

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Facultad de Ciencias

Grado de Biología

Trabajo Fin de Grado

¿Las translocaciones de conejo pueden afectar al tamaño de sus áreas de campeo?

Código del TFG: BL20-77-BEF

Tipología: **General**

Autor: José Javier Serrano Rodríguez



09/06/2021

Agradecimientos

A mi tutor y profesor, Carlos Rouco Zufiaurre, por ayudarme durante este camino y ser mi referente en el campo de la Ecología.

A todos los docentes que se preocuparon e involucraron en mi aprendizaje.

A todos mis amigos de la carrera, en especial a mi equipo de gobierno, solo nosotros sabemos por lo que hemos pasado.

A mi familia, por su apoyo incondicional durante esta etapa, incluso en los peores momentos.

A mi profesor de Biología del instituto, Lorenzo Aguilar Tabernero, por guiarme hacia este precioso destino.

*A mi gran amigo y biólogo, Pablo López Torrico, por ser un ejemplo a seguir en la vida.
Descansa en paz, "my friend".*

Índice general

Universidad de Córdoba	1
Facultad de Ciencias.....	1
Grado de Biología.....	1
Índice general.....	1
Índice de Ilustraciones	2
Índice de tablas	2
Resumen	3
Abstract.....	4
INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVOS	7
MATERIALES Y MÉTODOS	7
Búsqueda bibliográfica.....	7
Estimación de áreas de campeo de conejos repoblados en el P.N. Sierra Norte de Sevilla ..	9
Análisis estadísticos	9
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
Análisis individual.....	11
Análisis poblacional.....	12
Análisis de las áreas de campeo entre poblaciones naturales y repobladas	14
Análisis de las áreas de campeo en función del periodo del día	15
Análisis de las áreas de campeo en función de las técnicas de seguimiento.....	16
CONCLUSIONES.....	17
Conclusions	18
BIBLIOGRAFÍA	18

Índice de Ilustraciones

FIGURA 1. Mapa marcado con puntos de distintos colores que representan los estudios utilizados para llevar a cabo los análisis.....	8
--	---

FIGURA 2. Áreas de campeo media (ha) $\pm$ Error Estándar (ES) de las poblaciones de conejo de los 11 estudios revisados en los diferentes tipos de hábitats.....	13
--	----

FIGURA 3. Áreas de campeo media (ha) $\pm$ Error Estándar (ES) de las poblaciones de conejo naturales y repobladas.....	14
--	----

FIGURA 4. Áreas de campeo media (ha) $\pm$ Error Estándar (ES) de las poblaciones en función del periodo del día que se tomaron las localizaciones.....	15
--	----

FIGURA 5. Áreas de campeo media (ha) $\pm$ Error Estándar (ES) de las poblaciones en función del método empleado para el radioseguimiento.....	16
---	----

Índice de tablas

TABLA 1. Datos recopilados de las áreas de campeo (MCP), tipo de hábitat, número de animales empleados en el cálculo de las áreas de campeo (tamaño muestral), edad de los individuos, tipo de población, periodo de localización de los animales y el método.....	9
---	---

TABLA 2. Resultados del análisis de varianza (ANOVA) a nivel individual de las áreas de campeo en función del tipo de hábitat y sexo de los conejos.....	11
---	----

Resumen

El conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus*) es una especie de vital importancia en el ecosistema mediterráneo, en el cual cumple diferentes funciones esenciales, como ser presa de distintos depredadores en la Península Ibérica, entre los cuales se encuentran especies en peligro de extinción, como el lince ibérico (*Lynx pardinus*). Sin embargo, las poblaciones de conejo silvestre han sufrido un declive en la Península Ibérica en los últimos 70 años debido al impacto de enfermedades como la mixomatosis o la enfermedad vírica hemorrágica. Esto ha llevado al desarrollo y aplicación de medidas dirigidas a la recuperación de las poblaciones silvestres del lagomorfo, y entre ellas, se encuentran las repoblaciones. Las repoblaciones suelen ser medidas intrusivas que conllevan el capturar un animal en un lugar y trasladarlo a otro completamente nuevo para el mismo. Este tipo de medidas podrían afectar al comportamiento natural de las especies repobladas.

Un parámetro comportamental esencial para las especies animales es su área de campeo. Esta se define como el área en la que las especies desarrollan la mayor parte de sus actividades vitales. Este parámetro, intrínseco para cada especie, depende de muchos factores. En este trabajo se realizó un metaanálisis en el que se comparó el área de campeo de conejos publicadas en artículos científicos en poblaciones naturales ocupando diferentes tipos de hábitats, con las áreas de campeo de poblaciones de conejos repobladas en zonas de matorral y pastizal. Además, se comprobó el posible efecto de otros factores como el sexo, el periodo del día cuando se localizan los conejos o la metodología aplicada para localizarlos. Los resultados mostraron que las áreas de campeo de los conejos dependen principalmente del tipo de hábitat y aunque estas fueron más pequeñas en las poblaciones de conejos repoblados, no encontramos diferencias significativas con respecto al resto de poblaciones naturales.

Palabras clave: conejo de monte; *Oryctolagus cuniculus*; uso del hábitat; repoblación; técnicas de seguimiento.

Abstract

European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) is a highly important species for the Mediterranean ecosystem since it is responsible of several essential functions such as being the mainly nourishment for different predators that inhabit the Iberian Peninsula, including the Iberian Lynx (*Lynx pardinus*). Nevertheless, in the last 70 years, the populations of the European rabbit have suffered a decline in the Iberian Peninsula, due to the impact of diseases like myxomatosis or the rabbit hemorrhagic disease virus. This phenomenon has led to the development of programs focused on the recovery of this specie. One of these mentioned programs is the rabbit restocking, which often is an intrusive action that require the capture of individuals and their translocation to different places, which may affect to the natural behavior of the translocated populations.

Home range is an essential behavioral parameter for animal species. It is defined as the region used by the species for most of the vital activities. This parameter is specific for each species and depends of several factors. By metanalysis, the home range of natural populations of European rabbits that inhabit different types of habitats determined in previous articles were compared with the home range of repopulated rabbit populations both in scrubland and grassland habitats. The possible effect of other factors such as sex, daytime when rabbits were located, or the methodology applied for locate them were studied. The results showed that home ranges are mainly affected by the type of habitat and even though they were smaller in repopulated rabbit populations, no significant differences among them and the natural population's home ranges were found.

Keywords: European rabbit; *Oryctolagus cuniculus* ; habitat use; tracking techniques

INTRODUCCIÓN

El concepto de que los animales individuales restringen sus movimientos a áreas finitas conocidas como áreas de campeo es quizás tan antiguo como la ecología misma. Seton (1909) observó que "ningún animal salvaje vaga al azar por el campo; cada uno tiene una región-hogar, incluso sin tener un hogar real". La definición de área de campeo de Burt (1943), definió la que es probablemente una de las definiciones de área de campeo más duraderas y ampliamente utilizadas en la ecología: "aquella área atravesada por el individuo en sus actividades normales de recolección de alimentos, apareamiento y cuidado de los jóvenes. Las salidas ocasionales fuera de la zona, tal vez exploratorio en la naturaleza, no debe ser considerado como parte del área de campeo.

Esta definición no contiene una definición cuantitativa de los límites del hogar, pero implica que un hogar es un área bien identificable; una consecuencia es que el movimiento de animales se limita a los límites. Otra implicación de la definición de Burt (1943) es que el uso del espacio puede surgir de diferentes actividades conductuales como la búsqueda de comida, refugio, parejas, y donde sobreviven, se reproducen y maximizan su aptitud, es decir, el uso del espacio está estrechamente conectado a presiones selectivas. De hecho, esas son las mismas fuerzas causantes de las incursiones de movimiento mucho más impresionantes, es decir, migraciones. Se han descrito formas de comportamiento de movimiento intermedias entre migración y residencia; por ejemplo, nomadismo o comportamiento de desplazamiento" (Focardi & Cagnacci, 2012).

Oryctolagus cuniculus, comúnmente denominado conejo de monte o conejo de campo, es una especie de gran importancia ecológica en la península ibérica por las diversas funciones que cumple en el ecosistema (Delibes-Mateos et al., 2008a). es considerado un modelador del paisaje, de hecho, ha sido definido como un "ingeniero de ecosistemas" (Gálvez et al., 2008), capaz de alterar la composición de especies de plantas y la estructura de la vegetación a través de un intenso pastoreo. Además de actuar como dispersor de semillas (Dellafiore et al., 2006), favorecen la fertilización del suelo a través de las letrinas y sus madrigueras proporcionan refugio a numerosas especies de vertebrados e invertebrados (Delibes-Mateos et al., 2008a). Otra función importante es que se trata de una presa importante de aproximadamente 40 depredadores Ibéricos (Delibes-Mateos et al., 2008b), incluyendo dos especies actualmente en grave peligro de extinción, como el águila imperial Ibérica (*Aquila adalberti*) y el lince

ibérico (*Lynx pardinus*) (Delibes et al., 2000; Ferrer & Negro, 2004). Esta alta mortalidad se ve compensada con una alta productividad debido a ciertas características como una temprana madurez sexual (Soriguer, 1981), la cecotrofía (Hirakawa, 2001), etc, dando como consecuencia elevadas densidades. (Rouco, 2008).

Sobre 1950, las poblaciones de *Oryctolagus cuniculus* en Europa se vieron muy afectadas por la mixomatosis, de hecho, en Gran Bretaña la mortalidad durante el primer brote de esta enfermedad fue del 99% (Hudson et al., 1994). Posteriormente, la población de conejos aumentó de forma gradual debido a la disminución de las cepas virulentas de este virus (Marshall & Fenner, 1958) y al desarrollo de la resistencia genética por parte de los conejos (Fenner & Ross, 1994). En España, la recuperación de conejos se evidenció sobre 1980, hasta que una nueva enfermedad apareció y redujo la abundancia de conejos en el año 1989, dicha enfermedad fue la enfermedad vírica hemorrágica o RHD (Villafuerte et al., 1994). A pesar de que no hay una pérdida aparente de su hábitat y de que el conejo tiene una alta tasa de reproducción, algunas poblaciones locales se extinguieron. (Gibb, 1990). Durante varias décadas, se han intentado incrementar las poblaciones de conejos para la caza deportiva y para proporcionar presas a los depredadores en peligro de extinción (Valverde, 1967; Delibes & Hiraldo, 1981), todo esto mediante algunas medidas, de las cuales la más común es la repoblación de conejos. Un ejemplo de esta medida son las repoblaciones realizadas en España y Francia, donde cada año se reintroducen más de 500.000 conejos. La cantidad de conejos repoblados debe aumentar significativamente la densidad en un corto periodo de tiempo para compensar la vida corta de los mismos, de forma que las poblaciones de conejos puedan evitar el gran impacto que sus depredadores provocan en su densidad (Newsome et al., 1989).

Un problema derivado de las repoblaciones es el “homing behaviour”, un comportamiento presente en algunos individuos que han sufrido una translocación; este consiste en el intento de regreso a su anterior hogar tras la repoblación (Booth, 1988; Clarke & Schedvin, 1997; Van Vuren et al., 1997; Ruth et al., 1998; Michallet & Toïgo, 2000; Cowan, 2001; Clark et al., 2002).

Las repoblaciones son medidas muy invasivas, ya que implica capturar a un animal de su lugar natural y trasladarlo a otro completamente diferente, afectando directamente en el comportamiento de los individuos. Ya se ha visto que los conejos repoblados sufren mucho del “homing behaviour” (Letty et al. 2008), y de hecho es uno de los mayores causantes de la elevada mortalidad inicial que tienen las repoblaciones (Calvete et al. 1997, Letty et al. 2008).

Por tanto, es esperable que estas medidas, aunque efectivas para favorecer las poblaciones de conejo, al ser tan “agresivas” sobre los animales podrían alterar algunos comportamientos vitales de los conejos como es el tamaño de las áreas de campeo.

OBJETIVOS

En el presente trabajo se pretende comprobar si los animales que han sobrevivido y se han establecido en un lugar después de una repoblación cambian o no sus áreas de campeo, y para ello, se ha realizado un metaanálisis con los diferentes datos recopilados por diferentes autores y se comparó el área de campeo de animales repoblado con otros conespecíficos en diferentes hábitats.

MATERIALES Y MÉTODOS

Búsqueda bibliográfica

El objetivo de este trabajo es comprobar si las translocaciones de conejos influyen en sus áreas de campeo; para comprobarlo, se ha realizado una búsqueda bibliográfica basada en los términos “*Oryctolagus cuniculus*”, “home range” y “European wild rabbit”, con el objetivo de encontrar los artículos científicos que aporten los datos de área de campeo de los individuos o poblaciones de conejo que se han estudiado.

Como resultado de esta búsqueda, aparecieron 164 artículos en los que aparecían estos términos, dando posteriormente como válidos 11 de ellos distribuidos entre Europa occidental y Australia (Figura 1).

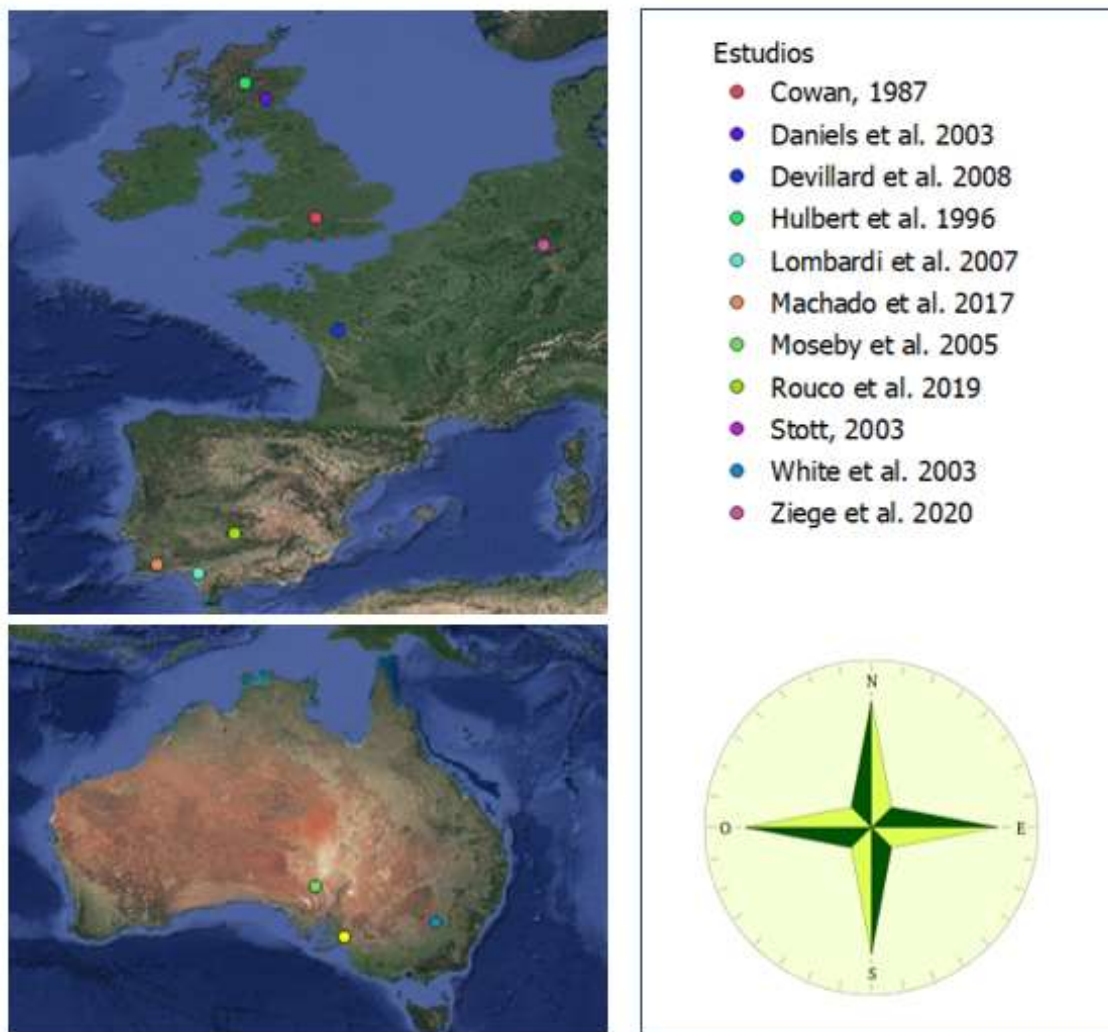


Figura 1. Mapa de Europa occidental y Australia marcado con puntos de colores que representan cada uno de los estudios utilizados para realizar los análisis de este trabajo.

Además de los datos de área de campeo obtenidos a partir del métodos MCP (del inglés Minimum convex polygon) y KD (Kernel density), también se recopiló la siguiente información: Sexo (macho, hembra), hábitat (Cultivo mixto, matorral, pastizal, matorral y pastizal, cultivo herbáceo, urbano y dunas), tipo de población (natural o repoblada), país (España, Australia, Inglaterra, etc.), tamaño poblacional (N), edad (adultos, juveniles), densidad (conejos/ha), área de estudio (ha), tratamiento (perturbación, alimentación suplementaria, etc.), periodo de estudio (meses y/o años en los que se realizó el estudio), mínimo de localizaciones representativas de área de campeo (número mínimo de localizaciones muestreadas para dar por válido el dato de área de campeo obtenido), número de localizaciones (número total de localizaciones muestreadas por individuo o población), periodo del día (día, noche), método

de seguimiento (Triangulación, y “Homing in”) cuyos datos fueron extraídos y almacenados en una hoja de Excel para ser tratados y estudiados. Con la información recopilada se construyeron dos bases de datos, una con información a nivel individual y otra con información a nivel poblacional.

Estimación de áreas de campeo de conejos repoblados en el P.N. Sierra Norte de Sevilla

Adicionalmente, para aumentar el tamaño muestral de los animales repoblados se pudo contar con los datos de las localizaciones de 13 conejos radiomarcados durante un programa de repoblación de conejos realizado en el Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla (Rouco, 2008). Se trató de 13 conejos adultos (6 hembras y 7 machos) marcados con un radio-emisor (~25 g (BIOTRACK, Wareham UK).) que se monitorizaron con la ayuda de una antena entre febrero y noviembre de 2004 empleando el método “homing in”, que consiste en acercarte de forma sigilosa lo más posible a la localización real del animal (White & Garrot, 1990). Las áreas de campeo fueron estimadas utilizando el método MCP. Para ello se cargaron las localizaciones en QGIS Desktop 3.12 (QGIS 2018) y después se calcularon las áreas de campeo para cada individual empleando el algoritmo “convex hull” perteneciente a las herramientas de geometría de vectores. Las demás variables de esta población empleadas en el metaanálisis fueron obtenidas de Rouco (2008).

Análisis estadísticos

Para estudiar el efecto de las diferentes variables sobre el tamaño de las áreas de campeo, se realizaron análisis tanto a **nivel individual** como a **nivel poblacional**. Para todos los análisis empleamos como variable dependiente el tamaño de las áreas de campeo calculadas empleando el método MCP. Por otro lado, como variables independientes se empleó sexo, hábitat, tipo de población, método de seguimiento y periodo del día en el que se localizaron los animales, ya que fueron las variables que fueron consistentes en la mayor parte de los estudios (Tabla 1).

Tabla 1. Datos recopilados de las áreas de campeo (MCP), tipo de hábitat, número de animales empleados en el cálculo de las áreas de campeo (tamaño muestral), edad de los

individuos, tipo de población, periodo de localización de los animales y el método. (**1:** Ziege et al., 2020; **2** Rouco et al., 2019; **3** Lombardi et al., 2007; **6** Devillard et al., 2008; **7** Moseby et al., 2005; **8** Hulbert et al., 1996; **9** Cowan, 1987; **10** Daniels et al., 2003; **11** White et al., 2003; **12** Stott, 2003; **13** Machado et al., 2017).

Estudio	MCP (ha)	Hábitat	Tamaño muestral (N)	Edad	Tipo Población	Día/Noche	Método
1	0.58	Suburbano	8	Adulto	Natural	Ambos	Triangulación & Homing in
1	0.69	Urbano	5	Adulto	Natural	Ambos	Triangulación & Homing in
2	9.63	Cultivo mixto	20	Adulto	Natural	Día	Triangulación
2	5.68	Cultivo mixto	12	Adulto	Natural	Día	Triangulación
2	4.63	Cultivo mixto	8	Adulto	Natural	Día	Triangulación
3	0.70	Matorral	10	Adulto	Natural	Noche	Triangulación
3	0.88	Matorral	10	Adulto	Natural	Día	Triangulación
3	1.70	Matorral y pastizal	14	Adulto	Natural	Noche	Triangulación
3	0.44	Matorral y pastizal	14	Adulto	Natural	Día	Triangulación
3	1.70	Pastizal	11	Adulto	Natural	Noche	Triangulación
3	1.26	Pastizal	11	Adulto	Natural	Día	Triangulación
6	0.73	Cultivo mixto	16	Adulto	Natural	ambos	Homing in
6	0.69	Cultivo mixto	16	Adulto	Natural	ambos	Homing in
6	2.05	Cultivo mixto	9	Adulto	Natural	ambos	Homing in
6	1.24	Cultivo mixto	4	Adulto	Natural	ambos	Homing in
6	0.52	Cultivo mixto	12	Adulto	Natural	ambos	Homing in
6	0.27	Cultivo mixto	11	Adulto	Natural	ambos	Homing in
6	0.09	Cultivo mixto	5	Adulto	Natural	ambos	Homing in
6	2.27	Matorral	5	Adulto	Natural	ambos	Homing in
6	1.64	Matorral	4	Adulto	Natural	ambos	Homing in
7	3.07	Dunas	18	Adulto	Natural	Ambos	Homing in
8	6.30	Matorral	92	Adulto	Natural	ambos	Triangulación
8	1.50	Matorral	92	Adulto	Natural	ambos	Triangulación
8	3.00	Matorral	92	Adulto	Natural	ambos	Triangulación
8	3.20	Matorral	92	Adulto	Natural	ambos	Triangulación
9	0.44	Pastizal	169	Adulto	Natural	Día	Homing in
9	0.71	Pastizal	118	Adulto	Natural	Día	Homing in
10	5.20	Cultivo herbáceo	8	Adulto	Natural	ambos	Triangulación & Homing in
10	2.30	Cultivo herbáceo	7	Adulto	Natural	ambos	Triangulación & Homing in
10	2.10	Pastizal	6	Adulto	Natural	ambos	Triangulación & Homing in
10	1.30	Pastizal	9	Adulto	Natural	ambos	Triangulación & Homing in
11	1.62	Pastizal	11	Adulto	Natural	ambos	Homing in
11	1.86	Pastizal	18	Adulto	Natural	ambos	Homing in
11	3.09	Pastizal	4	Adulto	Natural	ambos	Homing in
11	3.18	Pastizal	4	Adulto	Natural	ambos	Homing in
12	10.10	Cultivo herbáceo	6	Adulto	Natural	noche	Triangulación
12	8.80	Cultivo herbáceo	6	Adulto	Natural	noche	Triangulación
13	0.52	Matorral y pastizal	7	Adulto	Repoblada	Noche	Homing in
13	0.01	Matorral y pastizal	3	Adulto	Repoblada	Noche	Homing in
Los Melonares	1.90	Matorral y pastizal	13	Adulto	Repoblada	Día	Homing in

Tras comprobar que la variable dependiente no violaba los criterios de una distribución normal se realizaron Análisis de Varianza (ANOVA) para ver si existían diferencias en los tamaños de las áreas de campeo entre los individuos de los diferentes estudios tanto a nivel del tipo de hábitat como en sexo, así como su interacción. Seguidamente, y al comprobar que no existían diferencias en función del sexo (Ver resultados), se analizó a nivel poblacional si existían diferencias en el tamaño de las áreas de campeo en función del tipo de hábitat, de si son animales repoblados o no, de la técnica empleada para el radio seguimiento, y si las localizaciones fueron recopiladas durante la noche o el día. Todos los análisis se llevaron a cabo en el programa PAST 4.01 (Hammer et al. 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis individual

Con respecto al análisis a nivel individual, se realizó con 94 individuos de cinco de los estudios mostrados en la Tabla 1 (i.e. 1, 2, 7, 13 y Los Melonares).

Tabla 2. Resultados del análisis de varianza (ANOVA) a nivel individual de las áreas de campeo en función del tipo de hábitat y sexo de los conejos. (g.l., grados de libertad).

Variables	g.l.	F	P
Sexo	1	1.196	0.277
Hábitat	4	11.24	<0.0001
Sexo*Hábitat	4	0.331	0.856

Los resultados estadísticos (Tabla 2) muestran que las diferencias de tamaño de las áreas de campeo a nivel individual se deben principalmente al tipo de hábitat, ya que se han observado diferencias significativas que lo respaldan, confirmándose que la interacción entre el tamaño de área de campeo y el tipo de hábitat es muy significativa.

Con respecto al sexo, no se observan diferencias significativas, de lo que se deduce que entre machos y hembras no existen diferencias de tamaño en las áreas de campeo. Sin embargo, se ha estudiado que los machos suelen tener una mayor área de campeo que las hembras (Sunquist, 2010).

La variable correspondiente a la interacción entre sexo y hábitat no ha presentado diferencias significativas, por lo que, respecto al tamaño de las áreas de campeo, tanto machos como hembras, presentan comportamientos similares entre los distintos tipos de hábitats. Tras comprobar que no hubo diferencias a nivel de sexo en el análisis individual, se realizó el análisis poblacional, en el cual se incluyeron mayor número de estudios: los 11 estudios revisados más el estudio de Los Melonares.

Análisis poblacional

Con respecto al análisis poblacional, se han utilizado todos los estudios revisados más el de Los Melonares. Se realizó un análisis en el que se ha estudiado la interacción entre los distintos tipos de hábitats y las áreas de campeo de cada grupo poblacional.

En la Figura 2 se puede observar que, al igual que ocurrió con el análisis a nivel individual, existen diferencias significativas en el tamaño de las áreas de campeo en función del tipo de hábitat (ANOVA: $F=3.299$, g.l.=6, $P=0.011$, Figura 2), siendo mayor, con gran diferencia, en los cultivos de herbáceas (media $\pm$ 95%IC: 6.6 (3.75-9.45)). El siguiente hábitat con mayor área de campeo fueron las dunas (media $\pm$ 95%IC: 3.182 (2.127-4.237)), seguido del cultivo mixto (media $\pm$ 95%IC: 2.552 (0.508-4.208)) y matorral (media $\pm$ 95%IC: 2.436 (1.138-3.441)), con áreas de campeo bastante similares. Posteriormente, siguiendo esta escala descendente respecto al área de campeo de los diferentes hábitats, se encuentra el pastizal (media $\pm$ 95%IC: 1.726 (1.191-2.233)), el matorral y pastizal (media $\pm$ 95%IC: 0.914 (0.261-1.543)) y, por último, hábitat urbano (media $\pm$ 95%IC: 0.635 (0.581-0.69)).

Estas diferencias en el área de campeo entre los distintos tipos de hábitats pueden estar provocadas por diversos factores. Se han encontrado dos razones principales que pueden ser de gran importancia para estas diferencias: La primera razón implica que la densidad de una especie influye de forma muy significativa en el área de campeo de la misma, de forma que una mayor densidad de una especie va a provocar una menor área de campeo (Efford et al. 2016), lamentablemente, la mayor parte de los estudios revisados no incluían los datos de la densidad, por lo que no se puede comprobar que la densidad tuviera dicho efecto.

La segunda razón está relacionada con la disponibilidad de recursos que tenga una especie, de forma que a menor disponibilidad de recursos haya, mayor distancia tendrán que recorrer

los animales para lograr estos recursos, aumentando así el área de campeo de la especie en ese hábitat. Esto se ha observado en diversas especies de mamíferos (Rouco et al., 2013; Efford et al., 2016). El efecto de la disponibilidad de alimento se aprecia claramente en el cultivo herbáceo, el cual presenta una mayor área de campeo (Figura 2). Esto puede deberse a que los cultivos herbáceos suelen tratarse de cultivos anuales donde el alimento abunda en épocas concretas, sin embargo, escasea después de la cosecha, por lo que los conejos deben desplazarse más para encontrar alimento, aumentando el área de campeo de este hábitat. Por otro lado, en hábitats de matorral y pastizal, la disponibilidad de alimento suele ser más o menos homogéneo durante todo el año. Suelen tratarse de hábitats de ecotono entre matorral y pastizal lo que proporciona tanto alimento como refugio (Lombardi et al., 2003), por lo que los conejos no tienen la necesidad de desplazarse para alimentarse y el área de campeo en este hábitat es mucho menor. En relación al hábitat urbano, el área de campeo es el menor de todos los tipos de hábitat (Figura 2), esto puede ser debido a la limitación espacial en las zonas urbanas, lo que limita y afecta considerablemente al área de campeo en este hábitat.

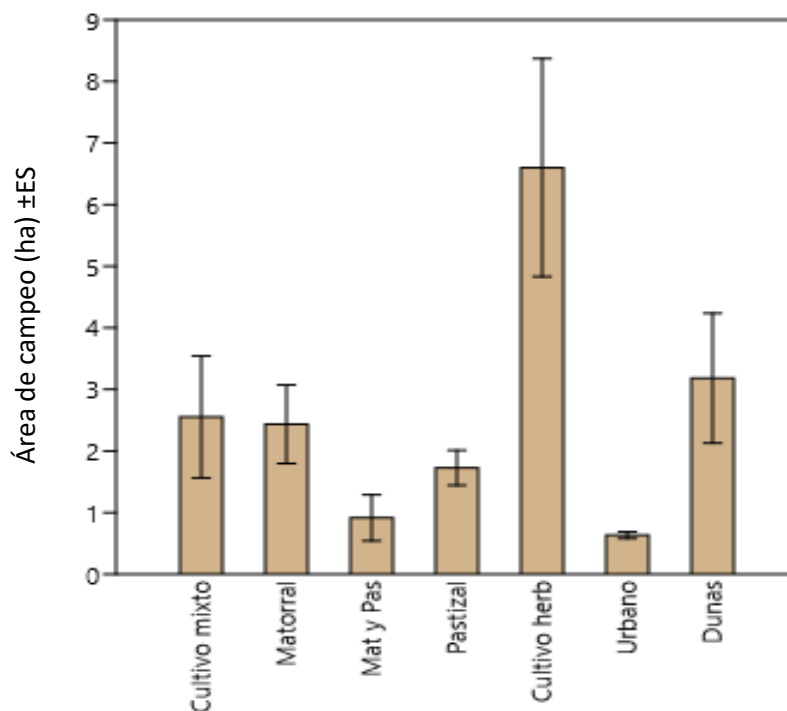


Figura 2. Áreas de campeo media (ha) $\pm$ Error Estándar (ES) de las poblaciones de conejo de los 11 estudios revisados en los diferentes tipos de hábitats (Mat y Pas: Matorral y Pastizal; Cultivo herb: Cultivo herbáceo).

Análisis de las áreas de campeo entre poblaciones naturales y repobladas

Con el objetivo de estudiar las diferencias de las áreas de campeo entre poblaciones naturales y repobladas se realizó un análisis ANOVA, cuyo resultado es el siguiente: (ANOVA: $F=1.397$, $P=0.244$, Figura 3). En base a estos resultados, se puede considerar que no existen diferencias significativas en función del origen de la población, es decir, el área de campeo no se ve afectada cuando se compare una población natural y otra repoblada, sin embargo, este análisis se puede ver sesgado por la poca cantidad de estudios de poblaciones repobladas, por lo que sería conveniente la ampliación de estudios con datos de repoblaciones para obtener un resultado más fiable. A pesar de no existir diferencias estadísticamente, la media de los tamaños de áreas de campeo en poblaciones repobladas es menor. Esto puede ser debido a las distintas medidas que condicionan el área de campeo en las poblaciones repobladas, como pueden ser la alimentación suplementaria, la construcción de refugios, etc (Rouco et al., 2013).

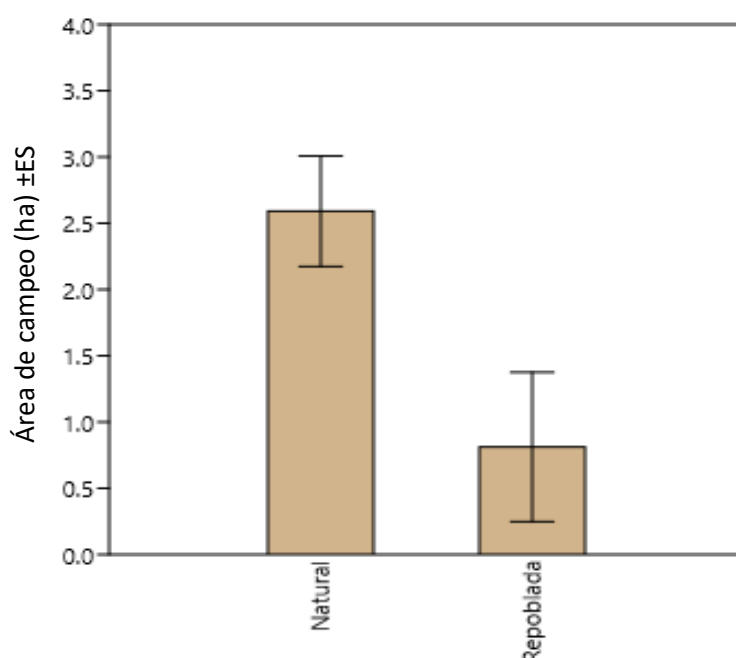


Figura 3. Áreas de campeo media (ha) ±Error Estándar (ES) de las poblaciones de conejo naturales y repobladas.

Análisis de las áreas de campeo en función del periodo del día

En este análisis se estudian las diferencias de las áreas de campeo entre las diferentes poblaciones en función de si las localizaciones se tomaron durante el día, la noche o en ambas situaciones, concluyendo con el siguiente resultado: (ANOVA: $F=0.839, g.l.=2$. $P=0.249$, Figura 4). En base a los resultados obtenidos, se puede considerar que no existen diferencias significativas en función del periodo del día en el que se estudiaron las localizaciones. Sin embargo, sería conveniente realizar un estudio de la interacción entre el período del día y el tipo de hábitat para obtener unos resultados que representen la realidad, ya que este análisis está muy influenciado por las grandes diferencias del área de campeo en función del hábitat. Lamentablemente no hay representación de estos datos en todos los estudios, por lo que no se puede estudiar correctamente la interacción entre el período del día y el hábitat. En la gráfica se puede apreciar como el área de campeo durante la noche es superior a la del día, esto puede ser debido a que los conejos tienen actividad nocturna, aumentando con ello el área de campeo durante este periodo del día (Mykytowycz & Rowley, 1958).

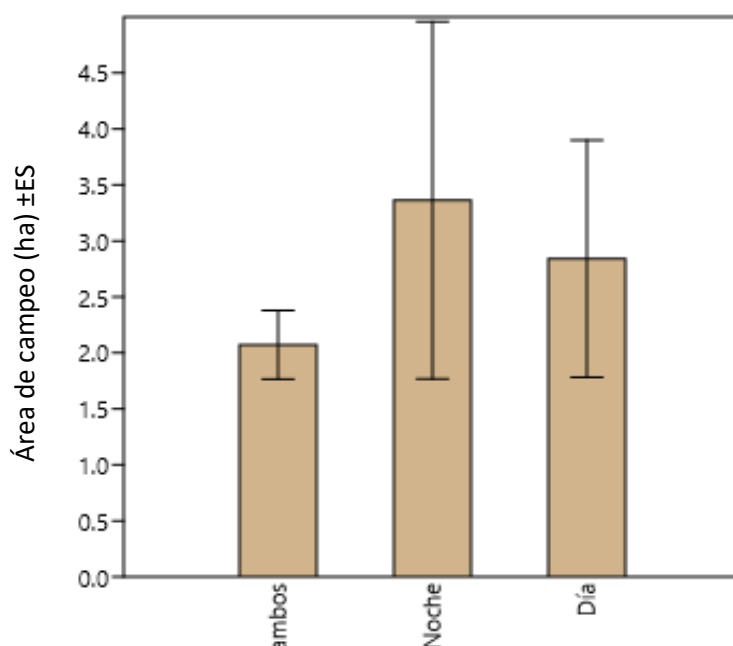


Figura 4. Áreas de campeo media (ha) ±Error Estándar (ES) de las poblaciones en función del periodo del día que se tomaron las localizaciones.

Análisis de las áreas de campeo en función de las técnicas de seguimiento

En este análisis se estudian las diferencias de las áreas de campeo entre las diferentes técnicas de seguimiento empleadas, concluyendo con el siguiente resultado: (ANOVA: $F=5.263$, $g.l.=2$, $P=0.009$, Figura 5). En base a estos resultados, se puede considerar que si existen diferencias significativas en función del método empleado para estudiar las localizaciones. Esto se debe principalmente a que en las triangulaciones se suelen sobreestimar las áreas debido al error acumulado de las intersecciones de los ángulos usados para la triangulación de una localización. (Rouco et al., 2019). Por otro lado, el método "Homing in" es más preciso, ya que está basado en la detección directa del conejo, mientras que la Triangulación predice aproximadamente el área concreta en la que hay una alta probabilidad de encontrar al conejo estudiado. Por esta razón, el área de campeo resultante del método Triangulación es significativamente superior al área de campeo mediante "Homing in".

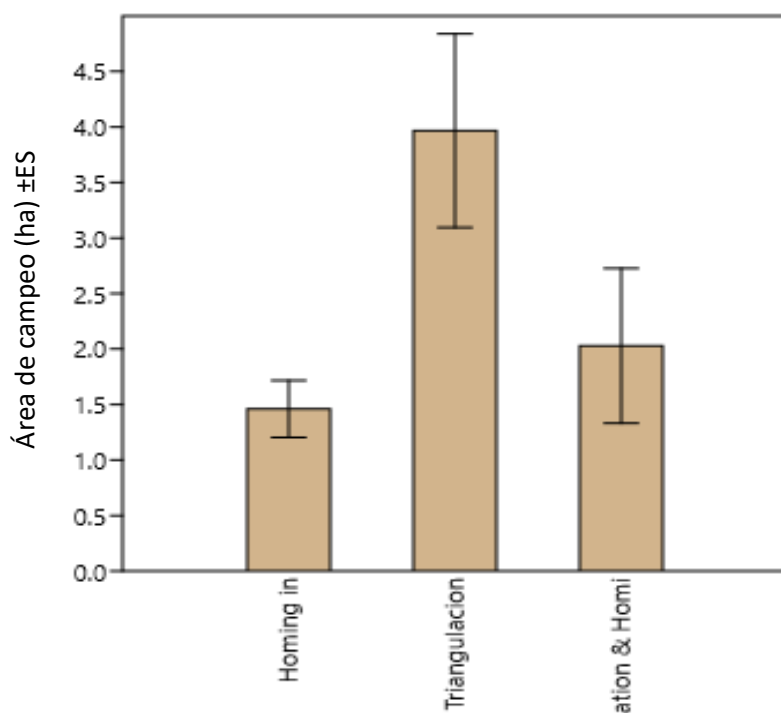


Figura 5. Áreas de campeo media (ha) ±Error Estándar (ES) de las poblaciones en función del método empleado para el radioseguimiento.

CONCLUSIONES

Como resumen de todos estos resultados se ha concluido que, con respecto al análisis individual, el sexo del conejo no es una variable que provoque diferencias en el tamaño del área de campeo, sin embargo, el tipo de hábitat si tiene una gran influencia en esta, mostrando diferencias significativas que lo confirman.

Con respecto al análisis poblacional, el tipo de hábitat fue determinante para el tamaño del área de campeo, siendo mayor en hábitats como los cultivos herbáceos, y mucho menor en matorrales, pastizales y hábitats urbanos. Las poblaciones naturales y las poblaciones repobladas no mostraron diferencias significativas entre sí con respecto a su área de campeo, sin embargo, esto puede ser debido a la falta de estudios con poblaciones repobladas. Las áreas de campeo durante el día y la noche no varían según estos resultados, sin embargo, para que este análisis fuera representativo de la realidad, habría que estudiar la interacción entre el periodo del día y el tipo de hábitat, ya que tiene gran influencia en el área de campeo. Además, se ha confirmado que los conejos tienen una mayor actividad nocturna (Mykytowycz & Rowley, 1958), por lo que cabría esperar que su área de campeo fuera mayor durante la noche. Por último, se estudió el área de campeo en función del método de seguimiento utilizado, dando como resultado unas diferencias significativas que muestran que el método de triangulación obtiene un área de campeo mayor que el “homing in” debido a la diferencia de precisión que presentan estos dos métodos.

A pesar del resultado sin diferencias estadísticamente significativas con respecto al área de campeo entre poblaciones naturales y repobladas, se puede observar como la media de estas poblaciones es aparentemente diferente, siendo mayor en poblaciones naturales. Esta diferencia puede ser debida a las distintas medidas de gestión empleadas en las poblaciones repobladas, tales como la alimentación suplementaria o la construcción de refugios (e.g. Rouco 2008; Rouco et al., 2008; Guerrero et al., 2013), lo que provoca la menor área de campeo del conejo en este tipo de poblaciones.

Conclusions

In conclusion, according to the individual analysis, the sex of the rabbit is not an influential variable in the home range's size, whereas the type of habitat highly influences it, which is proven by the significant differences obtained in the analysis.

Regarding population analysis, the type of habitat is a determining factor for home range's size, being it bigger in habitats such as herbaceous crops, and significantly smaller in habitats like scrubland, grassland, or urban habitats. Neither the natural nor the repopulated rabbit populations showed significant differences between them regarding the home range. During the daytime and night-time, the home ranges did not vary neither. However, in order to accomplish a representative analysis, interaction between day time and habitat type should be studied, due to their influence in the home range.

In addition, it was determined that rabbits have a greater nocturnal activity rate (Mykytowycz & Rowley, 1958), which leads to conclude that home range could be wider during night-time. Lastly, the study of home ranges based on the tracking technique used showed that triangulation method obtains a bigger home range than the "homing in" method, due to the accuracy difference presented by said methods.

Even though the result obtained that showed no significant differences between natural and repopulated rabbit population's home ranges, certain difference in the means of each populations can be observed, which could be explained because of the different processes applied for the repopulated populations, such as supplemental feeding, or refuges construction (e.g. Rouco 2008; Rouco et al., 2008; Guerrero et al., 2013), which may cause the reduction of the home range in this kind of populations.

BIBLIOGRAFÍA

Booth, W. (1988). Reintroducing a political animal. *Science*, 241:156-158.

Calvete, C., Villafuerte, R., Lucientes, J & Osacar, J. J. (1997). Effectiveness of traditional European rabbit restocking in Spain. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, Lond 241: 271-277.

Clark, J. D. (2002). Bear reintroductions: lessons and challenges. *Ursus*, 13: 153-163.

Clarke, M. F. & Schedvin, N. (1997). An experimental study of the translocation of noisy miners *Manorina melanocephala* and difficulties associated with dispersal. *Biological Conservation*, 80: 161–167.

Cowan, P. E. (2001). Responses of common brushtail possums (*Trichosurus vulpecula*) to translocation on farmland, southern North Island, New Zealand. *Wildlife Research*, 28: 277–282.

Cowan, D. P. (1987). Aspects of the Social Organisation of the European Wild Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Ethology*, 75: 197-210.

Daniels, M. K., Lees, J. D., Hutchings, M. R. & Greig, A. (2003). The ranging behaviour and habitat use of rabbits on farmland and their potential role in the epidemiology of paratuberculosis. *The Veterinary Journal*, 165: 248–257.

Delibes, M. & Hiraldo, F. (1981). The rabbits as prey in the Iberian Mediterranean ecosystem. En *Proceedings of the Word Lagomorphs Conference* (1979): 614-622. Myers, K. & MacInnes, C. D. (Eds). University of Guelph, Ontario.

Delibes, M., Rodríguez, A. & Ferreras, P. (2000). Action Plan for the conservation of the Iberian lynx (*Lynx pardinus*) in Europe. *Nature and Environment*, No. 111. Council of Europe Publishing, Strasbourg.

Delibes-Mateos, M., Ramírez, E., Ferreras, P. & Villafuerte, R. (2008a). Translocations as a risk for the conservation of European wild rabbit *Oryctolagus cuniculus* lineages. *Oryx*, 42: 259-264.

Delibes-Mateos, M., Ferreras, P. & Villafuerte, R. (2008b). The key role of European rabbits in the conservation of the western Mediterranean basin hotspot. *Conservation Biology*.

Dellafore, C. M., Muñoz, S. & Gallego, J. B. (2006). Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) as dispersers of *Retama monosperma* seeds in a coastal dune system. *Ecoscience*, 13: 5-10.

Devillard, S., Aubineau, J., Berger, F., Léonard, Y., Roobrouck, A. & Marchandeu, S. (2008). Home range of the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in three contrasting French populations. *Mammalian biology*, 73: 128–137.

Efford, M. G., Dawson, D. K., Jhala Y. V. & Qureshi, Q. (2016). Density-dependent home-range size revealed by spatially explicit capture–recapture. *Ecography*, 39: 676–688.

Fenner, F. & Ross, J. (1994). Myxomatosis. In *The European rabbit. The history and biology of a successful colonizer*: 205-239. Thompson, H. V. & King, C. M. (Eds). Oxford: Oxford University Press.

Ferrer, M. & Negro, J. J. (2004). The near-extinction of two large predators: the super-specialists pay a price. *Conservation Biology*, 18: 344–349.

Focardi, S. & Cagnacci, F. (2012). Animal movement. *Mobility data: Modeling, management, and understanding*, pp 259-276.

Gálvez, L., López-Pintor, A., De Miguel, J., Alonso, G., Rueda, M., Rebollo, S. & Gómez-Sal, A. (2008). Ecosystem engineering effects of European rabbits in a Mediterranean habitat. In *Lagomorph Biology: Evolution, Ecology and Conservation*. (Eds. Alves, P. C., Ferrand, N., Hackländer, K.). SpringerVerlag, Berlin Heidelberg.

Gibb, J. A. (1990). The European rabbit *Oryctolagus cuniculus*. In *Rabbits, hares and pikas: Status survey and conservation*: 116-120. Chapman, J. A. & Flux, J. E. C. (Eds). IUCN Gland, Switzerland.

Guerrero-Casado, J., Carpio, A. J., Ruiz-Aizpurua, L. & Tortosa, F. S. (2013) Restocking a keystone species in a biodiversity hotspot: Recovering the European rabbit on a landscape scale. *Journal For Nature Conservation*, 21: 444-448.

Hammer, O., Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 9.

Hirakawa, H. (2001). Coprophagy in leporids and other mammalian herbivores. *Mammal Review*, 31: 61-80.

Hudson, J. R., Thompson, H. V. & Mansi, W. (1955). Myxoma virus in Britain. *Nature (Lond.)*, 176: 783.

Hulbert, I. A. R., Iason, G. R., Elston, D. A. & Racey, P. A. (1996). Home-range sizes in a stratified upland landscape of two lagomorphs with different feeding strategies. *Journal of Applied Ecology*, Vol. 33, No. 6, pp 1479-1488.

Letty, J., Aubineau, J. & Marchandeu, S. (2008). Improving rabbit restocking success: a review of field experiments in France. P.C. Alves, N. Ferrand, K. Hackländer (Eds.), In *Lagomorph Biology: Evolution, Ecology and Conservation*, Springer, Berlin Heidelberg New York, pp. 327-334.

Lombardi, L., Fernández, N., Moreno, S. & Villafuerte, R. (2003). Habitat-Related Differences in Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) Abundance, Distribution, and Activity. *Journal of Mammalogy*, Volume 84, Issue 1, 28, pp 26-36.

Lombardi, L., Fernández, N. & Moreno, S. (2007). Habitat use and spatial behaviour in the European rabbit in three Mediterranean environments. *Basic and Applied Ecology*, 8: 453-463.

Machado, R. D., Magalhaes, P., Godinho, S. & Santos, P. (2017). Wild rabbit restocking: suitable acclimation conditions Foster adaptative behaviour and improve survival of captive reared rabbits. *World Rabbit Science*, 25: 407-414.

Marshall, I. D. & Fenner, F. (1958). Studies in the epidemiology of infectious mixomatosis of rabbits. V. Changes in the innate resistance of Australian wild rabbits exposed to mixomatosis. *Journal of Hygiene*, 56: 288-302.

Michallet, J. & Toïgo, C. (2000). Home ranges of chamois (*Rupicapra rupicapra cartusiana*) translocated to reinforce a population in the Grande Chartreuse mountain massif, Isère. *Game and wildlife science*, 17: 259–272.

Moseby, K. E., De Jong, S., Munro, N. & Pieck, A. (2005). Home range, activity and hábitat use of European rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in arid Australia: implications for control. *Wildlife Research*, 32: 305-311.

Mykytowycz, R. & Rowley, I. (1958). Continuous observations of the activity of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.), during 24 hour periods. *CSIRO Wildlife Research*, 3(1) 26-31.

Newsome, A. E., Parer, I. & Catling, P. C. (1989). Prolonged prey suppression by carnivores—predator removal experiments. *Oecologia*, 78: 458-467.

QGIS (2018). Quantum GIS Development Team. Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project 2018. <http://qgis.osgeo.org>

Rouco, C. (2008). Restauración de las poblaciones de conejo de monte y mejora de la gestión para su conservación. Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal. Ciudad Real, Universidad de Castilla-La Mancha. PhD, 211.

- Rouco, C., Norbury, G., Smith, J., Byrom, A. & Pech, R. (2013). Population density estimates of brushtail possums (*Trichosurus Vulpecula*) in dry grassland in New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology*, 37: 12–17.
- Rouco, C., Barrio, I. C., Crilli, F., Tortosa, F.S. & Villafuerte, R. (2019). Supplementary food reduces home ranges of European wild rabbits in an intensive agricultural landscape. *Mammalian Biology*, 95: 35-40.
- Ruth, T. K., Logan, K. A., Sweanor, L. L., Hornocker, M. G. & Temple, L. J. (1998). Evaluating cougar translocation in New Mexico. *Journal of Wildlife Management*, 62: 1264-1275.
- Santillini, F. & Bagliacca, M. (2010). Habitat use by the European wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in a coastal Sandy dune ecosystem of central Italy. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 21(1): 57-64.
- Soriguer, R. C. (1981). Biología y dinámica de una población de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) en Andalucía Occidental. *Doñana Acta Vertebrata*, Volumen especial 8: 1-379.
- Stott, P. (2003). Use of space by sympatric European hares (*Lepus europaeus*) and European rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Australia. *Mammalian biology*, 68: 317-327.
- Sunquist, M. (2010). What Is a Tiger? Ecology and Behavior. *Tigers of the World*, 19–33.
- Valverde, J. A. (1967). Estructura de una comunidad de vertebrados terrestres. Monografía Estación Biológica de Doñana. CSIC, Madrid. 7.
- Van Vuren, D., Kuenzi, A. J., Lored, I. & Morrison, M. L. (1997). Transplanting as a nonlethal alternative for managing California ground squirrels. *Journal of Wildlife Management*, 61:351–359.

Villafuerte, R. (1994). Riesgo de predación y estrategias defensivas del conejo, *Oryctolagus cuniculus* (L.), en el Parque Nacional de Doñana. PhD thesis, University of Córdoba, Spain.

White, G. C. & Garrot, R. A. (1990). Analysis of Wildlife Radio-tracking Data. *AcademicPress, Inc.*, San Diego, CA.

White, P. C. L., Newton-Cross, G. A., Gray, M., Ashford, R., White, C. & Saunders, G. (2003). Spatial interactions and hábitat use rabbits on pasture and implications for the spread of rabbit haemorrhagic disease in New South Wales. *Wildlife Research*, 30: 49-58.

Ziege, M., Hermann, B. T., Kriesten, S., Merker, S., Ulmann, W., Streit, B., Wenninger, S. & Plath, M. (2020). Ranging behavior of European rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in urban and suburban landscapes. *Mammal Research*. Polish Academy of Sciences, Poland.