

## Algunas consideraciones morfométricas sobre los *Scarabaeoidea* coprófagos (*Insecta: Coleoptera*)

Some morphometric considerations about dung-beetles  
(*Coleoptera: Scarabaeoidea*)

J. M. LOBO

Museo Nacional de Ciencias Naturales (C.S.I.C.), U. E. I. de Entomología. C/ José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid (España).

Recibido el 17 de septiembre de 1991. Aceptado el 7 de enero de 1992.

**Palabras clave:** *Scarabaeoidea*, morfometría, relación longitud-biomasa.

**Key words:** *Scarabaeoidea*, dung-beetles, morphometry, length-weight relationship.

### RESUMEN

Se ha estudiado la relación morfométrica entre la longitud y la anchura en los *Scarabaeoidea* coprófagos ibéricos, delimitándose tres patrones morfológicos según esta relación y el tamaño medio de las especies. Se postula que la existencia de estos patrones está relacionada con los comportamientos trófico-reproductivos de las especies. Además, aunque entre la longitud y el peso corporal de todas las especies se produce la esperada relación alométrica, dentro de cada uno de estos patrones morfológicos existe una relación lineal entre ambos parámetros.

### SUMMARY

Data consisting of length-width measurements, plus average size, were found to form three distinct body-shape groups in Iberian dung-beetles. The species in these groups share the same trophic and reproductive behaviour. Moreover, in each one of these groups, a simple linear regression describes the length-weight relationship better than a log-log regression with transformed data does.

## INTRODUCCION

Desde principios de siglo se conoce que la relación entre cualquier variable lineal y el volumen (y por tanto el peso) de un organismo, depende de la forma general del mismo (Thompson, 1917; Huxley, 1924 o Gould, 1966). Dichas relaciones potenciales han sido constatadas en numerosos grupos sistemáticos y permiten predecir la biomasa a partir de una medida lineal concreta (Davey, 1954; Engelmann, 1961; Tilbrook, 1972; Rogers *et al.*, 1976; Rogers *et al.*, 1977; Jarosik, 1989 o Wenzel *et al.*, 1990).

Con el objeto de distinguir los grandes patrones morfológicos presentes, este trabajo analiza someramente la morfometría general de los *Scarabaeoidea* coprófagos de la Península Ibérica. Después se examina la relación entre la longitud y el peso de las especies, según estos patrones morfológicos. Metodológicamente, ello podría permitir una más correcta estimación de la biomasa a partir de la longitud, ya que los cálculos de regresión podrían efectuarse utilizando sólo los datos de cada grupo morfológico, minimizándose la variación que la relación alométrica sufre con el cambio de la forma.

## METODOS

Mediante un micrómetro ocular, se han realizado mediciones de la longitud y la anchura máxima de 63 especies de *Scarabaeoidea* coprófagos (31 *Aphodiidae*, 23 *Scarabaeidae* y 9 *Geotrupidae*) con un error en la medida de  $\pm 0,01$  mm (Tabla 1). La longitud de los ejemplares se ha medido, en visión dorsal, desde el borde anterior del clípeo hasta el ápice elitral. La anchura se tomó como la distancia existente entre la parte externa de ambos callos humerales. Para cada una de las especies, la longitud y la anchura medias son el resultado de efectuar 10 mediciones sobre otros tantos individuos. El rango de variación de las longitudes es de 12,29-3,41 mm para los *Aphodiidae*, 30,19-4,71 mm para los *Scarabaeidae*, y 25,18-14,63 mm para los *Geotrupidae*.

A la vez se calculó la biomasa de 30 de estas especies (14 *Scarabaeidae*, 9 *Geotrupidae* y 7 *Aphodiidae*) (Tabla 1). El peso medio de cada una de ellas fue determinado mediante una balanza de precisión ( $n = 10$ , error de balanza = 0,01 mg), tras someter a los ejemplares a 60° C durante 24 horas. En el caso de aquellas especies de menor talla (*Onthophagini* y *Aphodius*), el peso seco medio se estimó mediante el pesaje conjunto de 20 ó 30 ejemplares en cinco ocasiones. El rango de variación de los pesos es de 764,12-2,11 mg para los *Scarabaeidae*, 20,43-2,24 mg para los *Aphodiidae*, y 378,23-118,65 mg para los *Geotrupidae*.

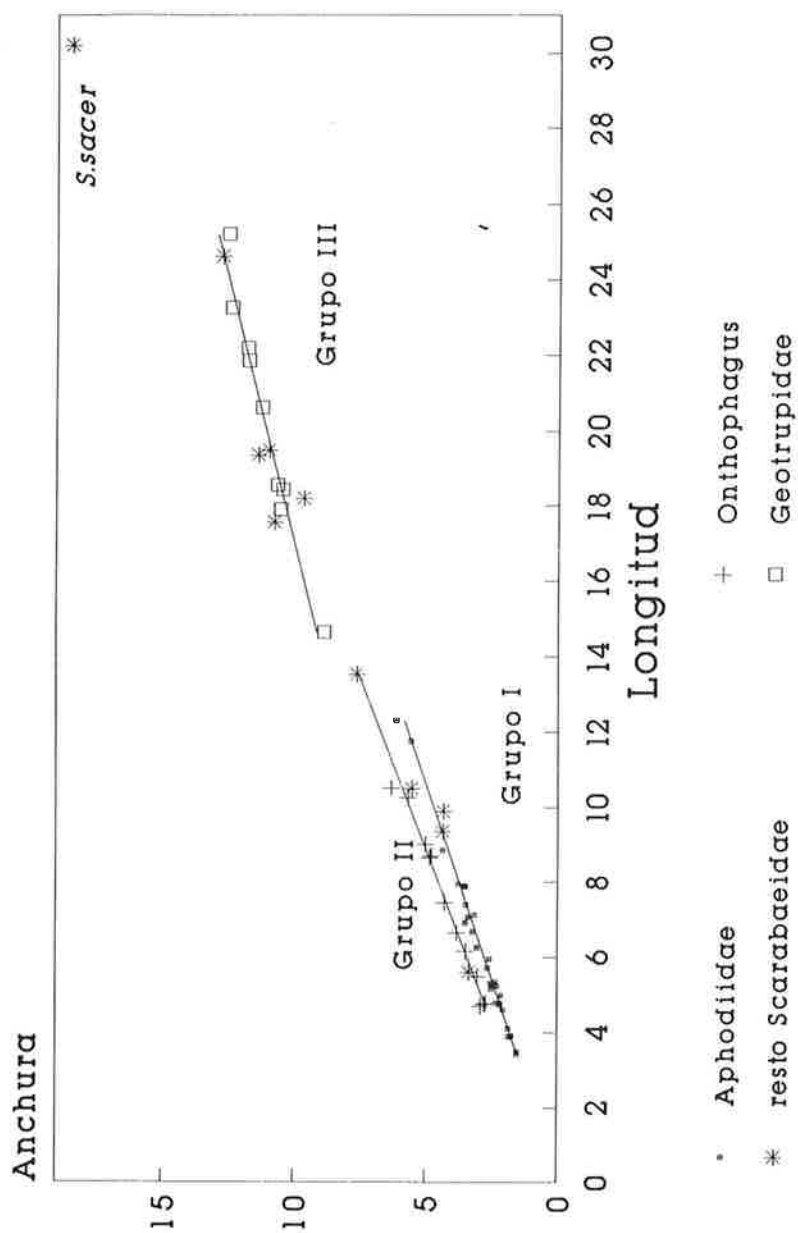


Fig. 1.—Relación entre la anchura y la longitud (en mm) para 63 especies de *Scarabaeoidea* coprófagos, y rectas de regresión formadas (grupos, *vid.* texto).

Fig. 1.—Length-width ratio (in mm) for 63 species of dung-beetles and regression lines established (groups, see text).

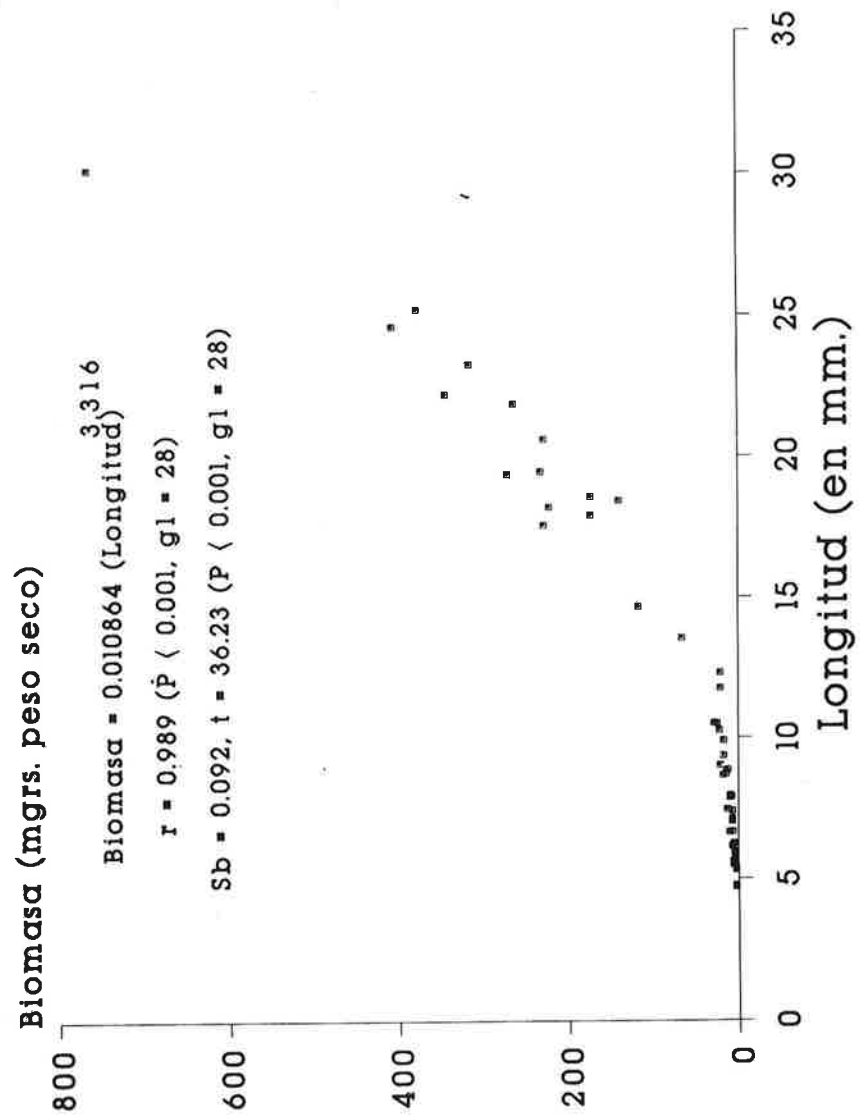
Fig. 2.—Relación potencial entre la longitud y la biomasa para 30 especies de *Scarabaeoidea* coprófagos.

Fig. 2.—Potential ratio between length and weight for 30 species of dung-beetles.

## RESULTADOS

La razón entre la longitud (L) y la anchura (A) media de las especies, es un reflejo de su morfología general. Dicha razón es mayor cuanto menos redondeada es la forma general de la especie. Los *Aphodiidae* son de un tamaño medio menor ( $6,04 \pm 2,15$  mm) con una razón L/A que oscila entre 1,99 y 2,34. Sin embargo, los *Scarabaeidae* poseen un tamaño medio superior y una mayor variación en sus longitudes ( $11,53 \pm 6,88$  mm), oscilando su razón L/A entre 1,62 y 1,93, si descontamos las especies de *Euoniticellus* cuya forma es más alargada (L/A entre 2,15 y 2,28). Los *Geotrupidae* son todos de gran tamaño ( $20,30 \pm 0,95$  mm) con una razón L/A entre 1,65 y 2,01.

Como puede observarse gráficamente (Fig. 1), existen tres patrones morfométricos generales en los Escarabeidos. Uno que incluye todas las especies de *Aphodiidae* y las pertenecientes al género *Euoniticellus*, caracterizado por una razón L/A igual o mayor de 2 y un tamaño general inferior a los 13 mm (Grupo I). Otro, cuyo prototipo son las especies del género *Onthophagus*, pero que incluye también a los géneros *Caccobius*, *Euonthophagus* y *Gymnopleurus* (Grupo II). Este patrón está caracterizado por una razón L/A menor de 2 y un tamaño no superior a los 14 mm. Por último estarían todas aquellas especies de gran tamaño, tanto *Geotrupidae* como *Scarabaeidae*, caracterizadas por un incremento menor de la anchura respecto a la longitud y una razón L/A también inferior a 2 (Grupo III). La única especie de las examinadas que podría quedar al margen de estos patrones es *Scarabaeus sacer* (L.), debido a su forma casi circular y su gran tamaño.

Entre la longitud y el peso seco medio de las especies existe una clara relación potencial (Fig. 2), que ha servido para estimar la biomasa a partir de la longitud en diversos grupos de insectos (Rogers *et al.*, 1976; Rogers *et al.*, 1977; Marcuzzi, 1987; Jarosik, 1989 o Wenzel *et al.*, 1990). Sin embargo, cuando estimamos esta misma relación según los diferentes grupos antes mencionados tenemos que, tanto para los *Aphodiidae* (Grupo I) como para los *Scarabaeidae* de pequeño tamaño (Grupo II), los datos se ajustan muy bien a una relación lineal. En el primer grupo esa relación es: **Biomasa = 2,846 (Longitud) - 13,676**; con un coeficiente de correlación altamente significativo ( $r = 0,990$ ,  $P < 0,001$ ,  $gl = 5$ ), un coeficiente de regresión ( $b$ ) con un 95% de probabilidades de encontrarse entre 3,306 y 2,386 ( $Sb = 0,180$ ;  $t = 18,85$ ,  $P < 0,001$ ), y una desviación estándar de muestra de regresión ( $Syx = 0,93$ ) mucho menor que en el caso de una relación potencial ( $Syx = 8,27$ , *vid.* Snedecor & Cochran, 1981, y Tausch & Tueller, 1988). En el segundo grupo la relación es: **Biomasa = 3,379 (Longitud) - 13,409** ( $r = 0,958$ ,  $P < 0,001$ ,  $gl = 5$ ;  $Sb = 0,453$ ,  $t = 7,46$ ,  $P < 0,001$ , siendo  $Syx = 2,09$  en el caso de la relación lineal y  $Syx = 3,55$  en el caso de la relación potencial). Además, reuniendo los datos de ambos grupos, no existen diferencias significativas entre las biomásas estimadas mediante las regresiones lineales y las biomásas reales ( $\chi^2 = 2,16$ ,  $P < 0,9$ ,  $gl = 12$ ).

La relación lineal entre el peso seco y la longitud, para las especies de mayor ta-

maño que conforman el Grupo III (sin *S. sacer*), es también la que obtiene los mejores resultados. En este caso la relación es:  $\text{Biomasa} = 26,96 (\text{Longitud}) - 293,288$  ( $r = 0,937$ ,  $P < 0,001$ ,  $gl = 13$ ;  $Sb = 2,803$ ,  $t = 9,62$ ,  $P < 0,001$ ). Se calcularon las regresiones lineales, potenciales y exponenciales entre el peso seco y la longitud, teniendo en cuenta tanto a las especies del Grupo III como incluyendo, además, a *Scarabaeus sacer*. De todas ellas, la que poseía una desviación estándar de muestra de regresión menor fue la regresión lineal anteriormente reseñada ( $S_{yx} = 34,88$  por  $S_{yx} = 36,73$  en el caso de una regresión potencial).

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Cuando cambia la forma, el valor de  $a$  en la recta de regresión entre la longitud y la anchura se modifica (el punto en el cual la línea de regresión corta al eje de las  $y$ ). Eso es básicamente lo que ocurre entre los "alargados" *Aphodiidae* y los "redondeados" *Scarabaeidae* de menor talla. Sin embargo, entre los grupos de especies con diferente tamaño medio, lo que se modifica es  $b$ , es decir, el promedio de incremento del peso seco con la longitud. Esta pendiente de regresión es mucho mayor para las especies de gran tamaño que para las pequeñas. En otras palabras: si la longitud aumenta un milímetro, el peso seco incrementa unas 9 veces más en las especies de mayor tamaño.

Los tres patrones morfológicos establecidos, se corresponden, en cierta medida, con grupos taxonómicos. Pero la correspondencia es mucho mayor si se consideran los hábitos trófico-reproductivos de las especies. Los *Geotrupidae* ibéricos pueden englobarse dentro de un morfotipo, caracterizado por una relación  $L/A$  inferior a 2 (forma redondeada) y un tamaño superior a la media entre los *Scarabaeoidea* coprófagos de la Península Ibérica (unos 20 mm). Los *Aphodiidae*, en cambio, poseen una relación  $L/A$  igual o superior a 2 (forma alargada) y un tamaño mucho menor (unos 6 mm). Los *Scarabaeidae* son el grupo coprófago más diversificado y el que muestra una mayor variedad de adaptaciones hacia el consumo de heces (Halffter & Edmonds, 1982). Por ello, no es de extrañar que presenten especies ibéricas en los tres patrones morfológicos reconocidos: "pequeños y redondeados", "pequeños y alargados" como los *Aphodiidae*, y "redondeados y grandes" como los *Geotrupidae*. El comportamiento trófico-reproductivo de los *Aphodiidae* coprófagos es típicamente endocóprido o endofágico. Tanto los adultos como las larvas se alimentan libremente en el interior de la masa de excremento, aunque algunas especies realicen nidificaciones primitivas (Lumaret, 1989; Rojewski, 1983). Los *Scarabaeidae* y *Geotrupidae* coprófagos, se alimentan y realizan sus puestas en galerías más o menos complejas situadas debajo o lejos de la fuente nutritiva. Sus larvas, por tanto, no tienen vida libre y se encuentran aprovisionadas y protegidas de los efectos de la competencia o la predación.

Teóricamente, las poblaciones larvarias de los *Aphodiidae* han de sufrir una



mayor mortalidad y por ello su tasa de oviposición es más elevada (Halffter & Edmonds, 1982). De esta manera, el patrón morfológico típico de esta familia podría estar relacionado con su comportamiento trófico-reproductivo: "pequeños" para poder mantener altas poblaciones dentro de un hábitat discreto como los excrementos, y "alargados" para facilitar biomecánicamente la vida endocóprida. Así, no resulta extraño que el género *Euoniticellus* se incluya en el mismo patrón morfológico que los *Aphodiidae*. Sus especies pertenecen al único género ibérico que puede tener hábitos endocópridos (Rougon & Rougon, 1982), las hembras pueden ovipositar poco tiempo después de su eclosión y su rápido desarrollo les permite altas tasas de crecimiento poblacional (Halffter & Edmonds, *op. cit.*).

Desde estas consideraciones, resulta lógico que las presiones selectivas que conducen hacia un incremento en tamaño dentro de una línea filogenética (Brown & Maurer, 1986), puedan actuar en aquellos taxa no endocópridos. Entre tamaño corporal y tamaño poblacional existe casi siempre una correlación negativa (Brown & Maurer, 1987). En un hábitat discreto como las heces, un incremento del tamaño corporal, debe de estar asociado indefectiblemente con una disminución del tamaño de las poblaciones y, por tanto, con un incremento de las estrategias que disminuyan la mortalidad larvaria. Entre los *Scarabaeoidea* coprófagos, sólo los taxones que protegen sus estados larvarios (*Scarabaeidae* y *Geotrupidae* principalmente) pueden permitirse una disminución del tamaño de sus poblaciones.

La otra característica morfológica de los *Scarabaeidae* y *Geotrupidae* ibéricos, su relación L/A inferior a 2 (forma redondeada), parece independiente del tamaño corporal. Debido a que, con idéntica longitud, estas especies tienen mayor volumen y peso, es posible que las formas "redondeadas" estén relacionadas con la adquisición de mayor fuerza muscular y menor superficie de disipación calorífica, ambas cualidades podrían ser necesarias ante el gasto energético que suponen las actividades cavadoras.

La relación potencial entre la longitud y el peso es una consecuencia geométrica lógica, debida principalmente a que el incremento en volumen es el cubo de cualquier aumento lineal. Naturalmente, mayor volumen significa mayor peso, sobre todo si se tiene en cuenta que, en insectos, un aumento del tamaño conlleva, normalmente, un mayor grosor del exoesqueleto, como fue reconocido hace tiempo (Thompson, 1917). En nuestro caso, considerar un amplio espectro de especies con diferentes formas y tamaños, conduce a la clásica relación potencial entre la longitud y el peso. Pero si tenemos en cuenta la morfometría general de las especies y establecemos agrupaciones que aglutinen a aquéllas de similar forma y tamaño, la relación alométrica entre la longitud y el peso no se manifiesta.

En los *Scarabaeoidea* coprófagos ibéricos, el establecimiento de grupos morfométricos es sencillo. Estos grupos están tan bien delimitados, que no existe una relación potencial entre longitud y peso corporal dentro de ellos. El grupo que menos se ajusta a esa relación lineal es, lógicamente, el que incluye mayor variedad de géneros y, por tanto, mayor variación en su morfología general (Grupo III). De esta

manera, la ausencia de una relación lineal entre la longitud y el peso corporal de las especies de un grupo biológico dado, significa la existencia de varios patrones morfológicos dentro de ese grupo. El corolario metodológico de esta cuestión, es que resulta posible calcular la biomasa de las especies coprófagas de *Scarabaeoidea* ibéricos, conociendo su longitud media y su relación longitud/anchura, evitando además los inconvenientes que comporta la transformación logarítmica de los datos en las regresiones potenciales y el uso de complejos métodos de regresión no lineal (Sprugel, 1983 o Tausch & Tueller, 1988).

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible realizarlo gracias a los proyectos 1530/82 de la CAY-CIT y PB870397 de la DGICYT.

Tabla 1.—Longitud media, anchura media (en mm.) y peso medio (en mgrs. peso seco) de las especies de *Scarabaeoidea* coprófagas consideradas. Los criterios taxonómicos adoptados son los de Veiga & Martín Piera (1988).

Table 1.—Mean length, mean width (in mm.) and mean weight (in mgrs. dry weight) of the dung-beetle species considered. We have chosen to use a taxonomical criterion based on Veiga & Martín Piera (1988) in this table.

	<i>Longitud</i>	<i>Anchura</i>	<i>Peso</i>
<i>Typhoeus typhoeus</i>	18,41	10,44	140,37
<i>Anoplotrupes stercorosus</i> .....	18,54	10,63	174,21
<i>Ceratophyus hoffmanseggi</i> .....	25,18	12,50	378,17
<i>G. ibericus</i> .....	21,84	11,74	264,81
<i>G. mutator</i> .....	22,18	11,77	344,47
<i>G. stercorarius</i> .....	23,24	12,38	316,34
<i>Sericotrupes niger</i> .....	20,60	11,23	228,14
<i>Thorectes castillanus</i> .....	14,63	8,86	118,40
<i>Trypocopris pyrenaeus</i> .....	17,89	10,51	174,34
<i>Copris lunaris</i> .....	19,47	10,96	232,51
<i>Euoniticellus fulvus</i> .....	9,35	4,35	16,50
<i>E. pallipes</i> .....	9,88	4,33	—
<i>Bubas bubalus</i> .....	18,19	9,65	222,32
<i>Onitis belial</i> .....	24,61	12,74	406,78
<i>Euonthophagus amyntas</i> .....	10,49	5,52	—
<i>Caccobius schreberi</i> .....	5,60	3,35	—
<i>Onthophagus furcatus</i> .....	4,77	2,71	—
<i>O. taurus</i> .....	8,70	4,79	13,30
<i>O. fracticornis</i> .....	8,65	4,86	—
<i>O. grossepunctatus</i> .....	4,76	2,77	—
<i>O. joannae</i> .....	4,71	2,90	2,11
<i>O. lemur</i> .....	7,45	4,28	12,43
<i>O. similis</i> .....	6,15	3,48	—



## Continuación

	<i>Longitud</i>	<i>Anchura</i>	<i>Peso</i>
<i>O. stylocerus</i> .....	10,50	6,32	—
<i>O. vacca</i> .....	10,25	5,67	21,50
<i>O. verticicornis</i> .....	9,00	5,01	20,30
<i>O. punctatus</i> .....	5,50	3,03	—
<i>O. maki</i> .....	6,65	3,82	9,58
<i>Gymnopleurus flagellatus</i> .....	13,52	7,62	66,29
<i>Scarabaeus laticollis</i> .....	19,35	11,37	272,84
<i>S. puncticollis</i> .....	17,55	10,76	228,20
<i>S. sacer</i> .....	30,19	18,43	764,19
<i>Aphodius immundus</i> .....	5,70	2,62	—
<i>A. bonvouloiri</i> .....	7,89	3,52	7,21
<i>A. scybalarius</i> .....	7,11	3,13	—
<i>A. elevatus</i> .....	6,67	3,19	—
<i>A. frigidus</i> .....	5,30	2,50	—
<i>A. lusitanicus</i> .....	4,77	2,29	—
<i>A. annamariae</i> .....	6,24	3,02	—
<i>A. conjugatus</i> .....	8,84	4,34	11,60
<i>A. fimetarius</i> .....	7,39	3,46	6,67
<i>A. foetidus</i> .....	6,91	3,48	6,42
<i>A. satellitius</i> .....	7,05	3,38	—
<i>A. ictericus</i> .....	5,23	2,28	—
<i>A. lugens</i> .....	7,86	3,48	—
<i>A. granarius</i> .....	4,97	2,12	—
<i>A. distinctus</i> .....	4,78	2,16	—
<i>A. lincolatus</i> .....	4,59	2,03	—
<i>A. erraticus</i> .....	7,93	3,73	—
<i>A. scrutator</i> .....	11,74	5,55	20,43
<i>A. merdarius</i> .....	3,87	1,75	—
<i>A. coenosus</i> .....	4,71	2,15	—
<i>A. tersus</i> .....	3,88	1,83	—
<i>A. striatulus</i> .....	3,47	1,50	—
<i>A. consputus</i> .....	4,09	1,83	—
<i>A. sphacelatus</i> .....	5,34	2,34	—
<i>A. affinis</i> .....	5,34	2,33	2,24
<i>A. contaminatus</i> .....	5,94	2,56	3,84
<i>A. haemorrhoidalis</i> .....	5,15	2,48	—
<i>A. porcus</i> .....	4,76	2,13	—
<i>A. fossor</i> .....	12,29	6,10	—
<i>A. scrofa</i> .....	3,41	1,51	—
<i>Heptaulacus testudinarius</i> .....	3,90	1,70	—

## BIBLIOGRAFIA

- BROWN, J. H. y MAURER, B. A., 1986. Body size, ecological dominance and Cope's rule. *Nature*, 324: 248-250.
- 1987. Evolution of species assemblages: effects of energetic constraints and species dynamics on the diversification of the North American avifauna. *Am. Nat.*, 130: 1-17.
- DAVEY, P. M., 1954. Quantities of food eaten by the desert locust. *Schistocerca gregaria* (Forsk.) in relation to growth. *Bull. Entomol. Res.*, 45: 539-551.
- ENGELMANN, M. D., 1961. The role of the soil arthropods in the energetics of an old field community. *Ecol. Monogr.*, 31: 221-238.
- GOULD, S. J., 1966. Allometry and size in ontogeny and phylogeny. *Biol. Rev.*, 41: 587-640.
- HALFFTER, G. y W. D. EDMONDS, 1982. *The nesting behaviour of dung beetles (Scarabaeinae): an ecological and evolutive approach*. Instituto de Ecología. México. 177 pp.
- HUXLEY, J. S., 1924. Constant differential growth-ratios and their significance. *Nature*, 114: 895-896.
- JAROSIK, V., 1989. Mass vs. length relationship for carabid beetles (Col. Carabidae). *Pedobiologia*, 33: 87-90.
- LUMARET, J. P., 1989. Sécheresse et stratégies comportementales chez les Scarabéides coprophages (Insecta, Coleoptera). *Bull. Ecol.*, 20(1): 51-57.
- MARCUZZI, G., 1987. The ratio weight/length in coleopterous insects. *Elytron*, 1: 17-23.
- ROGERS, L. E.; W. T. HINDS & R. L. BUSCHBOM, 1976. A general weight vs. length relationship for insects. *Ann. entomol. Soc. Am.*, 69: 387-389.
- ROGERS, L. E.; R. L. BUSCHBOM & C. R. WATSON, 1977. Length-weight relationships of shrub-steppe invertebrates. *Ann. entomol. Soc. Am.*, 70: 51-53.
- ROJEWSKI, C., 1983. Observations on the nesting behaviour of *Aphodius erraticus* (L.) (Coleoptera, Scarabaeidae). *Bull. ent. Pol.*, 53(3): 271-279.
- ROUGON, D. y ROUGON, C., 1982. Nesting strategies of three species of coprophagous Scarabaeinae in the sahel region of Niger. En *The nesting behaviour of dung beetles. An ecological and evolutive approach*. Instituto de Ecología. México, pp. 147-150.
- SNEDECOR, G. W. & G. COCHRAN, 1981. *Métodos Estadísticos*. CECSA eds. México. 703 pp.
- SPRUGEL, D. G., 1983. Correcting for bias in long-transformed allometric equations. *Ecology*, 64: 209-210.
- TAUSCH, R. J. & P. T. TUELLER, 1988. Comparison of regression methods for predicting singleleaf pinyon phytomass. *Great Basin Nat.*, 48(1): 39-45.
- THOMPSON, D. W., 1917. *Sobre el Crecimiento y la Forma*. Blume eds. Madrid, 1980. 330 pp.
- TILBROOK, P. J., 1972. Oxygen uptake in an Antarctic collembole. *Cryptopygus antarcticus*. *Oikos*, 23: 313-317.
- VEIGA, C. M. y MARTÍN PIERA, F., 1988. *Las familias, tribus y géneros de los Scarabaeoidea (Col.) ibero-baleares*. Cátedra de Entomología. Univ. Complutense. 88 pp.
- WENZEL, F.; E. MEYER & J. SCHWOERBEL, 1990. Morphometry and biomass determination of dominant mayfly larvae (Ephemeroptera) in running waters. *Arch. Hydrobiol.*, 118(1): 31-46.