudal en relación al proceso espinoso (4).

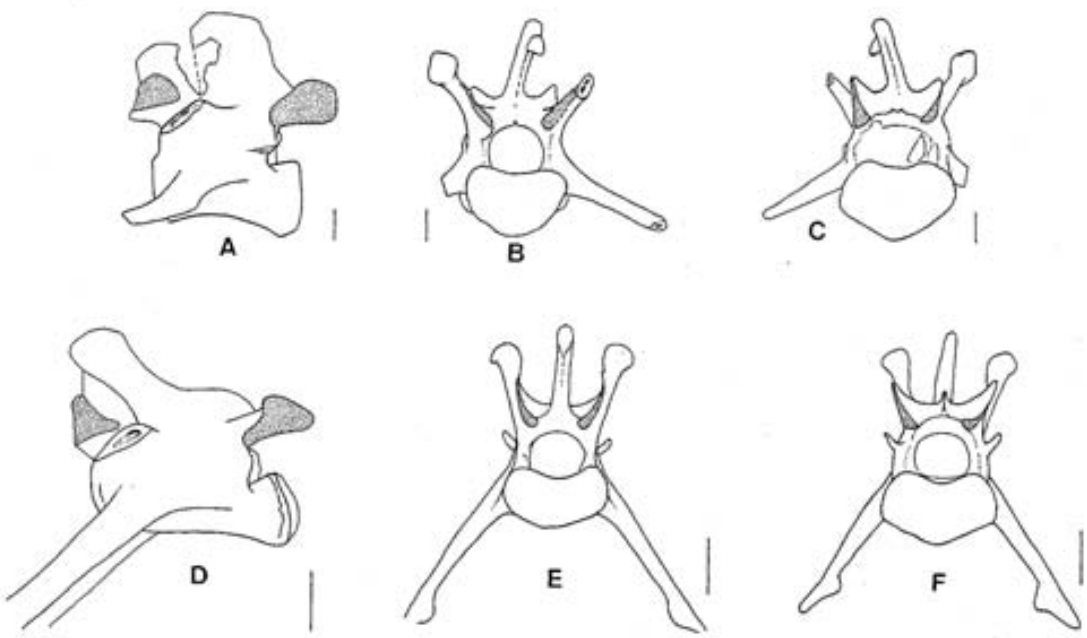


Fig. 37. Sexta vértebra lumbar de *N. rex* (A: vista lateral; B: vista craneal; C: vista caudal) y *O. cuniculus* (D: vista lateral; E: vista craneal; F: vista caudal). Escala gráfica: 5mm.

7.4.3.2. PROPORCIONES DE LAS VÉRTEBRAS LUMBARES.

Se analizan únicamente los cambios alométricos en la longitud y en la anchura del cuerpo vertebral. La longitud del cuerpo vertebral corresponde al valor medio entre la longitud dorsal y ventral del cuerpo vertebral, mientras que la anchura del cuerpo vertebral corresponde a la del extremo caudal, tal como se indica en el anexo III (lámina II, figura K). Los valores medios de estos parámetros, las ecuaciones alométricas y los coeficientes de correlación aparecen en las tablas 37-40. En ningún caso, las ecuaciones alométricas correspondientes a la longitud del cuerpo vertebral incluyen los valores correspondientes a *P. funessi*.

Longitud del cuerpo vertebral.

Todas las vertebras lumbares de *N. rex* (y *P. furnessi*) muestran, en comparación con el resto de leporidos, un cuerpo vertebral más corto (figs. 38,39). En la 7ª vértebra lumbar la reducción en la longitud del cuerpo vertebral es menor que en el resto de vertebras lumbares (fig. 40).

Tabla 37

Taxon	n	1ª vértebra lumbar		2ª vértebra lumbar		(A)	Peso	(B)
		Longitud	Anchura	Longitud	Anchura			
N. rex	3-2-2-2	19,58	15,91	20,85	18,07	+	14092,21	+
O.cuniculus CBQ 96-1	1	15,06	8,90	15,71	9,46	+	1450	+
O.cuniculus CBQ 98-1	1	14,14	8,34	14,47	8,66	+	1375	+
O.cuniculus CBQ 98-0	1	12,07	7,27	12,85	7,56	+	925	+
O.cuniculus MAUV-2	1	13,24	8,04	13,65	8,38	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-1	1	-	8,11	14,01	8,25	+	1175	+
O.cuniculus CBQ 00-1	1	12,05	8,14	-	8,05	+	950	+
O.cuniculus MAUV-4	1	12,42	7,16	13,22	7,49	+	1290	+
O.cuniculus MAUV-8	1	13,14	7,79	13,87	8,00	+	1250	+
O.cuniculus MAUV-3	1	12,32	7,45	-	-	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-6	1	-	7,84	13,16	8,26	+	1200	+
O.cuniculus MAUV-5	1	12,23	7,71	13,06	8,16	+	1100	+
O.cuniculus MAUV-7	1	-	7,98	13,93	8,18	+	1100	+
S.nuttallii LACM 91173	1	10,75	6,20	11,40	6,44	+	680	+
S.nuttallii LACM 91174	1	11,51	6,16	12,00	6,31	+	830	+
S.audubonii	16-16-15-16	11,17	6,32	11,80	6,50	+	914,7	(1)
S.floridanus	5-5-6-6	13,45	7,42	14,24	7,59	+	1189,2	(2)
P.rupestris AZ 2400	1	15,31	9,16	16,03	9,22	+	2239	+
P.randensis	2	15,01	8,52	15,90	8,85	+	2300	(4)
P.crassicaudatus	1-1-2-2	15,60	8,89	17,05	9,09	+	2600	(4)
B.monticularis	2	13,82	8,45	14,42	8,95	+	1500	(4)
P.fornesii	3	13,21	9,34	14,19	10,47	+	2545,5	(5)
L.californicus	5-5-6-6	15,82	9,48	16,47	9,74	+	2542, 5	(6)
L.granatensis CBQ 97-0	1	-	9,05	15,27	9,79	+	2065	+
L.saxatilis	4-5-4-5	15,72	9,73	17,24	10,25	+	2611	(4)
L.capensis	1-1-2-2	17,83	10,23	17,32	10,40	+	2040	(4)
L. castroviejoi	1	16,70	9,71	17,42	10,25	+	2905	(7)
Ecuación	-	Y= 0,3023X -0,8202	Y= 0,29X -1,0072	Y= 0,2908X -0,7611	Y=0,3066X -1,0422	-	-	-
Coeficiente de correlación	-	R= 0,9229	R= 0,8746	R= 0,9494	R= 0,8840	-	-	-

Tabla 38

Taxon	n	3ª vértebra lumbar		4ª vértebra lumbar		(A)	Peso	(B)
		Longitud	Anchura	Longitud	Anchura			
N. rex	4-2-1-1	21,48	18,66	20,27	18,99	+	14092,21	+
O.cuniculus CBQ 96-1	1	-	-	15,75	10,89	+	1450	+
O.cuniculus CBQ 98-1	1	15,28	9,24	15,59	9,93	+	1375	+
O.cuniculus CBQ 98-0	1	13,65	8,05	13,90	8,64	+	925	+
O.cuniculus MAUV-2	1	14,28	8,73	-	9,27	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-1	1	14,53	8,81	14,65	9,21	+	1175	+
O.cuniculus CBQ 00-1	1	14,73	8,63	15,44	9,00	+	950	+
O.cuniculus MAUV-4	1	13,84	8,21	13,60	8,69	+	1290	+
O.cuniculus MAUV-8	1	14,19	8,40	14,44	8,90	+	1250	+
O.cuniculus MAUV-3	1	13,53	7,43	13,88	8,61	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-6	1	13,78	8,47	13,96	8,97	+	1200	+
O.cuniculus MAUV-5	1	13,65	8,48	-	-	+	1100	+
S.nuttallii LACM 91173	1	12,04	6,97	12,93	7,29	+	680	+
S.nuttallii LACM 91174	1	12,71	6,76	12,22	7,24	+	830	+
S.audubonii	13-17-16-16	12,50	6,87	12,62	7,31	+	914,7	(1)
S.floridanus	6-6-6-5	14,98	8,07	15,17	8,40	+	1189,2	(2)
P.rupestris AZ 2400	1	16,68	9,65	17,48	10,30	+	2239	+
P.randensis	2	16,60	9,48	16,96	9,67	+	2300	(4)
P.crassicaudatus	2	17,86	9,56	18,49	10,06	+	2600	(4)
B.monticularis	2	14,90	9,21	14,96	9,73	+	1500	(4)
P.fornesii	3	14,73	11,66	15,19	12,05	+	2545,5	(5)
L.californicus	6	17,04	10,22	17,32	10,91	+	2542, 5	(6)
L.granatensis CBQ 97-0	1	15,75	10,51	16,02	11,48	+	2065	+
L.saxatilis	4-4-2-4	17,98	11,38	17,71	11,70	+	2611	(4)
L.capensis	1-1-2-2	17,06	10,38	18,00	11,30	+	2040	(4)
L. castroviejoi	1	18,01	11,35	18,59	12,38	+	2905	(7)
Ecuación	-	Y= 0,2681X -0,673	Y= 0,3259X -1,0825	Y= 0,2703X -0,671	Y=0,3247X -1,0504	-	-	-
Coeficiente de correlación	-	R= 0,9701	R= 0,8994	R= 0,9138	R= 0,8862	-	-	-

Tablas 37 y 38. Medidas de la 1ª, 2ª, 3ª y 4ª vértebras lumbares (longitud y anchura del cuerpo vertebral) (en mm) y de pesos (en g), valores medios. Fuentes de procedencia de las medidas (A) y de pesos (B): (+): medidas propias o museísticas (pesos); (1): Orr, 1940; (2): Chapman y Morgan, 1973; (3): Cervantes *et al.*, 1990; (4): Skinner y Smithers, 1990; (5): Yamada y Sugimura, 1998; (6):Vorhies y Taylor, 1933; (7): Palacios, 1983. n: número de individuos. Las ecuaciones se basan en unidades centimétricas y en gramos,convertidos en valores de logaritmos de base 10

Tabla 39

Taxon	n	5ª vértebra lumbar	6ª vértebra lumbar		(A)	Peso	(B)
		Anchura	Longitud	Anchura			
N. rex	3-1-1	20,89	21,08	18,37	+	14092,21	+
O.cuniculus CBQ 96-1	1	11,84	12,66	12,24	+	1450	+
O.cuniculus CBQ 98-1	1	10,43	14,84	11,14	+	1375	+
O.cuniculus CBQ 98-0	1	9,56	13,93	9,84	+	925	+
O.cuniculus MAUV-2	1	9,86	14,25	10,37	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-1	1	9,85	13,90	10,66	+	1175	+
O.cuniculus CBQ 00-1	1	9,48	15,48	10,69	+	950	+
O.cuniculus MAUV-4	1	9,97	12,63	10,13	+	1290	+
O.cuniculus MAUV-8	1	9,53	13,48	9,87	+	1250	+
O.cuniculus MAUV-3	1	9,23	14,25	9,64	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-6	1	10,16	13,15	10,16	+	1200	+
O.cuniculus MAUV-5	1	9,79	13,67	10,06	+	1100	+
O.cuniculus MAUV-7	1	-	14,02	9,99	+	1100	+
S.nuttallii LACM 91173	1	8,07	11,79	8,11	+	680	+
S.nuttallii LACM 91174	1	7,71	12,02	7,92	+	830	+
S.audubonii	16-13-16	7,82	11,69	7,97	+	914,7	(1)
S.floridanus	6	9,48	14,80	9,84	+	1189,2	(2)
P.rupestris AZ 2400	1	10,46	17,08	11,43	+	2239	+
P.randensis	2	10,47	16,16	11,02	+	2300	(4)
P.crassicaudatus	2	11,00	18,54	11,28	+	2600	(4)
B.monticularis	2	10,11	13,93	10,59	+	1500	(4)
P.furnesii	3	13,10	13,15	14,26	+	2545,5	(5)
L.californicus	6	10,03	14,67	12,22	+	2542, 5	(6)
L.granatensis CBQ 97-0	1	12,13	15,53	13,23	+	2065	+
L.saxatilis	4-3-3	13,17	18,76	15,45	+	2611	(4)
L.capensis	2	12,43	17,06	12,96	+	2040	(4)
L. castroviejoi	1	12,95	17,19	13,39	+	2905	(7)
Ecuación	-	Y= 0,2914X -0,9132	Y= 0,2649X -0,6744	Y=0,3205X -0,9837	-	-	-
Coeficiente de correlación	-	R= 0,8271	R= 0,8162	R= 0,8778	-	-	-

Tabla 40

Taxon	n	7ª vértebra lumbar		(A)	Peso	(B)
		Longitud	Anchura			
N. rex	4-2	17,95	19,50	+	14092,21	+
O.cuniculus CBQ 96-1	1	-	-	+	1450	+
O.cuniculus CBQ 98-1	1	11,08	10,31	+	1375	+
O.cuniculus CBQ 98-0	1	-	9,24	+	925	+
O.cuniculus MAUV-2	1	11,20	9,96	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-1	1	10,75	11,82	+	1175	+
O.cuniculus CBQ 00-1	1	12,47	10,57	+	950	+
O.cuniculus MAUV-4	1	-	-	+	1290	+
O.cuniculus MAUV-8	1	10,38	9,39	+	1250	+
O.cuniculus MAUV-3	1	11,88	10,48	+	1230	+
O.cuniculus MAUV-6	1	10,46	10,30	+	1200	+
S.nuttallii LACM 91173	1	9,27	7,98	+	680	+
S.nuttallii LACM 91174	1	9,71	7,77	+	830	+
S.audubonii	15	9,33	7,82	+	914,7	(1)
S.floridanus	6	11,21	8,72	+	1189,2	(2)
P.rupestris AZ 2400	1	14,14	12,48	+	2239	+
P.randensis	2	12,61	11,69	+	2300	(4)
P.crassicaudatus	2	14,31	12,62	+	2600	(4)
B.monticularis	2	12,59	10,62	+	1500	(4)
P.furnesii	2-1	11,48	13,52	+	2545,5	(5)
L.californicus	5-6	13,35	13,01	+	2542, 5	(6)
L.granatensis CBQ 97-0	1	12,44	13,93	+	2065	+
L.saxatilis	4	13,93	13,20	+	2611	(4)
L.capensis	3	12,97	13,05	+	2040	(4)
L. castroviejoi	1	13,48	14,82	+	2905	(7)
Ecuación	-	Y=0,2781X -0,8125	Y= 0,3967X -1,2248	-	-	-
Coeficiente de correlación	-	R= 0,8837	R= 0,9019	-	-	-

Tablas 39 y 40. Medidas de la 5ª, 6ª, y 7ª vértebras lumbares (longitud y anchura del cuerpo vertebral) (en mm) y de pesos (en g), valores medios. Fuentes de procedencia de las medidas (A) y de pesos (B): (+): medidas propias o museísticas (pesos); (1): Orr, 1940; (2): Chapman y Morgan, 1973; (3): Cervantes *et al.*, 1990; (4): Skinner y Smithers, 1990; (5): Yamada y Sugimura, 1998; (6):Vorhies y Taylor, 1933; (7): Palacios, 1983. n: número de individuos. Las ecuaciones se basan en unidades centimétricas y en gramos,convertidos en valores de logaritmos de base 10

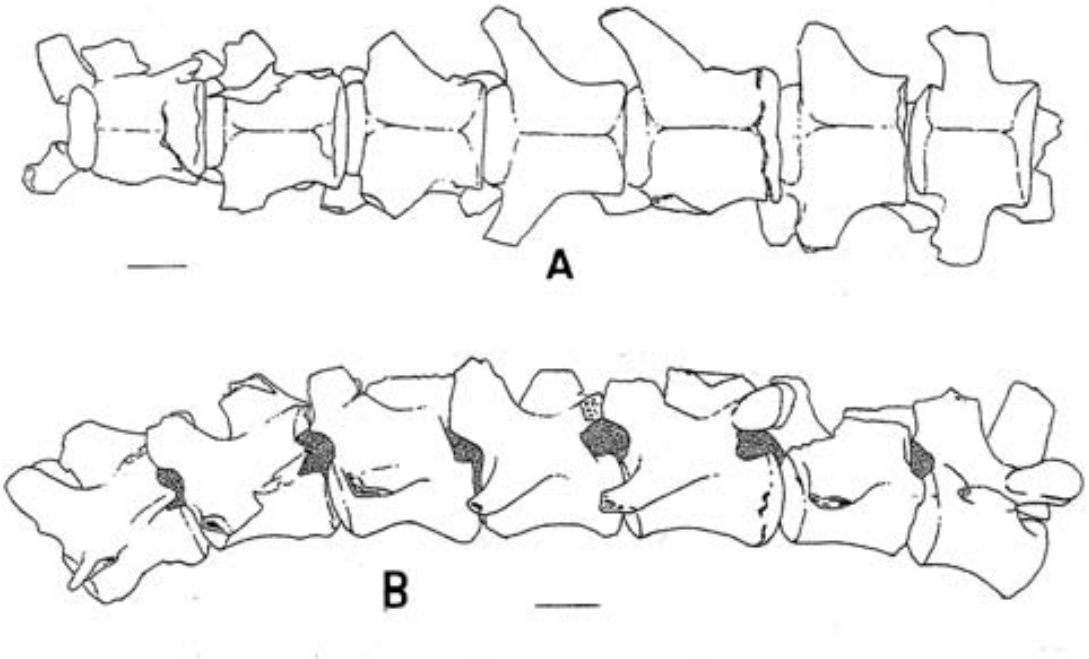


Fig. 38. Vértebras lumbares de *N. rex*. Vista ventral (A) y lateral (B). Escala gráfica: 10 mm.

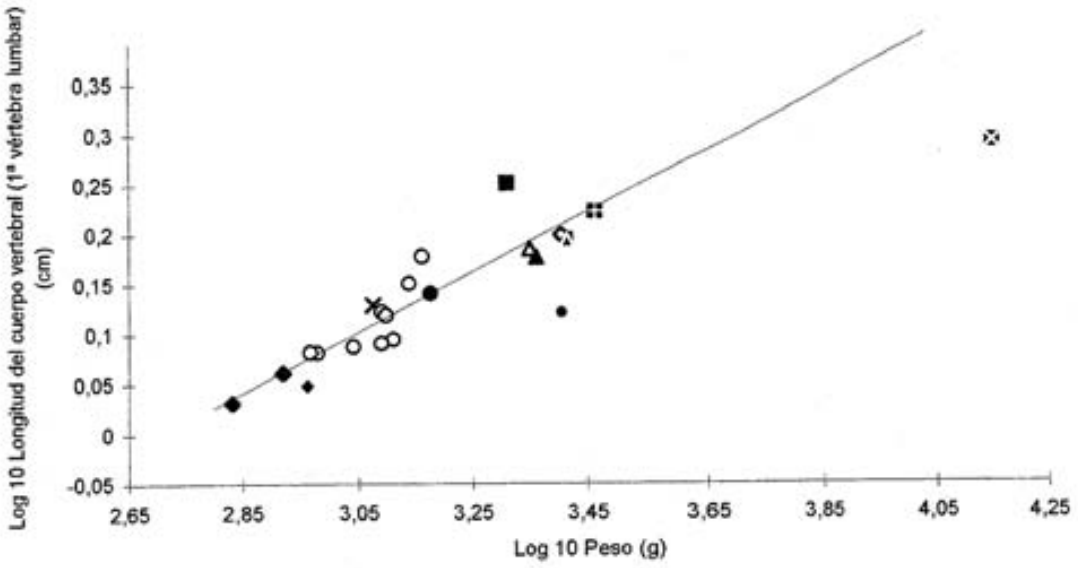


Fig. 39. Representación alométrica de la longitud del cuerpo vertebral de la 1ª vértebra lumbar en *N. rex* y algunos lepóridos actuales. Este modelo alométrico es válido para el resto de vértebras lumbares de *N. rex*.

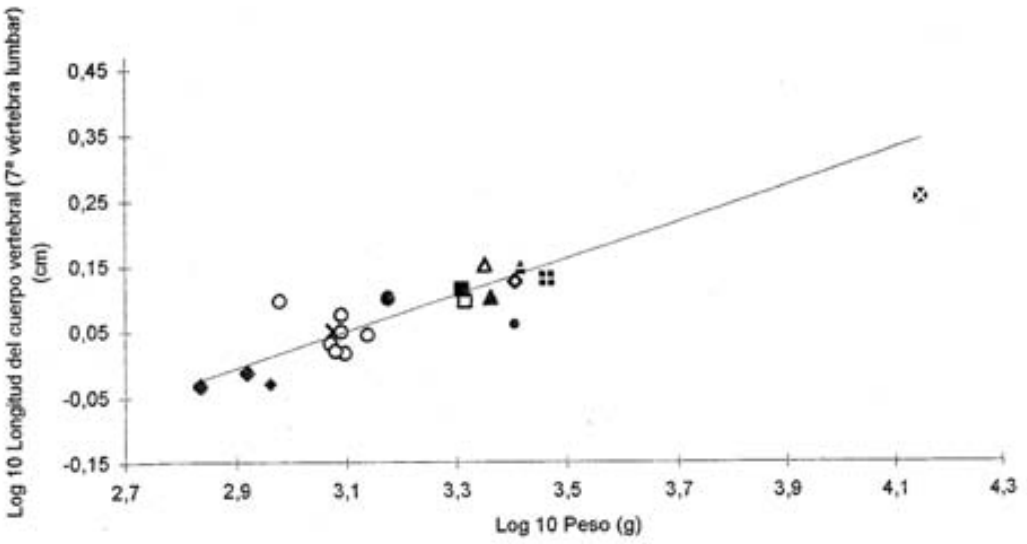


Fig. 40. Representación alométrica de la longitud del cuerpo vertebral de la 7ª vértebra lumbar en *N. rex* y algunos lepóridos actuales.

Anchura del cuerpo vertebral.

La anchura del cuerpo vertebral de *N. rex* es semajante a la del resto de lepóridos en las seis primeras vértebras lumbares (fig. 41) y más estrecha en la 7ª (fig. 42).

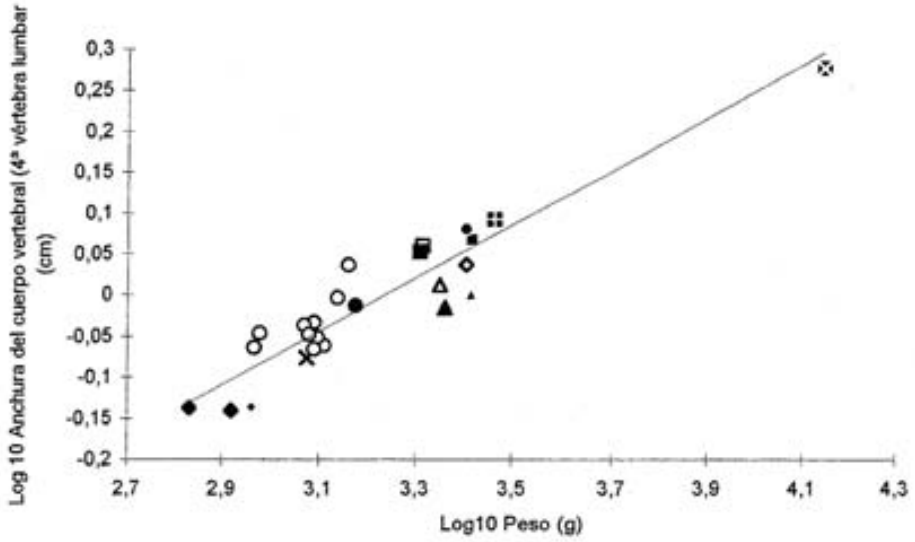


Fig. 41. Representación alométrica de la anchura del cuerpo vertebral de la 4ª vértebra lumbar en *N. rex* y algunos lepóridos actuales. Este modelo alométrico es también válido para la 1ª, 2ª, 3ª, 5ª y 6ª vértebras lumbares.

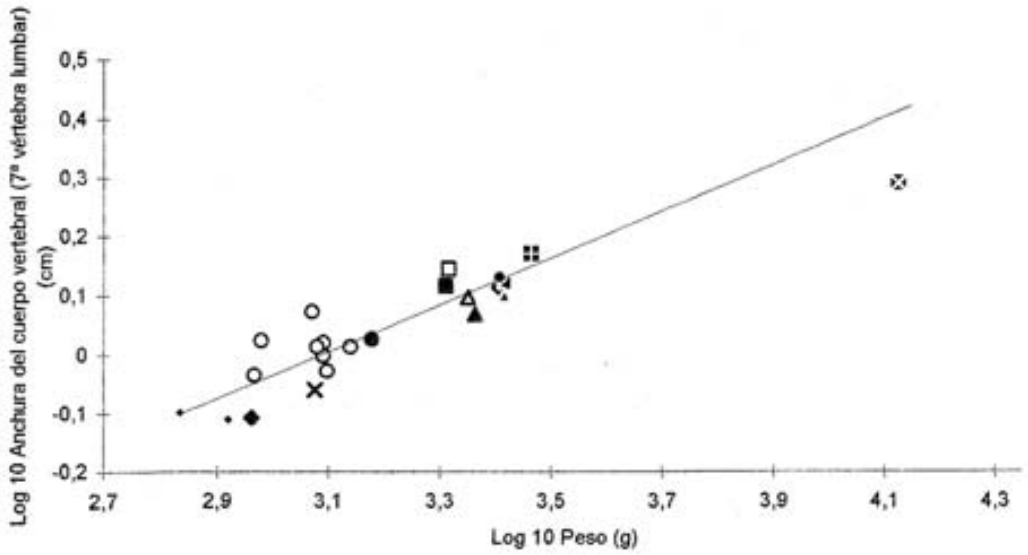


Fig. 42. Representación alométrica de la anchura del cuerpo vertebral de la 7ª vértebra lumbar en *N. rex* y algunos lepóridos actuales.

7.4.3.3. MORFOLOGÍA FUNCIONAL DE LAS VÉRTEBRAS LUMBARES DE *N. REX.*

Las vértebras lumbares de *N. rex* se diferencian de las del resto de lepóridos (excepto *P. furnessi*) por las siguientes características:

-El cuerpo vertebral es notablemente más corto.

-La cabeza vertebral de la séptima vértebra lumbar es más estrecha.

-El proceso costal de la séptima vértebra lumbar es más corto.

-El proceso espinoso ocupa una posición más vertical y caudal.

-El margen dorsal del proceso espinoso es craneo-caudalmente más ancho.

-La superficie articular craneal es craneo-caudalmente más ancha y con una superficie poco convexa, salvo en la séptima vértebra lumbar.

N. rex se diferencia de *O. cuniculus* y *L. granatensis* por:

-La separación entre el proceso espinoso y el proceso mamillar decrece desde la primera hasta la séptima vértebra lumbar.

-La separación entre el proceso mamillar y el proceso costal aumenta desde la primera hasta la séptima vértebra lumbar.

-La separación entre los procesos costales disminuye desde la primera hasta la séptima vértebra lumbar.

P. furnessi se diferencia cláramente de *N. rex* y del resto de los lepóridos por un proceso costal y espinoso más ancho.

Cuerpo vertebral.

N. rex (al igual que *P. furnessi*) se diferencia del resto de los lepóridos por presentar un cuerpo vertebral más corto.

Como ya se dijo en el caso de las vértebras torácicas, el cuerpo vertebral corto de las vértebras lumbares de *N. rex* parece ser indicativo de un menor grado de flexibilidad en esta zona, al verse especialmente disminuidos los movimientos de extensión. La mayor curvatura (flexión) de la zona lumbar debida a la menor longitud del cuerpo vertebral sería en parte contrarestada por la mayor anchura craneo-caudal de las superficies articulares craneales, al permitir un mayor movimiento de extensión entre dos vértebras lumbares contiguas.

La longitud del cuerpo vertebral está cláramente relacionada con la inclinación de los procesos espinosos de las vértebras lumbares (Slijper, 1946): cuando el cuerpo vertebral es corto, el proceso espinoso tiende a ocupar una posición más erguida o caudal, tal como sucede en *N. rex*.

Proceso espinoso.

Según Slijper (1946), el proceso espinoso está dirigido perpendicularmente a la fuerza principal ejercida sobre él. Si las fuerzas que actuan son similares en ambos sentidos (craneal y caudal), el proceso espinoso ocupa una posición intermedia, es decir, una posición más erecta.

En *N. rex*, el proceso espinoso ocupa una posición vertical, ligeramente inclinado hacia la zona caudal. En *N. rex*, por lo tanto, las fuerzas que actuan en sentido craneal y caudal en la zona lumbar son semejantes. Sin embargo, la leve inclinación del proceso espinoso hacia la zona lumbar indica que las fuerzas ejercidas en este sentido son algo superiores.

Proceso mamillar.

A diferencia de *O. cuniculus* y *L. granatensis*, *N. rex* presenta una mayor separación de los procesos mamillares en las primeras vértebras lumbares (fig. 37). En *N. rex*, la separación de los procesos mamillares se mantiene muy constante en toda la zona lumbar. La mayor separación de los procesos mamillares es indicativa de un mayor

desarrollo de los músculos multifidos lumbares y de un mayor rango de movimientos laterales y (Slijper, 1946).

En *N. rex* existiría, en comparación con *O. cuniculus* y *L. granatensis*, un mayor rango de movimientos laterales en la zona lumbar, que se verían especialmente favorecidos en la zona lumbar proximal.

Proceso costal.

En *N. rex*, la anchura del proceso costal es similar al de *O. cuniculus* y *L. granatensis*, y notablemente menor si se compara con la de *P. furnessi*. Sin embargo, la rugosidades en la zona distal del proceso costal son más alargadas en *N. rex* si se comparan con las de *O. cuniculus* y *L. granatensis*, y adquieren su mayor desarrollo en *P. furnessi*.

El sentido funcional del mayor o menor desarrollo de estas rugosidades parece poco claro, aunque podrían estar relacionadas con los músculos dorsales insertados en esta zona (semiespinosos, multifidos del raquis, intertransversos y rotadores del dorso), cuya función principal es la de rotar y flexionar lateralmente la espalda (Wirhed, 1993).

En *N. rex*, la separación de los procesos costales es mayor en las primeras vértebras lumbares y diminuye al final de la zona lumbar (tabla 36). Tal característica parece ser indicativa de un mayor desarrollo del músculo psoas mayor en la zona proximal lumbar de *N. rex*. La función de este músculo es la de flexionar la cadera y flexionar lateralmente la columna vertebral (Wirhed, 1993).

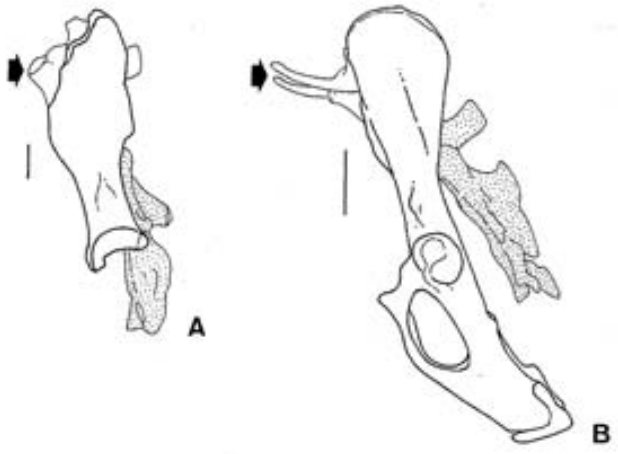


Fig. 43. Posiciones relativas de la séptima vértebra lumbar (indicada con una flecha), la pelvis y el sacro (punteado) de *N. rex* (A) y *O. cuniculus* (B). Escala gráfica: 10mm.

La menor longitud del proceso costal de la séptima vértebra lumbar está claramente relacionada con la posición de esta vértebra respecto a las alas del ilium: en *N. rex*, el ángulo entre la pelvis y el conjunto formado por el sacro y la séptima vértebra lumbar (ángulo sacropélvico) es menor que en *O. cuniculus* (figs. 43, 44) (véase apartado 7.4.4.3), de manera que la séptima vértebra lumbar queda encajada entre la dos alas del ilium.

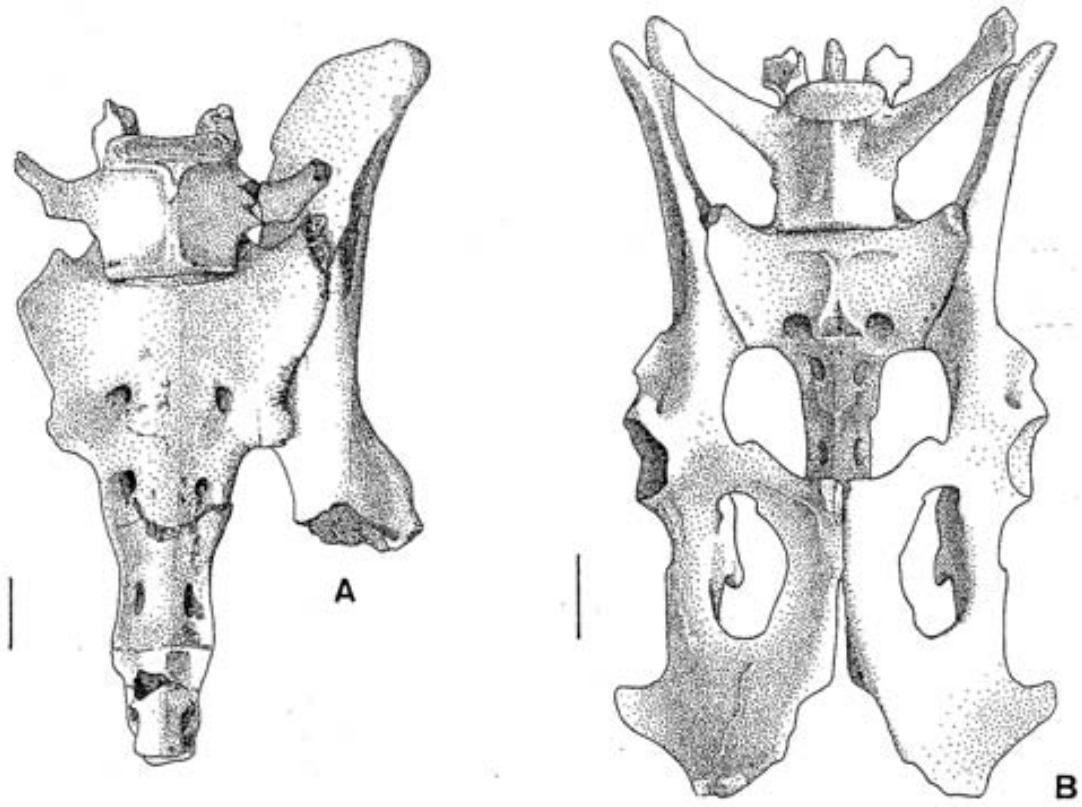


Fig. 44. Posición de la séptima vértebra lumbar en relación con las alas del ilium en *N. rex* (A) y *O. cuniculus* (B). Escala gráfica: 10mm.

Proceso mamillar y costal.

La separación entre los procesos mamillares y costales es, en *N. rex*, menor en las primeras vértebras lumbares (tabla 36). La menor separación entre estos procesos parece implicar un menor desarrollo de los músculos erectores de la espina (extensores dorsales) en la zona lumbar proximal.

Curvatura de la zona lumbar.

La curvatura de la zona lumbar ha sido evaluada a partir de los siguientes parámetros:

-La inclinación del extremo craneal y caudal del cuerpo vertebral, en relación a la superficie ventral del cuerpo vertebral (tabla 41).

	Vértebras lumbares													
	1ª		2ª		3ª		4ª		5ª		6ª		7ª	
	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
N. rex	101°	90°	104°	84°	108°	89°	98°	84°	103°	81°	107°	80°	100°	80°
O. cuniculus 98-0	113°	80°	103°	85°	102°	81°	107°	79°	106°	80°	101°	80°	-	74°
O. cuniculus 98-1	112°	85°	105°	87°	110°	79°	107°	80°	107°	78°	102°	78°	102°	78°
O. cuniculus 96-1	112°	75°	95°	86°	106°	77°	105°	-	106°	76°	110°	78°	106°	80°
O. cuniculus 97-2	111°	84°	108°	82°	105°	81°	105°	78°	108°	77°	109°	74°	108°	74°
O. cuniculus 00-1	-	-	-	80°	108°	81°	112°	78°	111°	80°	106°	79°	106°	75°
L. granatensis 97-0	-	87°	102°	86°	100°	86°	102°	85°	103°	81°	112°	80°	113°	80°

Tabla 41. Inclinación del extremo craneal (B) y caudal (B) del cuerpo vertebral en las vértebras lumbares. Los ángulos han sido medidos en relación con la superficie ventral del cuerpo vertebral.

-La longitud media del cuerpo vertebral (tablas 37-40).

N. rex presenta, en comparación con *L. granatensis* y *O. cuniculus*, una mayor curvatura en la zona lumbar (fig. 45). La mayor curvatura en *N. rex* parece ser debida principalmente a la reducción en la longitud del cuerpo vertebral y a las diferencias existentes en la inclinación de la cabeza y la fosa vertebral.

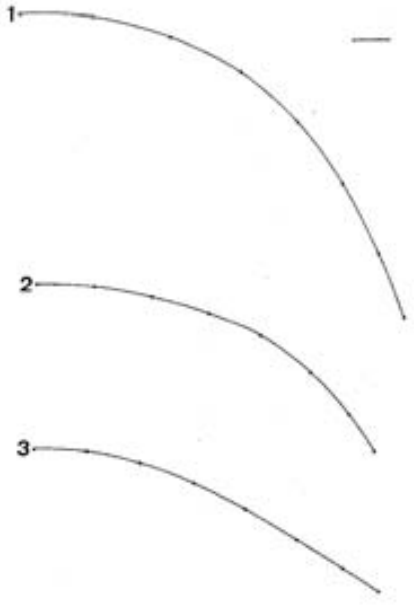


Fig. 45. Curvatura en las vertebras lumbares de *N. rex* (1), *L. granatensis* (97-0) (2) y *O. cuniculus* (96-1), según las longitudes del cuerpo vertebral de las tablas 37-40 y la inclinación de la cabeza y la fosa vertebral de la tabla 41. Escala gráfica: 10mm.

El bajo ángulo sacropélvico de *N. rex* (fig. 43) parece estar relacionado con la mayor curvatura de la zona lumbar.

Las características de las vértebras lumbares de *N. rex* parecen indicar, por tanto, que en relación a los lepóridos típicamente corredores, existió un cambio importante en la curvatura y en la dirección en la que se ejercian las principales fuerzas en la zona lumbar, igualándose las que actuaban en sentido caudal y craneal, y los movimientos laterales se vieron, frente a los movimientos de extensión, especialmente favorecidos, especialmente en la zona lumbar proximal.

7.4.4. SACRO.

Material. 1297, 1117, 1025, 1232, 1354, 11709, 11707, 0180, 11733, 0989, 0964, 1152, 1206, **0329.**

Número mínimo de individuos: 14

Medidas. En el sacro ha sido medida su longitud, la anchura máxima y la distancia entre los procesos articulares craneales, tal como se indica en la lámina I (figura H) del anexo III.

Descripción. La tuberosidad sacral y la superficie auricular es cráneo-caudalmente muy alargada y dorso-ventralmente muy estrecha, de manera que el margen ventral está poco elevado en relación a la cresta lateral sacral (fig. 46).

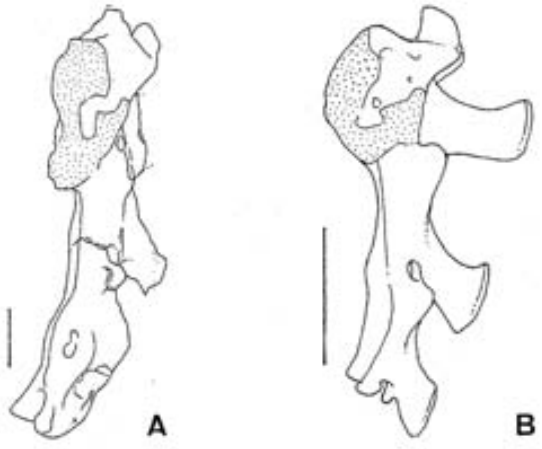


Fig. 46. Sacro de *N. rex* (A) y *O. cuniculus* (B), vista lateral. La zona punteada corresponde a la superficie auricular. Escala gráfica: 10mm.

7.4.4.1. COMPARACIÓN CON OTROS LEPÓRIDOS.

La principal diferencia entre los sacros de *N. rex*, *O. cuniculus* y *L. granatensis* radica en la tuberosidad sacral y en la superficie auricular, que en *N. rex* son craneo-caudalmente más alargadas y dorso-ventralmente más estrechas; en *O. cuniculus* y *L. granatensis*, sin embargo, muestran un contorno más redondeado (fig. 46).

7.4.4.2. PROPORCIONES DEL SACRO.

Han sido estimados los cambios alométricos en la longitud y la anchura máxima del sacro. Los valores de estos parámetros aparecen en la tabla 42.

Longitud.

La ecuación que relaciona el peso con la longitud del sacro es:

$$Y= 0,2549X -0,2962$$

Coeficiente de correlación:

$$R= 0,6127$$

El sacro de *N. rex* presenta una longitud similar a la del resto de lepóridos (fig. 47).

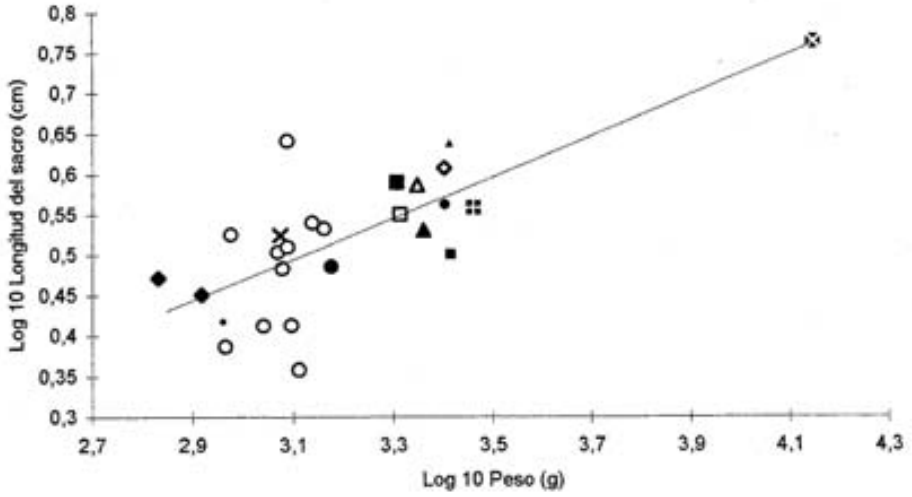


Fig. 47.Representación alométrica de la longitud del sacro en *N. rex* y algunos lepóridos actuales.

Anchura.

La ecuación que relaciona la anchura del sacro con el peso es:

$$Y= 0,4258X -0,9463$$

Coeficiente de correlación:

$$R = 0{,}8089$$

El sacro de *N. rex* es, en comparación con el resto de lepóridos, más estrecho (fig. 48).

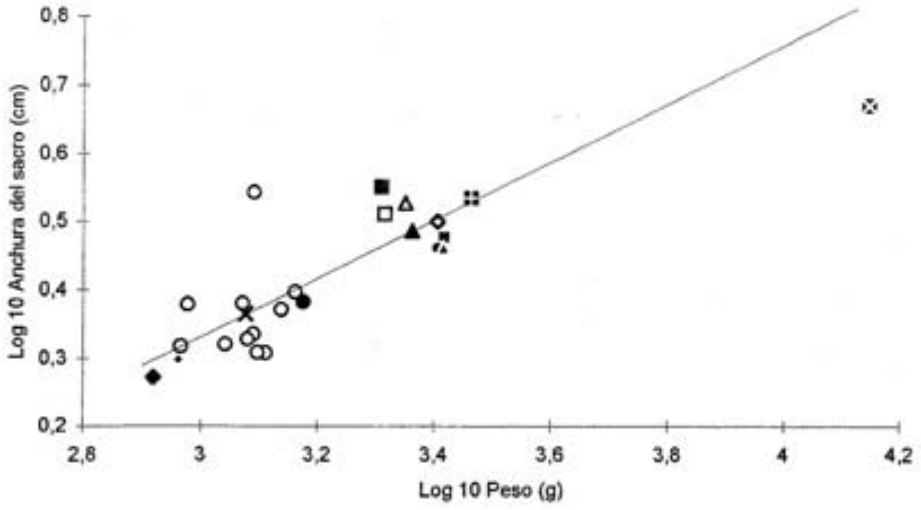


Fig. 48. Representación alométrica de la anchura del sacro en *N. rex* y algunos lepóridos actuales.

7.4.4.3. MORFOLOGÍA FUNCIONAL DEL SACRO DE *N. REX*.

La morfología de la tuberosidad sacral y la superficie auricular del sacro está claramente relacionada con la posición del sacro respecto a la pelvis (véase apartado 7.4.3.3). En *N. rex*, el ángulo sacropélvico (el ángulo formado por la superficie ventral del sacro y la linea formada por la articulación sacro-iliaca y el borde anterior de la sínfisis púbica) es muy bajo (14°), inferior al ángulo sacropévico de *Phoca* (25°) (Smith y Savage, 1956). En *L. granatensis,* el ángulo sacropélvico es de 56°, similar al ángulo sacropélvico de *Equus* (60°) (Smith y Savage, 1956); los ángulos sacropélvicos de *P. furnessi* y *O. cuniculus* quedarían en una posición intermedia, con unos valores de 33,5° y 40°, respectivamente.

Además de relacionarse con una zona lumbar más curvada (veáse apartado 7.4.3.3), el bajo ángulo sacropélvico de *N. rex* podría también relacionarse con una locomoción lenta y potente, al quedar sus valores más próximos a *Phoca* que a los de algunos animales típicamente corredores.

7.4.5. MORFOLOGÍA FUNCIONAL DE LA COLUMNA VERTEBRAL DE *N. REX.*

Las principales características que definen la columna vertebral de *N. rex* son:

-Las vertebras torácicas y lumbares son muy cortas.

-Una mayor curvatura en sentido ventral, especialmente a partir de la quinta vértebra torácica y en todas las vértebras lumbares.

-Una menor flexión en sentido dorsal de las vértebras cervicales, y una mayor flexión en el mismo sentido en las cuatro primeras vértebras torácicas.

-Una mayor separación de los procesos mamillares en la última vértebra torácica y en las primeras vértebras lumbares.

-El proceso espinoso de las vértebras lumbares ocupa una posición más vertical y caudal.

-La separación entre el proceso espinoso y el proceso costal, y entre los procesos costales, disminuye desde la primera hasta la séptima vértebra lumbar.

-La separación entre el proceso mamillar y el proceso costal aumenta desde la primera hasta la séptima vértebra lumbar.

Tales diferencias implican cambios importantes en los músculos flexores y extensores de la columna vertebral: los movimientos de flexión debieron verse favorecidos frente a los movimientos de extensión. De la misma manera, debieron verse favorecidos los movimientos en sentido lateral, especialmente en la zona distal torácica y proximal lumbar.

La menor flexión en sentido dorsal de las vértebras cervicales posiblemente fuese compensada por la mayor flexión en el mismo sentido en las cuatro primeras vértebras torácicas.

Todas estas características ponen cláramente de manifiesto que existen importantes diferencias entre la columna vertebral de *N. rex* y el resto de lepóridos típicamente corredores, y que tales diferencias se localizan principalmente en la zona torácica y lumbar.