

DESCOMPOSICIÓN DE FECAS DE *LAMA GLAMA* L. EN CLIMA MEDITERRÁNEO DECOMPOSITION OF *LAMA GLAMA* L. DUNG IN MEDITERRANEAN CLIMATE

FRANCISCO SÁIZ¹

ABSTRACT

The present paper deals with the decomposition of *Lama glama* dung and with the succession of the associated soil micro-arthropods, in mediterranean climate of Chile.

The numbers of species and individuals of Acari (specially Actinedida and Acaridida) and Collembola (Poduromorpha) were predominant in the fauna associated with dung.

The colonization of dung begins with the arrival of Collembola, then by Acari, and finally by the rest of mesofauna. The half-life of dung (L_{50}), considering the weight decrease, it is of 504 days.

KEY WORDS: *Lama glama*, dung, decomposition, mediterranean climate, Chile.

INTRODUCCIÓN

La descomposición de las fecas está íntimamente ligada a una sucesión heterotrófica temporal, derivada de un sustrato efímero. Ella es dependiente del tamaño, calidad y densidad del sustrato, de la composición de la fauna circundante, de la estacionalidad de ésta y de las diferentes condiciones microclimáticas y vegetacionales que el hábitat presenta (Swift *et al.* 1979, Doube 1987, Hanski 1991). Por lo tanto, la introducción de herbívoros en áreas climáticas diferentes a las de su distribución natural conlleva, junto a las dificultades de adaptación del animal a una oferta trófica diferente, serias dificultades en la descomposición de sus fecas. Cuanto mayores sean las diferencias de las variables determinantes de la descomposición entre el lugar de origen y el área de introducción, menores serán las posibilidades de encontrarse con comunidades de descomponedores eficientes para esas fecas. A menor descomposición menor es el retorno de nutrientes al suelo (Swift *et al.* 1979, Putman 1983).

Conocido es el problema ocurrido en Australia con la incorporación masiva de ganado vacuno por los colonos europeos. En la medida que la masa ganadera

crecía aumentaba la acumulación de fecas sin descomponer, restando superficie a los pastizales. La explicación se encuentra en que la fauna nativa estaba adaptada para la descomposición de fecas de marsupiales y no de bovinos. Así, fue necesaria la introducción de elementos faunísticos eficientes desde áreas homoclimáticas (Europa y Sudáfrica) para solucionar el problema (Doube *et al.* 1991).

En los últimos decenios ha sido recurrente la incorporación de camélidos chilenos en Chile Central con diferentes fines, existiendo una intencionalidad manifiesta por desarrollar una ganadería de cierta extensión con llamas, alpacas y vicuñas traídas de la zona altiplánica. Esto nos ha llevado a estudiar algunos aspectos de la descomposición de sus fecas en la zona del país con clima mediterráneo.

Las fecas de estas especies de camélidos son de reducido tamaño. Sin embargo, la conducta de la manada al utilizar un mismo lugar para defecar durante largo tiempo, aumenta la densidad y permanencia del sustrato, restringiendo su condición de efímero. Es así que estos fecarios permiten el desarrollo de varias generaciones de insectos en su vida útil y el establecimiento de una comunidad de artrópodos relativamente estable. En consecuencia, su estudio lleva una información histórica muy importante (Hanski 1987 y 1991).

¹ Ecología, Univ. Católica de Valparaíso, Av. Brasil 2950, Casilla 4059. FAX 56-32-212746, e-mail: fsaiz@ucv.cl

Los objetivos considerados para este trabajo son los siguientes:

1. Evaluar comparativamente la fauna edáfica y epigea asociada a los fecarios con la propia de Chile Central.
2. Evaluar la velocidad de descomposición de las fecas de *Lama glama* en un ambiente diferente a su condición natural, en clima de tipo mediterráneo.
3. Establecer la probabilidad de acumulación de fecas de *Lama glama* no descompuestas a lo largo del tiempo.

Estudios sobre descomposición de fecas en Chile son escasos (Covarrubias *et al.* 1982, Simonetti 1989), los cuales no se refieren a camélidos sudamericanos.

MATERIAL Y MÉTODO

El estudio se realizó en el ex Parque de Fauna del Jardín Botánico de Viña del Mar, en un ambiente correspondiente a una estepa de *Acacia caven* (Mol.) Mol. mezclada con algunos elementos arbustivos del Bosque Esclerófilo, como peumo (*Cryptocaryu alba*), boldo (*Peumus boldus*), quillay (*Quillaja saponaria*) y litre (*Lithrea caustica*).

El estudio consta de dos aspectos. Uno en relación a las características de la fauna asociada a los fecarios y el otro relacionado con el proceso de descomposición de las fecas.

Para el primero, realizado en otoño, se consideraron 5 fecarios bien desarrollados y activos, con más de 3 años de antigüedad. En cada uno de ellos se realizó un transecto que partiendo desde el centro del fecario alcanza el área exterior a él. En cada fecario se tomaron muestras de 150 cc, en los sectores y estratos que se detallan en la Figura 1, las cuales fueron procesadas en aparatos de Berlese para extraer la mesofauna.

Muestras paralelas se utilizaron para medir los respectivos pH al inicio del trabajo.

Para evaluar la descomposición de las fecas en terreno, bajo condiciones de inicio del fecario, se trabajó con 12 unidades de 70 fecas c/u, dispuestas en forma aislada sobre el suelo desnudo en el área de estudio. Estas muestras corresponden a fecas dispuestas en la superficie de los fecarios naturales y que por sus características se deduce que son relativamente recientes, considerándose aquéllas enteras y de mayor tamaño para estandarizar la experiencia (Largo

Promedio= 17,30 mm; D.E.= 1,95; Ancho promedio: 10,23 mm; D.E.= 1,00). Los pesos secos iniciales de cada unidad de fecas son de 39,7 mg con una D.E. de 1,4.

La extracción de las unidades de fecas se hizo aproximadamente cada 20 días, entre mayo y diciembre, tomándose cada vez una unidad al azar. El grado de descomposición se evaluó de acuerdo a las siguientes variables: pérdida de peso seco, contenido de agua comparado con el del medio circundante y con el inicial, fragmentación de fecas, mesofauna asociada, presencia de semillas en fecas y su relación con la fragmentación, y desarrollo de pasto.

En cada recolección se pesaron las unidades restantes, las que fueron devueltas a su emplazamiento anterior. Simultáneamente se controló el número de fecas enteras y fragmentadas, el contenido de agua del suelo adyacente (3 réplicas) y el desarrollo herbáceo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A) Mesofauna asociada a los fecarios

A.1. Condiciones de pH en los fecarios

De la Figura 1 se desprende una notoria alcalinización hacia el centro del fecario, especialmente en la zona de contacto de las fecas fragmentadas con el suelo, lugar de mayor concentración de orina y de fecas. El efecto disminuye en profundidad. Esta acción alcalinizante llega a hacerse evidente en el suelo debido a la persistencia activa de los fecarios durante bastante tiempo. Covarrubias *et al.* (1982) no encuentran diferencias entre suelo bajo fecas de vacuno y suelo control, lo que sería explicable por lo efímero y disperso de dichas fecas.

A.2. Mesofauna asociada a fecarios

En total se analizaron 16.916 artrópodos, distribuidos en 12.831 Acari, 3.585 Collembola y 500 individuos del resto de la mesofauna.

Los fecarios concentran más del 95% de la mesofauna encontrada (Tabla 1). La mayor concentración corresponde a la zona de contacto entre las fecas fragmentadas y el suelo.

A.2.1 *Acari*. Entre los ácaros, grupo zoológico predominante, destaca la gran concentración de Aca-

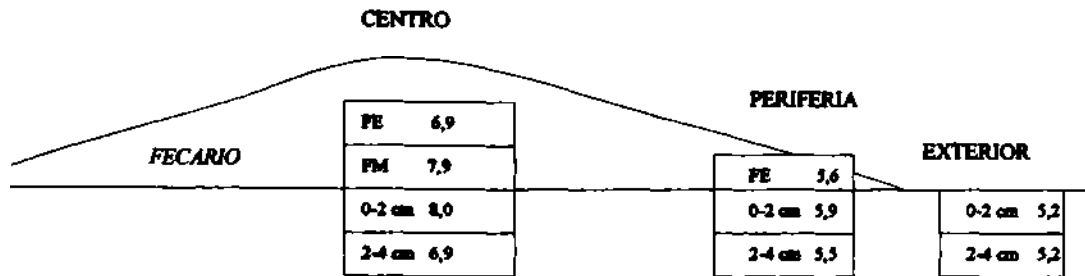


Fig. 1. Perfil de un fecario tipo de *Lama glama* indicando los estratos de muestreo y los valores de pH. FE= fecas enteras; FM = Fecas molidas o fragmentadas.

TABLA I
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA MESOFAUNA ESTUDIADA

FECARIOS	ACARI	COLLEMBOLA	RESTO	TOTAL
Centro				
Fecas enteras	20,40	0,61	4,60	8,53
Fecas fragmentadas	27,47	77,29	22,40	42,39
Suelo 0-2 cm	31,28	17,74	8,80	19,28
Suelo 2-4 cm	17,29	4,13	1,80	7,74
Periferia				
Fecas enteras	1,98	0,03	12,60	4,88
Suelo 0-2 cm	0,88	0,12	32,00	11,00
Suelo 2-4 cm	0,20	0,08	13,60	4,62
Exterior				
Suelo 0-2 cm	0,48	0,00	3,60	1,36
Suelo 2-4 cm	0,02	0,00	0,60	0,20
Porcentaje Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Individuos/fecario	2.566,2	717,0	100,0	3.383,2

ridida en los fecarios, estando ausentes en el terreno adyacente (Figura 2). Su presencia se considera directamente relacionada con el sustrato trófico particular que representan las fecas, participando ya sea en la particularización de las mismas o como asociados a los hongos que allí se desarrollan. Géneros como *Tyrophagus*, *Glycyphagus* y *Lepidophagus* son habitantes comunes de nidos, carroña y fecas (Dindal 1990). En general su presencia y concentración se asocia con niveles de intervención de ambientes na-

turales. En efecto, las tres especies de Acaridida encontradas en el fecario no están presentes en el exterior. En segundo lugar, y también con alta abundancia, está el grupo Actinedida, de presencia regular en medios áridos (Covarrubias *et al.* 1964, Sáiz 1973 y 1975).

A su vez, la drástica disminución de Oribatida desde el exterior hasta el centro del fecario refuerza la interpretación anterior en cuanto a condiciones de hábitat gestadas por los fecarios altamente diferentes

al medio circundante, así como de la individualidad de éstos, ya que es un grupo de alta frecuencia en ambientes no intervenidos con alta concentración de materia orgánica como humus y hojarasca (Figura 2) (Covarrubias *et al.* 1964, Sáiz 1973 y 1975, Krantz 1978).

Covarrubias *et al.* (1982), en fecas de vacunos y en ambiente homologable al de nuestra experiencia, encuentran alta concentración de Acaridida pero no diferente de la del suelo control. El mayor tamaño y la alta persistencia de los fecarios de los camélidos podría explicar esta situación. Por su parte, Oribatida también fue encontrado en baja cantidad por los referidos autores.

En cuanto a la distribución en estratos, Actinedida tiende a concentrarse en las fecas, mientras que Acaridida en las fecas fragmentadas y suelo subyacente (Figura 3).

A.2.2. Collembola. Predomina el grupo Poduromorpha con el 99,6% del total colectado, siendo a su vez el segundo grupo en abundancia de toda la fauna asociada a los fecarios. El resto de los colémbolos corresponde a Entomobryomorpha. El 99,8% de los Poduromorpha se colectaron en el centro del fecario. Dentro de éste, el 77,3% ocurre en fecas fragmentadas y el 17,8% en los primeros dos cm de suelo bajo ellas (Figura 4). No se colectaron colémbolos en el exterior.

Este predominio de Poduromorpha es coincidente con lo descrito por Covarrubias *et al.* (1982) para fecas de vacuno, tanto en la predominancia general como en la concentración en las fecas. A diferencia de estos autores no encontramos Symphypleona en las fecas de auquénidos. Nakamura (1976), también encontró predominio de Acari y Collembola en fecas de vacuno.

A.2.3. Resto de mesofauna. Esta mesofauna es bastante pobre y se concentra en la periferia de los fecarios (58,2%), baja a 37,6% en el centro y no supera el 4,2% en el exterior (Tabla 2).

En esta tercera categoría de animales predomina el orden Hemiptera *sensu lato* con el 49,3% de la mesofauna analizada, seguido de Psocoptera con el 16,6%. Ambos grupos se concentran en la periferia del fecario (77,9% para Hemiptera y 74,7% para Psocoptera). Estos últimos están directamente relacionados con material en descomposición seco (Tabla 2). Formicidae también participa a este nivel (Schoenly 1983, Smithers 1991).

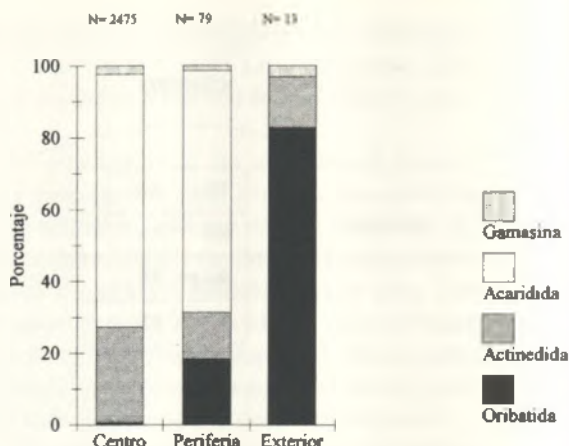


Fig. 2. Distribución porcentual de los grupos de Acari en las diferentes zonas del fecario.

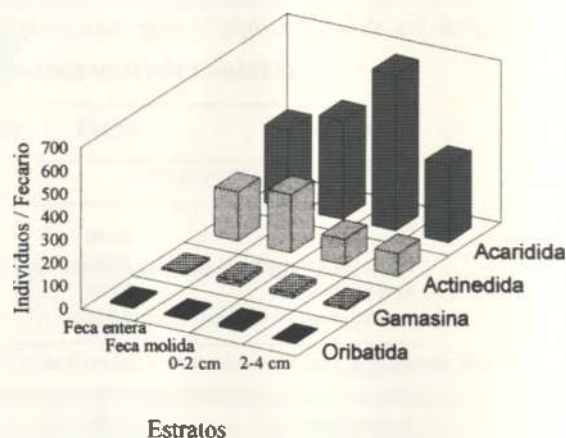


Fig. 3. Distribución de grupos de Acari según estratos del fecario.

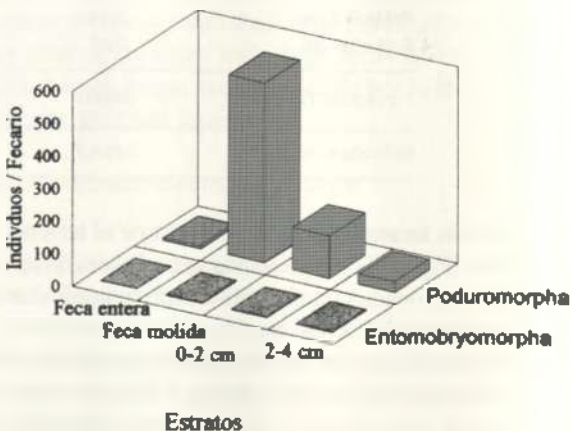


Fig. 4. Distribución de grupos de Collembola según estratos del fecario.

TABLA 2
DISTRIBUCIÓN DEL RESTO DE LA MESOFAUNA ASOCIADA A FECARIOS (INDIVIDUOS).

ESPECIES	Especies	SECTORES DEL FECARIO								
		Centro				Periferia			Exterior	
		FE	FM	0-2	2-4	F En	0-2	2-4	0-2	0-4
Coleóptera larva	2	6	25	8	—	—	4		1	—
Coleóptera adulto	8	4	16	9	—	—	1	—	1	—
Diptera larva	4	—	27	20	—	3	1	—	—	—
Diptera adulto	1	—	1	—	—	—	4	—	1	—
Formicidae	2	—	8	—	3	1	3	16	—	1
Hemiptera	3	7	21	7	3	16	124	51	14	2
Thysanoptera	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Psocoptera	1	5	12	—	3	42	20	—	1	—
Hymenoptera	1	1	1	—	—	—	1	—	—	—
Lepidoptera	1	—	—	—	—	1		1	—	—
Siphonaptera	1	—	—	—	—	—	1		—	—
Phthiraptera	1	—	1	—	—	—	—		—	—

FE = Fecas enteras; FM = Fecas fragmentadas

El orden Diptera está representado por adultos y larvas, las que tienden a concentrarse en el centro del fecario en la zona de fecas fragmentadas y suelo subyacente. En la literatura se cita a las larvas de Diptera (Muscidae, Calliphoridae, Sarcophagidae, Siraomyidae, etc.) entre los principales descomponedores de fecas de herbívoros, especialmente en sus fases líquidas, junto a estados larvales y adultos de Coleoptera de las familias Scarabaeidae, Anobiidae e Histeridae. Larvas y adultos de Staphylinidae son regularmente depredadores de larvas de dípteros en fecas y cadáveres (Tabla 2) (Macqueen y Beirne 1974, Nakamura 1975, 1976, Putman 1983, Sáiz *et al.* 1989). La presencia de Lathridiidae puede considerarse asociada a la presencia de hongos. Bajo condiciones de mayor aridez la presencia de Diptera se resiente considerablemente, llegando a ser nula (Schoenly 1983).

El resto de los grupos es de presencia más bien ocasional y no muy directamente asociados a la descomposición de las fecas como piojos y pulgas.

Comparadas las similaridades taxonómica (S_j) y biocenótica (S_w) tanto de la mesofauna total como sólo la del suelo (0-4 cm), para las tres situaciones estudiadas, se obtienen resultados que ratifican el aislamiento del centro del fecario, especialmente en cuanto a su composición cuantitativa (S_w). Desde el punto de vista de la diversidad específica (H' , índice de Shannon) se constata un incremento de ella en el interior de los fecarios respecto a la fauna circundante (Tabla 3).

B) Descomposición de fecas

B.1. Condiciones ambientales del estudio

Las condiciones ambientales en que se desarrolló el estudio, en cuanto a precipitaciones y contenido de agua del suelo, se exponen en Figuras 5 y 6. En ellas también se muestra la evolución del estrato herbáceo (gramíneas), el cual desaparece al final del período de estudio, tendencia que también manifiesta el contenido de agua de las fecas.

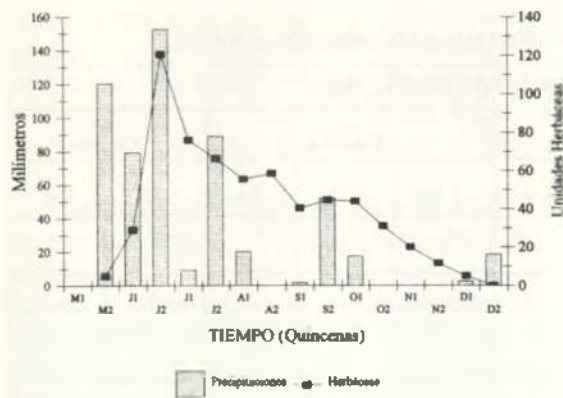


Fig. 5. Condiciones ambientales durante la investigación: precipitaciones y desarrollo de herbáceas.

B.2. Rol de la mesofauna en la descomposición

De acuerdo a las Figuras 7 y 8, la colonización de las fecas se inicia fundamentalmente con la participación de Collembola, la cual es realizada casi exclusivamente por 4 de las 11 especies de Poduromorpha, grupo que concentra el 85,6% del total de individuos. El resto de los ejemplares se distribuye en 5 especies de Symphypleona (11,5%) y una de Entomobryomorpha (2,9%), siendo éstos los últimos en llegar a las fecas. Si bien el inicio de la participación de Acari es prácticamente simultáneo, su mayor presencia está

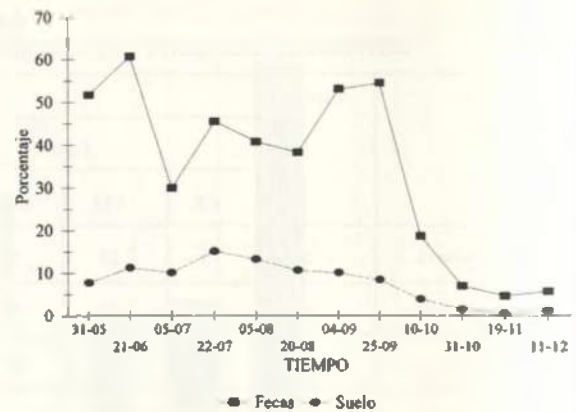


Fig. 6. Comparación de la variación del contenido de agua entre fecas y suelo adyacente.

ligeramente desfasada respecto a la de Collembola, con participación mayoritaria de Actinedida y Acari-dida (48,4% y 39,3% de los individuos y 8 y 6 especies respectivamente). En este nivel de organismos la depredación está centrada en Gamasida y algunos Actinedida (Krantz 1978). La presencia de Oribatida es solamente ocasional. Ácaros y colémbolos desaparecen con el desecamiento del sustrato, el cual se manifiesta explícitamente a partir de octubre (Figuras 5 y 8). El resto de los grupos de artrópodos, numéricamente minoritarios, se presenta preferentemente al final del período de estudio. Entre ellos hay una fuerte

TABLA 3
MESOFAUNA TOTAL EN FECARIOS Y EN EL SUELO (0-4 CM): ABUNDANCIA (N) Y DIVERSIDAD ESPECÍFICA (H') POR SECTORES Y SIMILARIDADES TAXONÓMICA (Sj) Y BIOCENÓTICA (Sw) ENTRE SECTORES.

Sector	N	H'	Similaridad	Sj	Sw
Fauna Total (Fecas + suelo)					
Centro	16.140	2,10	Centro-Periferia	0,57	0,01
Periferia	691	2,86	Centro-Exterior	0,33	0,01
Exterior	85	1,98	Periferia-Exterior	0,36	0,37
Fauna del suelo (0-4 cm)					
Centro	7.069	1,69	Centro-Periferia	0,43	0,40
Periferia	373	2,89	Centro-Exterior	0,35	0,02
Exterior	85	1,91	Periferia-Exterior	0,44	0,35

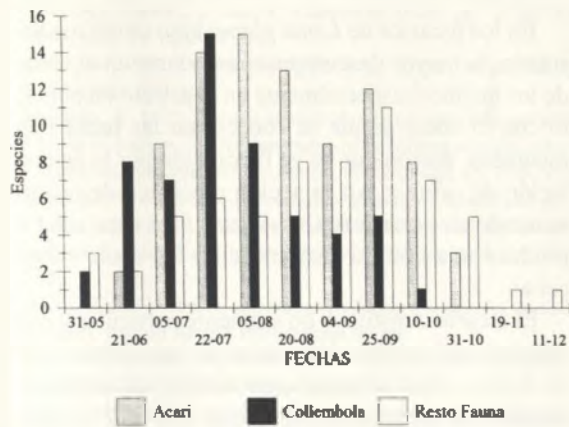


Fig. 7. Secuencia temporal de las especies de los principales grupos zoológicos durante la descomposición de las fecas.

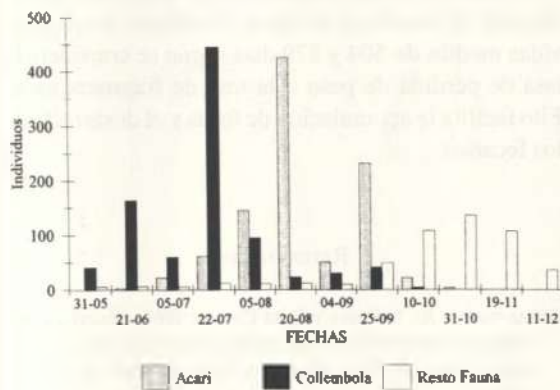


Fig. 8. Secuencia temporal de los individuos de los principales grupos zoológicos durante la descomposición de las fecas.

incidencia de depredadores como larvas y adultos de Staphylinidae, quienes depredan prioritariamente sobre larvas de dípteros. Junto a ellos hay elementos propios de las fases secas de la descomposición como Psocoptera, Formicidae y Polyxenidae (Sáiz *et al.* 1989, Smithers 1991). Conjuntamente se encuentran presentes grupos de insectos propios del estrato herbáceo como Hemiptera sensu lato, Thysanoptera y larvas de Scarabaeidae, cuyo rol en la descomposición de las fecas no es muy evidente.

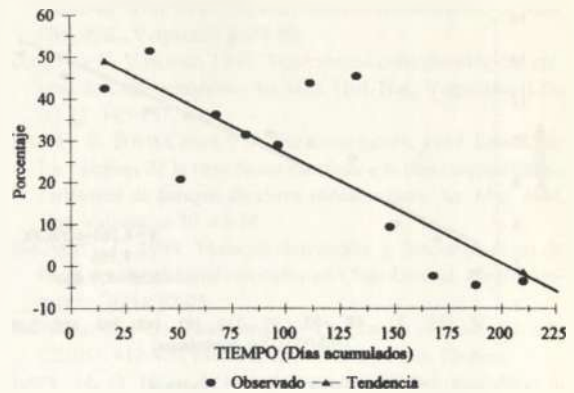


Fig. 9. Secuencia de pérdida de agua de las fecas durante el período de estudio.

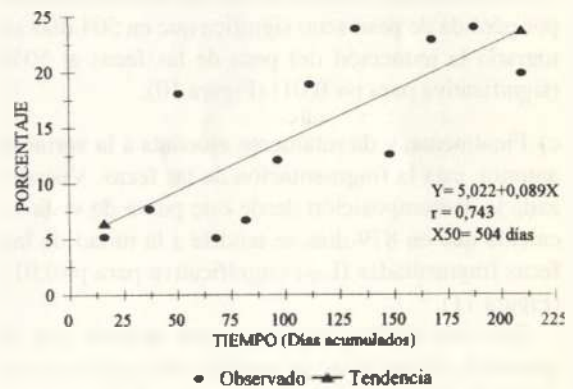


Fig. 10. Tasa de descomposición de fecas según pérdida de peso seco.

B.3. Tasas de descomposición

La tasa de descomposición de las fecas se analiza desde tres ángulos: pérdida de agua respecto al contenido inicial, pérdida de peso seco e incremento de la fragmentación.

a) Pérdida de agua. Al final del período de estudio las fecas no sólo han perdido el agua adquirida gracias a las precipitaciones sino que terminan con contenidos inferiores a los iniciales (Figura 9). Esta variable, por ser altamente dependiente de las condiciones atmosféricas, no es un indicador muy apropiado como medida de descomposición.

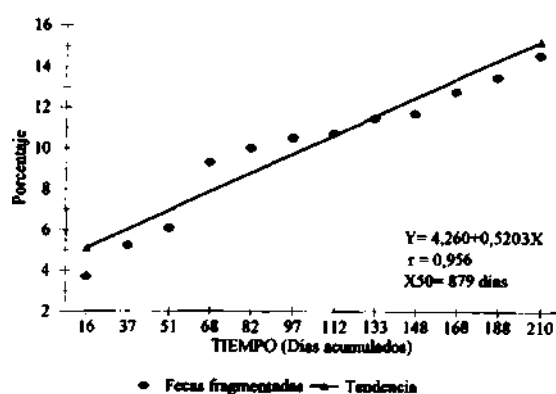


Fig. 11. Tasa de descomposición de heces según fragmentación.

b) Pérdida de peso seco. De acuerdo a los datos obtenidos en este estudio, la tasa de descomposición por pérdida de peso seco significa que en 504 días se lograría la reducción del peso de las heces al 50% (significativa para $p=0,01$) (Figura 10).

c) Finalmente, y directamente asociada a la variable anterior, está la fragmentación de las heces. Visualizada la descomposición desde este punto de vista se calcula que en 879 días se tendría a la mitad de las heces fragmentadas (L_{50}) (significativa para $p=0,01$) (Figura 11).

Esta tasa de fragmentación está sesgada por la presencia en las heces de semillas de *Acacia caven* (Mol.) Mol., cuyo inicio de germinación favorecería su disgregación. En efecto, el 80,3% de las heces fragmentadas portaban semillas, mientras que en aquellas que permanecieron enteras este porcentaje no supera el 25%.

Considerando la tasa de descomposición más alta y asumiendo que la velocidad de degradación de la segunda mitad de las heces ocurra al doble de la velocidad de la primera, se calcularía su desaparición en un mínimo de 24-25 meses bajo las condiciones del estudio, situación que favorece la acumulación de las heces y explica el desarrollo de fecarios. Ello excede en mucho al tiempo encontrado por Nakamura (1975) para heces de bovinos al calcular 10-15 meses, quien, además, detecta dos fases en la descomposición con desarrollo casi exponencial, modelo que no se visualiza en este estudio.

CONCLUSIONES

En los fecarios de *Lama glama* bajo clima mediterráneo, la mayor descomposición ocurre en el centro de los mismos, especialmente en el estrato en contacto con el suelo donde se concentran las heces fragmentadas, acción que se ve favorecida por la acumulación de orina y por la acción mecánica de pisoteo reiterado de la manada al defecar. En esta zona se produce una notoria alcalinización del suelo subyacente.

El fecario constituye un ambiente particular y muy diferente del medio circundante en que predominan los ácaros, especialmente Actinedida y Acaridida. La abundancia de estos últimos, junto a la casi ausencia de Oribatida refleja la particularidad de este sustrato en relación al medio circundante.

El proceso de colonización de las heces nuevas se inicia con la participación de colémbolos *Poduromorpha*, seguida con un ligero desfase temporal por ácaros Acaridida y Actinedida. El resto de la mesofauna se incorpora al final del período de estudio.

El proceso de descomposición es muy lento considerando el tamaño de las heces. En efecto, se calculan vidas medias de 504 y 879 días según se considere la tasa de pérdida de peso o la tasa de fragmentación. Ello facilita la acumulación de heces y el desarrollo de los fecarios.

REFERENCIAS

- COVARRUBIAS, R., I. RUBIO y F. DI CASTRI, 1964. Observaciones ecológico-cuantitativas sobre fauna edáfica de zonas semiáridas del Norte de Chile. *Mon. Ecol. y Biogeografía de Chile* 2, 110 pp.
- COVARRUBIAS, R., W. ORELLANA y J. VALDERAS, 1982. Sucesión de microartrópodos en la colonización de heces de bovino. *Rev. Ecol. Sol.* 19: 363-381.
- DINDAL, D. 1990. *Soil Biology Guide*. John Wiley & Sons. New York, 1349 pp.
- DOUBE, B. 1987. Spatial and temporal organization in communities associated with dung pads and carcasses. In *Organization of Communities. Past and Present*, Gee, J. y P. Giller (eds). pp: 255-280. Blackwell Scientific Publications, London.
- DOUBE, B., A. MACQUEEN, T. RIDSDILL-SMITH & T. WEIR, 1991. Native and introduced dung beetles in Australia. In: *Dung Beetle Ecology*, Hanski, I. and Y. Cambefort (eds). pp: 255-278. Princeton Univ. Press.
- HANSKI, I. 1987. Colonization of ephemeral habitats. In Gray, A., M. Crawley y P. Edwards (Eds.) *Colonization, Succession and Stability*, pp: 155-185. Blackwell Scientific Publications, London.

- HANSKI, I. 1991. The dung insect community. In: *Dung Beetle Ecology*. Hanski, I. and Y. Cambefort (eds), pp: 255-278. Princeton University Press.
- KRANTZ, G. 1978. *A Manual of Acarology*. 2^a ed. Oregon State University, 509 pp.
- NAKAMURA, Y. 1975. Decomposition of organic materials and soil fauna in pasture. 3. Disappearance of cow dung and the associated soil macrofaunal succession, *Pedobiologia* **15**: 210-221.
- NAKAMURA, Y. 1976. Decomposition of organic materials and soil fauna in pasture. 4. Disappearance of cow dung and succession of the associated soil micro-artropods, *Pedobiologia* **16**: 243-257.
- PUTMAN, R. 1983. *Carrion and Dung. The decomposition of animal wastes*. Eduard Arnold Publications, 62 pp.
- SÁIZ, F., 1973. Sobre zoocenosis muscícolas y líquénicas en Chile. *An. Mus. Hist. Natural, Valparaíso* **6**: 87-118.
- SÁIZ, F., 1975. Aspectos mesofaunísticos hipogeos en el Parque Nacional "Fray Jorge". I parte. Análisis comunitario. *An. Mus. Hist. Nat., Valparaíso* **8**: 29-50.
- SÁIZ, F. y E. VÁSQUEZ, 1980. Taxocenosis coleopterológicas epigeas de Chile semiárido. *An. Mus. Hist. Nat., Valparaíso (Chile)* **13**: 145-157.
- SÁIZ, F., E. TOSTI-CROCE y M. SOLEDAD LEIVA, 1989. Estudio de los cambios de la mesofauna asociada a la descomposición de cadáveres de conejos en clima mediterráneo. *An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso* **20**: 41-74.
- SIMONETTI, J., 1989. Tasas de defecación y descomposición de fecas de *Oryctolagus cuniculus* en Chile Central. *Medio Ambiente* **10** (1): 92-95.
- SMITHERS, C. 1991. Psocoptera. In *The insects of Australia*, eds. CSIRO: 412-420. Melbourne University Press, Carlton.
- SWIFT, M. O. HEAL & J. ANDERSON, 1979. *Decomposition in terrestrial ecosystems*. Blackwell Scientific. Publications, London, 372 pp.