

CRECIMIENTO RELATIVO DE *ARVICOLA TERRESTRIS MONTICOLA* (RODENTIA, ARVICOLIDAE)

J. VENTURA

Ventura, J., 1993-1994. Crecimiento relativo de *Arvicola terrestris monticola* (Rodentia, Arvicolidae). *Misc. Zool.*, 17: 237-248.

Relative growth of Arvicola terrestris monticola (Rodentia, Arvicolidae).— The biometric characteristics of the body, skull and mandible of *Arvicola terrestris monticola*, under natural conditions, are studied. A total of 406 specimens (198 males and 208 females), captured during 1983 and 1984 in the Aran Valley (Lleida, Spain), have been analyzed. This sample has been distributed into six classes of relative age according to the criteria used in this population in previous studies. Five somatic, 13 cranial and four mandibular parameters have been taken into account. The results obtained indicate a biometric uniformity between the sexes. The relative growth patterns of the body, skull and mandible were determined by the percentage difference of the means of each parameter between consecutive age classes. Correlation and regression analyses have been carried out in order to determine the variation patterns of the parameters considered against the body length, body mass, upper diastema length and mandible length.

Key words: Biometry, Growth, Allometry, *Arvicola terrestris monticola*, Rodentia, Iberian peninsula.

(*Rebut: 23 IV 92; Acceptació condicional: 1 VI 93; Acc. definitiva: 1 II 94*)

J. Ventura, Dept. de Biologia Animal (Vertebrats), Fac. de Biologia, Univ. de Barcelona, Avda. Diagonal 645, 08028 Barcelona, Espanya (Spain).

INTRODUCCIÓN

En el área de distribución de *Arvicola terrestris* se distinguen dos formas ecoetológicas distintas: por una parte, las poblaciones cavadoras que ocupan los macizos montañosos del centro y sudoeste de Europa y, por otra, las formas semiacuáticas extendidas por el resto de su área de repartición. Junto a estos morfotipos aparecen, en el este del continente, poblaciones cuyos individuos muestran un comportamiento mixto, semiacuático y cavador, resultado de la hibridación de formas autóctonas con inmigrantes procedentes del este, inmediatamente

después de la última glaciación (KRATOCHVÍL, 1983).

La abundante información publicada sobre la especie (AIROLDI & MEYLAN, 1974) ha proporcionado múltiples datos sobre las características biométricas de muchas de sus poblaciones (REICHSTEIN, 1963, 1982). De manera general, la mayor parte de los estudios realizados han tratado fundamentalmente dos aspectos básicos: por un lado, la caracterización biométrica de muestras procedentes de zonas geográficas concretas y, por otro, la exposición de resultados de tipo comparativo interpoblacional encaminados a determinar cuestiones de orden taxonómico-sistemático.

Sin embargo, en escasas ocasiones se han abordado aspectos relacionados con las pautas de crecimiento somático y craneal. En este sentido cabe mencionar los trabajos de HERFS (1939) y ANDĚRA (1977) en los que se aportan datos sobre el desarrollo juvenil de ejemplares de costumbres semiacuáticas criados en el laboratorio, y los resultados obtenidos por MOREL (1981) sobre el crecimiento, también en cautividad, de individuos de vida hipogea pertenecientes a la subespecie centroeuropea *A. t. scherman*. No obstante, según apunta el propio MOREL (1981), el crecimiento que experimentan los animales en cautividad es significativamente más atenuado que el que se registra en la naturaleza. Según lo expuesto, se carece por tanto de información concreta sobre el crecimiento absoluto y/o relativo de la especie en estado natural.

En la península ibérica, *A. terrestris* presenta hábitos estrictamente subterráneos, ocupando gran parte de los Pirineos, la Cordillera Cantábrica y el norte de Portugal (VENTURA & GOSÁLBEZ, 1988; RAMALHINHO & MATHIAS, 1988; BORGHI et al., 1991). Desde el punto de vista biométrico, las poblaciones ibéricas quedan integradas dentro de las formas cavadoras de pequeño tamaño características de los macizos montañosos del sudoeste del área de distribución de la especie (MOREL, 1981; REICHSTEIN, 1982; KRATOCHVÍL, 1983). Los estudios biométricos efectuados en las poblaciones peninsulares han tratado especialmente cuestiones de índole sistemática (NIETHAMMER, 1964; ENGELS, 1975; GOSÁLBEZ, 1976; KRATOCHVÍL, 1983; VENTURA & GOSÁLBEZ, 1989), si bien trabajos recientes han aportado datos sobre el crecimiento relativo de diversos elementos del esqueleto postcraneal (VENTURA et al., 1991; VENTURA, 1992).

En el presente estudio se exponen los primeros resultados sobre el crecimiento somático y craneal de la subespecie pirenaica

A. t. monticola (ver VENTURA & GOSÁLBEZ, 1989), referidos al sexo y a la edad relativa. Con ello se aporta información de base con vistas a la completa caracterización biométrica de la especie en la península ibérica.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material examinado consta de 617 ejemplares (251 ♂♂ y 366 ♀♀) capturados durante los años 1983 y 1984 en los prados lindantes al río Garona, entre las localidades de Arròs y Aubert (Vall d'Arán, Lleida). El conjunto muestral fue dividido en seis clases de edad relativa (0-V) según los criterios definidos para esta misma población (VENTURA & GOSÁLBEZ, 1992). Los intervalos de edad aproximados correspondientes a cada clase de edad son los siguientes (VENTURA & GOSÁLBEZ, 1992): clase 0, ejemplares de tres semanas como máximo; clase I, ejemplares de tres a seis semanas; clase II, ejemplares de seis a diez semanas; clase III, ejemplares de diez a catorce semanas; clase IV, ejemplares con una edad superior a las catorce semanas y que no han pasado o acaban de pasar su primer invierno; clase V, ejemplares que han pasado ampliamente por lo menos un invierno.

A partir de todo el material examinado se ha seleccionado dentro de cada clase de edad una muestra lo más equilibrada posible según el sexo y el mes de captura. De este modo, para el análisis biométrico se han empleado 406 ejemplares (198 ♂♂ y 208 ♀♀) distribuidos de la forma siguiente: clase 0, 4 ♂♂ y 5 ♀♀; clase I, 15 ♂♂ y 17 ♀♀; clase II, 29 ♂♂ y 35 ♀♀; clase III, 58 ♂♂ y 43 ♀♀; clase IV, 47 ♂♂ y 55 ♀♀; clase V, 45 ♂♂ y 53 ♀♀.

En cada ejemplar se anotó el peso corporal en el momento de su captura. Para la estima del mismo se emplearon, según las dimensiones del animal, dos dinamómetros "Pesola" de calibre máximo 100 y 500 g, y de precisión

1 y 5 g, respectivamente. Al peso registrado en cada hembra gestante se le restó, una vez diseccionado el animal, el peso total de los embriones. Además del peso corporal se han considerado las siguientes medidas corporales (ver NIETHAMMER & KRAPP, 1978): longitud de la cabeza y cuerpo (CC), longitud de la cola (C), longitud del pie posterior (P) y longitud de la oreja (O).

Se han tomado, mediante calibrador, 17 medidas craneales y mandibulares, cuyas definiciones corresponden a las indicadas por VENTURA & GOSÁLBEZ (1989). La nomenclatura y abreviaturas de dichos parámetros son las siguientes: LCB. Longitud condilobasal; LCC. Longitud de la caja craneana; LCI. Longitud condilo incisiva; LDS. Longitud del diastema superior; LN. Longitud del nasal; LR. Longitud rostral; SMSc. Serie molar superior a nivel de las coronas dentarias; HCC. Altura de la caja craneana; AIO. Anchura interorbitaria; AN. Anchura del nasal; AO. Anchura occipital; AR. Anchura rostral; AZ. Anchura cigomática; LM. Longitud de la mandíbula; SMiC. Serie molar inferior a nivel de las coronas dentarias; HC. Altura condiloidea; HMM₂. Altura de la mandíbula a nivel del M₂.

Para cada parámetro se ha calculado la diferencia porcentual entre las medias de clases de edad consecutivas según la fórmula: $Pv = (x_{i+1} - x_i) 100 / x_i$; donde x_{i+1} y x_i son los valores medios correspondientes a las clases de edad consideradas (VENTURA, 1990). La significación de las diferencias entre medias muestrales se ha evaluado mediante el test t de Student (SOKAL & ROHLF, 1981).

Las relaciones alométricas se han determinado mediante la fórmula de HUXLEY (1932) $y = ax^b$, donde x e y son dos variables biométricas continuas, a la constante y b el coeficiente de alometría. La transformación logarítmica de la fórmula proporciona la expresión: $\log y = \log a + b \log x$, donde a es

la ordenada en el origen y b la pendiente de la recta de regresión. Asumiendo que los parámetros considerados están sujetos a variabilidad natural y a error de medición, siguiendo a RICKER (1973) las regresiones se han calculado mediante el modelo II o método de la media geométrica (SOKAL & ROHLF, 1981). En todos los casos se ha contrastado la hipótesis de que el valor de la pendiente fuese igual a 1, salvo en las regresiones en las que el peso corporal ha sido tomado como variable independiente, en cuyo caso se ha considerado como criterio de isometría el valor de 0,33 (GOULD, 1966; MCMAHON, 1975). Los cálculos correspondientes a las correlaciones y regresiones obtenidas se han efectuado mediante un programa específico diseñado por C. Viladiu (Departamento de Biología Animal, Universidad de Barcelona).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se exponen los datos estadísticos básicos correspondientes a las medidas somáticas, craneales y mandibulares consideradas, en función de la edad relativa.

Crecimiento somático

La comparación estadística de las medias de los parámetros somáticos en cada clase de edad revela la existencia de una gran semejanza biométrica entre ambos sexos, no habiéndose detectado en ningún caso diferencias significativas. Todo ello permite indicar la ausencia de fenómenos de dimorfometría sexual a nivel somático en *A. t. monticola*. Resultados semejantes han sido señalados también en otras poblaciones de la especie, tanto semiacuáticas (SCHINDLER, 1966; KUBIK, 1969; PELIKÁN, 1972; WIELAND,

Tabla 1. Valores de las medidas tomadas en *A. t. monticola*, en función de la edad relativa. (Para abreviaturas ver texto).*Values of the measurements taken in A. t. monticola, according to relative age. (For abbreviations see text).*

| Medida | Clase de edad | n | \bar{x} (d.e.) | min. | max. |
|--------|---------------|-----|------------------|-------|-------|
| CC | 0 | 9 | 114,78 (4,96) | 103,0 | 119,5 |
| | I | 32 | 127,22 (5,82) | 112,0 | 137,5 |
| | II | 64 | 139,79 (4,84) | 127,5 | 152,0 |
| | III | 101 | 151,75 (5,36) | 135,0 | 163,0 |
| | IV | 102 | 161,85 (6,44) | 141,5 | 178,5 |
| | V | 98 | 169,83 (5,32) | 156,5 | 188,0 |
| C | 0 | 8 | 51,75 (1,58) | 50,0 | 55,0 |
| | I | 32 | 55,56 (4,24) | 47,0 | 64,0 |
| | II | 64 | 62,66 (4,18) | 49,5 | 72,0 |
| | III | 99 | 66,70 (3,92) | 54,0 | 78,0 |
| | IV | 100 | 71,74 (4,25) | 58,0 | 80,0 |
| | V | 96 | 76,21 (4,27) | 65,5 | 88,0 |
| P | 0 | 9 | 23,44 (0,98) | 21,0 | 24,0 |
| | I | 32 | 24,36 (0,97) | 22,5 | 26,5 |
| | II | 64 | 25,28 (0,77) | 23,5 | 27,0 |
| | III | 99 | 25,19 (0,88) | 22,5 | 27,5 |
| | IV | 99 | 25,54 (0,68) | 23,0 | 26,5 |
| | V | 98 | 25,71 (0,85) | 23,0 | 28,0 |
| O | 0 | 9 | 11,89 (0,96) | 11,0 | 14,0 |
| | I | 32 | 11,81 (0,98) | 9,0 | 14,0 |
| | II | 64 | 12,20 (0,76) | 10,5 | 14,5 |
| | III | 101 | 12,22 (0,85) | 10,5 | 14,5 |
| | IV | 102 | 12,18 (0,93) | 10,0 | 14,5 |
| | V | 97 | 12,52 (0,91) | 10,5 | 14,5 |
| Peso | 0 | 9 | 41,67 (5,52) | 29,0 | 47,5 |
| | I | 31 | 58,76 (9,35) | 41,0 | 74,0 |
| | II | 64 | 78,17 (9,32) | 58,0 | 100,0 |
| | III | 101 | 103,54(11,79) | 66,0 | 135,0 |
| | IV | 101 | 124,15(15,76) | 84,0 | 175,0 |
| | V | 97 | 145,77(16,25) | 110,0 | 183,0 |
| LCB | 0 | 5 | 27,46 (0,89) | 26,3 | 28,5 |
| | I | 23 | 29,41 (0,92) | 27,1 | 30,7 |
| | II | 54 | 31,86 (0,82) | 30,2 | 34,2 |
| | III | 96 | 33,82 (0,91) | 31,6 | 36,0 |
| | IV | 100 | 35,38 (0,96) | 32,4 | 37,3 |
| | V | 96 | 36,71 (0,72) | 35,1 | 38,8 |
| LCC | 0 | 7 | 18,10 (0,51) | 17,6 | 19,2 |
| | I | 27 | 18,61 (0,54) | 17,2 | 19,7 |
| | II | 60 | 19,64 (0,63) | 18,4 | 20,9 |
| | III | 101 | 20,27 (0,64) | 18,2 | 21,9 |
| | IV | 100 | 20,91 (0,63) | 19,4 | 22,4 |
| | V | 98 | 21,48 (0,64) | 19,4 | 22,6 |

Tabla 1. (Cont.)

| Medida | Clase de edad | n | \bar{x} (d.e.) | min. | max. |
|--------|---------------|-----|------------------|------|------|
| LCI | 0 | 5 | 28,00 (0,90) | 26,9 | 29,2 |
| | I | 23 | 30,31 (1,01) | 27,8 | 32,0 |
| | II | 55 | 33,04 (0,93) | 31,2 | 35,7 |
| | III | 95 | 35,39 (1,04) | 32,8 | 37,6 |
| | IV | 95 | 37,09 (1,05) | 34,0 | 39,2 |
| | V | 94 | 38,43 (0,77) | 36,2 | 40,2 |
| LDS | 0 | 7 | 9,24 (0,37) | 8,7 | 9,8 |
| | I | 31 | 10,37 (0,50) | 9,3 | 11,3 |
| | II | 58 | 11,51 (0,38) | 10,6 | 12,5 |
| | III | 99 | 12,47 (0,45) | 11,6 | 13,7 |
| | IV | 100 | 13,13 (0,46) | 11,9 | 14,3 |
| | V | 97 | 13,71 (0,37) | 12,8 | 14,5 |
| LN | 0 | 8 | 7,87 (0,20) | 7,6 | 8,1 |
| | I | 29 | 8,40 (0,39) | 7,7 | 9,2 |
| | II | 59 | 9,08 (0,31) | 8,4 | 10,1 |
| | III | 96 | 9,73 (0,41) | 8,8 | 10,6 |
| | IV | 99 | 10,17 (0,47) | 8,9 | 11,3 |
| | V | 96 | 10,59 (0,37) | 9,6 | 11,5 |
| LR | 0 | 7 | 10,63 (0,64) | 9,7 | 11,7 |
| | I | 29 | 11,66 (0,63) | 10,5 | 12,9 |
| | II | 56 | 12,43 (0,47) | 11,0 | 13,3 |
| | III | 96 | 13,10 (0,57) | 11,6 | 14,3 |
| | IV | 100 | 13,55 (0,57) | 11,6 | 15,1 |
| | V | 97 | 14,06 (0,47) | 12,9 | 15,4 |
| SMSc | 0 | 9 | 7,00 (0,19) | 6,6 | 7,3 |
| | I | 32 | 7,46 (0,13) | 7,2 | 7,8 |
| | II | 64 | 7,68 (0,22) | 7,0 | 8,4 |
| | III | 101 | 8,07 (0,30) | 7,4 | 8,7 |
| | IV | 102 | 8,45 (0,31) | 7,6 | 9,1 |
| | V | 98 | 8,72 (0,27) | 7,9 | 9,5 |
| HCC | 0 | 6 | 8,92 (0,17) | 8,6 | 9,1 |
| | I | 28 | 9,51 (0,35) | 8,8 | 10,2 |
| | II | 59 | 10,00 (0,25) | 9,4 | 10,4 |
| | III | 101 | 10,51 (0,27) | 9,9 | 11,3 |
| | IV | 100 | 10,78 (0,31) | 9,9 | 11,7 |
| | V | 98 | 11,15 (0,30) | 10,5 | 11,9 |
| AIO | 0 | 9 | 4,53 (0,16) | 4,3 | 4,7 |
| | I | 32 | 4,61 (0,15) | 4,3 | 4,9 |
| | II | 62 | 4,55 (0,16) | 4,1 | 4,9 |
| | III | 99 | 4,41 (0,22) | 3,8 | 5,0 |
| | IV | 102 | 4,31 (0,22) | 3,8 | 5,0 |
| | V | 98 | 4,27 (0,25) | 3,6 | 5,0 |

Tabla 1. (Cont.)

| Medida | Clase de edad | n | \bar{x} (d.e.) | min. | max. |
|------------------|---------------|-----|------------------|------|------|
| AN | 0 | 8 | 2,92 (0,25) | 2,6 | 3,2 |
| | I | 31 | 3,12 (0,13) | 2,8 | 3,4 |
| | II | 58 | 3,33 (0,18) | 2,9 | 3,7 |
| | III | 96 | 3,51 (0,20) | 3,0 | 4,0 |
| | IV | 100 | 3,67 (0,27) | 3,1 | 4,9 |
| | V | 96 | 3,87 (0,23) | 3,3 | 4,4 |
| AO | 0 | 6 | 13,17 (0,16) | 13,0 | 13,4 |
| | I | 29 | 14,15 (0,53) | 12,8 | 15,1 |
| | II | 58 | 15,20 (0,42) | 14,3 | 16,2 |
| | III | 98 | 16,16 (0,56) | 15,0 | 17,7 |
| | IV | 100 | 16,87 (0,44) | 15,6 | 17,9 |
| | V | 98 | 17,34 (0,38) | 16,1 | 18,1 |
| AR | 0 | 8 | 5,15 (0,13) | 4,9 | 5,3 |
| | I | 30 | 5,62 (0,25) | 5,2 | 6,5 |
| | II | 58 | 5,86 (0,21) | 5,5 | 6,7 |
| | III | 99 | 6,10 (0,20) | 5,5 | 6,6 |
| | IV | 101 | 6,33 (0,20) | 5,9 | 6,9 |
| | V | 95 | 6,51 (0,19) | 6,0 | 6,9 |
| AZ | 0 | 8 | 16,90 (0,71) | 15,3 | 17,5 |
| | I | 24 | 18,62 (0,76) | 17,3 | 20,1 |
| | II | 48 | 20,23 (0,65) | 18,9 | 21,6 |
| | III | 89 | 21,63 (0,68) | 19,7 | 23,4 |
| | IV | 93 | 22,63 (0,64) | 21,4 | 24,6 |
| | V | 92 | 23,78 (0,51) | 22,6 | 24,8 |
| LM | 0 | 9 | 19,09 (0,73) | 17,6 | 20,0 |
| | I | 32 | 20,59 (0,65) | 19,0 | 21,8 |
| | II | 61 | 22,07 (0,58) | 20,3 | 24,1 |
| | III | 101 | 23,29 (0,61) | 21,9 | 24,7 |
| | IV | 102 | 24,30 (0,63) | 22,6 | 25,7 |
| | V | 98 | 25,11 (0,58) | 22,5 | 26,4 |
| SMIc | 0 | 8 | 7,15 (0,16) | 7,0 | 7,4 |
| | I | 32 | 7,51 (0,18) | 7,2 | 7,8 |
| | II | 63 | 7,85 (0,21) | 7,2 | 8,4 |
| | III | 101 | 8,18 (0,26) | 7,5 | 8,7 |
| | IV | 101 | 8,50 (0,30) | 7,8 | 9,2 |
| | V | 98 | 8,78 (0,25) | 8,0 | 9,7 |
| HC | 0 | 9 | 8,82 (0,24) | 8,4 | 9,1 |
| | I | 31 | 9,52 (0,39) | 8,7 | 10,7 |
| | II | 59 | 10,33 (0,34) | 9,6 | 11,2 |
| | III | 101 | 11,08 (0,42) | 10,1 | 12,3 |
| | IV | 102 | 11,62 (0,43) | 10,4 | 12,6 |
| | V | 96 | 12,11 (0,42) | 10,9 | 13,4 |
| HMM ₂ | 0 | 9 | 4,04 (0,17) | 3,7 | 4,3 |
| | I | 32 | 4,35 (0,21) | 4,0 | 4,9 |
| | II | 63 | 4,58 (0,17) | 4,2 | 5,0 |
| | III | 101 | 4,88 (0,21) | 4,3 | 5,4 |
| | IV | 101 | 5,09 (0,22) | 4,5 | 5,5 |
| | V | 98 | 5,26 (0,19) | 4,6 | 5,7 |

1973; KMINIAK, 1974) como cavadoras (SAINT-GIRONS, 1973; MOREL, 1981).

Los análisis de crecimiento relativo, correlación y regresión a nivel somático se han efectuado evaluando conjuntamente los datos obtenidos en machos y hembras. Por lo que respecta al primer apartado, de todos los parámetros considerados, CC y el peso corporal muestran en los sucesivos intervalos de edad tasas de variación progresivamente decrecientes, siendo éstas sensiblemente más atenuadas en los dos intervalos superiores (tabla 2). Esta circunstancia resulta más patente si se tiene en cuenta que el periodo que abarca cada uno de estos dos intervalos de edad es mucho

más amplio que el que corresponde a los intervalos precedentes.

Las diferencias porcentuales de C son relativamente constantes con la edad, oscilando entre el 6,2 y el 12,8%. Por su parte, P presenta las mayores tasas de crecimiento en los dos primeros intervalos, aunque en ningún caso son superiores al 4%. A partir de la clase II, el incremento de los valores medios de dicho parámetro es muy leve. En lo que concierne a O, el mayor crecimiento tiene lugar en el intervalo I-II, mostrando en los restantes tasas de variación mínimas (tabla 2).

Según las diferencias porcentuales obtenidas entre los valores medios de clases de edad consecutivas se deduce que la longitud

Tabla 2. Diferencias porcentuales entre los valores medios de clases de edad consecutivas en las medidas tomadas en *A. t. monticola*. (Para abreviaturas ver texto).

Percentage differences between the means of consecutive age classes in the measurements taken in A. t. monticola. (For abbreviations see text).

| Medida | Intervalos de edad | | | | |
|------------------|--------------------|-------|--------|--------|-------|
| | 0-I | I-II | II-III | III-IV | IV-V |
| CC | 10,84 | 9,88 | 8,55 | 5,65 | 4,93 |
| C | 7,36 | 12,78 | 6,45 | 7,56 | 6,23 |
| P | 3,92 | 3,78 | -0,36 | 1,39 | 0,66 |
| O | -0,67 | 3,30 | 0,16 | -0,33 | 2,79 |
| Peso | 41,01 | 33,03 | 32,45 | 19,90 | 17,41 |
| LCB | 7,10 | 8,33 | 6,15 | 4,61 | 3,76 |
| LCC | 2,48 | 5,53 | 3,21 | 3,16 | 2,72 |
| LCI | 8,25 | 9,01 | 7,11 | 4,80 | 3,61 |
| LDS | 12,23 | 10,99 | 8,34 | 5,29 | 4,42 |
| LN | 6,73 | 8,09 | 7,16 | 4,52 | 4,13 |
| LR | 9,69 | 6,60 | 5,39 | 3,43 | 3,76 |
| SMSc | 6,57 | 2,95 | 5,08 | 4,71 | 3,19 |
| HCC | 6,61 | 5,15 | 5,10 | 2,57 | 3,43 |
| AIO | 1,77 | -1,30 | -3,08 | -2,27 | -0,93 |
| AN | 6,85 | 6,73 | 5,40 | 4,56 | 5,45 |
| AO | 7,44 | 7,42 | 6,31 | 4,39 | 2,79 |
| AR | 9,13 | 4,27 | 4,09 | 3,77 | 2,84 |
| AZ | 10,18 | 8,65 | 6,92 | 4,62 | 5,08 |
| LM | 7,85 | 7,19 | 5,53 | 4,34 | 3,33 |
| SMIc | 5,03 | 4,53 | 4,20 | 3,91 | 3,29 |
| HC | 7,94 | 8,51 | 7,26 | 4,87 | 4,22 |
| HMM ₂ | 7,67 | 5,29 | 6,55 | 4,30 | 3,34 |

y el peso corporales presentan un mayor incremento hasta los tres meses y medio de edad, aproximadamente, para a continuación atenuarse de forma manifiesta. Resultados semejantes obtiene MOREL (1981) en animales criados en el laboratorio, señalando los cuatro meses de edad como el momento en que las curvas de crecimiento de ambos parámetros toman valores asintóticos. Por otra parte, en *A. t. monticola* la cola muestra un mayor incremento en longitud hasta los dos meses y medio de edad, aunque mantiene durante la etapa adulta un crecimiento relativamente importante. El pie posterior y la oreja experimentan también una mayor elongación hasta los dos meses y medio, si bien posteriormente el crecimiento es mínimo.

Crecimiento craneal y mandibular

La comparación estadística de los valores craneales y mandibulares, obtenidos en machos y hembras en cada clase de edad, revela la existencia de diferencias intersexuales de carácter significativo solamente en algunos casos puntuales (LCB; LCI, V, $p < 0,02$; HCC, V, $p < 0,001$; AIO, III, $p < 0,001$; AO, V, $p < 0,002$; AZ, V, $p < 0,001$), registrándose siempre valores medios superiores en los machos. No obstante, la homogeneidad biométrica observada en el cráneo y la mandíbula en la inmensa mayoría de comparaciones efectuadas (95,5%, $n=132$), inducen a atribuir las diferencias observadas a la composición de la muestra y, en consecuencia, a admitir que ambos sexos no difieren en el apartado craneométrico. Estas observaciones concuerdan con los datos publicados a este respecto en otras poblaciones cavadoras de *A. terrestris* que señalan la ausencia de diferencias intersexuales a este nivel (SAINT-GIRONS, 1973; MOREL, 1981). Según lo expuesto y dado que la composición por sexos está balanceada, los

análisis craneométricos posteriores se han efectuado de manera global, contabilizando conjuntamente los valores registrados en ambos sexos.

Atendiendo al crecimiento relativo (tabla 2) se aprecia que todas las medidas correspondientes a longitudes del cráneo y mandíbula (LCB, LCC, LCI, LDS, LN, LR y LM), presentan unas pautas de variación semejantes con la edad relativa. De este modo, las mayores tasas de crecimiento se registran bien en el intervalo 0-I (LDS, LR y LM) o en el I-II (LCB, LCC, LCI y LN). Generalmente, en el intervalo II-III aparecen porcentajes intermedios entre los más elevados observados en fases precedentes y los claramente inferiores que aparecen en los dos intervalos superiores. Únicamente LCC escapa ligeramente a esta pauta, mostrando una mayor atenuación del crecimiento ya en la transición II-III. Las menores tasas se aprecian en el intervalo IV-V, salvo en LR donde aparecen en el intervalo anterior. Por su parte, las series molares superior e inferior presentan un mayor crecimiento en el intervalo 0-I, registrando posteriormente diferencias porcentuales inferiores y de magnitud más o menos constante.

Los valores medios de AN, AO, AR, AZ y HCC experimentan un mayor incremento en el intervalo 0-I, resultando destacable el mantenimiento de tasas de crecimiento relativamente elevadas que presentan los dos primeros parámetros en la transición I-II. Asimismo, cabe precisar que mientras AR muestra ya en este último intervalo una sensible atenuación del crecimiento, las restantes medidas muestran un decremento de las tasas de variación mucho más gradual hasta el intervalo superior (tabla 2).

Como caso particular destacar la pauta de variación que sigue AIO con la edad relativa, incrementando (muy levemente) sus valores medios tan sólo en el intervalo 0-I.

Posteriormente se registra una disminución progresiva de las medias hasta la clase V (tabla 1), apareciendo un mayor decremento en el intervalo II-III (tabla 2). A nivel mandibular, HC y HMM₂ presentan un mayor aumento de sus valores medios en los tres primeros intervalos, manteniendo, en los restantes, valores inferiores y de magnitud progresivamente decreciente (tabla 2).

Según los resultados expuestos se desprende que el mayor incremento de las longitudes del cráneo y mandíbula (LCB, LCC, LCI, LDS, LN, LR, LM, SMS_c y SMl_c) tiene lugar hasta los dos meses y medio de edad, aproximadamente. Durante el mes siguiente el crecimiento sigue siendo notable, aunque menor que en fases precedentes. Ya a partir de los tres meses y medio, el incremento en longitud se estabiliza de forma más acusada. Estos periodos coinciden, en cierto modo, con los datos aportados por MOREL (1981), que indican que LCB toma valores asintóticos alrededor de los cuatro meses de edad. En la muestra examinada, HCC, AN, AO, AR, AZ, HC, HMM₂, atenúan el crecimiento de forma más patente a partir de los tres meses y medio de edad, y AR lo hace claramente antes, aproximadamente sobre las seis semanas.

Análisis de correlación y regresión

Con el objeto de completar la información sobre el crecimiento somático y craneal de la población estudiada se ha efectuado un análisis de correlación entre los parámetros más representativos. Un análisis de regresión previo ha permitido observar que los parámetros considerados no muestran pautas de crecimiento diferencial según la época del año. Por tanto, los resultados que se exponen seguidamente corresponden al tratamiento globalizado de los datos acumulados de manera homogénea a lo largo de todo el ciclo anual.

A nivel somatométrico se ha correlacionado el peso corporal y CC (tomadas como variables independientes) con el resto de medidas consideradas (tabla 3). Los coeficientes de correlación obtenidos son, en todos los casos, estadísticamente significativos (CC/peso, $C/peso$, $P/peso$, C/CC , P/CC , $p < 0,001$; $O/peso$, $p < 0,01$; O/CC , $p < 0,05$), apreciándose, sin embargo, valores notablemente más elevados ($0,96 > r > 0,86$) en las distintas correlaciones entre CC, C y el peso corporal.

Atendiendo al valor de las pendientes de las rectas de regresión obtenidas (tabla 3) se desprende que mientras C presenta una variación alométrica de signo positivo respecto al peso corporal, CC, P y O experimentan respecto a dicho parámetro una variación alométrica negativa, si bien en el caso de CC adquiere una fuerte tendencia hacia la condición de isometría.

El crecimiento relativo del cráneo y mandíbula respecto a las dimensiones generales del cuerpo se ha evaluado a través de las correlaciones entre el peso corporal y CC (variables independientes) con LCB, LDS y LM (tabla 3). En todos los casos los coeficientes de correlación obtenidos resultan ser claramente significativos ($p < 0,001$), mostrando valores superiores a 0,92. Según se desprende del análisis de las pendientes, las tres longitudes sufren frente al peso corporal una variación alométrica negativa, aunque LDS muestra una clara tendencia hacia la isometría. Igualmente, mientras LCB y LM guardan respecto a CC una relación alométrica de signo negativo, LDS experimenta también una variación casi isométrica en relación a dicha variable somática.

A nivel craneal se ha considerado LDS como variable independiente, ya que constituye una medida que puede ser tomada fácilmente en material de egagrópileas y, en consecuencia, ser empleada en aquellos casos en que se

desea efectuar estimas de parámetros que afectan a partes deterioradas del cráneo. De este modo se ha correlacionado dicha variable con las demás medidas del cráneo y mandíbula consideradas (tabla 3), salvo con AIO ya que, según se ha comprobado, presenta una variación no lineal respecto a LDS. En todos los casos considerados, los coeficientes

obtenidos son estadísticamente significativos ($p < 0,001$), oscilando entre 0,99 y 0,76. LDS guarda un nivel de correlación progresivamente decreciente con: LCI, LCB, LM, AZ, AO, LN, HC, HCC, HMM₂, SMlc, LR, AR, LCC, SMSc y AN.

El análisis de los coeficientes de regresión indica que salvo AN, que muestra una

Tabla 3. Ecuaciones de regresión ($\log y = \log a + b \log x$) para las correlaciones efectuadas en *A. t. monticola*. (Para abreviaturas ver texto).

*Regression equations ($\log y = \log a + b \log x$) for the correlations performed in *A. t. monticola*. (For abbreviations see text).*

| y/x | n | r | log a | b | Intervalos de confianza de b (95%) | |
|-----------------------|-----|--------|---------|--------|------------------------------------|--------|
| | | | | | sup. | inf. |
| CC/peso | 403 | 0,9575 | 1,5550 | 0,3116 | 0,3201 | 0,3031 |
| C/peso | 396 | 0,8605 | 1,0999 | 0,3627 | 0,3808 | 0,3446 |
| P/peso | 400 | 0,5293 | 1,1746 | 0,1131 | 0,1226 | 0,1036 |
| O/peso | 403 | 0,2621 | 0,6335 | 0,2248 | 0,2460 | 0,2036 |
| C/CC | 399 | 0,8640 | -0,7097 | 1,1637 | 1,2207 | 1,1067 |
| P/CC | 402 | 0,5255 | 0,6129 | 0,3617 | 0,3922 | 0,3312 |
| O/CC | 405 | 0,2273 | -0,4879 | 0,7211 | 0,7897 | 0,6525 |
| LCB/peso | 373 | 0,9310 | 1,0534 | 0,2368 | 0,2456 | 0,2280 |
| LDS/peso | 388 | 0,9290 | 0,4888 | 0,3010 | 0,3121 | 0,2899 |
| LM/peso | 398 | 0,9242 | 0,9322 | 0,2167 | 0,2248 | 0,2086 |
| LCB/CC | 375 | 0,9329 | -0,1074 | 0,7505 | 0,7774 | 0,7236 |
| LDS/CC | 391 | 0,9266 | -1,0073 | 0,9632 | 0,9995 | 0,9269 |
| LM/CC | 401 | 0,9248 | -0,1519 | 0,6967 | 0,7229 | 0,6705 |
| LCB/LDS | 371 | 0,9767 | 0,6665 | 0,7888 | 0,8064 | 0,7712 |
| LCC/LDS | 378 | 0,8570 | 0,6824 | 0,5718 | 0,6017 | 0,5419 |
| LCI/LDS | 364 | 0,9811 | 0,6207 | 0,8475 | 0,8648 | 0,8302 |
| LN/LDS | 385 | 0,9196 | 0,0269 | 0,8777 | 0,9123 | 0,8431 |
| LR/LDS | 382 | 0,8665 | 0,2688 | 0,7743 | 0,8133 | 0,7353 |
| SMSc/LDS | 390 | 0,8524 | 0,1854 | 0,6630 | 0,6975 | 0,6285 |
| HCC/LDS | 378 | 0,8925 | 0,3294 | 0,6311 | 0,6597 | 0,6025 |
| AN/LDS | 386 | 0,7642 | -0,4977 | 0,9549 | 1,0166 | 0,8932 |
| AO/LDS | 376 | 0,9449 | 0,3818 | 0,7549 | 0,7803 | 0,7295 |
| AR/LDS | 389 | 0,8655 | 0,0948 | 0,6324 | 0,6642 | 0,6006 |
| AZ/LDS | 345 | 0,9529 | 0,3585 | 0,8926 | 0,9213 | 0,8639 |
| LM/LDS | 391 | 0,9649 | 0,5820 | 0,7183 | 0,7374 | 0,6992 |
| SMlc/LDS | 392 | 0,8684 | 0,2313 | 0,6252 | 0,6560 | 0,5944 |
| HC/LDS | 386 | 0,9174 | 0,0692 | 0,8909 | 0,9265 | 0,8553 |
| HMM ₂ /LDS | 391 | 0,8690 | -0,1685 | 0,7832 | 0,8218 | 0,7446 |
| LCB/LM | 370 | 0,9716 | 0,0208 | 1,1028 | 1,1300 | 1,0756 |
| SMlc/LM | 404 | 0,9085 | -0,2666 | 0,8641 | 0,8995 | 0,8287 |
| HC/LM | 399 | 0,9388 | -0,6382 | 1,2299 | 1,2716 | 1,1882 |
| HMM ₂ /LM | 403 | 0,9004 | -0,8005 | 1,0884 | 1,1348 | 1,0420 |

relación isométrica respecto a LDS, todos los parámetros craneales presentan una variación alométrica de signo claramente negativo frente a dicha medida (tabla 3). Exceptuando AN, las variables que presentan mayores pendientes ($b > 0,84$) son: AZ, HC, LN y LCI. Con pendientes que oscilan entre 0,79 y 0,71 se encuentran LCB, HMM₂, LR, AO y LM, y ya con valores de b situados entre 0,67 y 0,57 aparecen SMSc, AR, HCC y LCC (tabla 3).

Por lo que respecta a la mandíbula se ha atendido a las correlaciones de LM (variable independiente) con LCB y con el resto de medidas mandibulares consideradas. Todas estas correlaciones resultan ser estadísticamente significativas ($p < 0,001$) mostrando coeficientes superiores a 0,9 (tabla 3). LCB, HMM₂ y HC presentan una variación alométrica de signo positivo respecto a LM, aunque a nivel de los dos primeros parámetros se detecta una mayor tendencia hacia la condición de isometría. Finalmente SMIC experimenta una variación alométrica negativa respecto a LM.

El conjunto de datos aportados constituye una primera aproximación al estudio del crecimiento de una población de *A. terrestris monticola* en condiciones naturales. Determinaciones más precisas únicamente podrán conseguirse mediante procedimientos que permitan conocer la edad absoluta de los individuos, ya sea a través de la cría en el laboratorio o bien mediante la aplicación de técnicas de captura-marcaje-recaptura.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al Dr. J. Gosálbez y a la Dra. M^o J. López-Fuster (Barcelona) por las valiosas sugerencias brindadas para la realización del presente estudio. Asimismo agradezco a M. Marqués, S. Ruiz, S. Lluch y G. Jordán su inestimable colaboración en el trabajo de campo.

REFERENCIAS

- AIROLDI, J.-P. & MEYLAN, A., 1974. Bibliographie du genre *Arvicola* Lacépède. Travaux publiés en Europe (à l'exclusion de la Russie) de 1900 à 1972. *Public. OEPP. (Sér. B)*, 78: 1-42.
- ANDÉRA, M., 1977. A contribution to the postnatal development of the water vole (*Arvicola terrestris*). *Lynx*, 19: 5-16.
- BORGHI, C. E., MARTÍNEZ-RICA, J. P. & GIANNONI, S. M., 1991. Quelques données nouvelles sur la distribution des rongeurs fouisseurs des Pyrénées d'Aragon (Espagne). *Mammalia*, 55: 445-447.
- ENGELS, H., 1975. Zur Kennzeichnung der spanischen Schermaus *Arvicola terrestris monticola* de Séllys-Longchamps, 1838). *Z. Säugetierkunde*, 40: 372-377.
- GOSÁLBEZ, J., 1976. Contribución al conocimiento de los roedores del nordeste de la Península Ibérica y su interés biológico. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona.
- GOULD, S. J., 1966. Allometry and size in ontogeny and phylogeny. *Biol. Rev.*, 41: 587-640.
- HERFS, A., 1939. Über die Fortpflanzung und Vermehrung der Grossen Wühlmaus (*Arvicola terrestris* L.). *Nachr. Sch. bek.*, 14: 93-193.
- HUXLEY, J. S., 1932. *Problems of relative growth*. Methuen, London.
- KMINIAK, M., 1974. Zum Vorkommen del Grossen Wühlmaus (*Arvicola terrestris* L., 1758) in der Slowakei. *Lynx*, 16: 20-30.
- KRATOCHVÍL, J., 1983. Variability of some criteria in *Arvicola terrestris* (Arvicolidae, Rodentia). *Acta Sc. Nat. Brno*, 17 (12): 1-40.
- KUBIK, J., 1969. Beitrag zu Untersuchungen über die Verändlichkeit bei der Schermaus - *Arvicola terrestris* (Linnaeus, 1758). *Ann. Univ. M. Curie-Sklodowska (Sect. C)*, 24: 279-288.
- MCMAHON, T. A., 1975. Allometry and biomechanics: Limb bones in adult ungulates. *Am. Nat.*, 109: 547-563.
- MOREL, J., 1981. Le campagnol terrestre, *Arvicola terrestris* (L.) en Suisse: biologie et systématique (Mammalia, Rodentia). Tesis doctoral, Université de Lausanne.
- NIETHAMMER, J., 1964. Ein Beitrag zur Kenntnis der Kleinsäger Nordspaniens. *Z. Säugetierkunde*, 29: 193-220.
- NIETHAMMER, J. & KRAPP, F., 1978. *Handbuch der Säugetiere Europas, vol. I*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.

- PELIKÁN, J., 1972. *Arvicola terrestris* (L.) indexes of reproduction in Czechoslovakia. *Acta. Sc. Nat. Brno*, 11: 3-50.
- RAMALHINHO, M. G. & MATHIAS, M. L., 1988. *Arvicola terrestris monticola* in Portugal. *Mammalia*, 52: 429-431.
- REICHSTEIN, H., 1963. Beitrag zur systematischen Gliederung des genus *Arvicola* Lacépède 1799. *Z. zool. Syst. Evolut.-forsch.*, 1: 155-204.
- 1982. Gattung *Arvicola* Lacépède, 1799. In: *Handbuch der Säugetiere Europas, vol. II*: 209-252 (J. Niethammer & F. Krapp, Eds.) Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- RICKER, W. E., 1973. Linear regressions in Fishery research. *J. Fish. Res. Board Can.*, 30: 409-434.
- SAINT-GIRONS, M.-C., 1973. *Les mammifères de France et du Benelux. Faune marine exceptée*. Doin, Paris.
- SCHINDLER, V., 1966. Über Wühlmäusen, *Arvicola terrestris terrestris* (Linné, 1758), der Nordseeinsel Amrum. *Säugetierkd. Mitt.*, 14: 133-138.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J., 1981. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- VENTURA, J., 1990. Datos biométricos sobre los huesos largos y la scápula de *Arvicola sapidus* Miller, 1908 (Rodentia, Arvicolidae). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.)*, 86: 55-64.
- 1992. Morphometric data on the scapula and limb long bones of *Arvicola terrestris* (Linnaeus, 1758) (Rodentia, Arvicolidae). *Rev. suisse Zool.*, 99: 629-636.
- VENTURA, J. & GOSÁLBEZ, J., 1988. Revisión de la corología de *Arvicola terrestris* (Linnaeus, 1758) (Rodentia, Arvicolidae) en la Península Ibérica. *Misc. Zool.*, 12: 319-327.
- 1989. Taxonomic review of *Arvicola terrestris* (Linnaeus, 1758) (Rodentia, Arvicolidae) in the Iberian Peninsula. *Bonn. Zool. Beitr.*, 40: 227-242.
- 1992. Criterios para la determinación de la edad relativa en *Arvicola terrestris monticola* (Rodentia, Arvicolidae). *Misc. Zool.*, 16: 197-206
- VENTURA, J., GOSÁLBEZ, J. & GÖTZENS, V., 1991. The os coxae of a digging form of the northern water vole, *Arvicola terrestris* (Rodentia, Arvicolidae). *Anat. Histol. Embryol.*, 20: 225-236.
- WIELAND, H., 1973. Beitrag zur Biologie und zum Massenwechsel der Grossen Wühlmaus (*Arvicola terrestris* L.). *Zool. Jb. Syst.*, 100: 351-428.