

# Patrón temporal de recuperación de semillas de seis especies herbáceas consumidas por el ganado caprino

Temporal recovery pattern of seeds of six herbaceous species consumed by goats

D. GRANDE<sup>1</sup> / J.M. MANCILLA-LEYTÓN<sup>2</sup> / M. DELGADO-PERTÍÑEZ<sup>3</sup> / A. MARTÍN VICENTE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Área de Sistemas de Producción Agropecuarios. División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, 09340 México, D.F., México. [ifig@xanum.uam.mx](mailto:ifig@xanum.uam.mx).

<sup>2</sup>Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla. Apartado 1095, 41080 Sevilla, España. [jmancilla@us.es](mailto:jmancilla@us.es); [angelm@us.es](mailto:angelm@us.es)

<sup>3</sup>Departamento de Ciencias Agroforestales. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agrícola, Universidad de Sevilla. Ctra. Utrera Km. 1, 41013 Sevilla, España. [pertinez@us.es](mailto:pertinez@us.es)

**Resumen:** Se ha evaluado la capacidad de dispersión endozoócora del ganado caprino de seis especies herbáceas (*Ornithopus compressus* L., *Biserrula pelecinus* L., *Dactylis glomerata* L., *Medicago polymorpha* L., *Festuca ovina* L. y *Melilotus officinalis* L. Pall.). Las semillas de las especies se suministraron y consumieron por seis cabras (raza Payoya) estabuladas individualmente. Tras la ingestión, se recogieron las heces cada 24 horas durante cinco días. En las heces recuperadas se determinó la pérdida y distribución de recuperación de semillas en el tiempo tras el paso por el tracto digestivo. A las 120 horas el total de semillas recuperadas varió desde 31 semillas de *M. officinalis* a 680 semillas de *M. polymorpha*, que representaron el 0,3 y el 6,8 % respectivamente del total de semillas ofrecidas. De *F. ovina* y *M. officinalis* la mayor cantidad (> 60%) de semillas recuperadas ocurrió durante las primeras 48 horas después de su consumo, mientras que las semillas de las demás especies se recuperaron a las 72 horas, excepto *D. glomerata*, de la que sólo se obtuvieron el 57% de las recuperadas en dicho período. Aunque los porcentajes de recuperación obtenidos fueron bajos en términos absolutos, y falta analizar el efecto de los procesos bióticos y abióticos sobre el establecimiento de plántulas, las cabras domésticas podrían ayudar a dispersar la vegetación herbácea autóctona mediterránea, favoreciendo indirectamente la mejora del sustrato.

**Palabras clave:** Cabras, endozoocoria, dispersión, gramíneas, leguminosas.

**Abstract:** We assessed the endozoochorous seed dispersal capacity by goats of six herbaceous species (*Ornithopus compressus* L., *Biserrula pelecinus* L., *Dactylis glomerata* L., *Medicago polymorpha* L., *Festuca ovina* L. and *Melilotus officinalis* L. Pall.). The seeds of these species were fed to six goats (Payoya breed) housed individually. After ingestion, faeces were collected for five days every 24 hours. In the faeces recovered was determined the percentage of seed loss and the distribution time of seed recovery after passage through the digestive tract. At 120 hours, the total recovered seeds ranged from 31 seeds in *M. officinalis* seeds to 680 in *M. polymorpha*, which represented 0.3 and 6.8% of total seeds offered. In *F. ovina* and *M. officinalis* the majority of seeds recovered (> 60%) were recovered during the first 48 hours after consumption, while in the other species were recovered up to 72 hours, except in *D. glomerata*, which recovered only 57% of seeds in that period. Despite the low recovery values obtained, goats may act as dispersers of seeds of the herbaceous studied.

**Key words:** endozoochory, dispersal, seeds, grasses, legumes.

## INTRODUCCIÓN

La conservación del monte mediterráneo está estrechamente vinculado con el mantenimiento del pastoreo (Aldezabal *et al.*, 2002). La relación existente entre el cese o declive paulatino del pastoreo y la pérdida de diversidad vegetal en las comunidades pastoreadas ha sido ampliamente debatido y estudiado. Aunque la sucesión vegetal tras el abandono rural puede variar dependiendo de numerosos factores bióticos y abióticos (suelo, clima y factores históricos entre otros) (Mouillot *et al.*, 2003;

Sluiter y de Jong, 2007), en general se produce una disminución de hábitats abiertos como son los pastos, áreas agrícolas y estepas. De este modo, la expansión progresiva de matorrales y bosques originada por el abandono rural favorece la homogeneización del paisaje y una pérdida del mosaico mediterráneo.

El pastoreo del ganado caprino en el matorral va a crear diferentes hábitats abiertos, los cuales pueden ser colonizados por especies herbáceas. La introducción de estas especies dependerá de su existencia en el banco de semillas del suelo. En ausencia de semillas en el banco, la dispersión de semillas por el propio ganado durante el pastoreo puede convertirse en una alternativa sencilla y económica para la colonización y mejora del estrato herbáceo. El éxito de esta técnica dependerá de la capacidad de supervivencia de las semillas al proceso de masticación y digestión del animal y de su germinación posteriormente.

En este sentido, el objetivo del estudio ha sido cuantificar y evaluar el patrón temporal de recuperación de semillas de seis especies herbáceas consumidas por cabras con el fin de analizar su potencialidad y posibilidad de mejorar el estrato herbáceo en los sitios de pastoreo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas evaluadas fueron adquiridas en una empresa especializada en la producción de semillas autóctonas ibéricas. Se utilizaron cuatro leguminosas: *Ornithopus compressus* L., *Biserrula pelecinus* L., *Medicago polymorpha* L. y *Melilotus officinalis* L. Pall. y dos gramíneas: *Dactylis glomerata* L. y *Festuca ovina* L. Con el interés de conocer el tamaño de las semillas y sus posibles cambios por efecto del paso a través del tracto digestivo de las cabras, se midió el largo y ancho de una muestra de 100 semillas antes y después de ser ingeridas.

Para evaluar la recuperación de semillas después de su paso por el intestino, se utilizaron seis cabras hembras adultas de la raza Payoya de similar peso y edad (40 kg de peso promedio y 3 años de edad). Las cabras se mantuvieron en jaulas metabólicas individuales que disponían de un sistema para coleccionar las heces. Al inicio del experimento, a cada uno de los animales se le ofreció un cóctel con 10.000 semillas de cada una de las especies estudiadas, las cuales se mezclaron con grano de cebada (250 g) para facilitar su consumo. Los animales tuvieron acceso a heno de alfalfa y agua *ad libitum*. Después de la ingestión de las semillas todas las heces producidas por cada cabra se coleccionaron a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas, y fueron secadas a temperatura ambiente y almacenadas en laboratorio. Posteriormente se pesaron 10 muestras de heces de 4 g de cada cabra en los diferentes tiempos de muestreo, las cuales se desmenuzaron manualmente y se identificaron y contaron las semillas de cada una de las especies consumidas.

Para determinar la viabilidad de sus embriones (MacKay, 1972), se realizó la prueba de tetrazolio a las semillas recuperadas de las heces y a las semillas no ingeridas (control) (15 semillas x 4 réplicas). Las semillas se mantuvieron en agua por 16 h a una

temperatura constante de 25<sup>o</sup> C, y se sumergieron después en una solución acuosa al 1 % de 2,3,5 cloruro de trifetil-tetrazolio, pH 7 en oscuridad durante 24 h a una temperatura constante de 25<sup>o</sup> C. Posteriormente las semillas se diseccionaron y se examinó la coloración de los embriones con una lupa para estimar su viabilidad (Bradbeer, 1998); los embriones se colorean en diferentes grados o zonas, o no se colorean, según la semilla tenga tejidos sanos, débiles y/o enfermos o muertos.

Para el tratamiento de los datos se utilizaron los test habituales para el contraste de normalidad y homocedasticidad (Test de Kolmogorov-Smirnov y Test de Levene, respectivamente), con el fin de asumir las hipótesis necesarias para realizar pruebas paramétricas. Las diferencias en el tamaño, porcentaje de recuperación y viabilidad para cada especie se analizaron mediante ANOVA de una vía usando el modelo lineal general (GLM). Las diferencias entre medias se determinaron mediante la prueba de Tukey al nivel de significación de 0,05. El programa estadístico utilizado fue SPSS ver. 18.00 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

## RESULTADOS

El tamaño de las semillas suministradas fue diferente de unas especies a otras (tabla 1). *O. compressus* y *D. glomerata* fueron las semillas más grandes, mientras que las más pequeñas fueron las de *B. pelecinus*, *F. ovina*, *M. officinalis* y *M. polymorpha*. Después de su consumo y paso por el tracto digestivo de las cabras, se encontraron diferencias significativas en el tamaño de las semillas recuperadas y los controles (tabla 1).

Tabla 1. Promedio y error estándar del largo y ancho (mm) de las semillas controles y recuperadas de las seis especies estudiadas (N=100).

Especie	Característica	Semillas		Significación (Tukey ≤ 0,05)
		Control	Recuperadas	
<i>Ornithopus compressus</i>	Largo	3,6 ± 0,04	4,0 ± 0,15	,000
	Ancho	2,4 ± 0,03	1,9 ± 0,10	,000
<i>Biserrula pelecinus</i>	Largo	1,7 ± 0,01	1,6 ± 0,01	,000
	Ancho	1,6 ± 0,01	1,5 ± 0,01	,000
<i>Dactylis glomerata</i>	Largo	5,7 ± 0,07	4,4 ± 0,10	,000
	Ancho	0,8 ± 0,01	1,1 ± 0,02	,000
<i>Festuca ovina</i>	Largo	4,8 ± 0,05	4,0 ± 0,10	,000
	Ancho	0,9 ± 0,01	0,8 ± 0,01	,030
<i>Melilotus officinalis</i>	Largo	2,2 ± 0,02	2,0 ± 0,07	,001
	Ancho	1,3 ± 0,01	1,3 ± 0,05	,671
<i>Medicago polymorpha</i>	Largo	2,6 ± 0,02	2,4 ± 0,02	,000
	Ancho	1,5 ± 0,01	1,5 ± 0,02	,757

La cantidad de semillas recuperadas varió entre especie, aunque por lo general fue baja. Las tasas de recuperación más elevadas se encontraron en *M. polymorpha* (680) y *B. pelecinus* (387), que representaron el 6,8 y 3,8 % de las semillas consumidas respectivamente. Por el contrario, la recuperación de semillas de *O. compressus*, *D. glomerata*, *F. ovina* y *M. officinalis* fue menor (entre 1,5 y 0,3%) (tabla 2).

Se observaron diferencias significativas en el número de semillas recuperadas por día entre todas las especies (tabla 2). En el conjunto de especies la mayor tasa de recuperación de semillas fue a las 48-72 horas después de su ingestión, aunque de cuatro de las especies se encontraron semillas en las heces incluso en el quinto día, con la excepción de *M. officinalis*. En el quinto día de muestreo destacaron las cantidades de semillas recuperadas de *M. polimorpha* y *B. pelecinus* (tabla 2).

La viabilidad de las semillas recuperadas de las heces fue significativamente menor que la de las semillas control en todas las especies (fig. 1).

Tabla 2. Cantidad de semillas recuperadas en los diferentes tiempos de muestreo en las heces de caprinos (N=6) tras el consumo de seis especies herbáceas.

Especies de Plantas	Tiempos de recuperación (horas)					Nº de semillas recuperadas	Nº de semillas consumidas	% de semillas recuperadas
	24	48	72	96	120			
<i>Medicago polymorpha</i>	5 <sup>a*</sup>	264 <sup>a</sup>	192 <sup>a</sup>	68 <sup>a</sup>	151 <sup>a</sup>	680	10 000	6,8 <sup>a</sup>
<i>Biserrula pelecinus</i>	1 <sup>a</sup>	139 <sup>a</sup>	112 <sup>b</sup>	55 <sup>a</sup>	80 <sup>a</sup>	387	10 000	3,8 <sup>b</sup>
<i>Ornithopus compressus</i>	3 <sup>a</sup>	56 <sup>b</sup>	58 <sup>c</sup>	12 <sup>b</sup>	24 <sup>b</sup>	153	10 000	1,5 <sup>c</sup>
<i>Festuca ovina</i>	8 <sup>a</sup>	60 <sup>b</sup>	36 <sup>c</sup>	4 <sup>b</sup>	4 <sup>b</sup>	112	10 000	1,1 <sup>c</sup>
<i>Dactylis glomerata</i>	0 <sup>a</sup>	6 <sup>b</sup>	46 <sup>c</sup>	16 <sup>b</sup>	22 <sup>b</sup>	90	10 000	0,9 <sup>c</sup>
<i>Melilotus officinalis</i>	5 <sup>a</sup>	15 <sup>b</sup>	8 <sup>c</sup>	3 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	31	10 000	0,3 <sup>c</sup>

\*Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (Tukey  $\leq 0,05$ )

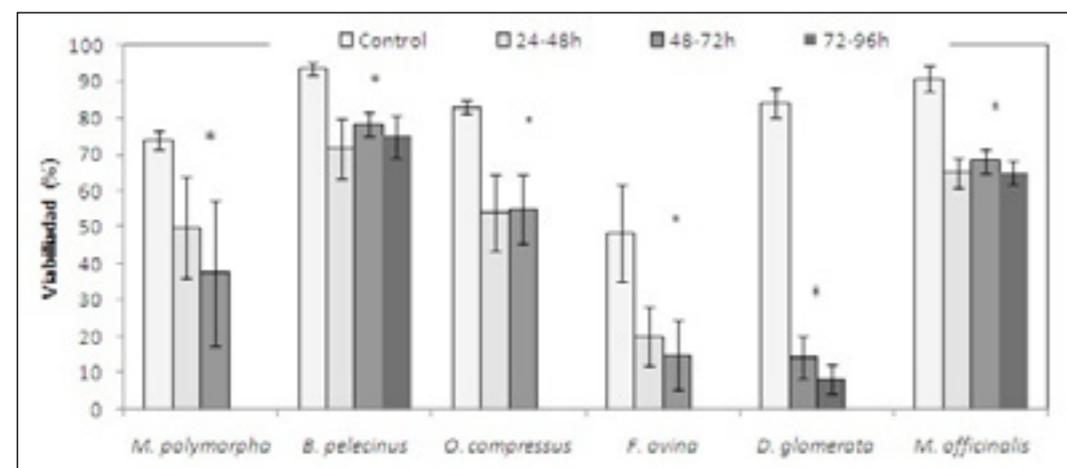


Figura 1. Porcentaje de semillas viables de las semillas control y de las recuperadas en las heces de cabras, de las seis especies de plantas estudiadas (\*indica diferencias significativas para los diferentes tratamientos dentro de una misma especie, Tukey  $p < 0,05$ ).

## DISCUSIÓN

La tasa de recuperación fue superior en las semillas pequeñas (*M. polymorpha* y *B. pelecinus*) que en las de mayor tamaño. En general, el porcentaje de destrucción de semillas es directamente proporcional al tamaño de la semilla e inversamente proporcional a la dureza de sus cubiertas (Russi *et al.*, 1992). Esto mismo quedó reflejado en las semillas de mayor tamaño (*O. compressus*) y con testas menos duras (*D. glomerata*, *F. ovina* y *M. officinalis*). La relación negativa entre el tamaño de la semilla y su recuperación también se observó en otros trabajos (Staniforth y Cavers, 1977; Russi *et al.*, 1992; Pakeman *et al.*, 2002).

En general, la cantidad de semillas recuperadas fue baja; en el mejor de los casos (*M. polymorpha*), representó menos del 7 % de las semillas consumidas. Estos bajos valores son similares a los obtenidos para otras especies herbáceas y arbustivas consumidas por rumiantes salvajes y domésticos (Holst y Allan, 1996; Olson y Wallander, 2002; Razanamandranto *et al.*, 2004; Mouissie *et al.*, 2005; Ramos *et al.*, 2006; Harrington *et al.*, 2011; Mancilla-Leytón *et al.*, 2011); sin embargo, aún en las especies en las que se obtuvieron los más bajos niveles de recuperación (*O. compressus*, *F. ovina*, *D. glomerata* y *M. officinalis*) las semillas sobrevivieron el pasaje por el intestino, lo que significa que las cabras no se comportaron como predadoras de sus semillas, como se reportó en *Pistacia lentiscus*, especie de la que no se recuperó ninguna semilla después de su paso por el intestino de cabras (Mancilla-Leytón *et al.*, 2011).

Por otro lado, la distribución temporal de la defecación de las semillas puede favorecer la distancia de dispersión, y puede ser particularmente importante en las semillas de *M. polymorpha* y *B. pelecinus*, que fueron las especies de las que se recuperaron más semillas y asimismo las que permanecieron más tiempo en el tracto digestivo de los animales (más de 48 horas). En este sentido, la distancia final de dispersión también dependerá en gran medida del sistema de producción, y se debe tener en consideración que en los rebaños extensivos o semiextensivos la distancia recorrida por los animales puede llegar a ser extremadamente larga (casi 30 km al día) (Manzano *et al.*, 2005).

## CONCLUSIONES

Las semillas de las seis especies estudiadas sobrevivieron a la masticación y al paso a través del tracto digestivo de las cabras, particularmente las semillas de *M. polymorpha* y *B. pelecinus*, y a falta de evaluar su posterior germinación, estas semillas podrían potencialmente ser dispersadas por las cabras durante el pastoreo, favoreciendo indirectamente la mejora del sustrato herbáceo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a D. José Ardila y Dehesa de Gatos S.A. su ayuda y colaboración. Nuestro especial agradecimiento a Dña. Yolanda Paz por su gran apoyo y dedicación en el procesamiento de las muestras en el laboratorio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDEZABAL A., GARCIA-GONZALEZ R., GOMEZ D. Y FILLAT F. (2002) El papel de los herbívoros en la conservación de los pastos. *Ecosistemas*, **11**(3), s/p.
- BRADBEER J.W. (1998) *Seed dormancy and germination*. New York, United States: Chapman & Hall.
- HARRINGTON K.C., BESKOW W.B. Y HODGSON J. (2011) Recovery and viability of seeds ingested by goats. *New Zealand Plant Protection*, **64**, 75-80.
- HOLST P.J. Y ALLAN C.J. (1996) Targeted grazing of thistles using sheep and goats. *Plant Protection Quarterly*, **11**, 271-273.
- MACKAY D.B. (1972) The measurement of viability. En: Roberts, E.H. (ed) *Viability of seeds*, pp. 172-208. London, United Kingdom: Chapman & Hall.
- MANCILLA-LEYTÓN J.M., FERNÁNDEZ-ALÉS R. Y MARTÍN VICENTE A. (2011) Plant-ungulate interaction: goat gut passage effect on survival and germination of Mediterranean shrub seeds. *Journal of Vegetation Science*, **22**(6), 1031-1037.
- MANZANO P., MALO J.E. Y PECO B. (2005) Sheep gut passage and survival of Mediterranean shrub seeds. *Seed Science Research*, **15**, 21-28.
- MOUILLOT F., RATTE J., JOFFRE R., MORENO J.M. Y RAMBAL S. (2003) Some determinants of the spatio-temporal fire cycle in a mediterranean landscape (Corsica, France). *Landscape Ecology*, **18**, 665-674.
- MOUISSIE A.M., VAN DER VEEN C.E.J., VEEN G.F.C. Y VAN DIGGELEN R. (2005) Ecological correlates of seed survival after ingestion by Fallow deer. *Functional Ecology*, **19**, 284-290.
- OLSON B.E. Y WALLANDER R.T. (2002) Does ruminal retention time affect leafy spurge seed of varying maturity? *Journal of Range Management*, **55**, 65-69.
- PAKEMAN R.J., ENGELEN J. Y ATTWOOD J.P. (2002) Ecological correlates of endozoochory by herbivores. *Functional Ecology*, **16**, 296-304.
- RAMOS M.E., ROBLES A.B., RUIZ-MIRAZO J., CARDOSO J.A. Y GONZÁLEZ-REBOLLAR J.L. (2006) Effect of gut passage on viability and seed germination of legumes adapted to semiarid environments. En: Lloveras J. et al. (Eds) *Sustainable Grassland Productivity*, pp 315-317. Badajoz, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- RAZANAMANDRANTO S., TIGABU M., NEYA S. Y ODÉN P.C. (2004) Effects of gut treatment on recovery and germinability of bovine and ovine ingested seeds of four woody species from Sudanian savanna in West Africa. *Flora*, **199**, 389-397.
- RUSSI L., COCKS P.S. Y ROBERTS E.H. (1992) The fate of legume seeds eaten by sheep from a Mediterranean grassland. *Journal of Applied Ecology*, **29**, 772-778.
- SLUITER R. Y DE JONG S.M. (2007) Spatial patterns of Mediterranean land abandonment and related land cover transitions. *Landscape Ecology*, **22**, 559-576
- STANIFORTH R.J. Y CAVERS P.B. (1977) The importance of cottontail rabbits in the dispersal of *Polygonum* spp. *Journal of Applied Ecology*, **14**, 261-267.

# Resultados preliminares del papel del ganado caprino en la dispersión de cinco especies de matorral mediterráneo

Preliminary results of the role of goats in the dispersal of five mediterranean shrub species

D. GRANDE<sup>1</sup> / J.M. MANCILLA-LEYTÓN<sup>2</sup> / M. DELGADO-PERTÍÑEZ<sup>3</sup> / A. MARTÍN VICENTE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Área de Sistemas de Producción Agropecuarias. División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, 09340 México, D.F., México. [ifig@xanum.uam.mx](mailto:ifig@xanum.uam.mx).

<sup>2</sup>Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla. Apartado 1095, 41080 Sevilla, España. [jmancilla@us.es](mailto:jmancilla@us.es); [angelm@us.es](mailto:angelm@us.es)

<sup>3</sup>Departamento de Ciencias Agroforestales. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agrícola, Universidad de Sevilla. Ctra. Utrera Km. 1, 41013 Sevilla, España. [perlinez@us.es](mailto:perlinez@us.es)

**Resumen:** Los herbívoros juegan un papel importante en la dispersión de semillas a través de su tracto digestivo, en particular los herbívoros ungulados son importantes agentes potenciales de dispersión de semillas de las plantas herbáceas y arbustivas que se alimentan. El trabajo evalúa el papel de la cabra como dispersor de cinco forrajeras arbustivas (*Cistus albidus* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Calicotome villosa* (Poir.) Link., *Rhamnus lycioides* L. y *Atriplex halimus* L.) representativas del matorral mediterráneo. Tras la ingestión de las semillas por las cabras, se procedió durante cinco días a recoger las heces a intervalos de 24 horas. El total de semillas recuperadas varió de una especie a otra, presentando *R. lycioides* el porcentaje menor de recuperación (1,3 %) y *C. albidus* el mayor (35,8 %). En la mayoría de las especies las cantidades máximas de recuperación de semillas se dieron a las 48-72 horas tras la ingestión. A expensas de verificar la germinabilidad y supervivencia de las plántulas, los resultados sugieren una buena interacción entre el ganado caprino y las especies de matorral estudiadas.

**Palabras clave:** cabras, endozoochoria, semillas, arbustivas, *Cistus*.

**Abstract:** Herbivores play an important role in dispersing seeds through their digestive tract, and the hoofed herbivores are potential seed dispersal agents of Mediterranean grasses and scrubs. We evaluated the role of the goat as seeds dispersers of five forage shrubs, representing of the Mediterranean scrubs (*Cistus albidus* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Calicotome villosa* (Poir.) Link., *Rhamnus lycioides* L. and *Atriplex halimus* L.). After ingestion of seeds by the goats, we collect total faeces for five days at intervals of 24 hours. The total number of seeds recovered varied among the species, presenting *R. lycioides* the minimum recovery percentage (1.3%) and *C. albidus* (35.8%) the maximum. In most species the maximum amounts of seed recovery occurred 48-72 hours after ingestion. At the expense of verifying the germination and survival of seedlings, the results suggest a good interaction between the goats and shrub species studied.

**Key words:** endozoochory, shrubland, seeds, recovery, *Cistus*.

## INTRODUCCIÓN

La dispersión endozoócora de semillas por animales se ha investigado desde hace mucho tiempo, y su estudio se ha incrementado en los últimos años. Recientemente se ha dado mucha importancia a la función de los mamíferos herbívoros como dispersores endozoócoros de semillas (Willson, 1993; Pakeman *et al.*, 2002; Myers *et al.*, 2004) y varios estudios han demostrado la presencia de semillas en los excrementos de grandes herbívoros silvestres y domésticos (Sánchez y Peco, 2002; Manzano *et al.*, 2005; De la Vega y Godínez-Álvarez, 2010; Kuiters y Huiskes, 2010). Ya que los mamíferos herbívoros presentan un largo tiempo de paso de las semillas en el intestino (24 a 72 h) (Olson y Wallander, 2002) y realizan recorridos de largas distancias (Cory, 1972; Klein, 1981) pueden promover la rápida dispersión de las poblaciones de