

# Diversidad de mamíferos y su relación con la dispersión endozoócica de semillas en viñedos

C. Fernández<sup>1</sup>, C. Puerta-Piñero<sup>1,\*</sup>

(1) Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA). Centro Camino de Purchil, Camino de Purchil sn. 18004. Granada. España.

\* Autor de correspondencia: C. Puerta-Piñero [[cpuertapinero@gmail.com](mailto:cpuertapinero@gmail.com)]

> Recibido el 05 de agosto de 2019 - Aceptado el 21 de noviembre de 2019

**Fernández, C., Puerta-Piñero, C. 2019. Diversidad de mamíferos y su relación con la dispersión endozoócica de semillas en viñedos. *Ecosistemas* 28(3):126-141. Doi.: 10.7818/ECOS.1830**

Los viñedos constituyen un sistema de estudio modelo en escenarios de cambio global, en parte por la influencia del paisaje, clima y tipos de manejo para su producción. En este trabajo evaluamos la influencia del paisaje, altitud y tipo de manejo sobre la diversidad de mamíferos y dispersión de semillas mediada por éstos en viñedos. Entre abril y julio de 2017 se tomaron muestras en 25 fincas de viñedos (var. tempranillo, 9 en manejo ecológico y 16 en no-ecológico) en Andalucía, España. En cada finca estimamos la presencia de mamíferos mediante la búsqueda de huellas y excrementos a lo largo de 12 transectos de 20m x 12m. Los excrementos fueron posteriormente disgregados para cuantificar e identificar las semillas contenidas. Encontramos 230 excrementos, pertenecientes a 10 especies de mamíferos (zorro, tejón, conejo, liebre, ciervo, cabra, oveja, jabalí, garduña y micromamífero) y 4 grupos taxonómicos (carnívoro, lagomorfo, arquiodáctilo y micromamífero) incluidos en los niveles tróficos de herbívoros, carnívoros y omnívoros. Los excrementos encontrados contenían 258 semillas, pertenecientes a 67 morfotipos diferentes de plantas. Los resultados muestran que la diversidad de mamíferos está principalmente relacionada con la matriz del paisaje que rodea a las fincas, si ésta es principalmente agrícola, agrícola-natural, urbana, agrícola-urbana o totalmente natural, así como con las características de la misma, su manejo (ecológico o no-ecológico) en el caso de riqueza de morfotipos de semillas. Igualmente, la presencia, abundancia y riqueza de semillas en las heces se vio influenciada por la matriz del paisaje, y el grupo taxonómico de mamífero que realizara la dispersión, y otras variables relacionadas con el paisaje como la distancia a un punto de agua, a carreteras primarias y secundarias, a núcleos urbanos y al medio natural.

**Palabras clave:** agricultura; biodiversidad; viticultura; manejo convencional; manejo ecológico; agroecosistemas

**Fernández, C., Puerta-Piñero, C. 2019. Mammal diversity and its relationship with endozoochorous seed dispersal in vineyards. *Ecosistemas* 28(3):126-141. Doi.: 10.7818/ECOS.1830**

The vineyards are a very important study crop in the Mediterranean landscape used as a model in scenarios of global change due to a strong dependence of their production on the landscape, climate and types of management. In this research we have evaluated the influence of landscape, altitude and type of management on mammals diversity and seed dispersal. Twenty five vineyard farms were sampled (tempranillo variety, 9 in organic and 16 in non-organic management) during 4 months, between April and July in Andalusia, Spain. In each farm, the presence of mammals was estimated by searching for traces (tracks and excrements) in 12 transects of 20m x 12m per farm. The excrements founded were later desegregate to quantify and identify the dispersed seeds present in them. We found 230 excrements that belonged to 10 different mammal species (fox, badger, rabbit, hare, deer, goat, sheep, wild boar, beech marten and micromamiferous) and 4 taxonomic groups (artiodactyls, carnivores, lagomorphs and micromammals). Feces had a total of 258 seeds, including 67 different morphotypes. The results shown that the diversity of mammals (species and groups) are mainly related to the matrix and other characteristics of the landscape surrounding the farm. Likewise, seed dispersal is also influenced by the management (with more morphotypes of seeds found in organic crops), the taxonomic group of the seed disperser mammal, the landscape matrix and other variables related to the landscape as distance to the nearest point of water, or secondary or primary roads, urban settlements or natural areas.

**Key words:** agriculture; biodiversity; viticulture; conventional management; organic management; agroecosystems

## Introducción

La transformación de la agricultura en las últimas décadas hacia una agricultura intensiva es reconocida como uno de los cambios más significativos que el ser humano ha provocado sobre el medio ambiente (Altieri 1992; Brühl et al. 2013 y referencias allí citadas). Tscharntke et al. (2005) afirman que el uso intensivo de las zonas agrícolas y la silvicultura son la principal causa de pérdida de biodiversidad en el antropoceno. Mientras se asume que las grandes extensiones destinadas a monocultivos pueden llevar a importantes

pérdidas de biodiversidad derivadas, entre otras razones por una pérdida de heterogeneidad del paisaje y la fragmentación del mismo (Tscharntke et al. 2005; Kindlmann y Burel 2008), los agroecosistemas pueden funcionar también como fuentes importantes de biodiversidad a escala global (Tscharntke et al. 2005; Power 2010; Figueroa Galván 2012).

Actualmente, los viñedos ocupan más de 10 millones de hectáreas a nivel planetario, generalmente localizados en regiones de clima mediterráneo (Alleweldt y Possingham 1988) que, además, constituyen puntos calientes de biodiversidad (de Cara García

2009). En las últimas décadas, en muchos casos el manejo del viñedo ha pasado de ser mayoritariamente tradicional (viñedos en vaso, en pequeñas explotaciones, manejo manual, con escaso o nulo uso de fitosanitarios) hacia la intensificación (Ales et al. 1992). Todo esto explica que los agrosistemas vitícolas se hayan descrito con frecuencia como sistemas de baja biodiversidad (Pérez-Moreno et al. 2015). Sin embargo, son aún pocos los estudios que cuantifican la biodiversidad existente en los viñedos en general (Thrupp et al. 2008; Pérez-Moreno et al. 2015), o de los mamíferos en particular (Figueroa Galván 2012).

Los mamíferos constituyen un grupo taxonómico interesante para evaluar el estado general de la cadena trófica de un determinado sistema. Las comunidades de mamíferos presentes en la región mediterránea europea incluyen especies generalistas pertenecientes a varios niveles tróficos clave para el funcionamiento de los ecosistemas (González-Varo et al. 2015). En este trabajo, utilizamos la diversidad de mamíferos como indicadores del estado general de la cadena trófica, no sólo de comunidad de mamíferos de manera directa, si no de especies de niveles tróficos inferiores a través de su influencia en éstos a través de la ingesta y dispersión de semillas de flora. Los mamíferos son además un grupo de organismos de gran interés para evaluar la provisión de servicios ecosistémicos clave como es el caso de la dispersión de semillas, servicio que a su vez influye en la potencial restauración pasiva de la red trófica en caso de pérdida del uso productivo del suelo (Fedriani y Suárez-Esteban 2015 y referencias allí citadas; Ramos-Font et al. 2015). En este trabajo nos planteamos dos objetivos: 1) Estimar la diversidad estructural, taxonómica y trófica de mamíferos en las fincas de viñedos; 2) Estimar si estas diferencias en diversidad se trasladan a su vez a la dispersión de semillas mediada por mamíferos. Para ambos objetivos, evaluamos también la relación de los resultados con el tipo de manejo y paisaje circundante de la finca. Para ello partimos de las siguientes hipótesis principales: 1) El paisaje circundante a las fincas determinará tanto la presencia como la diversidad de mamíferos, así como de plantas dispersadas por éstos; 2) El impacto del paisaje circundante en la diversidad de mamíferos podrá separarse en diferentes factores que impacten a diferentes escalas y/o a especies de mamíferos de manera diferencial; 3) El tipo de manejo (ecológico o no ecológico) no será necesariamente un factor determinante a la presencia o diversidad de mamíferos en las fincas de viñedos.

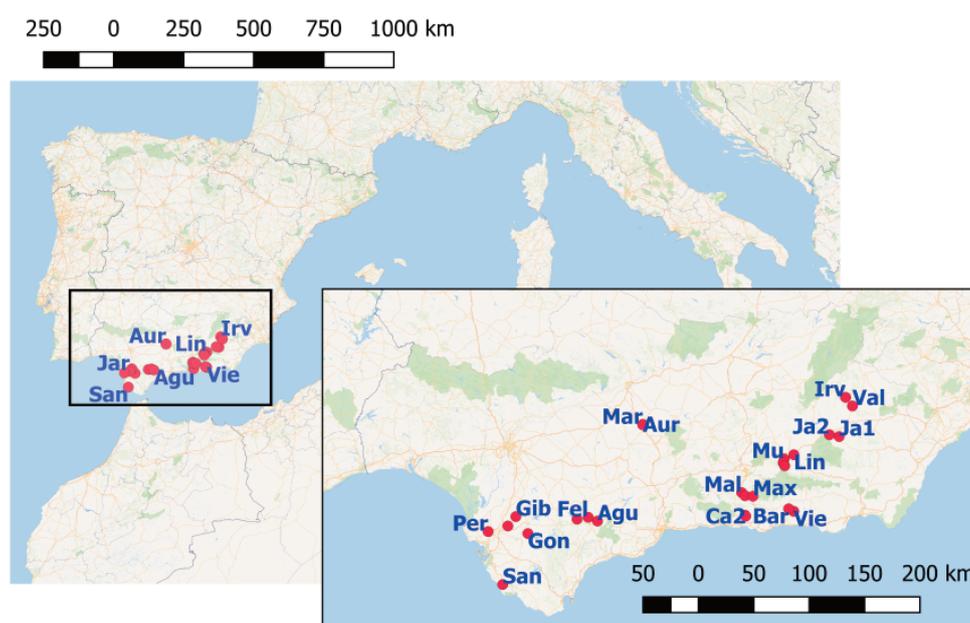
## Material y métodos

### Área de estudio

Para este trabajo se seleccionaron 25 fincas de viñedos de variedad tempranillo (9 de ellas en manejo ecológico, 16 en manejo no-ecológico). Las fincas en manejo no-ecológico incluían manejo integrado y convencional. Las fincas fueron seleccionadas siguiendo un gradiente altitudinal y de paisaje circundante, incluyendo fincas situadas en diferentes entornos paisajísticos alrededor, desde áreas protegidas a zonas urbanas, así como diferentes grados de intensificación y tipologías agrícolas circundantes (véase localización en Fig. 1, y características generales en Anexo 1 y más detalles en Puerta-Piñero et al. 2016). Todas las fincas presentaban conducción en espaldera y doble cordón, situándose las vides en calles, intercaladas con bordes no productivos. El manejo de la vegetación en las calles se realizaba mediante arado, desbrozadora o no-manejo, dependiendo de la finca. Siete de las fincas tenían "vallado completo", dificultando la entrada a cualquier mamífero, 7 tenían vallado cinegético (dejaban el paso de mamíferos de pequeño tamaño, pero no de mamíferos de gran tamaño, "vallado medio" de aquí en adelante) y 10 de ellas no tenían vallado, "no vallado" de aquí en adelante. En cada visita se anotó además si en el momento del muestreo la finca había sido arada recientemente o no. Las fincas se encontraban entre los 38 y 1442 metros de altitud sobre el nivel del mar, con un área total de viñedo comprendida entre las 0.22 y 11.65 hectáreas.

### Configuración del paisaje

Las matrices del paisaje en el que se encontraba cada finca se definieron dependiendo de las características del área circundante al viñedo. Para este estudio hemos dividido la configuración de la matriz de paisaje circundante a las fincas en las siguientes cinco categorías de *Matriz* (Altieri 1992): 1) "agrícola", cuando la finca estaba rodeada exclusivamente por campos de cultivo, 2) "agrícola-natural", cuando la finca estaba rodeada por campos de cultivo y vegetación natural, 3) "urbana", si estaba rodeada únicamente por edificaciones y áreas urbanas, 4) "agrícola-urbana", cuando estaba rodeada por una mezcla de campos de cultivo y zonas urbanas, y 5) "natural", rodeada exclusivamente por vegetación natural. Además, para cada una de las fincas, se realizaron fotointerpretaciones de imágenes aéreas y cálculos de las distancias mínimas desde



**Figura 1.** Ubicación espacial de las fincas muestreadas, los códigos de las fincas se señalan en azul (véase también [Tabla 1](#)).

**Figure 1.** Spatial location of each sampled plot, codes for each plot appear in blue (see also [Table 1](#)).

los bordes de la finca a: 1) curso de agua más cercano; 2) núcleos urbanos; 3) carreteras principales y 4) carreteras secundarias. Todas estas tareas se realizaron mediante sistemas de información geográfica, utilizando el programa ArcView.

### Diseño de muestreo y estimas de diversidad de mamíferos y dispersión de semillas

Entre los meses de abril y julio de 2017, en cada finca se realizaron 12 transectos de 20 metros de largo y 2 metros de ancho, (480 m<sup>2</sup> de superficie muestreada en cada finca) (Gallina 2015). Los 6 primeros transectos se realizaron en los bordes de la finca mientras que los 6 últimos se realizaron dentro de las calles de los viñedos, realizando un transecto por calle. En cada uno de estos transectos se buscaron rastros de huellas o excrementos de mamíferos (véase Anexo 2). Los excrementos encontrados fueron embolsados, debidamente etiquetados y guardados en frío para ser posteriormente analizadas en laboratorio. La especie de mamífero a la que pertenecía el rastro fue determinada *in situ* en la finca. Para llevar a cabo esta determinación se elaboró el protocolo de rastreo común (descrito en detalle en Anexo 2), en el cual quedan determinadas las características diferenciales y significativas de las especies potenciales que se podían encontrar. Posteriormente, los excrementos encontrados fueron disgregados en el laboratorio y visualizados con lupa para cuantificar e identificar (a nivel de morfotipo) las semillas que contenían. La presencia o ausencia de rastros se analizó de manera conjunta para heces y huellas debido a la baja cantidad de huellas encontradas en los muestreos. Se incluyeron en los análisis estadísticos únicamente semillas que estaban intactas, las semillas con algún tipo de rotura, signos de mal estado o difíciles de asignar a los morfotipos identificados en el Anexo 3 se descartaron en laboratorio. Para analizar la diversidad taxonómica y trófica de la comunidad de mamíferos presentes en las fincas definimos A) **grupos taxonómicos**: A.1. carnívoros, integrando las especies de zorro (*Vulpes vulpes*), tejón (*Meles meles*) y garduña (*Martes foina*); A.2. artiodáctilos: en el que se incluyen la cabra montesa (*Capra pyrenaica*), el ciervo (*Cervus elaphus*), la oveja doméstica (*Ovis aries*) y el jabalí (*Sus scrofa*); A.3. lagomorfos: en este grupo están incluidas las especies de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y liebre (*Lepus europaeus*); A.4. micromamíferos, los rastros encontrados para este grupo no permitieron la identificación a nivel de especie, y por ello se agruparon en la categoría común de micromamíferos y B) **grupos tróficos**: B.1. Carnívoros: Tejón (*Meles meles*), zorro (*Vulpes vulpes*) y garduña (*Martes foina*); B.2. Omnívoros: jabalí (*Sus scrofa*) y micromamíferos y B.3. Herbívoros: cabra montesa (*Capra pyrenaica*), ciervo (*Cervus elaphus*), oveja doméstica (*Ovis aries*), conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y liebre (*Lepus europaeus*). Los datos de presencias y abundancias estimadas a través de las heces de mamíferos para cada una de las fincas están cargados y disponibles en GBIF en Puerta-Piñero (2019).

### Análisis estadístico

Las variables respuesta incluidas en los modelos fueron: *presencia/ausencia de rastros* en los transectos, *abundancia de rastros* en los transectos, *riqueza específica*, *riqueza de grupos taxonómicos*, *riqueza de grupos tróficos*, *presencia/ausencia de semillas* en la muestra, *abundancia de semillas en la muestra*, *riqueza de morfotipos de las semillas* encontradas. Las variables predictoras incluidas en los modelos fueron: código de la finca (*Finca*), *Altitud*, *Manejo* (ecológico/ no ecológico), matriz circundante a la finca (*Matriz*, según las categorías descritas en apartado configuración del paisaje), *Vallado* (sí/no), *Arado* (sí/no), *Ubicación del transecto* (borde/calle), *Distancia a un curso de agua* (*Dist. Agua*), *Distancia a carreteras principales y secundarias* (*Dist. Carretera principal/ secundaria*), *Distancia al medio natural* (*Dist. Medio Natural*), *Distancia a núcleos urbanos*, y peso de las muestras encontradas (*Peso muestras*).

En todos los casos se realizaron modelos lineales generalizados (GLZs) para las variables respuesta. Para los modelos con variable respuesta presencia/ausencia el GLZ se ajustó a una distribución

binomial, para el resto de modelos se utilizó la distribución de Poisson: El efecto de cada una de las variables continuas se interpretó mediante diagramas de dispersión y mediante estimas de medias para las variables categóricas. Cuando las variables no se ajustaban a las condiciones paramétricas, se realizaron transformaciones logarítmicas de las variables, y tras comprobar colinealidad entre variables, se eliminaron las variables correlacionadas cuando fue necesario.

Inicialmente se realizaron modelos saturados (ms) de cada una de las variables respuesta incluyendo todas las variables predictoras anteriormente descritas, y eliminando secuencialmente variables no significativas mediante selección de modelos por pasos (*step-wise selection*). En este procedimiento se comprobó que todos los modelos tenían únicamente como variables significativas finales ( $p < 0.05$ ) las variables finca y ubicación del transecto (excepto para el GLZ de grupo trófico en que ninguna variable fue significativa, Anexo 4). Posteriormente, con el fin de estimar el potencial efecto de las demás variables predictoras en ausencia de la variable "Finca", se realizaron modelos saturados alternativos (ms') donde se eliminó la variable "Finca". Los modelos finales se seleccionaron en función del AIC y varianza total explicada ( $R^2$  ajustada).

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa estadístico R y el paquete Rcommander R x64 3.3.2.Ink, (Fox 2005; R Core Team 2016; Fox y Bouchet-Valat 2019)

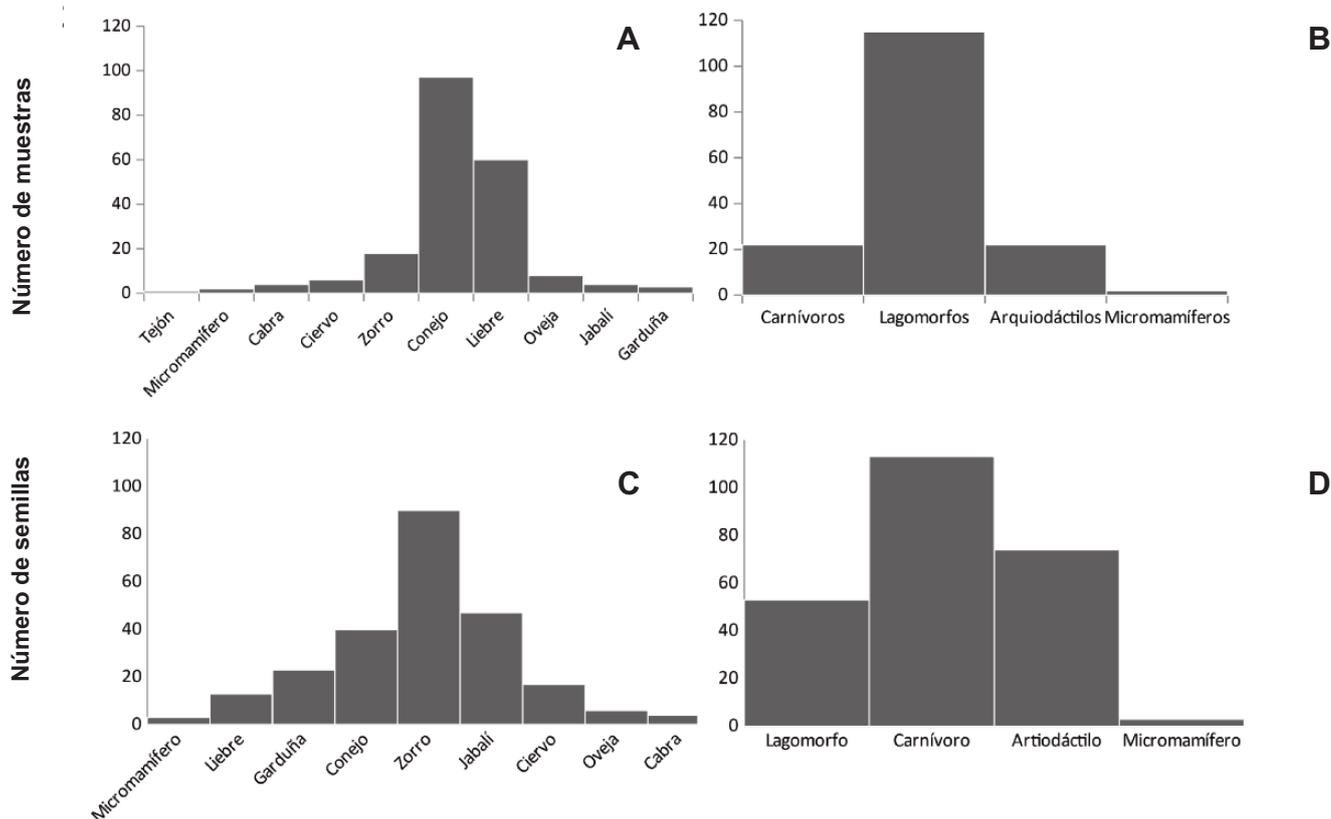
## Resultados

### Abundancia y diversidad de mamíferos en viñedos

Encontramos un total de 230 muestras de heces pertenecientes a 10 especies de mamíferos: Cabra, Ciervo, Conejo, Garduña, Liebre, Jabalí, Oveja, Tejón, Zorro y una especie sin identificar del grupo taxonómico micromamífero. Estas muestras se distribuyeron de forma muy desigual entre las diversas fincas y transectos (Fig. 2). Encontramos 183 heces de lagomorfo (109 de ellas de conejo), seguido del grupo de los carnívoros (22 heces), cuya especie más abundante fue el zorro (18 heces) y los artiodáctilos (21 heces) con la oveja como especie más abundante (8 heces), estando en último lugar los micromamíferos (3 heces sin posibilidad de identificación de especie) (Fig. 2).

El modelo obtenido para la **presencia de rastros** con todas las variables predictoras (ms), explicó el 34% de la variabilidad total (AIC=301.07). En este modelo, las únicas variables significativas, fueron "Ubicación del transecto" ( $p$ -valor= 0.006) y "Finca" (para las fincas "Aur",  $p$ = 0.017, "Lur",  $p$ = 0.009, y "Mar",  $p$ = 0.017). El modelo alternativo (ms', eliminando la variable finca del ms) para la presencia de rastros explicó un 29% de la varianza total (AIC=284.12). Según el modelo final obtenido (Tabla 1), la presencia de rastros dependió significativamente de las variables "Altitud", "Dist. carretera secundaria", "Dist. Medio Natural", "Dist. Núcleo urbano", "Vallado" y "Ubicación del transecto". La variable "Altitud" tuvo un efecto positivo sobre la presencia de rastros, a mayor altitud mayor presencia de rastros, mientras que a medida que nos alejamos de carreteras secundarias, medio natural y núcleos urbanos, menor fue la presencia de rastros. Las fincas con "no vallado" presentaron un promedio de  $0.43 \pm 0.05$  (media  $\pm$  EE) presencias de rastros, frente a  $0.38 \pm 0.05$  presencias en fincas con "vallado medio". No encontramos ninguna presencia de rastros en las fincas con vallado completo. Los transectos realizados en la categoría "calle" presentaron una media de  $0.27 \pm 0.04$  presencias, mientras que los realizados en la categoría "borde" presentaron una media de  $0.39 \pm 0.04$  presencias.

Con un total de 10 especies y cuatro grupos taxonómicos encontrados en los muestreos, la **riqueza de especies y grupos taxonómicos de mamíferos** fue muy diferente entre las diferentes fincas y entre los diferentes transectos dentro de la misma finca. Encontrando de media 1.95 especies y 1.30 grupos taxonómicos por finca, un mínimo de cero especies y grupos taxonómicos y un máximo de 6 especies y 4 grupos taxonómicos. El modelo obtenido



**Figura 2.** Arriba: Número de muestras (heces o huellas) encontradas según las especies (A) y grupos taxonómicos (B) de mamíferos encontrados. Abajo: Abundancia de semillas en heces dependiendo de la especie de mamífero (C) y del grupo taxonómico (D).

**Figure 2.** Top: Number of samples (faeces or footprints) found for each species (A) and taxonomic groups (B) of mammals found. Bottom: Seed abundances found in faeces for each mammal species (C) and taxonomic group (D).

**Tabla 1.** Resultados de los modelos lineales generalizados para la presencia o ausencia de rastros de mamíferos, la abundancia de muestras, riqueza de especies encontrada en las muestras, y riqueza de grupos taxonómicos de mamíferos encontrados en las muestras.

**Table 2.** Results of the generalized lineal models for the presence and absence of mammal traces, sample abundances, mammal species richness of the samples, and taxonomic group richness of the samples found.

Variable respuesta	Presencia de muestras			Abundancia de muestras			Riqueza de especies			Grupos taxonómicos		
	Estimado	EE	valor z	Estimado	EE	valor z	Estimado	EE	valor z	Estimado	EE	valor z
Altitud	2.45e-03	5.57e-04	4.41***	1.08e-03	2.82e-04	3.83***	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Dist. Carretera principal	NA	NA	NA	NA	NA	NA	6.87e-05	1.99e-05	3.45***	8.75e-05	3.14e-05	2.79**
Dist. Carretera secundaria	6.11e-04	1.41e-04	4.32***	3.64e-04	9.04e-05	4.03***	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Dist. Punto de agua	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3.16e-04	2.24e-04	1.41ns
Dist. Medio Natural	6.45e-04	1.10e-04	5.86***	4.31e-04	4.40e-05	9.80***	2.90e-04	4.14e-05	7.00***	2.49e-04	5.39e-05	4.62***
Dist. Núcleo Urbano	-2.49e-04	9.10e-05	-2.74**	-2.18e-04	5.17e-05	-4.22***	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Matriz [agraria-natural]	NA	NA	NA	1.05e+00	2.20e-01	4.77***	1.32e+00	2.27e-01	5.82***	1.28e+00	3.05e-01	4.19***
Matriz [agraria-urbana]	NA	NA	NA	5.69e-01	4.08e-01	1.39ns	-4.52e-01	6.17e-01	-0.73ns	-2.15e-01	6.32e-01	-0.34ns
Matriz [natural]	NA	NA	NA	1.41e+00	3.98e-01	3.53***	1.38e+00	4.64e-01	2.96**	1.18e+00	5.48e-01	2.15*
Matriz [urbana]	NA	NA	NA	2.53e-01	812e+03	0.00ns	4.75e-01	3.02e+03	0.00ns	8.97e-01	3.00e+03	0.00ns
Vallado [no]	-1.68e+00	4.47e-01	-3.77***	-7.790e-01	2.02e-01	-3.86***	1.88e-01	2.07e-01	0.91ns	4.32e-01	3.05e-01	1.42ns
Vallado [si]	-1.92e+01	8.20e+02	-0.02ns	-1.810e+01	7.59e+02	-0.02ns	-1.79e+01	1.31e+03	-0.01nAs	-1.78e+01	1.27e+03	-0.01ns
Ubicación Transecto [calle]	-7.85e-01	3.01e-01	-2.61**	-2.98e-01	1.33e-01	-2.23*	NA	NA	NA	-3.50e-01	1.99e-01	-1.76

Ns= no significativo; <0.1; \* <0.05, \*\* <0.01; \*\*\* <0.0001, NA, variable del modelo saturado que fue descartada del modelo final en la selección por pasos

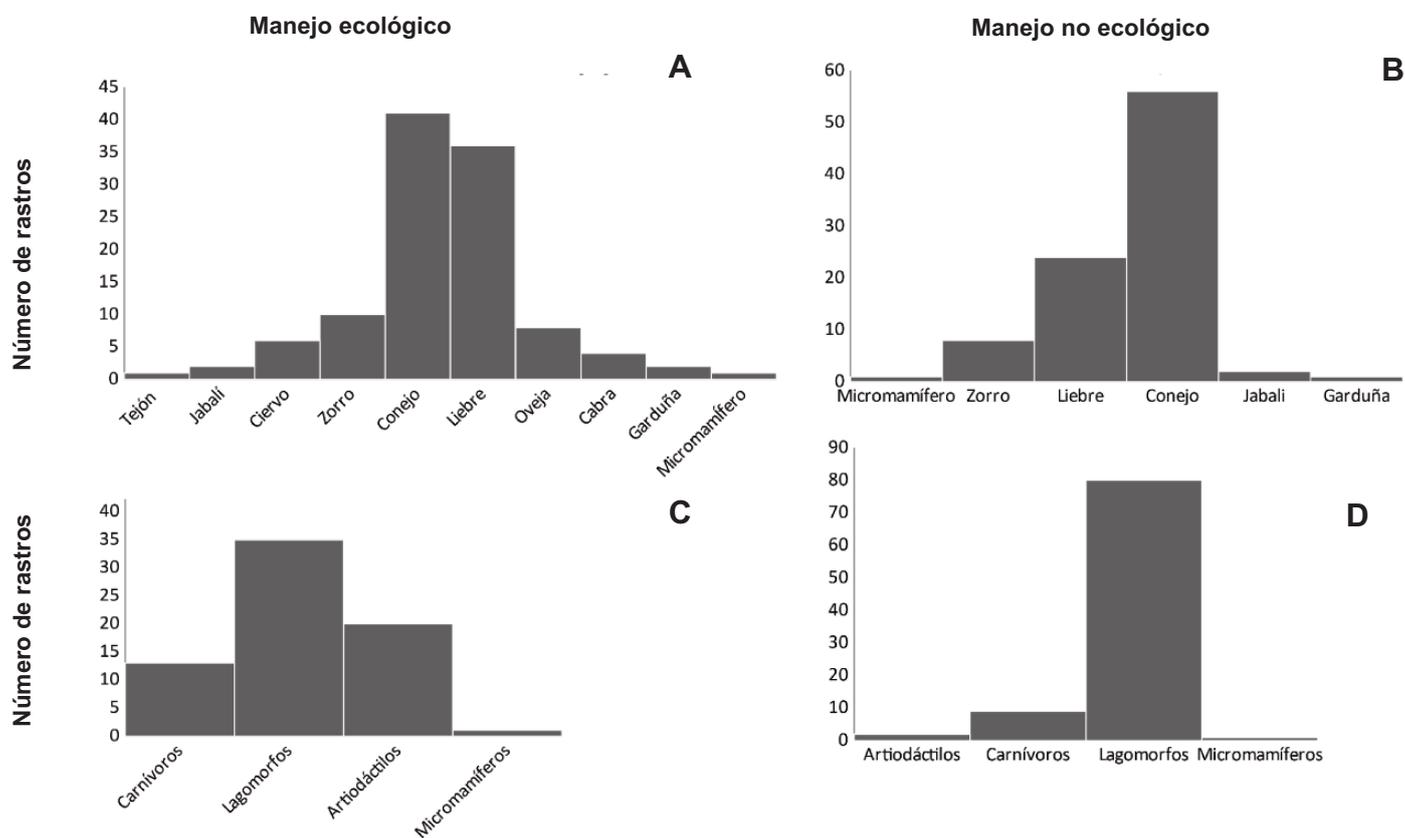
incluyendo todas las variables predictoras (ms) para la **riqueza de especies** de mamíferos explicó el 44% de la varianza (AIC = 459.52). En este modelo, la variable finca fue la única variable significativa (para las fincas “Mar”, p-valor= 0.028, “Lur”, p= 0.004, y “Aur”, p= 0.04). El modelo obtenido incluyendo todas las variables (ms) para la **riqueza de grupos taxonómicos** de mamíferos por transecto, explicó el 40% de la varianza (AIC de 394.00). En este modelo, la variable “Finca” fue la única variable significativa (para la finca “Lur”, p= 0.018). En los modelos obtenidos, eliminando la variable finca (ms), tanto para riqueza de especies como para la riqueza de grupos taxonómicos de mamíferos, las variables significativas fueron “Dist. a carretera principal”, Distancia al Medio Natural” y “Matriz” (para las categorías “agrícola-natural” y “natural”. Estos modelos tuvieron, respectivamente un AIC de 443.99 y 376.25 y explicaron el 40% y el 35% de la variabilidad (Tabla 1). A mayor es la distancia de la finca a carretera principal, mayor número de especies de mamíferos encontramos. La distancia al medio natural tiene igualmente un efecto positivo. La categoría “agraria-natural” tuvo una media de  $0.76 \pm 0.08$  especies de mamíferos por transecto, la categoría “natural” una media de  $0.58 \pm 0.28$  especies/ transecto, “agraria” con una  $0.34 \pm 0.04$  especies/ transecto, “agraria-urbana”  $0.25 \pm 0.13$  especies/ transecto y “urbana” con una media de 0 especies/ transecto. En cuanto a la riqueza de grupos taxonómicos, la categoría “agraria-natural” tuvo una media de  $0.54 \pm 0.06$  grupos taxonómicos de mamíferos por transecto, la categoría “natural” de  $0.41 \pm 0.19$  grupos taxonómicos/transecto, “agraria”  $0.26 \pm 0.03$  grupos taxonómicos/transecto, “agraria-urbana”  $0.25 \pm 0.13$  grupos taxonómicos/transecto y “urbana” 0 grupos taxonómicos/transecto. La riqueza de grupos taxonómicos de mamíferos fue similar en manejo ecológico y no-ecológico, la mayor riqueza de especies, sin embargo, se encontró en manejo ecológico (Fig. 3), aunque las diferencias no fueron significativas en los modelos lineales conjuntos (Tabla 1).

Ninguna variable fue significativa para los modelos generados (a partir del ms) para la **riqueza de grupos tróficos** (Anexo 4).

### Semillas dispersadas por mamíferos en viñedos

En las muestras de heces recogidas encontramos un total de 258 semillas, pertenecientes a 68 morfotipos diferentes de plantas (ver Anexo 3). El grupo taxonómico en el que se encontraron mayor abundancia de semillas en heces fueron los carnívoros, seguidos de los lagomorfos y artiodáctilos, teniendo en último lugar los roedores (Fig. 3). El jabalí se presenta como la especie con mayor frecuencia de semillas en heces (100%), seguido del zorro (83%) y la garduña (66.6%), encontrando a continuación el conejo (26%) y posteriormente el resto de especies encontradas (Fig. 3). En 20 de las 25 fincas muestreadas, las heces encontradas tuvieron presencia de semillas dispersadas por mamíferos, la mayoría de ellas (11 fincas), se encontraban en matriz de la categoría “agraria”, estas 11 fincas acumularon un total de 70 semillas (7 semillas/ finca de media). Sin embargo, la mayoría de semillas (151) se encontraron en las 9 fincas en matriz de categoría “agraria-natural” ( $16.7$  semillas/ finca), la media encontrada para las fincas situadas en matriz “agraria-urbana” fue de 7 semillas y 8 semillas en la única finca con matriz “natural” en la que se encontraron semillas.

El modelo obtenido incluyendo todas las variables predictoras (ms) para la **abundancia de semillas** en las heces encontradas, explicó el 79% de la varianza (AIC = 464.92). En este modelo, las únicas variables significativas fueron “Peso de la muestra” (p-valor <0.0001) y “Finca” (para las categorías “Ver”, p= 0.001, “Val”, p= 0.048, “Mu”, p= 0.002 y “Aur”, p= 0.004). El modelo para abundancia de semillas eliminando la variable finca (ms), explicó el 74% de la varianza total. Según el modelo final obtenido (Tabla 2), la abundancia de semillas estuvo determinada por las variables “Dist. al medio natural”, “Dist. a carretera secundaria”, “Dist. a núcleo urbano”, “Matriz” del paisaje y “Peso de la muestra”. Las distancias a carretera secundaria y al medio natural tuvieron un efecto negativo sobre la abundancia de semillas, teniendo un máximo de 18 semillas a 276 metros de una carretera secundaria y 361 metros del medio natural. La distancia a núcleo urbano, sin embargo, tiene un efecto positivo, a mayor es la distancia a núcleo urbano mayor la abundancia de se-



**Figura 3.** Número de rastros encontrados dependiendo de la especie y grupo taxonómico en manejo ecológico (A, C) y manejo no ecológico (B, D).  
**Figure 3.** Number of traces (faeces or footprints) found for each species and taxonomic group found in organic (A, C) and non-organic (B, D) farms.

**Tabla 2.** Resultados de los modelos lineales generalizados para la abundancia de semillas y riqueza de morfotipos de semillas.**Table 2.** Results of the generalized lineal models for seed abundances in the samples and morphotype richness of the seeds.

Variable respuesta	Abundancia de semillas			Riqueza de morfotipos de semillas		
	Estimado	EE	valor z	Estimado	EE	valor z
Arado [si]	NA	NA	NA	1.52	0.47	3.23**
Ubicación Transecto [calle]	NA	NA	NA	-0.93	0.22	-4.10 ***
Manejo [ecológico]	0.43	0.24	1.78	0.57	0.25	2.26 *
Matriz [agraria-natural]	-0.69	0.31	-2.21*	1.81	0.44	4.12***
Matriz [agraria-urbana]	-1.58	0.66	-2.39*	-1.40	0.58	-2.42*
Matriz [natural]	-4.26	0.93	-4.56***	-1.30	1.05	-1.24 ns
Matriz [urbana]	-14.37	1310.17	-0.01ns	-0.14	2784.96	0.00ns
Vallado [no]	NA	NA	NA	0.88	0.29	3.05**
Vallado [si]	NA	NA	NA	-17.36	965.42	-0.02ns
Dist. Punto de agua	NA	NA	NA	-0.16	0.10	-1.57ns
Dist. Medio Natural	-0.36	0.11	-3.21**	NA	NA	NA
Dist. Carretera secundaria	-0.51	0.13	-4.02***	NA	NA	NA
Dist. Carretera principal	NA	NA	NA	0.33	0.14	2.38*
Dist. Núcleo Urbano	0.52	0.16	3.17**	NA	NA	NA
Peso de la muestra	1.80	0.15	11.68***	NA	NA	NA

Ns= no significativo; <0,1; \* <0,05, \*\* < 0,01; \*\*\* <0,0001. NA, variable del modelo saturado que fue descartada del modelo final en la selección por pasos

millas, teniendo un máximo de 18 semillas a 6992 metros del núcleo urbano más próximo. La categoría "agraria-natural" tiene una media de  $1.63 \pm 0.56$  semillas (Media  $\pm$  EE) en muestra por transecto, la categoría "natural" una media de  $0.66 \pm 0.66$  semillas en muestra por transecto, "agraria-urbana"  $0.58 \pm 0.33$  semillas en muestras por transecto, "agraria"  $0.51 \pm 0.17$  semillas en muestra por transecto y "urbana" 0 semillas en muestra por transecto.

El modelo incluyendo todas las variables (ms) para la **abundancia de morfotipos de semillas** por transecto, explicó el 41% de la varianza total (AIC= 404.03). En este modelo, las variables "Ubicación del transecto" y "Finca" fueron las únicas variables significativas. El modelo resultante para la abundancia de morfotipos de semillas, eliminando la variable finca (ms'), explicó el 35% de la varianza (AIC=398.16). Según este modelo (Tabla 2), la abundancia de morfotipos de semillas está significativamente relacionada con las variables "Ubicación del transecto", "Arado", "Dist. a carretera principal", "Manejo", "Dist. a punto de agua" y "Vallado". En cuanto a la variable "Ubicación del transecto" encontramos una media de  $0.18 \pm 0.04$  morfotipos de semillas por transecto para la categoría "calle" y de  $0.47 \pm 0.09$  morfotipos de semilla por transecto para la categoría "borde". A mayor es la distancia a carretera principal, mayor número de morfotipos de semillas encontramos por transecto, con un máximo de 10 morfotipos de semillas a 16029 metros de una carretera principal. Se encontraron 26 morfotipos totales en manejo no ecológico y 51 morfotipos totales en manejo ecológico. La categoría de matriz "agraria-natural" tuvo una media de  $0.63 \pm 0.14$  morfotipos de semillas por transecto, la categoría "agraria-urbana" de  $0.58 \pm 0.33$  morfotipos de semillas/transecto, "agraria" de  $0.17 \pm 0.03$  morfotipos de semillas/ transecto, "natural" de  $0.08 \pm 0.08$  morfotipos de semillas/ transecto y "urbana" 0 morfotipos de semillas por transecto. Dentro de la variable "Vallado" encontramos una media de  $0.45 \pm 0.09$  morfotipos de semilla por transecto dentro de la categoría "no vallado", de  $0.38 \pm 0.08$  morfotipos de semillas/ transecto para la categoría "vallado medio" y 0 morfotipos de semillas/ transecto para la categoría "vallado si".

## Discusión

En este trabajo encontramos que los viñedos albergan una representación importante de especies de mamíferos presentes en la zona, que a su vez son capaces de dispersar un gran número

de semillas de diferentes especies de plantas. Encontramos al menos 10 especies de mamíferos habiendo realizado únicamente un muestreo puntual de 480 m<sup>2</sup> en cada una de las fincas. En trabajos similares en ambientes y ecosistemas muy diferentes, como el de [Thrupp et al. \(2008\)](#), en California, se encontró una diversidad de 16 especies de mamíferos realizando muestreos cada dos semanas durante una estación completa (4 meses) en cinco fincas con áreas de muestreo diversas y dos tipos de manejo. Por otro lado, [Figueroa Galván \(2012\)](#), en Valle de Guadalupe, Ensenada, Baja California, México, mediante el muestreo 22 fincas vitícolas aleatorias, realizando encuestas a los viticultores en 13 de estas fincas y muestreos en 9 de ellas, se encontraron 10 especies de mamíferos, resultados similares a los que encontramos en este trabajo. Comparando pues con estudios anteriores, consideramos que la estima de la diversidad de mamíferos desarrollada ha proporcionado una información de relativa buena calidad en cuanto al número de rastros y semillas dispersadas en relación con el esfuerzo de muestreo realizado. Sin embargo, para un estudio más en profundidad consideramos sería interesante realizar una mayor cantidad de muestreos que abarcaran diferentes momentos del año, así como diversificar los métodos utilizando quizás otras metodologías adicionales para los animales más esquivos o de gran tamaño.

Mientras que encontramos que el tipo de manejo tiene poco impacto en la diversidad de mamíferos, la dispersión de semillas por parte de los mamíferos sí que parece estar influida por el manejo de la finca, además de por el paisaje circundante a ésta. Estudios similares ([Thrupp et al. 2008](#)), sí que encontraron diferencias en cuanto a riqueza específica de mamíferos entre fincas con manejo ecológico y convencional, siendo ésta menor en el convencional (dos especies menos encontradas que en manejo ecológico). En nuestro trabajo, dentro del viñedo sí que encontramos diferencias entre el borde de los cultivos y las calles entre las que se ubican las viñas, encontrando más cantidad de rastros en los bordes que en las calles de las fincas, esta mayor abundancia de mamíferos en los bordes ha sido también observada previamente por [Duarte y Vargas \(2001\)](#), que encontraron una mayor abundancia de mamíferos depredadores de nidos de perdiz en los bordes de las fincas de olivares, esto podría ser debido, entre otras razones, al marcaje de territorio realizado por algunas especies de mamíferos como el zorro y la garduña tal y como ya han descrito previamente otros autores ([Izquierdo y Báez 2009](#)).

El paisaje cercano a las fincas de viñedos, estudiado en este caso mediante la matriz del paisaje y las distancias a núcleo urbano, punto de agua, carretera secundaria, carretera principal y medio natural han sido mucho más influyente que el manejo (ecológico o no-ecológico) o la altitud en la que se encontraban las fincas, sobre la diversidad tanto de especies como de grupos taxonómicos de mamíferos encontradas en las fincas. La altitud sólo se ha visto como un factor determinante en la presencia y abundancia de rastros en las fincas, sin llegar a ser una variable significativa para la diversidad de mamíferos o la dispersión de semillas. Pensamos que estos resultados pueden ser debidos a que prácticamente todas las especies encontradas son generalistas y ampliamente distribuidas por todo el territorio estudiado. Sin embargo, estudios como el de Rojas et al. (1998), determinan una mayor riqueza específica en ecosistemas naturales andaluces, en este caso de carnívoros y micromamíferos, con la altitud, principalmente debido a la mayor abundancia de alimento, la menor actividad humana, y una mayor estabilidad climática y heterogeneidad del hábitat. Dentro de la influencia del paisaje circundante al viñedo, la variable que se ha comprobado como más influyente ha sido "Matriz" del paisaje. Esto podría ser debido a que la matriz colindante al viñedo es la encargada de albergar la biodiversidad externa al viñedo y además permitir su movilidad hacia el mismo tal y como se ha descrito en estudios previos (Thrupp et al. 2008). Sin embargo, en el estudio de Thrupp et al. (2008) se destaca cómo los efectos que estas variables no se pueden tener como definitivos, ya que engloban otra serie de variables no estudiadas muy relacionadas, como por ejemplo el tráfico en las carreteras, la densidad de población de los núcleos urbanos, el tipo de ecosistema de los sistemas naturales o la naturaleza de los puntos de agua.

Dentro de los mamíferos mediterráneos se consideran los mamíferos carnívoros el grupo taxonómico con mayor frecuencia de semillas dispersadas en excrementos, seguidos por los ungulados y los lagomorfos (Perea et al. 2013). En nuestro trabajo también encontramos esta relación entre la especie de mamíferos encontrada y el número de semillas o de morfotipos encontrados en sus heces. Según nuestros resultados, además del grupo taxonómico de mamíferos, la matriz del paisaje afecta fuertemente, tanto al número de semillas, como a la diversidad de morfotipos de semillas encontrados. Esto parece lógico ya que, se podría asumir que, a mayor diversidad de paisaje y medio natural, mayor disponibilidad de plantas con fruto con potencialidad para ser dispersadas habrá en un sitio dado (Perea et al. 2013, González-Varo et al. 2015 y referencias allí citadas). El número de semillas y morfotipos encontrado en las fincas es relativamente elevado, y sensiblemente superior a la diversidad florística presente dentro de las fincas de viñedos (autoras, datos no publicados). Esto hace intuir que, por un lado, los mamíferos ejercen un papel destacado en movimiento de diversidad genética y taxonómica de plantas en el paisaje, y por otro lado, dados los rangos de movimiento tan amplios en los que en general se mueven estas especies, la disponibilidad de alimento alternativo fuera de los límites de los viñedos, se podría postular como una posible solución frente a los posibles daños ocasionados, principalmente a las uvas, en los viñedos.

### Percepción de los viticultores frente a la presencia de mamíferos, daños y posibles soluciones

Presentamos a continuación varias propuestas de control biológico y métodos asociados a un mantenimiento de la biodiversidad para controlar los mamíferos evitando así los posibles daños que realizan en los viñedos a la vez que se fomente la biodiversidad de mamíferos en las fincas. Encontramos muy pocas referencias en la bibliografía sobre el estudio y propuestas de conservación de mamíferos en viñedos o agrosistemas en general, Aruani y Quini en el 2012 (Aruani y Quini 2012), realizaron una encuesta a 200 viticultores, en esta encuesta la relación beneficio coste de la instalación de cajas nidos para pájaros, rapaces y murciélagos para el control biológico de mamíferos e insectos fue positiva. Las posibles soluciones frente a daños por mamíferos en viñedos se dividen

principalmente en tres estrategias: 1. Dar alimento alternativo a las especies de mamíferos que dañan los viñedos más accesibles, plantando especies vegetales en las calles y los bordes del viñedo (Barrio et al. 2010; 2012); 2. Aislar el viñedo: utilizando arbustos con baya y espigas en los bordes del viñedo se logrará un aislamiento parcial del mismo (Barrio et al. 2013 y referencias allí citadas); 3. Control cinético de especies de mamíferos causantes de problemas, destinado principalmente a conejos y liebres y ungulados (Barrio et al. 2013). Según los resultados que encontramos en este trabajo, el uso de este tipo de alternativas al vallado convencional sería recomendable, así como evaluar la relación de costes y beneficios tanto para los viticultores, como para la diversidad de mamíferos y otros taxa dependientes de estos en la cadena trófica de potencial gran interés para el sector vitivinícola como pueden ser la facilitación de llegada de microorganismos de alto interés para el sector vitivinícola (como las levaduras o agentes de control biológico) o la diversidad florística derivadas de su presencia y actividad en los viñedos.

### Agradecimientos

Las autoras quieren agradecer a los viticultores, propietarios y técnicos de las bodegas, por orden alfabético: Barbadillo-Gibalbin, Barranco Oscuro, Calvente, Cerro de las Cruces, Chinchilla-Doña Felisa, Cooperativa la Aurora, Cortijo Los Aguilares, Cortijo la Jara, Cuatro Vientos, Cuesta la Viña, González-Byass, Irving, Jabalcón, Luis Pérez, Lureño, Malegro, Marenas, Muñana, Sancha-Pérez, Vertijana. Antonio Valdivieso y Maximino por el apoyo y las facilidades prestadas para la consecución de este trabajo. Nuestro más sincero agradecimiento a Laura Avivar y Javier Valverde por el apoyo en el muestreo en campo. Este trabajo estuvo financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España mediante el Proyecto BACO (@Bacoproject2016), CGL2015-68220-R, y al 80% FEDER, UE.

### Referencias

- Ales, R.F., Martín, A., Ortega, F., Ales, E.E. 1992. Recent changes in landscape structure and function in a Mediterranean region of SW Spain (1950–1984). *Landscape Ecology* 7(1): 3-18.
- Alleweldt, G., Possingham, J.V. 1988. Progress in grapevine breeding. *Theoretical and Applied Genetics* 75(5): 669-673.
- Altieri, M.A. 1992. El rol ecológico de la biodiversidad en agroecosistemas. *Agroecología y desarrollo*, 4, CLADES. Santiago, Chile.
- Aruani, C., Quini, C. 2012. Grado de compatibilidad entre la gestión sustentable y la adaptación al cambio climático en la industria vitivinícola argentina. *Bulletin de l'OIV*, 85 (977-79): 318-328.
- Barrio, I.C., Bueno, C.G., Tortosa, F.S. 2010. Alternative food and rabbit damage in vineyards of southern Spain. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 138: 51-54.
- Barrio, I.C., Villafuerte, R., Tortosa, F.S. 2012. Can cover crops reduce rabbit-induced damages in vineyards in southern Spain? *Wildlife Biology* 18: 88-96.
- Barrio, I.C., Bueno, C.G., Villafuerte, R., Tortosa, F.S. 2013. Rabbits, weeds and crops: Can agricultural intensification promote wildlife conflicts in semiarid agro-ecosystems? *Journal of Arid Environments* 90: 1-4.
- Brühl, C. A., Schmidt, T., Pieper, S., Alschner, A. 2013. Terrestrial pesticide exposure of amphibians: An underestimated cause of global decline? *Scientific Reports* 3: 1135.
- Duarte, J., Vargas, J.M. 2001. Mamíferos predadores de nidos de perdiz roja (*Alectoris rufa* Linnaeus, 1758) en olivares del sur de España. *Galemys* 13: 47-58.
- Fedriani, J.M., Suárez-Esteban, A. 2015. Frutos, semillas, y mamíferos frugívoros: diversidad funcional de interacciones poco estudiadas. *Ecosistemas* 24(3): 1-4. Doi.: 10.7818/ECOS.2015.24-3.01.
- Figuroa Galván, Y. 2012. *Afectación por aves y mamíferos en viñedos del Valle de Guadalupe, Ensenada, Baja California, México*. Tesis de Maestría. CICESE, Ensenada, B.C., México. Disponible en: <http://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/612>.

- Fox, J. 2005. The R Commander: A Basic Statistics Graphical User Interface to R. *Journal of Statistical Software* 14(9): 1-42.
- Fox, J., Bouchet-Valat, M. 2019. *Rcmdr: R Commander*. R package version 2.5-3.
- Gallina, S. (ed.) 2015. *Manual de técnicas del estudio de la fauna*. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México. ISBN: 978-607-7579-45-8.
- De Cara García, J.A. 2009. *Características agroclimáticas de la vid (Vitis vinifera L. subsp. vinifera)*. AEMET. Disponible en: [https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/2383/1/caractagroclima\\_cal2010.pdf](https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/2383/1/caractagroclima_cal2010.pdf)
- González-Varo, J.P., Laffitte, J.M.F., Guitián, J., López-Bao, J.V., Suárez-Esteban, A. 2015. Frugivoría y dispersión de semillas por mamíferos carnívoros: rasgos funcionales. *Ecosistemas* 24(3): 43-50.
- Izquierdo, Á.I., Báez, Á.J. E. 2009. *Rastros y huellas de carnívoros ibéricos*. Ediciones Jaguar, Madrid, España.
- Kindlmann, P., Burel, F. 2008. Connectivity measures: a review. *Landscape ecology* 23(8), 879-890.
- Perea R., Delibes, M., Polko, M., Suárez-Esteban, A., Fedriani, J.M. 2013. Context-dependent fruit–frugivore interactions: partner identities and spatio-temporal variations. *Oikos* 122(6): 943-951.
- Pérez-Moreno, I., Marco-Mancebón, V. S., López-Manzanares, B., Hernández-Álamos, M.D.M., Román-Fernández, L.R., Aragón-Sánchez, M., Cantera-Rioja, R. 2015. BioDiVine, un proyecto Life+ para incrementar la biodiversidad funcional de los paisajes vitícolas: desarrollo del proyecto y peculiaridades metodológicas. *Boletín SEEA*, n.º 1: 11-17. [http://www.seea.es/pdf/BoletinSEEA\\_BioDiVine\\_PerezMorenoetal.pdf](http://www.seea.es/pdf/BoletinSEEA_BioDiVine_PerezMorenoetal.pdf)
- Power, A.G. 2010. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 365(1554): 2959-2971.
- Puerta-Piñero, C. 2019. *Mammal occurrences in vineyards of Andalusia (Spain)*. Version 2.1. Research and Training Institute for Agriculture and Fisheries of Andalusia (IFAPA). Sampling event dataset. Disponible en: <https://doi.org/10.15470/sful3e> accessed via GBIF.org.
- Puerta-Piñero, C., Guerrero, S.P., Echeverría, S.R., Reina, M.T., Cansino, L.Á., Mejía, L., Pérez, P.R. 2016. Influencias del paisaje, climatología y manejo agrícola sobre la biodiversidad asociada a viña: efectos sobre servicios ecosistémicos y sostenibilidad frente a cambio global (Proyecto BACO). En: Baeza Trujillo, P., Gonzaga Santesteban, L. (Eds.). *Acta nº 76. II Jornadas de Viticultura: comunicaciones técnicas: Madrid, 3-4 de noviembre de 2016*, pp. 409-414. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. <http://www.sech.info/ACTAS/Acta nº 76. II Jornadas del Grupo de Viticultura/Acta nº 76. II Jornadas del Grupo de Viticultura.pdf>.
- R Core Team 2016. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en: <https://www.R-project.org/>.
- Ramos-Font, M.E., González Rebollar, J.L., Robles Cruz, A.B. 2015. Dispersión endozoócora de leguminosas silvestres: desde la recuperación hasta el establecimiento en campo. *Ecosistemas* 24(3): 14-21. Doi.: 10.7818/ECOS.2015.24-3.03.
- Rojas, A.B., Cobaleda, J., Márquez, A.L., Palomo, L.J., Real, R. 1998. Tendencias geográficas de la riqueza específica de micromamíferos y de carnívoros en Andalucía (España). *Galemys* 10: 13-26.
- Thrupp, P.L.A., Costello, M.J., McGourty, G. 2008. *Biodiversity Conservation Practices in California Vineyards: Learning from Experiences*. California Sustainable Winegrowing Program. 24 pp. Disponible en: [http://www.sustainablewinegrowing.org/docs/2008-Biodiversity\\_in\\_Vineyards.pdf](http://www.sustainablewinegrowing.org/docs/2008-Biodiversity_in_Vineyards.pdf).
- Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., Thies, C. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity–ecosystem service management. *Ecology letters* 8(8): 857-874.

**Anexo 1.** Características principales de las fincas muestreadas.**Appendix 1.** Main characteristics of the sampled plots.

<b>Finca</b>	<b>Municipio</b>	<b>Altitud (m snm)</b>	<b>Manejo</b>	<b>Vallado</b>	<b>Matriz</b>	<b>Fecha de muestreo</b>
<b>Gon</b>	Arcos de la Fra	143	Convencional	Medio	Agraria	2017-04-27
<b>Per</b>	Jerez de la Fra.	38	Convencional	Sí	Agaria	2017-04-27
<b>Jar</b>	Jerez de la Fra.	55	Convencional	Medio	Agraria	2017-04-27
<b>Gib</b>	Jerez de la Fra.	136	Convencional	Sí	Agraria	2017-04-08
<b>San</b>	Véjer	15	Ecológico	Medio	Agraria-natural	2017-04-24
<b>Aur</b>	Montilla	290	Convencional	No	Agraria	2017-05-18
<b>Mar</b>	Montilla	290	Ecológico	No	Agraria	2017-05-18
<b>Ja2</b>	Baza	996	Convencional	Sí	Urbana	2017-06-13
<b>Bar</b>	Cádiar	1135	Ecológico	No	Agraria-natural	2017-06-12
<b>Ja1</b>	Caniles	878	Ecológico	No	Agraria	2017-06-13
<b>Val</b>	Galera	964	Convencional	No	Agraria-natural	2017-06-02
<b>Irv1</b>	Huéscar	972	Ecológico	Medio	Agraria-natural	2017-06-02
<b>Mal</b>	Padul	774	Convencional	Sí	Agraria	2017-05-09
<b>Ca1</b>	Jete	588	Ecológico	No	Agraria	2017-05-31
<b>Ca2</b>	Jete	623	Convencional	No	Agraria	2017-05-31
<b>Mu</b>	Cortes y Graena	1051	Convencional	No	Agraria-natural	2017-05-23
<b>Lin</b>	Guadix	954	Convencional	Sí	Agraria	2017-05-23
<b>Vie</b>	Murtas	1442	Convencional	No	Agraria	2017-06-12
<b>Max</b>	Nigüelas	1080	Convencional	Sí	Agraria-natural	2017-04-12
<b>Ver</b>	Polícar	1121	Ecológico	No	Agraria-natural	2017-05-30
<b>Cue</b>	Ronda	594	Ecológico	Medio	Natural	2017-05-03
<b>Fel</b>	Ronda	815	Convencional	Sí	Agraria	2017-05-03
<b>Agu</b>	Ronda	823	Convencional	Medio	Agraria-natural	2017-05-03
<b>Ca3</b>	Villamena	762	Convencional	Medio	Agraria	2017-05-09
<b>Lur</b>	Lugros	1103	Ecológico	Medio	Agraria-natural	2017-05-23

## Anexo 2. Protocolo de muestreo y búsqueda de rastros en campo.

### Appendix 2. Sampling protocol of traces searching in the field.

Se presenta a continuación el protocolo de muestreo utilizado para la determinación en el medio de la especie a la que pertenece cada una de las muestras encontradas. Se realizan 12 transectos de 20mx2m en cada una de las fincas. Estos se realizan utilizando una cinta métrica de 20 metros, siguiendo un camino en línea recta de dicha longitud. Es preciso andar despacio, atendiendo al ancho de dos metros que también queda especificado en el transecto e ir atendiendo bien a cualquier sombra o depresión en el terreno, lo cual puede ser un indicio de huella o presentar un excremento semioculto. Los 12 transectos se realizarán en dos zonas diferentes del viñedo: 6 se realizarán en los bordes más cercanos a nosotros y los otros 6 se realizarán dentro de las calles de los viñedos, realizando un transecto por calle. El esfuerzo de muestreo por tanto será de 12 x 40m<sup>2</sup>, lo que hace un total de 480m<sup>2</sup> de superficie rastreada en cada uno de los viñedos.

### Identificación y recolección de muestras:

1. Identificación: en el cuaderno de campo se crea la etiqueta para cada una de las muestras encontradas utilizando el siguiente protocolo de numeración:
2. Código de finca(tres letras)/número de transecto/número de muestra. (Ejemplo práctico: si el código de viñedo es GIB, y estamos identificando la segunda muestra encontrada en el primer transecto la identificación final será: "GIB/T1/M2").
3. Clasificación: utilizando el protocolo de identificación de este documento se clasifica cada una de las muestras dependiendo de la especie a la que pertenezca.
4. Fotografía: para poder estudiar posibles dudas sobre las muestras tras la salida al campo. 4. Recolección: sólo en el caso de los excrementos. Es preciso recoger la muestra para su posterior análisis en el laboratorio, se guarda la muestra en una bolsa que queda cerrada con el código escrito con rotulador indeleble en la parte superior e inferior de esta.

### Protocolo de identificación de rastros:

En este protocolo se recogen las principales características de las huellas y los excrementos de las especies que se podrían encontrar en las fincas, bien por el hábitat del animal o las características de los rastros.

#### • Huellas

##### Familia Canidae

**Zorro (*Vulpes vulpes*)**. Siempre marca uña y cuatro dedos, no marca talón. Huella alargada, tamaño medio-pequeño. La almohadilla principal no es muy grande y los dedos se presentan muy separados de esta, con los dos dedos de delante muy adelantados. Si se traza una línea en medio de la huella no va a cortar ninguna almohadilla, ni la principal ni las digitales, esta es la principal diferencia respecto a la huella de perro, la cual tiene muchas similitudes. La distancia de avance entre las huellas es de 60-70 cm (Izquierdo y Báez 2009) (Figs. 1 y 2).

##### Familia Mustelidae

Todos los mustélidos presentan la almohadilla principal con forma de semicírculo y a menudo lobulada (Izquierdo y Báez 2009).

**Garduña (*Martes foina*)**. Normalmente marcan los 5 dedos y las uñas, si el sustrato es duro pueden faltar las marcas de las uñas o ser muy sutiles y faltar el quinto dedo. La almohadilla principal compuesta por 4 o 5 lóbulos, siendo el central de tamaño similar a los dedos centrales. Las impresiones digitales están muy separadas entre sí y de la almohadilla principal. La distancia de avance (entre huellas) es de unos 30 cm (Izquierdo y Báez 2009) (Fig. 3).

**Tejón (*Meles meles*)**. Destaca el gran tamaño de la almohadilla principal, tiene cinco dedos en miembros posteriores y anteriores, las uñas están extremadamente marcadas, son muy alargadas. En sustratos duros puede faltar 1 dedo. La distancia entre huellas es de 50-60 cm (Izquierdo y Báez 2009) (Fig. 3).

##### Familia Viverridae

**Gineta (*Genetta genetta*)**. Tiene una gran almohadilla principal muy característica, las huellas no presentan uña, puede marcar 5 dedos o 4 en sustratos más duros. Normalmente la distancia entre huellas es de 25-30 cm (Izquierdo y Báez 2009) (Fig. 4).

##### Familia Herpestidae

**Meloncillo (*Herpestes ichneumon*)**. Huellas similares a las del zorro pero con la almohadilla central trilobulada, con el lóbulo central más grande. Siempre marca uña y 5 dedos en sustrato relativamente blando o 4 si el sustrato es más duro. Las huellas están separadas 25-30 cm (Izquierdo y Báez 2009) (Fig. 5).

##### Familia Suidae

**Jabalí (*Sus scrofas*)**. Habitualmente marcan las cuatro pezuñas, las dos principales y las secundarias, las cuales sobresalen mucho de la huella. Las pezuñas tienen la punta redondeada, teniendo la huella aspecto trapezoidal, no rectangular (Brown et al. 1993) (Fig. 6).

##### Familia Bovidae

**Cabra doméstica (*Capra hircus*) o montés (*Capra pyrenaica*)**. Las huellas son redondeadas en los extremos, con las puntas delanteras estrechas y muy abiertas. El borde exterior es convexo y el interior cóncavo. Las pezuñas secundarias no se marcan. El rastro se ajusta a una línea estrecha y huellas posteriores y anteriores son divergentes y separadas (Blanco 1998) (Fig. 7).

**Oveja (*Ovis aries*)**. Las huellas son de tamaño pequeño-mediano, de 6-4,5 cm de largo. Los bordes son redondeados en ambos extremos, la separación entre ambas pezuñas es estrecha y algo cóncava. El rastro se ajusta a una línea recta estrecha, con las puntas apuntando hacia afuera si se llegase al trote (Brown et al. 1993).

**Ciervo (*Cervus elaphus*)**. Huella de tamaño medio-grande, de 6 a 7.8cm de largo. Las pezuñas son bastante anchas con paredes bien desarrolladas y las almohadillas tienen forma diferente, en sustratos muy blandos se pueden marcar las dos pezuñas posteriores. La distancia entre las huellas suelen ser de 50 a 60 cm (Blanco 1998) (Fig. 8).

Familia Leporidae

Las huellas son ovaladas y apuntadas, marcan 5 dedos en los miembros anteriores y 4 en los posteriores, aunque en sustratos duros se pierde la marca de los dedos, pudiéndose además perder marcas de uña en los miembros anteriores. La huella del pie posterior es mayor y las huellas siempre van en paralelo, al desplazarse ambos a saltos. Es muy característica la abundancia de pelos en los rastros de huellas.

**Liebre (*Lepus granatensis*).** La huella de la liebre es de mayor tamaño que la del conejo. La disposición de las huellas es en forma de L invertida en las liebres, además, el rastro de las liebres no suele ser rectilíneo porque giran, saltan, paran y cambian de dirección para eludir a los depredadores. El tamaño de los miembros posteriores de 7- 12 cm de largo y de unos 3.5 cm de ancho y el de los miembros anteriores, unos 2.5 cm de ancho y 5 cm de largo (Brown et al. 1993) (Fig. 9).

**Conejo (*Oryctolagus cuniculus*).** La disposición de las huellas es en forma de Y, el rastro suele ser rectilíneo. Los miembros posteriores pueden llegar a los 4 cm de largo por 2.5 -3 cm de ancho. Los miembros anteriores miden unos 2.5 cm de ancho por unos 3 cm de largo (Brown et al. 1993) (Fig. 10).

• **Excrementos**Familia Canidae

**Zorro (*Vulpes vulpes*).** Suelen medir 1.5- 2 cm de ancho y 8-10 cm de largo, formados por 2-3 segmentos. La composición es variable, pueden contener pelo, huesos, plumas, semillas o restos de insectos. Uno o varios de los segmentos pueden presentar pincel en uno de los extremos constituido por pelo, tienen un olor intenso característico de la especie (pestilente) y suelen medir 1.5- 2 cm de ancho y 8-10 cm de largo, formados por 2-3 segmentos. Normalmente se encuentra al borde de los caminos o encima de piedras o vegetación baja (Izquierdo y Báez 2009) (Fig. 11).

Familia Mustelidae

Los excrementos presentan siempre estrangulaciones, un extremo romo, el otro apuntado y tienen aspecto tubular uniforme.

**Garduña (*Martes foina*).** Los excrementos están constituidos por un único segmento, son muy variados en consistencia, pero abundan los disgregables, debido a la presencia de semillas y poseen un característico olor dulzón. Miden, aproximadamente, unos 8 cm de largo por 1 – 1.5 de ancho, pueden aparecer en caminos y en salientes (nunca encima de arbustos o plantas) (Izquierdo y Báez 2009) (Fig. 12).

**Tejón (*Meles meles*).** Los excrementos son de mayor tamaño que los de los otros mustélidos, normalmente están formados por varios segmentos, tienen textura irregular y normalmente los segmentos están unos encima de otros, no distribuidos de forma lineal como pasa en otros mustélidos, suelen formar letrinas (Izquierdo y Báez 2009) (Fig. 13).

**Comadreja (*Mustela nivalis*).** Excrementos largados, muy retorcidos y con olor muy fétido, con muchas estrangulaciones y pliegues, tienen un extremo romo y el otro con pincel (pelos de las presas). Miden de 3- 4 mm de ancho y de 4- 4.5 cm de largo (Izquierdo y Báez 2009) (Fig. 14).

Familia Herpestidae

**Meloncillo (*Herpestes ichneumon*).** Los excrementos son más bien alargados, con forma tubular. Un extremo es romo y el otro acaba en forma de pincel, a veces tienen estrangulaciones y pueden estar compuestos por 2-3 segmentos. Se encuentran en salientes y sendas (Izquierdo y Báez 2009) (Fig. 15).

Familia Suidae

**Jabalí (*Sus scrofa*).** Las heces están constituidas por unidades circulares aglutinadas, teniendo un tamaño y forma variable, pueden ser redondeadas, cilíndricas o amorfas. No presentan preferencia por depositar los excrementos en un sitio o en otro (Blanco 1998) (Fig. 16).

Familia Bovidae

**Cabra doméstica (*Capra hircus*) o montés (*Capra pyrenaica*).** Están constituidos por pequeñas unidades cilíndricas de color marrón con las puntas afiladas, normalmente se encuentran agrupadas, en ocasiones incluso conglomeradas (Blanco 1998) (Fig. 17).

**Oveja doméstica (*Ovis aries*).** Están constituidos por pequeñas unidades cilíndricas de color marrón con las puntas afiladas, normalmente se encuentran agrupadas, en ocasiones conglomeradas, dependiendo de la dieta del animal (Brown et al. 1993) (Fig. 18).

**Ciervo (*Cervus elaphus*).** Excrementos negruzcos, prácticamente cilíndricos. Con un extremo redondeado y otro puntiagudo, de un tamaño entre 1.5-2 x 1-1.5 centímetros, pueden estar dispuestos en grupos de varias unidades o fundirse en boñigas de 4-5 centímetros de diámetro cuando se alimentan de hierba fresca (Blanco 1998) (Fig. 19).

Familia Leporidae

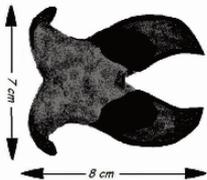
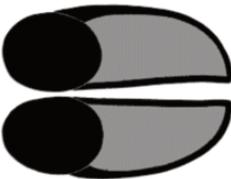
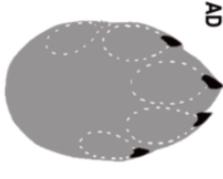
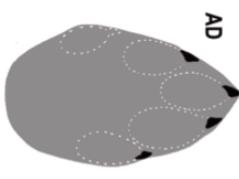
**Liebre (*Lepus granatensis*).** Tienen distribución dispersa, en grupos de dos o tres, más bien esféricas, a veces aplastadas por un lado, de 1.5 a 2 cm de diámetro (Galán 2012) (Fig. 20).

**Conejo (*Oryctolagus cuniculus*).** En esta especie las unidades son esféricas y tienen un tamaño de entre 0.7 y 1.2 cm de diámetro, los rastros están formados por grandes números de estas unidades (Galán 2012) (Fig. 21).

**Micromamíferos.** Los excrementos son pequeños y alargados, con ambos finales picudos, pueden encontrarse por unidades aisladas o en grupos de varios excrementos. En este grupo incluimos diversos mamíferos de pequeño tamaño: Musaraña gris (*Crocidura russula*), musgaño de cabrera (*Neomys anomalus*), musgaño enano (*Suncun etruscus*), lirón careto (*Eliomys quercinus*), topillo mediterráneo (*Microtus duodecimcostatus*), ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*), ratón casero (*Mus musculus*), ratón moruno (*Mus spretus*), rata negra (*Rattus rattus*), rata parda (*Ratus norvegicus*) (Brown et al. 1993).

• **Otros rastros**Familia Talpidae

**Topo ibérico (*Talpa occidentalis*).** Toperas: el único e identificativo rastro que podemos encontrar del topo ibérico son las toperas y los montículos procedentes de sus actividades subterráneas ("Topo ibérico (*Talpa occidentalis*)") (Fig. 22).

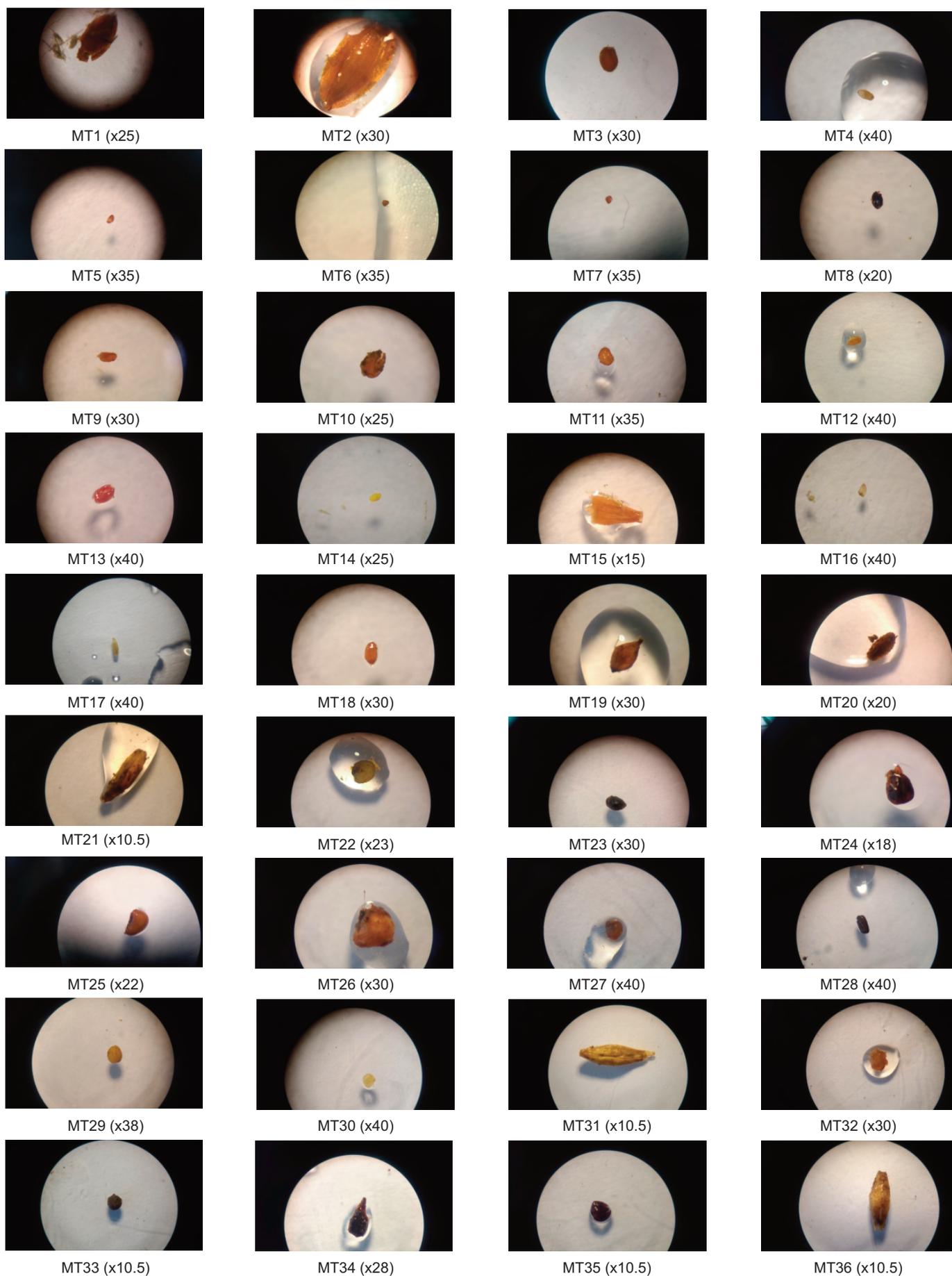
			
<p><b>Fig. 1.</b> Diferencias entre huella de perro (izquierda). Esquema de la morfología de huella de zorro (derecha) (Izquierdo y Báez 2009).</p>	<p><b>Fig. 2.</b> Esquema de la morfología de las huellas de ambas extremidades de garduña (Izquierdo y Báez 2009).</p>		
			
<p><b>Fig. 3.</b> Esquema de la morfología de la huella de tejón (Izquierdo y Báez 2009).</p>	<p><b>Fig. 4.</b> Esquema de la morfología de la huella de gineta (Izquierdo y Báez 2009).</p>	<p><b>Fig. 5.</b> Esquema de la morfología de la huella de meloncillo (Izquierdo y Báez 2009).</p>	<p><b>Fig. 6.</b> Esquema de la morfología de la huella de jabalí (Dorda 2017).</p>
			
<p><b>Fig. 7.</b> Esquema de la morfología de la huella de cabra (Universitat de Valencia 2011).</p>	<p><b>Fig. 8.</b> Esquema de la morfología de la huella de ciervo (Universitat de Valencia 2011).</p>	<p><b>Fig. 9.</b> Esquema de la morfología de la huella de liebre (Universitat de Valencia 2011).</p>	<p><b>Fig. 10.</b> Esquema de la morfología de la huella de conejo (Universitat de Valencia 2011).</p>
			
<p><b>Fig. 11.</b> Esquema de excremento de zorro (Universitat de Valencia 2011).</p>	<p><b>Fig. 12.</b> Esquema de excremento de garduña (Universitat de Valencia 2011).</p>	<p><b>Fig. 13.</b> Esquema de excremento de tejón (Universitat de Valencia 2011).</p>	<p><b>Fig. 14.</b> Esquema de excremento de comadreja (Universitat de Valencia 2011).</p>
			
<p><b>Fig. 15.</b> Esquema de excremento de meloncillo (Izquierdo y Báez 2009).</p>	<p><b>Fig. 16.</b> Esquema de excremento de jabalí (Universitat de Valencia 2011).</p>	<p><b>Fig. 17.</b> Esquema de excrementos de cabra (Universitat de Valencia 2011).</p>	<p><b>Fig. 18.</b> Esquema de excrementos de oveja (Ginel 2017).</p>
			
<p><b>Fig. 19.</b> Esquema de excrementos de ciervo (Universitat de Valencia 2011).</p>	<p><b>Fig. 20.</b> Foto de excrementos de liebre (foto propia).</p>	<p><b>Fig. 21.</b> Esquema de excrementos de conejo (Universitat de Valencia 2011).</p>	<p><b>Fig. 22.</b> Fotografía de topera "Topo ibérico" (<i>Talpa occidentalis</i>).</p>

## Referencias del Anexo 2

- Blanco, J.C. 1998. *Mamíferos de España*. Editorial Planeta, S.A. Barcelona, España.
- Brown, R.W., Lawrence, M.J., Pope, J. 1993. *Animals: Tracks, Trails and Signs*. Bounty Books, Vacaville, CA, Estados Unidos.
- Dorda, J. 2017. Leyendo huellas en la nieve. Blogventorrillo.blogspot.com.es. Huella de jabalí (*Sus scrofa*). [Online] Disponible en: <http://blogventorrillo.blogspot.com.es/2013/12/leyendo-huellas-en-la-nieve.html>.
- Galán J.M. 2012. *Guía ilustrada de las huellas y rastros de la fauna de Doñana*. Dermoplastia y Naturaleza Artificial, SL, Almonte, Huelva, España. 80 pp.
- Ginel, A. 2017. Por sus caquitas los conoceréis | Blogodisea. Blogodisea. Excrementos de oveja (*Ovis aries*) [Online]. Disponible en: <http://www.blogodisea.com/por-sus-caquitas-conocereis.html>.
- Izquierdo, Á.I., Báez, Á.J. E. 2009. *Rastros y huellas de carnívoros ibéricos*. Ediciones Jaguar, Madrid, España.
- Universitat de Valencia 2011. Uso de las TICS en identificación taxonómica [Online]. Disponible en: <https://www.uv.es/zoobot/excrementos/fichas.html>.

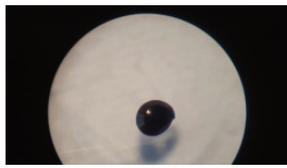
**Anexo 3.** Fotografías de los morfotipos de semillas encontrados en las muestras de heces de mamíferos. Estos morfotipos se presentan con una referencia de tamaño que es el aumento de la lupa electrónica en el que se tomó la fotografía, entre paréntesis. Fotografías: C Fernández.

**Appendix 3.** Pictures of the seed morphotypes found in the samples of mammal faeces in the field. These morphotypes are shown with reference to their sizes to the microscope between brackets. Pictures by C Fernández.

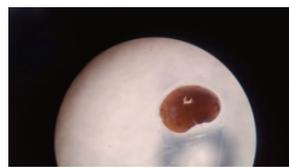


**Anexo 3 (Continuación).** Fotografías de los morfotipos de semillas encontrados en las muestras de heces de mamíferos. Estos morfotipos se presentan con una referencia de tamaño que es el aumento de la lupa electrónica en el que se tomó la fotografía, entre paréntesis. Fotografías: C. Fernández.

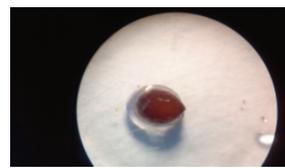
**Appendix 3 (Continuation).** Pictures of the seed morphotypes found in the samples of mammal faeces in the field. These morphotypes are shown with reference to their sizes to the microscope between brackets. Pictures by C Fernández.



MT37 (x15)



MT38 (x25)



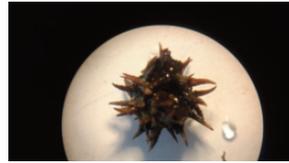
MT39 (x10.5)



MT40 (x20)



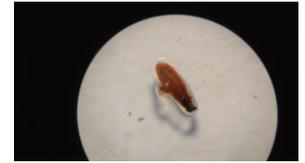
MT41 (x20)



MT42 (x10.5)



MT43 (x10.5)



MT44 (x15)



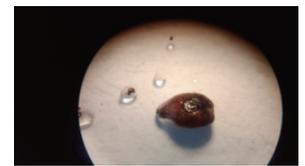
MT45 (x10.5)



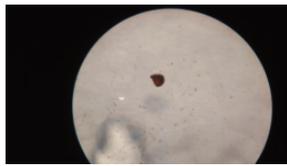
MT46 (x10.5)



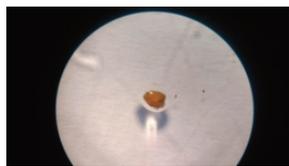
MT47 (x10.5)



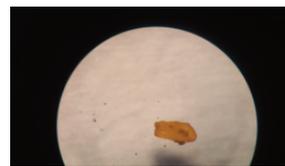
MT48 (x10.5)



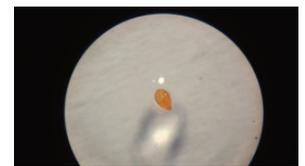
MT49 (x30)



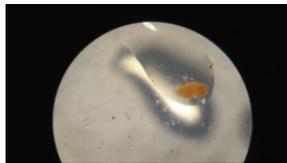
MT50 (x40)



MT51 (x35)



MT52 (x30)



MT53 (x35)



MT54 (x40)



MT55 (x40)



MT56 (x30)



MT57 (x15)



MT58 (x15)



MT59 (x10.5)



MT60 (x25)



MT61 (x0.75)



MT62 (x0.75)



MT63 (x0.75)



MT64 (x30)



MT65 (x0.75)



MT66 (x30)



MT67 (x30)



MT68(x20)

**Anexo 4.** *Tabla de resultados del modelo lineal generalizado para grupos tróficos en función de las características de paisaje y manejo estudiadas.*

**Appendix 4.** *Table of the results of the generalized linear model for the response variable of trofic groups of mammals in relation to the studied explanatory variables including landscape traits and plot management.*

	Estimado	EE	z value
(Intercept)	-8.547e-01	1.588e+00	-0.538ns
Altura	-3.786e-04	1.216e-03	-0.311ns
Arado (si)	5.929e-01	8.940e-01	0.663ns
D_carr_sec	8.136e-05	2.822e-04	0.288ns
D_carr_ppal	8.223e-05	1.020e-04	0.806ns
D_medio_nat	-7.380e-05	1.913e-04	-0.386ns
D_n_urb	-9.006e-06	1.450e-04	-0.062ns
D_punto_agua	2.295e-04	5.235e-04	0.438ns
Manejo (eco)	-9.105e-02	5.814e-01	-0.157ns
Matriz (agr-nat)	6.233e-01	9.471e-01	0.658ns
Matriz (agr-urb)	-7.219e-01	1.573e+00	-0.459ns
Matriz (nat)	7.688e-01	1.247e+00	0.617ns
Vallado (no)	7.373e-01	1.286e+00	0.573ns