

# COLEÓPTEROS COPRÓFILOS, TEMPERATURA AMBIENTAL Y PÉRDIDAS DE PESO EN HECES DE VACUNO (COLEOPTERA)

Jorge M. Lobo

Museo Nacional de Ciencias Naturales (C.S.I.C.)

U.E.I. de Entomología

José Gutiérrez Abascal, 2

28006 MADRID. SPAIN

## ABSTRACT

Dung-beetles, environmental temperature and weight loss in cattle dung pads (Coleoptera).

Weight loss in cow droppings of one kilogram from two different locations and during two different time periods was been analysed. The rate of weight loss during the first few days (but not the total loss over a period of 12 days) was increased by a 3°C increase in environmental temperature.

The weight loss also increased during the first few days as the dung was colonized by a moderate-sized biomass of dung-beetles. The activity of dung-beetles was estimated to cause from 9.5% to 25% of weight loss occurring in the first three days, and from 2% to 11% of that occurring over in 10 days.

**Key words:** Colcoptera, dung-pads, dropping weight-loss, Scarabaeoidea, dung-beetles.

## INTRODUCCIÓN

Aproximadamente una cuarta parte del alimento ingerido por el ganado retorna al suelo en una pradera pastoreada, bajo la forma de heces (OLECHOWICZ, 1974 y LOISEAU *et al.*, 1984). Dichas heces constituyen el principal aporte de materia orgánica en los pastizales. Extrapolando los datos ofrecidos por SAINZ MORENO & COMPAIRE FERNANDEZ (1985), se puede estimar que dos cabezas de ganado vacuno u ovino producen, respectivamente, 9 y 1,3 Ton/ha de excrementos en 200 días de pastoreo. Estas cifras, similares a las que ofrece DESIERE (1974) para Centroeuropa, se aproximan a las estimadas para la materia vegetal caída en encinares mediterráneos (ESCARRE *et al.*, 1984) y en pastos de secano semiáridos de nuestro país (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1984). La aceleración de los ciclos de nutrientes y la multiplicación de la actividad bacteriana, como consecuencia de la presencia de excrementos, ha sido suficientemente demostrada (ver por ejemplo, DAVIDSON, 1981; MARRS *et al.*, 1989; KAYAK, 1974 o ANDRZEJEWSKA, 1974).

Estas heces son consumidas primordialmente por toda una comunidad de insectos coprófagos, entre los cuales destacan los Scarabaeoidea coprófagos. Su actividad acelera la desaparición de las heces, favorece la productividad vegetal y controla las poblaciones de diversas plagas del ganado doméstico (LOBO & VEIGA, 1990), hasta el punto de haberse promovido la introducción de especies foráneas, en regiones en donde la importación de herbívoros no estuvo acompañada de su correspondiente fauna de coleópteros coprófagos (BORNEMISSZA & WILLIAMS, 1970; BORNE-MISSZA, 1976 y 1979, FINCHER, 1981 o ROUGON *et al.*, 1988).

La evolución de las pérdidas hídricas y de peso en excrementos de ganado vacuno a lo largo del tiempo, ha sido estudiada por algunos autores europeos

(LANDIN, 1961, DESIERE, 1974, UNDERHAY & DICKINSON, 1978 y DE BAST, 1980). Dichas pérdidas pueden ser debidas a tres causas fundamentales: la filtración a través del sustrato, la volatilización y la ingestión por parte de la fauna coprófaga. Sin embargo, la actividad ejercida para los coleópteros coprófagos provoca además el enterramiento y la aireación de la masa de excremento, con lo que su efecto sobre la desaparición de las heces puede ser notablemente superior a su capacidad de ingestión.

El objetivo del presente estudio ha consistido en examinar las tasas de pérdida de peso en excremento vacuno y su relación con la temperatura ambiental y la actividad faunística asociada, en un intento por realizar una evaluación preliminar del efecto de dichos factores sobre la desaparición de las heces.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos de este estudio provienen de una investigación sobre la microsucesión en heces de vacuno realizada en pastizales del Macizo Central de Gredos. Se efectuaron dos estudios, uno del 10 al 23 de Septiembre de 1984 y otro del 17 al 29 de Julio de 1985. En cada uno de dichos estudios, se depositaron artificialmente una serie de excrementos de ganado vacuno en dos zonas de similares características e idéntica altitud (1900 m), pero con diferente exposición: el denominado Prado de las Pozas (U.T.M. 30TUK099608) situado en la vertiente norte, y las praderas altas de la Trocha Real (U.T.M. 30TUK095576) en la vertiente sur.

En ambas zonas y ambos períodos considerados, se situaron en disposición regular 30 excrementos de 1000 +/- 30 gramos separados cada 10 metros. A la vez, se instaló en el campo un pluviómetro y un termómetro capaz de recoger la temperatura máxima y mínima durante cada uno de los días.

Los excrementos provenían de una cuadra para el descanso nocturno de vacas lecheras y se recogían entre 12 y 24 horas antes de su colocación en el campo, siempre a primera hora de la mañana y con la cuadra limpia de la noche anterior para evitar la oviposición de dípteros. Desde la cuadra, el excremento se trasladaba, en contenedores herméticos de plástico con una capacidad de 50 kg, hasta el refugio del Club Alpino Español situado en el Prado de las Pozas. Una vez allí, se procedía a la homogeneización y fragmentación del conjunto en unidades de un kilogramo. Cada unidad era pesada e introducida en una bolsa de plástico para su posterior traslado hasta las zonas de muestreo.

Los excrementos se colocaban en el campo realizando un orificio de unos 10 cm en dichas bolsas y dejándolos caer desde un metro de altura aproximadamente, de manera que su forma se asemejase lo más posible a la de una boñiga excretada de modo natural por el ganado. El diámetro medio de los mismos resultó ser de unos 20 cm y su profundidad de 5,5 cm.

Una vez dispuestos, se recogían dos excrementos a los siguientes intervalos de tiempo: 12 horas, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 y 12 días. La recolección se efectuaba eligiendo dos excrementos al azar en cada período. Cada uno era introducido en una bolsa de plástico numerada y los 5 primeros centímetros de suelo bajo ellos en otra, de forma que pudiera facilitarse el posterior pesaje de los mismos.

Las muestras se examinaban en el pequeño laboratorio habilitado en el refugio mencionado. Para la extracción de la fauna se procedía al desmenuzamiento e inmersión del excremento, o el suelo bajo él, en una bandeja plana con 20 litros de una disolución sobresaturada de agua y sulfato de magnesio o sal común al 25%. Después los restos se rociaban con benceno al objeto de hacer visibles los ejemplares más pequeños. El pesaje de los excrementos, una vez recogidos, se realizaba con un dinamómetro de 1000 g con un error estimado en la medida de +/- 10 g.

El cálculo de la biomasa de los escarabeidos con un peso superior a los 50 mg (peso seco), se ha realizado directamente con una balanza de precisión (n=10). En el resto, la biomasa se ha calculado estimando la longitud media de cada una de las

especies (n=10) y el peso seco medio en mg de un número de ejemplares variable según la especie. Los altos valores del coeficiente de correlación de Pearson entre esas dos variables, tanto en los Scarabaeidae de menor tamaño como en los Aphodiidae (0,952,  $P < 0,01$  y 0,982,  $P < 0,01$ ), permitieron establecer regresiones lineales con las que calcular la biomasa de cualquier especie conociendo su longitud. El cálculo aproximado de la biomasa en hidrofílicos y estafilínidos se ha efectuado teniendo en cuenta los valores en mg de peso seco propuestos por KOSKELA & HANSKI (1977), sobre los cuales se ha estimado el peso medio de las especies teniendo en cuenta el tamaño. En el caso de los histéridos se ha seguido idéntico proceso, tomando en consideración las cifras aportadas por DE BAST (1980).

**RESULTADOS**

Considerando las temperaturas ambientales registradas, puede decirse que existen diferencias térmicas menores (1°C aproximadamente) en la temperatura media de ambas vertientes y diferencias térmicas mayores (unos 3°C) entre las temperaturas medias de ambos períodos de estudio. Examinando la Tabla I observamos que, en septiembre, la estación situada en la vertiente norte posee temperaturas máximas medias parecidas o superiores a las existentes en la vertiente sur. Sin embargo, el frío nocturno es bastante más intenso, como lo reflejan las temperaturas mínimas medias. Durante el mes de julio, las diferencias entre ambas vertientes son menores, manifestando la estación situada a solana unas temperaturas medias, máximas y mínimas algo superiores.

Tabla I: Temperaturas ambientales (en °C) y pérdidas de peso (en gramos ± desviación típica), en excrementos de un kilogramo situados en las dos zonas de estudio consideradas y en ambos períodos de muestreo. T<sup>a</sup> med. = temperatura media; T<sup>a</sup> Max. Med. = temperatura máxima media; T<sup>a</sup> Min. Med. = temperatura mínima media; A.T. = amplitud térmica (T<sup>a</sup> Max. Med. - T<sup>a</sup> Min. Med.); P.P. (12d) = pérdidas de peso tras doce días; P.P. (4d) = pérdidas de peso tras 4 días.

Table I: Environmental temperatures (in °C) and weight loss (in grammes ± standard deviation), in one kilogram cow droppings in two sampling stations, in two sampling periods. T<sup>a</sup> med. = mean temperature; T<sup>a</sup> Max. Med. = maximum mean temperature; T<sup>a</sup> Min. Med. = minimum mean temperature; A.T. = temperature range (T<sup>a</sup> Max. Med. - T<sup>a</sup> Min. Med.); P.P. (12d) = weight loss after twelve days; P.P. (4d) = weight loss after four days.

	Vert. Norte		Vert. Sur	
	Sep.	Jul.	Sep.	Jul.
T <sup>a</sup> Med.	16.6	19.6	17.7	20.7
T <sup>a</sup> Max. Med.	28.7	29.8	27.2	30.8
T <sup>a</sup> Min. Med.	4.6	9.4	8.2	10.5
A.T.	24.1	20.3	19.0	20.3
P.P. (12 d)	750 ± 42	760 ± 28	815 ± 21	780 ± 28
P.P. (4 d)	390 ± 42	510 ± 14	460 ± 28	540 ± 57

Respecto a la desecación del excremento, la pérdida de peso tras doce días de insolación no guarda relación directa evidente con las temperaturas registradas (coeficiente de correlación de Pearson = 0,36, N.S.). Durante los doce primeros días de insolación, el excremento depositado pierde entre un 82% y un 75% de su peso, dependiendo de la época y la insolación. Aunque las pérdidas de peso en los excrementos son siempre más elevadas en la vertiente sur, no ocurre lo mismo

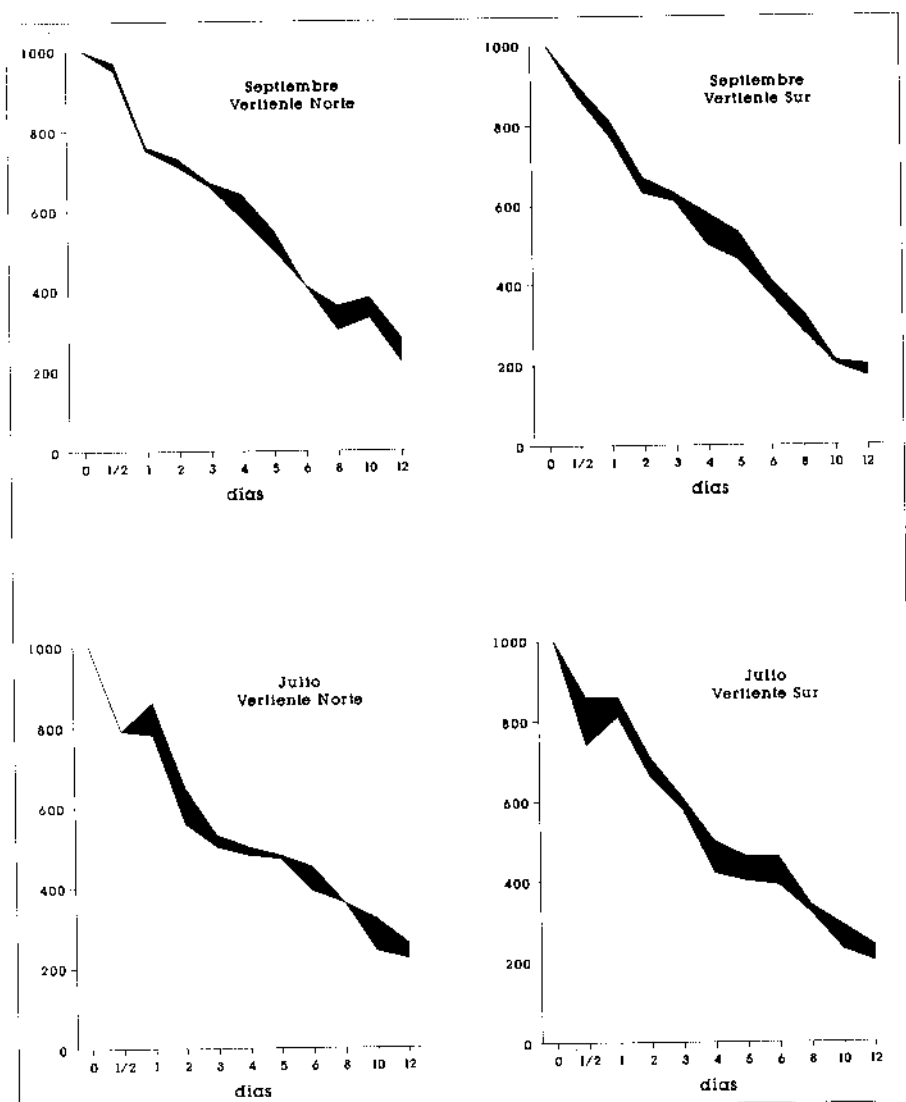


Fig. 1: Variación del peso (en gramos) de cada par de heces durante ambos períodos de muestreo y en ambas zonas de estudio. La anchura de la línea expresa la diferencia entre los dos pesos registrados.

Fig. 1: Weight variation (in grammes) of each pair of cow droppings during both sampling periods and at the sampling stations. The line width reflects the difference between the two measured weights on any particular day.

cuando se comparan esas mismas pérdidas entre ambos meses. Además, los valores de la desviación típica de cada medida no permiten establecer diferencias entre ninguna de las mediciones. Por tanto, a pesar de que entre julio y septiembre existen una diferencia de unos 3°C en la temperatura ambiental media, la pérdida de peso en la vertiente sur no se muestra más elevada durante el mes de julio.

Si examinamos la evolución de la pérdida de peso para cada uno de los meses (Fig. 1), observamos que dichas pérdidas son menos pronunciadas en la vertiente norte durante septiembre. En julio, sin embargo, las diferencias entre ambas vertientes no muestran un patrón continuo. La disimilitud en la progresión de estas pérdidas entre ambos meses, pueden visualizarse mejor en la Fig. 2, en donde se expresan esos mismos resultados como el porcentaje de pérdida de peso a 1, 2, 3, 4, 6 y 12 días sobre el total de la pérdida.

Durante julio parece existir una pérdida de peso decreciente, que se aminora sobre el tercer o cuarto día en la vertiente norte y sobre el cuarto o sexto día en la vertiente sur. En el mes de septiembre se da un fenómeno parecido, sólo que esta vez, la estabilización de las pérdidas tiene lugar sobre el segundo o cuarto día y, a partir del cuarto día, dichas pérdidas suponen un buen porcentaje del total. Además, en ambos meses se llega antes al mínimo de pérdidas en la vertiente norte.

Como se observa en la Tabla II, se capturaron coleópteros de cinco familias diferentes, además de larvas coprófagas de dípteros. Durante el mes de julio, los escarabeidos constituyen el grupo taxonómico con mayor aportación al total de la biomasa (90% del total en la vertiente norte y 63% en la vertiente sur). En septiembre otros grupos, como los estafilínidos y los hidrofílicos, superan en biomasa a los escarabeidos. El régimen alimentario de los imagos capturados de escarabeidos es netamente coprófago. Entre los estafilínidos coprófilos se da tanto la coprofagia como el carnivorismo, mientras que los hidrofílicos adultos son considerados coprófagos, aunque hay algunos estudios que consideran carnívoro al género *Sphaeridium* de mayor presencia y tamaño (HAMMER, 1941). Las larvas de hidrofílicos son carnívoras (BOVING & HENRIKSEN, 1938).

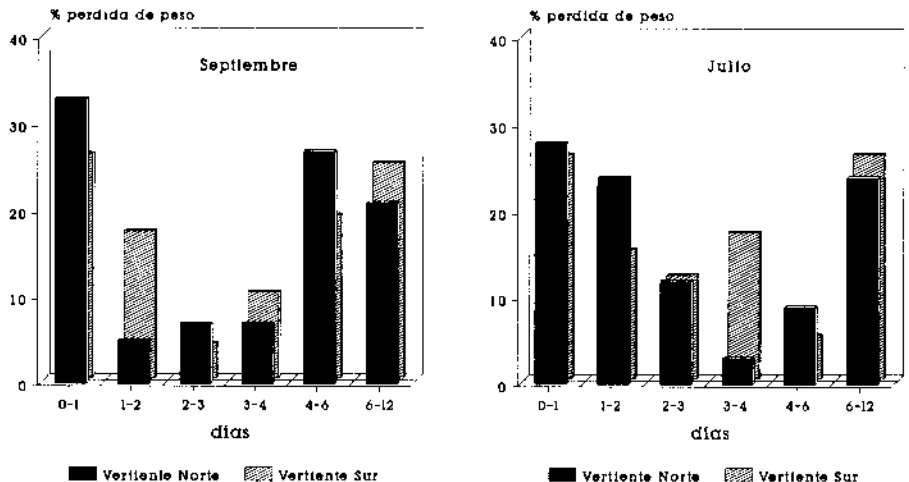


Fig. 2: Porcentaje de peso perdido a diferentes intervalos de tiempo, sobre el total de las pérdidas habidas tras 12 días en heces de vacuno de un kilogramo.

Fig. 2: Variation in weight loss as a function of time during sampling period (12 days). Dark bars = north slope, ruled bars = south slope.

Tabla II: Número de individuos (N) y biomasa (B) expresada en mgrs (peso seco) de los cinco principales taxones aparecidos, para cada uno de los períodos de estudio y cada una de las estaciones de muestreo. En el caso de los Scarabaeoidea, se indica además el número de especies capturadas (S). Los datos de los dípteros corresponden a fases larvarias.

Table II Number of individuals (N) and biomass (B) in mgrs (dry weight) of the five taxa captured in each sampling periods at each sampling station. In the case of the Scarabaeoidea, the number of species (S) is indicated. The data of the diptera correspond to larval stages.

	JULIO		SEPTIEMBRE	
	Vert.Norte	Vert.Sur	Vert.Norte	Vert.Sur
<b>Hydrofiliidae</b>				
N	46	97	425	53
B	214.3	681.4	3227.9	123.7
<b>Staphylinidae</b>				
N	125	620	608	1441
B	257.4	1330.5	1473.8	3059.7
<b>Histeridae</b>				
N	1	24	5	3
B	5	120	25	15
<b>Diptera (larvas)</b>				
N	25	1311	41	228
B	43.5	2281.1	71.3	396.8
<b>Scarabaeidae</b>				
S	4	19	5	12
N	652	344	27	32
B	4952.3	7422.3	398.8	2855.6

El total de la biomasa capturada sigue dos evoluciones en el tiempo distintas durante los muestreos de julio y septiembre. En julio se recoge durante los primeros días el 46% y el 79% del total, según la vertiente. En septiembre, en cambio, el reparto es más equilibrado a lo largo del período de tiempo muestreado, de manera que en la segunda mitad (del séptimo al duodécimo día) se captura entre el 29% y el 41% del total de la biomasa.

Si tomamos en consideración la evolución temporal del porcentaje de biomasa a diferentes tiempos sobre el total recogido (Fig. 3), se observa gráficamente con más nitidez el fenómeno. En julio, la gran mayoría de la biomasa aparece durante los dos primeros días. El retraso en la aparición de la fauna durante septiembre, provoca que durante los tres primeros días el excremento no soporte una acción tan enérgica por parte de los insectos coprófilos.

Así pues, en el mes de julio coincide una tasa de pérdida de peso mayor y sostenida durante los primeros días, con una biomasa superior de los grupos eminentemente coprófagos, grupos que aparecen mayoritariamente en los primeros días.

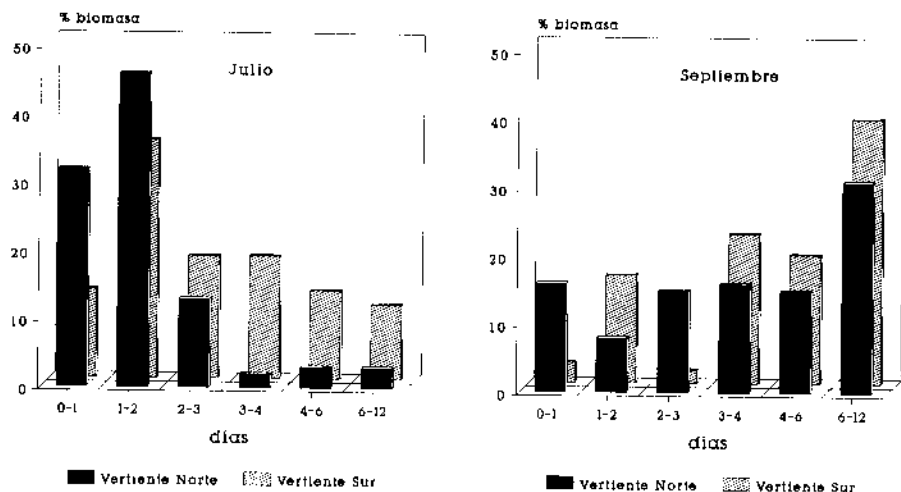


Fig. 3: Porcentaje de biomasa capturada a diferentes intervalos de tiempo, sobre el total recogido tras 12 días en heces de vacuno de un kilogramo.

Fig. 3: Variation in captured biomass as a function of time during sampling period (12 days). Dark bars = north slope, ruled bars = south slope.

## DISCUSIÓN

En este estudio, las pérdidas de peso en los excrementos tras doce días, no se relacionan con la temperatura ambiental registrada. Comparados con los datos de la literatura existentes; que proceden de estudios nortueuropeos, el contenido hídrico de los excrementos sufre variaciones de mayor entidad. En Charleroi (Bélgica), DE BAST (1980) observa que tras 10 días los excrementos pierden, según la época, únicamente entre 40 y 97 gramos de agua por kilogramo. En nuestro caso, aunque no estimáramos que el total de las pérdidas de peso se deban a la desaparición de agua, la tasa de deshidratación es bastante superior. LANDIN (1961) estima que a los diez días existe un 37% de humedad, lo que supone que un excremento de un kilogramo terminaría pesando unos 570 gramos aproximadamente. Esta cifra es más parecida a la estimada en el presente estudio (entre 355 y 205 gramos), aunque sensiblemente superior.

Respecto a la evolución de las pérdidas de peso, hemos observado que éstas son menos pronunciadas si las condiciones ambientales son frías. Es decir, en estos casos las pérdidas de peso se ralentizan mucho más tempranamente. Estos resultados concuerdan con las observaciones de UNDERHAY & DICKINSON (1978), para quienes, sólo durante el verano, la tasa de pérdida hídrica en las fases tardías es menor que en las iniciales. También LANDIN (1961), comparando la evolución de dichas pérdidas hídricas en hábitats forestales y pastizales, observa que estas se aceleran en un comienzo si las heces sufren mayor exposición.

Este fenómeno posiblemente esté influido por algunas de las características físicas peculiares de este tipo de excrementos. Tal y como demuestra LANDIN (1961), en las heces de ganado vacuno se forma una costra en su superficie, que absorbe el calor del sol y ralentiza las pérdidas hídricas. En un día soleado, dicha costra puede formarse en media hora. Como consecuencia de ello, el microclima de estos excrementos manifiesta una serie de peculiaridades: a) La temperatura mínima aparece en la costra antes del amanecer para situarse después en el interior del excremento. b) La temperatura mínima en el interior del excremento es siem-

pre menor que en la superficie. c) La temperatura máxima en el fondo se alcanza más tarde que en superficie. d) A medida que transcurre el tiempo, el retraso en el calentamiento del interior del excremento es menor, así como la diferencia entre la temperatura del aire y la del excremento. En otros tipos de heces estos fenómenos no ocurren, debido a sus mayores superficies de evaporación y sus menores contenidos hídricos.

La existencia de la costra disminuye la rápida evaporación que tiene lugar tras la deposición de un excremento de este tipo y, aunque al segundo día pueden darse entre un 40% y un 50% de las pérdidas totales, la evaporación de las partes más interiores continúa lentamente después. El excremento va desecándose en superficie, la costra superficial se engrosa, protegiendo la parte interna más húmeda, y la deshidratación avanza de afuera hacia adentro. Además, el excremento queda fijado al suelo firmemente, a medida que la desecación se produce en la parte externa. Estas cualidades físicas impiden una rápida pérdida de peso en los primeros momentos de insolación. Sin embargo, incrementos de la temperatura ambiental pueden neutralizar el papel protector de la superficie exterior, acelerando el ritmo de desecación cuando el excremento está más hidratado, es decir, durante los primeros días. Por eso, en nuestro caso las pérdidas de peso resultan más continuas durante los primeros días si la temperatura ambiental es mayor. Después, a partir del tercer o cuarto día en nuestro caso, el grosor de la costra y el menor contenido hídrico del excremento, frenan las pérdidas de peso que, sin embargo, no se detienen.

Así pues, incrementos en la temperatura media ambiental de 1°C y 3°C, como los que aparecen entre las estaciones de diferente vertiente y entre ambos meses de muestreo en una misma localidad, no explican las pérdidas totales de peso encontradas. Sin embargo, la evolución en el tiempo de dichas pérdidas sí parece corresponderse con esas temperaturas medias. De esta manera, los excrementos muestran dos fases de deshidratación: una primera más temprana y rápida y una segunda más tardía y lenta. Los excrementos situados en la vertiente norte durante el mes de septiembre, detienen su desecación cuando han perdido un 30% de su peso, sin embargo en la vertiente sur, esto ocurre cuando el excremento ha perdido un 40% de su peso aproximadamente. Durante el mes de julio, las pérdidas sólo se reducen casi totalmente cuando se pierde entre un 50 y un 60% del peso. Por ello, si encontramos una correlación entre las pérdidas de peso tras los cuatro primeros días y las temperaturas medias (Tabla 1, coeficiente de correlación de Pearson = 0,98,  $P < 0,05$ ), aunque la desviación típica de las medidas obliga a tomar con precaución esta correlación.

Resulta interesante relacionar la evolución temporal del porcentaje de biomasa capturado (Fig. 3) con la evolución del porcentaje de pérdida de peso en las heces (Fig. 2). Las pérdidas de peso eran diferentes según las condiciones ambientales, de modo que una mayor temperatura ambiental media no aminora el ritmo de desecación hasta el cuarto o sexto día. Cabe preguntarse: ¿Son las condiciones ambientales las principales responsables de este efecto, o lo es la intervención de una biocenosis coprófila con mayor biomasa y capacidad degradativa durante los tres primeros días?

Para responder a esta pregunta, se realizó un experimento auxiliar, colocando dos series de ocho excrementos de ganado vacuno, todos ellos de un kilogramo de peso. En una de las series, los excrementos fueron protegidos del exterior mediante unas mallas de plástico con luz de 1 mm para evitar la entrada de fauna. En la otra serie se permitió la colonización. Los excrementos se recogieron para la extracción de su fauna y su pesaje a 1, 3, 5 y 10 días tras su colocación. La temperatura media ambiental fue claramente superior a la registrada en los estudios anteriores (24,5°C).

La evolución del peso de los excrementos se muestra en la Fig. 4 en donde, junto a los datos procedentes de este último experimento, se registran los apareci-



dos en la estación meridional de Gredos durante julio y los de la estación septentrional durante septiembre. Los excrementos parecen sufrir pérdidas totales superiores cuando la temperatura ambiental es superior. Sin embargo, una estimación de la desviación típica del peso registrado a los tres días, realizada sobre 6 excrementos, arroja un valor de  $\pm 30$  g. Por ello, las diferencias en el total de peso perdido a diferentes temperaturas tras diez días hay que tomarlas con prudencia. En cambio, sí se aprecia que una mayor temperatura ambiental acelera el proceso de deshidratación durante los primeros días. Las pérdidas existentes en los excrementos que no contenían fauna coprófila son siempre menores a las que aparecen en excrementos colonizados.

La figura 5 muestra la evolución del porcentaje de pérdida de peso en cada caso sobre el total perdido. Las pérdidas son mayores durante los tres primeros días si se permite la entrada de fauna, después estas se ralentizan considerablemente tal y como ocurría antes (Fig. 2, julio). De nuevo un incremento en la temperatura ambiental acelera las pérdidas de peso en los primeros días, pero también la presencia de una escasa biomasa (817,3 mg, peso seco) acelera dichas pérdidas tempranas. Aunque disminuyamos en 30 g (valor de la desviación típica mencionado anteriormente) el peso de los excrementos que no contenían fauna, e incrementemos en idéntica cantidad el peso de los excrementos que sí la contenían, disminuyendo por tanto la diferencia de peso entre ambas series, el valor de la  $\chi^2$  es de 11,4 ( $P = 0,01$ ), siendo las diferencias de peso significativas estadísticamente. Realizando una estimación, se podría decir que durante los tres primeros días, entre un 9,5% y un 25% de las pérdidas de peso totales serían debidas a la acción faunística. Tras diez días, esas pérdidas oscilarían entre un 2% y un 11% del total.

La actividad biológica no ha sido muy importante en ninguno de los estudios. Un solo excremento de 1,5 kg puede contener más de 13 gramos (peso seco) de escarabeidos durante el mes de octubre en esa misma zona (datos inéditos).

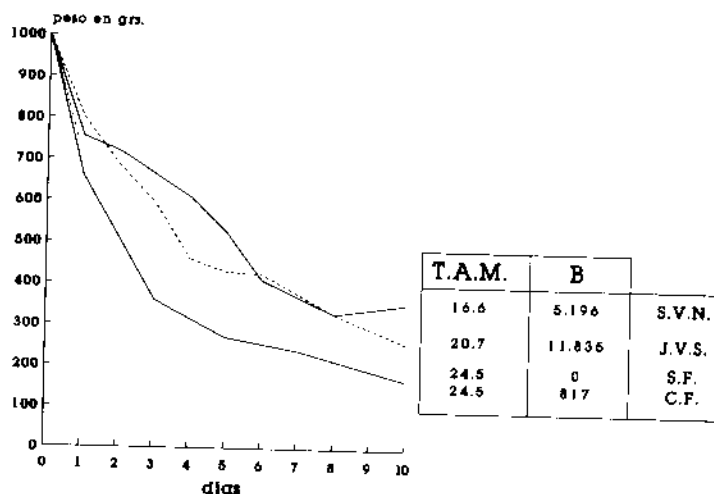


Fig. 4: Variación del peso en heces de vacuno de un kilogramo situadas bajo diferentes condiciones. S.V.N. = muestreo de septiembre en la vertiente septentrional; J.V.S. = muestreo de julio en la vertiente meridional; S.F. = muestreo auxiliar sin permitir la colonización faunística; C.F. = muestreo auxiliar permitiendo la colonización faunística. T.A.M. = temperatura ambiental media; B = biomasa total capturada.

Fig. 4: Weight variation (in grammes) in cow droppings in different conditions. S.V.N. = september/north slope sampling; J.V.S. = July/south slope sampling; S.F. = auxiliary sample without dung colonization; C.F. = auxiliary sample with dung colonization; T.A.M. = environmental mean temperature; B = total biomass captured.

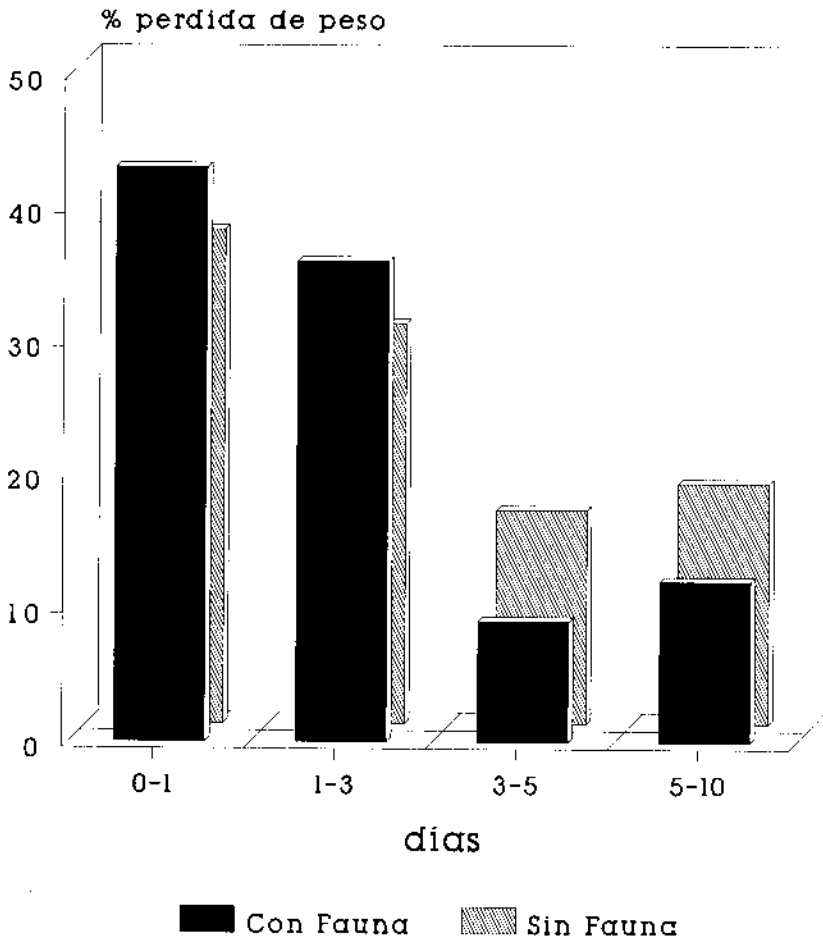


Fig. 5: Porcentaje de peso perdido a diferentes intervalos de tiempo, sobre el total de las pérdidas habidas tras 10 días, permitiendo o no la colonización faunística de heces de vacuno de un kilogramo.

Fig. 5: Variation in weight loss as a function of time during sampling period (10 days). Dark bars = with dung colonization, ruled bars = without dung colonization.

tos). En este caso se ha capturado como máximo 12 gramos, pero hay que tener en cuenta que se trata de 20 excrementos de un kilogramo (todo el período microsucesional) y de todos los grupos coprófilos. A pesar de ello, la presencia de fauna coprófila, principalmente escarabeidos, acelera las pérdidas de peso durante los primeros días, al igual que lo hacía la temperatura ambiental. Esta fauna circunscribe su actividad a los momentos de mayor hidratación del excremento y por ello, la actuación de una comunidad rica y abundante, podría disminuir notablemente el tiempo de permanencia de los excrementos en el campo.

Otros estudios han evidenciado la influencia faunística en las pérdidas de humedad y peso (BRYAN, 1973; FERRAR, 1975 o STEVENSON & DINDAL, 1987b). En nuestro caso, una actividad biológica leve es responsable, en promedio, de entre un

5% y un 15% de las pérdidas totales de peso. Una cifra parecida (sobre un 10%) se atribuye a la acción faunística en pastizales del norte de Europa (BREYMEYER, 1974), lo que puede suponer la desaparición de entre un 20-25% de la materia orgánica de las heces en las dos primeras semanas (HOLTER, 1979). Sin embargo, en EE.UU. la fauna de escarabeidos es responsable, como mucho, del 4% de las pérdidas de peso al mes (FINCHER, 1981). En el caso de biomasa 14 veces superiores, como las aparecidas en el estudio realizado durante julio en la vertiente meridional, desconocemos cuál de los dos factores, la actividad biológica o la temperatura ambiental, tiene mayor incidencia en la pérdida temprana de peso, e incluso si ambos actúan sinérgicamente.

Sin duda, en otras ocasiones el efecto biológico es mucho más elevado. Una sola pareja de *Copris hispanus* (LINNAEUS, 1764) puede, en nuestra península, enterrar 200 gramos de excremento (datos inéditos). En Kenya la acción de los escarabeidos sobre los excrementos de elefante puede hacer desaparecer 1500 gramos de excremento en dos horas (ANDERSON & COE, 1974). En realidad, el enorme potencial de los escarabeidos coprófagos a la hora de hacer desaparecer los excrementos ha promovido numerosos estudios e incluso introducciones de fauna, a fin de mejorar la productividad de los pastizales y el control sobre diversas plagas (ver por ejemplo, BORNEMISSZA, 1976 y 1979, FINCHER, 1981 o STEVENSON & DINDAL, 1987a).

La favorable climatología de la Península Ibérica permite la actividad de los coleópteros coprófagos prácticamente durante todo el año. Si añadimos a ello la secular actividad ganadera, la infrautilización de los pastizales (MONTROYA OLIVER, 1983) y el grado de adaptación de los pastos ibéricos al pastoreo intenso (FILLAT ESTAQUE & MONTSERRAT RECODER, 1981), entonces se acrecienta la necesidad de evaluar el papel beneficioso de esta fauna. El beneficio puede estar produciéndose en la actualidad y, tal vez, el rendimiento sea difícilmente mejorable. En el sur de la Península Ibérica, el porcentaje de excremento que no es asequible a otras especies, debido a la fragmentación y enterramiento del mismo por los escarabeidos coprófagos ("dung dispersal"), puede ser del 80% y está positiva y significativamente correlacionado con la biomasa de este grupo (RIDS DILL SMITH & KIRK, 1981), siendo necesario duplicar la biomasa de los escarabeidos para incrementar un 20% dicha tasa de dispersión. A pesar de ello, un conocimiento de la capacidad de colonización de nuevas áreas por parte de esta fauna y de su sensibilidad ante el auge de pesticidas, herbicidas y antiparasitarios (LUMARET, 1986), puede depararnos sorpresas y posibilidades futuras de una intervención no agresiva con el medio.

## CONCLUSIONES

En excrementos vacunos de 1 kilogramo, la pérdida total de peso tras 12 días, no guarda relación directa evidente con modificaciones en la temperatura ambiental media del orden de 3°C. Sin embargo, sí existe relación entre dichas oscilaciones térmicas y las pérdidas de peso tras cuatro días, debido a que las condiciones ambientales modifican la evolución temporal de estas pérdidas.

Si la temperatura ambiental es mayor, se aceleran las pérdidas de peso en las heces durante los primeros días, posiblemente como consecuencia de una disminución de la capacidad protectora de la "costra" o superficie exterior.

La aparición de una moderada fauna coprófila (817 mg, peso seco), acelera también las pérdidas de peso en los primeros días, de manera similar a como lo hacía la temperatura ambiental. Se estima que entre un 9% y un 25% de las pérdidas de peso de los tres primeros días se deben a la acción faunística.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible realizarlo merced a los proyectos 1530/82 de la CAY-CIT y PB 870397 (Fauna Ibérica) de la DGICYT. Gracias especiales al Dr. Fermín Martín Piera por sus correcciones y comentarios.

## REFERENCIAS

- ANDERSON, J.M. & COE, M.J. 1974. Decomposition of elephant dung in an arid, tropical environment. *Oecologia (Berlin)*, 14: 111-125.
- ANDRZEJEWSKA, L. 1974. Analysis of a sheep pasture ecosystem in the Pieniny mountains (the Carpathians). V. Herbivores and their effect on plant production. *Ekol. Pol.*, 22: 527-534.
- BORNEMISSZA, G.F. 1976. The Australian dung beetle project 1965-1975. *Austra. Meat Res. Comm. Rev.*, 30: 1-30.
- BORNEMISSZA, G.F. 1979. The Australian dung beetle research unit in Pretoria. *South Afri. J. Sci.*, 75: 257-260.
- BORNEMISSZA, G.F. & WILLIAMS, C.H. 1970. An effect of dung beetle activity on plant yield. *Pedobiologia*, 10: 1-7.
- BOVING, A.G. & HENRIKSEN, H.K. 1938. The developmental stages of Danish *Hydrophilidae* (Insecta, Coleoptera). *Vidensk. Meddel Dansk Naturhist. Forening*, 102: 27-162.
- BREYMEYER, A. 1974. Analysis of a sheep pasture ecosystem in the Pieniny mountains (the Carpathians). XI. The role of coprophagous beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in the utilization of sheep dung. *Ekol. Pol.*, 22: 617-634.
- BRYAN, R.P. 1973. The effects of dung beetle activity on the numbers of parasitic gastrointestinal helminth larvae recovered from pasture samples. *Aust. J. Agric. Res.*, 24: 161-168.
- DAVIDSON, S.J. 1981. Environmental gradients at cattle droppings and corresponding population densities of microarthropods. *Pedobiologia*, 21: 236-241.
- DE BAST, A. 1980. *Ecologie des Scarabaeoidea et autres coprophages des bouses de vaches*. Trabajo fin de estudios. Facultad de Ciencias Agronómicas del Estado. Gembloux. Bélgica (inédita), 378 págs.
- DESIERE, M. 1974. *Ecologie des coléoptères coprophiles en prairies pâturées et en forêt*. Tesis doctoral en Ciencias. Lieja. Facultad de Ciencias (inédita), 235 págs.
- ESCARRE, A., GRACIA, C., RODA, F. & TERRADAS, J. 1984. Ecología del bosque esclerófilo mediterráneo. *Inv. Ciencia*, 95: 69-78.
- FERRAR, P. 1975. Preamble for symposium on effects of dung beetles. *J. Appl. Ecol.*, 12: 819-821.
- FILLAT ESTAQUE, F. & MONTSERRAT RECODER, P. 1981. Dinamismo ecológico de los pastos de montaña. *Pastos*, 11: 97-101.
- FINCHER, G.T. 1981. The potential value of dung beetles in pasture ecosystems. *J. Georgia Entomol. Soc.*, 16: 316-333.
- HAMMER, O. 1941. Biological and ecological investigations of flies associated with pasturing cattle and their excrement. *Vidensk. Medd. Naturhist. Foren. Kovenhavn.*, 105: 141-393.
- HOLTER, P. 1979. Effect of dung-beetles (*Aphodius spp.*) and earthworms on the disappearance of cattle dung. *Oikos*, 32: 393-402.
- KAYAK, A. 1974. Analysis of a sheep pasture ecosystem in the Pieniny mountains (the Carpathians). XVII. Analysis of the transfer of carbon. *Ekol. Pol.*, 22: 711-732.
- KOSKELA, H. & HANSKI, I. 1977. Structure and succession in an beetle community inhabiting cow dung. *Ann. Zool. Fenn.*, 14: 204-223.
- LANDIN, B.O. 1961. Ecological studies of dung beetles. *Opuscula Entomol. Suppl.*, 19: 1-228.
- LOBO, J.M. & VEIGA, C.M. 1990. Interés ecológico y económico de la fauna coprófaga en pastos de uso ganadero. *Ecología*, 4: 313-331.
- LOISEAU, P., JAUNEAU, A. & RICOU, G. 1984. Études sur le recyclage dans l'activité biologique des pelouses montagnardes. *Acta Oecologica. Oecol. Applic.*, 5 (1): 23-41.
- LUMARET, J.P. 1986. Toxicité de certains helminthocides vis-à-vis des insectes coprophages et conséquences sur la disparition des excréments de la surface du sol. *Acta Oecologica. Oecol. Applic.*, 7 (4): 313-324.
- MARRS, R.H., RIZAND, A. & HARRISON, A.F. 1989. The effects of removing sheep grazing on soil chemistry, above-ground nutrient distribution, and selected aspects of soil fertility in long-term experiments at moor house national nature reserve. *J. App. Ecol.*, 26: 647-661.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1984. *Mejora de Pastos en Secanos Semiáridos de Suelos Ácidos*. Publ. Extensión Agraria, Madrid, 218 págs.
- MONTOYA OLIVER, J.M. 1983. *Pastoralismo Mediterráneo*. Publ. Ministerio de Agricultura, 25. Madrid, 162 pp.
- OLECHOWICZ, E. 1974. Analysis of a sheep pasture ecosystem in the Pieniny mountains (the Carpathians). X. Sheep dung and the fauna colonizing it. *Ekol. Pol.*, 22: 589-616.

- RIDS DILL SMITH, T.J. & KIRK, A.A. 1981. Dung beetles and dispersal of cattle dung. *Proc. 3rd. Australasian Conf. Grassl. Invert. Ecol.*: 215-219.
- ROUGON, D., ROUGON, C., TRICHET, J. & LEVIEUX, J. 1988. Enrichissement en matière organique d'un sol sahélien au Niger par les insectes coprophages (Coleoptera, Scarabaeidae). Implications agronomiques. *Rev. Écol. Biol. Sol*, 25 (4): 413-434.
- SAINZ MORENO, L. & COMPAIRE FERNANDEZ, C. 1985. *Animales y Contaminación Biológica Ambiental*. Inst. Est. Agrarios, Pesqueros y Alimentarios, Madrid, 441 págs.
- STEVENSON, B.G. & DINDAL, D.L. 1987a. Functional ecology of coprophagous insects: A review. *Pedobiología*, 30: 285-298.
- STEVENSON, B.G. & DINDAL, D.L. 1987b. Insect effects on decomposition of cow dung in microcosms. *Pedobiología*, 30: 81-92.
- UNDERHAY, V.H.S. & DICKINSON, C.H. 1978. Water, mineral and energy fluctuations in decomposing cattle dung pats. *J. Brit. Grass. Soc.*, 33: 189-196.

(Received 20 May 1991; accepted 20 December 1991.)