

# TESIS DOCTORAL

Universitat de València  
Programa de Doctorado en Biodiversidad

## Ecología de un roedor colonizador, el lirón careto *Eliomys quercinus* en una zona agrícola del este de la Península Ibérica

Adrià Viñals Domingo

Noviembre 2016

### Directores

José Antonio Gil-Delgado Alberti

Sandro Bertolino







VNIVERSITAT  
DE VALÈNCIA

Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva

Programa de Doctorado en Biodiversidad

---

**Ecología de un roedor colonizador, el lirón  
careto (*Eliomys quercinus*) en una zona  
agrícola del este de la Península Ibérica**

*Ecology of a colonizing rodent, the garden dormouse (*Eliomys  
quercinus*) in a farmland of the Eastern Iberian Peninsula*

---

**Memoria presentada para optar al Grado de Doctor en Biología por:**

Adrià Viñals Domingo

**Directores**

José Antonio Gil-Delgado Alberti

Sandro Bertolino

**Octubre 2016**



# Índice General

Índice general	viii
Índice de Figuras y Tablas	xi
Resumen General	xvi
General Abstract	xviii
<b>Capítulo 1.</b> Introducción General y Objetivos	<b>1</b>
Especies colonizadoras en ambientes agrícolas	<b>2</b>
El lirón careto <i>Eliomys quercinus</i> (Lineo 1766)	<b>5</b>
Contextualización, estructura de la tesis y objetivos generales	<b>10</b>
<b>Capítulo 2.</b> Método general	<b>24</b>
Área de estudio	<b>26</b>
Método general	<b>33</b>
<b>Capítulo 3.</b> Diet of the garden dormouse ( <i>Eliomys quercinus</i> Linnaeus 1766) in orange groves: seasonal variation and use of available resources	<b>45</b>

<b>Capítulo 4.</b>	Depredación sobre nidos, aves adultas y mamíferos por el lirón careto <i>Eliomys quercinus</i>	<b>64</b>
<b>Capítulo 5.</b>	Disponibilidad de invertebrados para el lirón careto <i>Eliomys quercinus</i> en un naranjal mediterráneo	<b>78</b>
<b>Capítulo 6.</b>	Use of blackbird nests as a resource by garden dormice ( <i>Eliomys quercinus</i> )	<b>96</b>
<b>Capítulo 7.</b>	No evidence for seasonal litter size variation in a Mediterranean garden dormouse ( <i>Eliomys quercinus</i> Linnaeus 1766) population	<b>111</b>
<b>Capítulo 8.</b>	Communal nesting in the Garden dormouse ( <i>Eliomys quercinus</i> )	<b>127</b>
	<b>Discusión general</b>	<b>147</b>
	<b>Conclusiones</b>	<b>166</b>
	<b>Conclusions</b>	<b>170</b>
	<b>Resumen ampliado</b>	<b>175</b>
	<b>Anexo</b>	<b>179</b>



## Índice de Figuras y Tablas

<b>Figura 1.1.</b>	Foto de una cría de lirón careto de pocos días de edad capturada en el área de estudio.	7
<b>Figura 1.2.</b>	Imagen de una cría capturada en el área de estudio	8
<b>Figura 1.3.</b>	Mapa de distribución actual del lirón careto ( <i>Eliomys quercinus</i> )	9
<b>Figura 2.1.</b>	<i>Superior.</i> Mapas de la región y de la localidad donde se encuentra el área de estudio. <i>Inferior.</i> Imagen satélite del área geográfica general con el casco urbano de Sagunto en la esquina inferior izquierda.	27
<b>Figura 2.2.</b>	<i>Superior.</i> Imagen satelital de la zona de estudio (la área roja enmarca la parcela principal y las áreas azules señalan los campos adicionales). <i>Inferior:</i> fotografía de la parcela.	30
<b>Figura 2.3.</b>	Diagrama climático diseñado a partir de datos meteorológicos pertenecientes a la estación meteorológica de Sagunto (IVIA) entre los años 2003 y 2013.	32
<b>Figura 2.4.</b>	<i>Izquierda.</i> Imagen de una caja-nido colgada en un árbol de la parcela. <i>Derecha.</i> Nido de rata sobre un antiguo nido de lirón dentro de una caja-nido.	34
<b>Figura 2.5.</b>	Imagen de la distribución espacial de las cajas-nido en febrero de 2008.	35
<b>Figura 2.6.</b>	<i>Superior.</i> Fotografía de un macho de lirón careto adulto con los testículos engrandecidos. <i>Inferior.</i> Imagen de una hembra de lirón careto adulta con las mamas claramente dilatadas.	36 36



<b>Tabla 2.1</b>	Esquemas de las características utilizadas para determinar la edad de los lirones caretos en los naranjales	37
<b>Tabla 2.2</b>	Esquema de las características utilizadas para determinar el sexo de los lirones caretos en los naranjales.	38
<b>Figura 2.7.</b>	Imagen de una cría de lirón careto con anilla auricular en la oreja derecha.	
<b>Figura 3.1.</b>	Main food categories proportion based on the faeces analysis and food store remains of the Garden Dormouse in orange groves from July 2005 to July 2006.	53
<b>Figura 3.2.</b>	Main insect orders proportion based on the faeces analysis and food store remains of the Garden Dormouse in orange groves from July 2005 to July 2006.	54
<b>Figura 3.3.</b>	Seasonal changes in the composition of faeces of the garden dormouse according to the five different food types (A: arthropod and orange; B: gastropod, plant matter and other types of food) in orange groves from July 2005 to June 2006.	56
<b>Tabla 3.1.</b>	Occurrence frequency of animal preys of 125 remains found in 62 nest-boxes occupied by <i>Eliomys quercinus</i> in the orange groves during July 2005-June 2006. (N = item number per class).	57
<b>Tabla 4.1.</b>	Especies de aves y mamíferos que han sido reconocidas como presas de los lirones caretos en Sagunto. En el caso de las aves adultas y los mamíferos, señalamos el número de ejemplares recolectados en las cajas nido o en los nidos de mirlo ocupados por los lirones caretos. En la depredación sobre nidos, señalamos si las observaciones corresponden a huevos (H) o a pollos (P).	70
<b>Figura 4.1.</b>	Huevos de Mirlo depredados por lirones caretos. El círculo rodea un excremento de lirón careto.	72

<b>Figura 4.2.</b>	Pollo de mirlo muerto y parcialmente devorado por lirones caretos. La figura muestra los excrementos de los lirones caretos. Las heces frescas se encuentran en el área de los círculos.	72
<b>Tabla 5.1.</b>	Abundance and frequency of each invertebrate group sampled with pitfall traps and linear transept census in orange groves.	84
<b>Figura 5.1.</b>	Seasonal variation in the abundance of each different invertebrate main group in orange groves. (a): Pitfall trap sampling; b): Transect census sampling)	87
<b>Figura 5.2.</b>	Seasonal variation in the abundance of total arthropods (pitfalls and transects) and occurrence of orange and arthropods in dormouse diet in orange groves according to Gil-Delgado et al., 2010.	88
<b>Tabla 6.1.</b>	Number and percentage of blackbird nests and their various uses by different species. BSN: blackbird successful nests; GD: nests used by garden dormice; B + GD: nests used by blackbirds and garden dormice; B + O: nests used by blackbirds and other species. MS: nests used by more than two species; NU: nests not used.	103
<b>Figura 6.1.</b>	Number of nests built by blackbirds and number of nests occupied by dormice during the blackbird breeding season.	105
<b>Figura 7.1.</b>	Number of births of garden dormice every two weeks (n = 122).	117
<b>Figura 7.2.</b>	Frequency of garden dormice litter sizes (n = 117).	117
<b>Tabla 7.1.</b>	Mean litter size per year in garden dormice.	119
<b>Figura 7.3.</b>	Seasonal variation of mean litter size in the garden dormouse (black line) and standard deviation (SD, gray lines). Dots without SD were composed of a single datum.	120

<b>Tabla 8.1.</b>	Number of garden dormouse communal nests according to the number of adults and number of litters.	135
<b>Figura 8.1.</b>	Annual variation in the number of singular and communal nests of garden dormouse.	137
<b>Figura 8.2.</b>	Seasonal number of singular and communal nests of garden dormice.	139



## Resumen General

Las zonas agrícolas han representado un hábitat idóneo para un gran número de especies. Sin embargo, mientras que en la actualidad gran parte de esta biodiversidad agraria se está viendo seriamente amenazada debido al desarrollo de la agricultura moderna, otras especies son capaces de beneficiarse de estas recientes transformaciones. En esta tesis se evalúa qué factores ecológicos y que estrategias adaptativas pueden haber llevado al lirón careto *Eliomys quercinus*, un roedor generalista con una amplia distribución europea, a colonizar una plantación de cítricos del este de la Península Ibérica. En primer lugar se analizan los hábitos alimenticios del lirón careto mediante la descripción de su dieta durante un ciclo anual completo y el estudio de su capacidad depredadora sobre otras especies de vertebrados. Adicionalmente, se cuantifica y analiza el uso y disponibilidad estacionales de dos recursos básicos, los invertebrados como alimento y los nidos de mirlo común como recurso de nidificación. Por último se indaga sobre aspectos generales relativos a su estrategia reproductiva. Nuestros resultados reflejan como la dieta de este roedor es variada aunque dos recursos son especialmente dominantes, los artrópodos en primavera y verano; y las naranjas en otoño e invierno. Entre las presas animales consumidas, se observan restos de dos especies de micromamífero además de otras evidencias de depredación sobre huevos, pollos y adultos de distintas especies de aves. De manera similar, se detalla como la disponibilidad estacional de invertebrados en este hábitat agrícola varía a lo largo del año, hecho que explica las diferencias en el uso particular de alimento por parte de este mamífero. Además, se observa como los lirones son capaces de ocupar los nidos vacíos de mirlo común en los naranjales, suponiendo una interacción negativa hacia estas aves. En cuanto a sus características

reproductivas, se evidencia como el ciclo reproductor de los lirones es continuo a lo largo del año en los naranjales y no se aprecian variaciones estacionales en el tamaño de camada. Para finalizar, se proporciona los primeros datos acerca de la existencia de un comportamiento de nidificación comunal entre hembras de lirón en esta plantación de cítricos. Se propone como hipótesis que el cuidado y protección comunal de las crías pueda explicar el valor de esta estrategia.

## General Abstract

Agricultural areas represent the habitat of many different species. However, whereas much of this agricultural biodiversity is being nowadays seriously threatened by the development of modern agriculture, some other species are able to take advantage of these transformations. This thesis analyzes which ecological factors and adaptive strategies can explain the recent colonizing process of a citrus plantation in Eastern Iberian Peninsula by the garden dormouse *Eliomys quercinus*, a generalist rodent widespread across Europe. First, we provide a description of the diet of garden dormouse over a full annual cycle as well as some evidences about its predatory capacity upon other vertebrate species. Additionally, we evaluate and quantify the use and availability of two basic resources, invertebrates as food and blackbird nests as a nesting resource. Finally, some general characteristics regarding the reproductive strategy of dormouse are explored. Our results reveal that the diet of dormice is varied although two resources are mainly predominant, arthropods in spring and summer; and oranges in autumn and winter. Among the different animal preys observed, we find remains of two different small mammal species as well as evidence of predation of eggs, chicks and adults of some different bird species. We also observe that the seasonal availability of invertebrates varies throughout the year, explaining the differences regarding the use of this animal food and other vegetal foods by this mammal. Furthermore, it is observed that dormice occupy the empty blackbird nests to breed, as resting places or as food stores. This type of dormouse-blackbird interaction, together with the high predation rate on this bird, is considered as a serious threat for blackbird population. Regarding its reproductive characteristics, we reveal that the reproductive cycle of dormouse is continuous through the year and no seasonal variations in the

litter size are observed. To conclude, it also provided the first data about a communal nesting behaviour between dormouse adult females in this citrus plantation. It is proposed as a hypothesis that the communal care and protection of the pups can explain the value of this strategy.





# CAPÍTULO 1

Introducción

General

y

Objetivos

## Introducción general

### Especies colonizadoras en ambientes agrícolas

Las áreas cultivadas ocupan una extensión total de más de 4.900 millones de hectáreas, lo que supone cerca de un 40% de la superficie total del planeta (Ramankutty *et al.*, 2008). Esta inmensa área, obtenida básicamente mediante la deforestación, fragmentación y transformación intensa de muchos hábitats, es señalada por numerosos autores como una de las amenazas más importantes a la biodiversidad mundial (Wilson, 1988).

Sin embargo, resulta evidente que las zonas agrícolas no son simplemente grandes extensiones inertes y artificiales sino que, en función de sus características y de la intensidad de su manejo, representan un hábitat de grandísimo valor para numerosas especies de animales y plantas (Pimentel *et al.*, 1992; Benton *et al.*, 2003; Jarvis *et al.*, 2007). Una de las áreas geográficas donde el efecto modelador de la agricultura resulta más evidente es el continente europeo, cuya superficie total dedicada a la obtención de alimentos, fibras y otros productos derivados supera los 200 millones de hectáreas (FAO, 2014). Algunos de los valores más destacables de la agricultura europea es que en esta amplia extensión se combinan una gran variedad de condiciones ambientales (clima, orografía, condiciones del suelo, etc.) junto a una amplia gama de tipos e intensidades de uso y manejo (Henle *et al.*, 2008). Esta unión de factores ha resultado clave para que la agricultura en el viejo continente haya favorecido una alta heterogeneidad de hábitats durante siglos, manteniendo así una rica diversidad de especies.

Pero este frágil equilibrio entre la producción agrícola y la conservación de muchas de estas especies ligadas a estos medios agrarios empieza a variar ya a principios del siglo XX a consecuencia del aumento exponencial del área cultivada y al desarrollo de importantes cambios en las técnicas de producción (Piorr, 2003). Posteriormente, durante la década de los 50, esta revolución agrícola se extiende con mayor intensidad por gran parte de Europa debido a la implantación de medidas de índole político como la “Política Agraria Común” (PAC), la cual es responsable de planificar un nuevo patrón general de uso de la superficie agrícola y que ha desembocado actualmente en la aparición de dos escenarios bien distintos de desarrollo (Kleijn y Sutherland, 2003; Henle *et al.*, 2008). Así, por un lado, aquellas áreas más productivas han sido dedicadas a un modelo de intensificación de la producción caracterizado por una serie de cambios tales como la pérdida de elementos naturales vinculados a los paisajes agrarios, el uso masivo de agroquímicos (fertilizantes sintéticos y biocidas), la mecanización, el cambio de tipo de cultivos, la reducción de variedades o la introducción de especies exóticas entre otros (Bengtsson *et al.*, 2005; Mozumder y Berrens, 2007; Storkey *et al.*, 2011). Mientras que por el contrario, otras zonas donde o bien su productividad ha sido tradicionalmente menor o bien las condiciones socioeconómicas han sido desfavorables han sido objeto del abandono completo de toda actividad (MacDonald *et al.*, 2000; Robinson y Sutherland, 2002). Este nuevo sistema de producción ha fomentado la transformación y homogeneización de muchos de estos hábitats agrícolas, alterando sus características y desencadenando una serie de consecuencias negativas para muchas de las especies que habitan o dependen de ellos. Uno de los ejemplos más evidentes se puede apreciar en la situación actual de muchas especies de aves ligadas a este tipo de sistemas, para las cuales este impacto se ha traducido en los últimos 20 años en la reducción considerable de los rangos de distribución del 85% de sus especies, mientras que más del 80% ha visto

además disminuidas sus poblaciones (Fuller *et al.*, 1995; Siriwardena *et al.*, 2001; Henderson *et al.*, 2004).

No obstante, a pesar de las importantes consecuencias derivadas de esta revolución agrícola moderna, muchos de estos hábitats altamente transformados pueden todavía resultar muy atractivos para aquellas especies con capacidad para colonizar nuevas áreas y para adaptarse a estas nuevas condiciones (Bolger *et al.*, 2008; Norton y Reid, 2013). Sólo en Europa, existen numerosos casos destacables de este tipo de eventos en especies pertenecientes a distintos grupos como son por ejemplo la colonización por parte del topillo campesino (*Microtus arvalis*) de distintas áreas del centro de la Península Ibérica desde hábitats naturales o casos como la expansión geográfica del jabalí (*Sus scrofa*) o la urraca (*Pica pica*) por gran parte de Europa, en gran medida gracias a su vinculación con las actividades humanas (Genov y Massei, 2004; Chiron *et al.*, 2008; Jareño *et al.*, 2015).

Las causas que pueden propiciar que estas especies se asocien de una manera u otra a las zonas agrícolas pueden ser muy diversas, aunque se reconocen algunos beneficios relacionados con este tipo de hábitats tales como una reducción de la presión depredadora, unas características climáticas más confortables, una mayor disponibilidad de agua, alimento y lugares de anidamiento, etc. (Marzluff y Ewing, 2001; Vickery *et al.*, 2002, Wilson *et al.*, 2005; Jarvis *et al.*, 2007). Además, a esta combinación de factores ambientales, se le une a menudo que muchos de estos taxones se caracterizan por mostrar una gran capacidad adaptativa a estas condiciones atípicas, exhibiendo frecuentemente estrategias de tipo *r* (pequeño tamaño y/o alta tasa de reproducción), omnivoría alimentaria, una alta variabilidad fenotípica, una elevada tasa de dispersión o un alto nivel de tolerancia a los cambios ambientales, entre otras (McKinney y Lockwood, 1999; Devictor *et al.*, 2008).

Todo ello, contribuye a explicar porque las poblaciones de estos colonizadores pueden ocasionalmente experimentar crecimientos exponenciales después de su establecimiento en estas áreas de cultivo, requiriendo en algunos casos incluso la aplicación de medidas de control (Feare y Douville de Franssu, 1992; Stenseth *et al.*, 2003; Butet *et al.*, 2006). No obstante, a pesar de las pérdidas u otros efectos que estas especies pudiesen ocasionar, cualquier actuación para la gestión de sus poblaciones debe ser tratada con cautela ya que muchas de estas especies han resultado ser piezas clave en muchos de los procesos que se llevan a cabo en las zonas agrícolas como puede ser el transporte de semillas, la mediación entre especies competidoras de los cultivos, la mejora de las características del suelo, el control de insectos perjudiciales y otras plagas además de representar una presa fundamental para muchos depredadores (Shvarts *et al.*, 1997; Salamolard *et al.*, 2000; Aschwanden *et al.*, 2007; Ness y Morin, 2008; Baraibar *et al.*, 2009; Delibes-Mateos *et al.*, 2011). Pero además, porqué en algunas otras ocasiones es especialmente en estas zonas agrícolas donde algunas especies raras o amenazadas pueden mantener poblaciones sanas (Tscharntke *et al.*, 2005).

### **El lirón careto *Eliomys quercinus* (Lineo 1766)**

El lirón careto (*Eliomys quercinus* Lineo 1766) es sin duda alguna una de las especies más características de la fauna de mamíferos europea. Este roedor de tamaño medio, hibernante y de hábitos arborícolas pertenece a la escasa familia de los glíridos (Gliridae), la cual muestra cerca de 28 especies repartidas en 9 géneros y tres subfamilias, Graphiurinae, Glirinae y Leithiinae (Wilson y Reeder, 2005). Es en la subfamilia, Leithiinae, donde se enmarca en la actualidad el género *Eliomys* (del griego “*Elios*” referente al sol y “*mys*” o ratón), el cual

después de una reciente reclasificación basada en caracteres tanto genéticos como morfológicos ha dado como resultado su división final en dos linajes y tres especies distintas (Wilson y Reeder, 2005). Dos de ellas, el lirón careto magrebí (*Eliomys mumbyanus*) y el lirón careto de orejas largas o asiático (*Eliomys melanurus*) se encuentran distribuidas por el norte de África y parte de Oriente Próximo mientras que el lirón careto (*Eliomys quercinus*) es el único representante del género en Europa (Filippucci *et al.*, 1988; Amori *et al.*, 2008 a, b).

Los lirones caretos muestran un aspecto inconfundible. Su cuerpo es largo, cilíndrico y unido a una robusta cabeza que exhibe unos ojos negros y saltones los cuales están rodeados por una distintiva máscara que se extiende hasta la parte posterior de su cara, rasgo característico que le otorga su nombre vernáculo en castellano, “lirón careto”. En ella se aprecia un hocico alargado y está coronada por unas grandes orejas membranosas y ovaladas. Sus extremidades anteriores son cortas y peludas dejando sólo las palmas desnudas de unas manos con cuatro dedos, mientras que las posteriores son ligeramente más grandes, con pies largos formados por cinco dedos y preparados para la locomoción. Sus crías nacen ciegas y desprovistas de pelo (Figura 1.1), aunque ya a los pocos días les empieza a crecer su característico pelaje de una tonalidad gris claro en su parte dorsal y blanco crema en su parte ventral que se mantiene hasta la edad juvenil (Figura 1.2). En el caso de los adultos por el contrario, el pelaje se torna de un color marrón rojizo ferruginoso bien contrastado con la parte ventral de un color blanco más claro que el de los juveniles (Figura 1.2). La cola de los lirones careto es larga y está completamente cubierta de un pelo tricolor con un extremo final en el cual se observa un llamativo pincel blanco y negro.

El lirón careto es un habitual poblador de numerosas localidades desde la costa Atlántica de Portugal como extremo más occidental de su área de

distribución hasta la cordillera de los Urales rusos en su límite más oriental, mientras que latitudinalmente se puede encontrar desde el sur de Finlandia hasta las penínsulas bañadas por el Mediterráneo como límite más meridional, además de numerosas islas mediterráneas (Storch, 1978; Moreno, 2002; Sarà, 2008).



**Figura 1.1.** Foto de una cría de lirón careto de pocos días de edad capturada en el área de estudio.

A nivel general, es una especie que parece presentar mayores densidades poblacionales y mayor continuidad de hábitat en la parte sudoccidental de su área geográfica mientras que en la parte oriental su distribución es de tipo parcheado (Figura 1.3). En territorio español, el lirón careto ocupa completamente el área peninsular además de las islas Baleares de Mallorca, Menorca y Formentera (Moreno, 2002). Únicamente se encuentra ausente en las islas Canarias y en la isla de Ibiza, donde sin embargo sí se ha encontrado un antepasado fósil, *Eliomys morpheus* (Alcover y Kahmann, 1980).

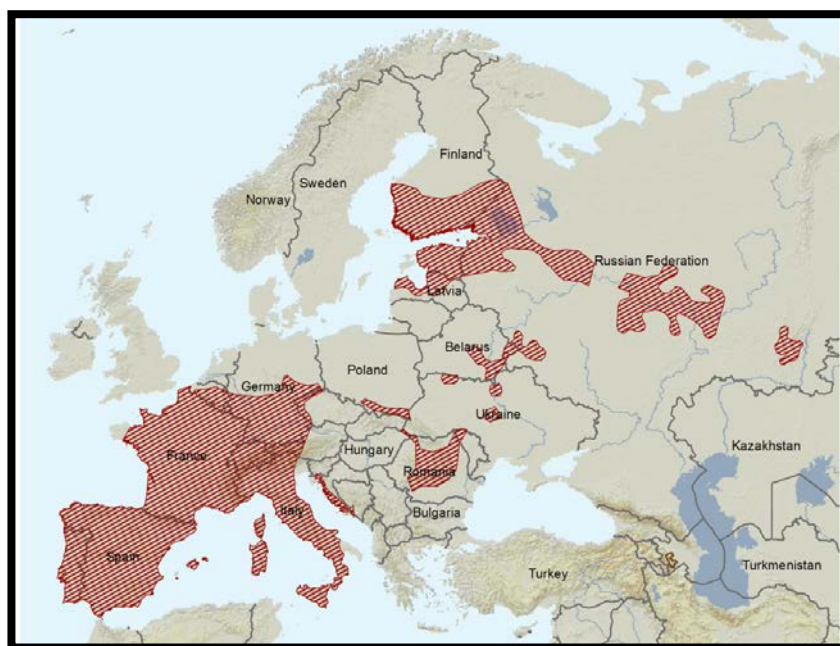




**Figura 1.2.** Imagen de una cría capturada en el área de estudio

En esta vasta área, el lirón careto exhibe una gran adaptabilidad a numerosos hábitats diferentes en cotas que van desde el nivel del mar en el Mediterráneo, hasta superar los 2000 m s.n.m en los Alpes y los Pirineos (Vericad, 1970; Sarà y Casamento, 1994; Patriarca y Debernardi, 1997). Dentro de este amplio rango de altitudes, el lirón careto ocupa principalmente bosques de muy variado tipo tales como pinares, hayedos, encinares, sabinars y bosques caducifolios, además de otros hábitats montanos (Le Louarn y Spitz, 1974; Storch, 1978; Amori *et al.*, 1994; Vaterlaus-Schlegel, 1998; Bertolino y Cordero di Montezemolo, 2007). En el área de influencia mediterránea, también puede encontrarse en otros hábitats como matorrales con baja humedad, preferiblemente de tipo esclerófilo mediterráneo como los coscojares y los romerales (Álvarez *et al.*, 1985). A menudo se ha descrito que en estos diferentes hábitats, el lirón prefiere frecuentar zonas pedregosas donde usan cúmulos de rocas, acumulaciones de ramas y recovecos en los muros de piedra que separan cultivos para refugiarse (Moreno *et al.*, 1986; Bertolino *et al.*, 2003; Le Louarn y Quéré, 2003). Otras citas reflejan además como el lirón careto puede mostrar un

carácter sinantrópico, tolerando la presencia de personas en ambientes como huertos y jardines, además de aproximarse a viviendas humanas, sobre todo durante la época invernal, anidando en tejados, o en el interior de cuadras, graneros, bodegas y desvanes. (Vericad, 1970; Moreno, 2002).



**Figura 1.3.** Mapa de distribución actual del lirón careto (*Eliomys quercinus*). (Fuente: UICN)

En cuanto a su estado de conservación, la distribución actual y la situación de las poblaciones se desconoce en muchos puntos (Amori *et al.*, 1994). El lirón careto, al igual que el resto de glíridos, se encuentra protegido desde el 1979 en el Apéndice III de la Convención de Berna. No obstante, a pesar de esta consideración, se ha citado como el lirón careto ha disminuido su área de distribución en más del 50% en los últimos 30 años, dato que hace que se defina como el roedor que más ha disminuido su área de distribución en toda Europa (Bertolino *et al.*, 2008). Esta situación ha llevado a este mamífero a ser

catalogado a nivel mundial en un estatus de “Cercano a la amenaza” (*Near threatened*) según el criterio de la UICN (Bertolino *et al.*, 2008). Esta disminución parece ser geográficamente bastante desigual con decrecimientos mayores en áreas del norte, centro y este de Europa (Pucek, 1989; Mitchell-Jones *et al.*, 1999; Bertolino *et al.*, 2008). Prueba de la magnitud de este declive es que países como Finlandia y Lituania consideran en la actualidad a la especie como extinta o probablemente extinta (Rašomavičius, 2007; Liukko *et al.*, 2016). Las causas de esta disminución no son del todo conocidas. Se ha citado habitualmente la destrucción directa de hábitats como causa más probable, aunque se han sugerido otros posibles factores como la competencia con especies del género *Rattus*, una menor disponibilidad de invertebrados como alimento, el aislamiento de las metapoblaciones, el efecto de enfermedades o cuellos de botella genéticos, etc. (Kahmann y Lau, 1972; Macdonald y Barrett, 1993; Meinig y Büchner, 2012). A pesar de esta situación, no parece que existan planes específicos de seguimiento o conservación en ninguno de los países donde esta especie se distribuye.

## **Contextualización, estructura de la tesis y objetivos generales**

Como se ha descrito en los apartados anteriores, el desarrollo de la agricultura puede representar sin duda, un importante impacto para muchas especies. Sin embargo, esta transformación puede representar a su vez, un escenario idóneo para que otras especies expandan su área geográfica y ocupen nuevos hábitats. Estos procesos de colonización, no obstante, pueden ser a

menudo lentos en el tiempo y pasar totalmente desapercibidos, factores que dificultan su identificación y estudio. Pero además, existen mayores impedimentos si la especie o especies en cuestión resultan difíciles de detectar como es el caso de algunos micromamíferos que no muestran habitualmente altas densidades. Por ese motivo, el hecho de poder analizar la llegada de una nueva especie de mamífero como el lirón careto a un ambiente altamente simplificado como son las áreas agrícolas, supone una oportunidad única desde un punto de vista ecológico, ya que permite profundizar en los mecanismos de interacción entre una especie colonizadora y los componentes bióticos y abióticos de su nuevo medio, desde un punto de vista aplicado porque permite discernir sobre las características que explican que una especie nativa tenga éxito en un nuevo ambiente con estas inusuales condiciones, pero sobre todo desde un punto de vista de su conservación, ya que contribuye a mejorar el conocimiento sobre la biología y ecología de esta especie.

Así, esta tesis doctoral tiene como principal y ambicioso objetivo el de analizar la colonización del lirón careto (*Eliomys quercinus*) de un naranjal del sudeste de la Península Ibérica donde no se conocía su presencia previa. Esta parcela de estudio ha sido objeto de un exhaustivo análisis desde el año 1975 en el que se han evaluado numerosos aspectos sobre la ecología de la comunidad de aves residentes al igual que de algunos de sus depredadores (Gil-Delgado y Escarré, 1977; Barba y Gil-Delgado, 1990; Gil-Delgado *et al.*, 2002). Pero no es hasta el año 1997 cuando se detectan los primeros indicios de presencia del lirón careto en estos huertos de naranjos situados en las inmediaciones de la línea costera mediterránea. Es a partir de este momento cuando su población se establece y experimenta un rápido crecimiento, coincidiendo con un aumento en las observaciones de su actividad depredadora sobre las comunidades de aves nidificantes (Gil-Delgado *et al.*, 2006). De este modo, con el propósito de indagar sobre los distintos aspectos ecológicos de este roedor en este sistema agrícola se inicia un proyecto de investigación con una serie de objetivos básicos y que ha

dado como resultado un total de seis trabajos basados en publicaciones escritas en inglés y en castellano de las cuales cuatro se encuentran publicadas en distintas revistas científicas además de otros manuscritos en fase de preparación o en proceso de ser publicados. La presente tesis doctoral pretende englobar estos trabajos individuales en un total de ocho capítulos en el que el **Capítulo 1 Introducción General y Objetivos** se centra en esta preparación introductoria a la temática de la tesis mientras que el **Capítulo 2 Método general y Área de estudio** proporciona información exhaustiva en relación al área de estudio y los métodos generales desarrollados. A continuación se detallan los objetivos específicos del resto de capítulos:

**Capítulo 3. Dieta del lirón careto (*Eliomys quercinus* Lineo 1766) en un naranjal:**

**variación estacional y uso de los recursos disponibles.** Este capítulo se basa en la publicación “Diet of the garden dormouse (*Eliomys quercinus* Linnaeus 1766) in orange groves: seasonal variation and use of available resources”, publicado en la revista *Mammalia*. En este capítulo se pretende analizar la dieta del lirón careto en los naranjales, haciendo una descripción completa del tipo general de recursos consumidos durante las distintas estaciones del año. Se proporciona además una lista completa de las presas halladas

**Capítulo 4. Depredación sobre nidos, aves adultas y mamíferos por el lirón**

**careto *Eliomys quercinus*.** Este capítulo se basa en la publicación en la revista *Galemys* titulada “Depredación sobre nidos, aves adultas y mamíferos por el lirón careto *Eliomys quercinus*”. En este capítulo se describe la diversidad de presas de aves (huevos, pollos y adultos) y

de micromamíferos detectados como presa del lirón careto en los naranjales.

**Capítulo 5. Disponibilidad de invertebrados para el lirón careto *Eliomys***

***quercinus* en un naranjal Mediterráneo.** Este capítulo en fase de preparación para ser publicado pretende proporcionar una estima de la abundancia y diversidad de invertebrados como presa para el lirón careto en los naranjales, comparando los resultados obtenidos con el patrón estacional de uso de los distintos alimentos en la zona de estudio y en otros hábitats.

**Capítulo 6. Uso de los nidos de mirlo común como recurso por el lirón careto**

***(Eliomys quercinus)*.** Este capítulo proviene de la publicación en la revista *Peckiana* titulada “Use of blackbird nests as a resource by garden dormice (*Eliomys quercinus*)”. Este capítulo tiene como objetivos describir el uso que el lirón careto hace de los nidos de mirlo común abandonados previamente y de aquellos depredados además de cuantificar la tasa de depredación ejercida por el lirón sobre las poblaciones de este ave.

**Capítulo 7. Ausencia de evidencias en variaciones estacionales en el tamaño de**

**camada en una población Mediterránea de del lirón careto (*Eliomys quercinus* Lineo 1766).** Este capítulo está basado en la publicación en la revista *Mammalia* “No evidence for seasonal litter size variation in a Mediterranean garden dormouse (*Eliomys quercinus* Linnaeus 1766) population”. Los objetivos de este capítulo son en primer lugar

describir los patrones estacionales en la reproducción del lirón careto en los naranjales Mediterráneos y en segundo lugar comparar los tamaños medios de camada entre esta población y otras poblaciones europeas.

**Capítulo 8. Nidificación comunal en el lirón careto *Eliomys quercinus*.** Este capítulo se basa en el manuscrito pendiente de publicación “Communal nesting in the Garden dormouse (*Eliomys quercinus*)”. Los objetivos planteados son proporcionar el primer dato conocido de nidificación comunal en el lirón careto, discutiendo en relación a su valor adaptativo en el hábitat de estudio.

## Referencias bibliográficas

- Alcover, J. y Kahmann, H.** (1980). Reste des Gartenschläfers (*Eliomys*) aus Höhlen (Cova Xives und Cova des Cuieram) der Insel Ibiza. *Säugetierk Mitt*, 28: 30–35.
- Álvarez, J., Bea, A., Faus, J. M., Castián, E. y Mendiola, I.** (1985). *Atlas de los vertebrados continentales de Álava, Vizcaya y Guipúzcoa* (excepto Chiroptera). Viceconsejería de medio Ambiente, Gobierno Vasco, Bilbao, Pp. 340.
- Amori, G., Cantini, M. y Rota, V.** (1994). Distribution and conservation of Italian dormice. Pp. 331–336. En: Filippucci, M. G. (Ed.). *Proceedings of II Conference on Dormice (Rodentia, Myoxidae)*. Fuscaldò, Italy. *Hystrix Italian Journal of Mammalogy*, 6 (1-2), Pp. 340.

- Amori, G., Aulagnier, S., Hutterer, R., Kryštufek, B., Yigit, N., Mitsain, G. y Palomo, L. J. (2008a).** *Eliomys munbyanus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T136469A4295693.
- Amori, G., Aulagnier, S., Hutterer, R., Kryštufek, B., Yigit, N., Mitsain, G. y Palomo, L. J. (2008b).** *Eliomys melanurus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T7619A12836294.
- Aschwenden, J., Holzgang, O. y Jenni, L. (2007).** Importance of ecological compensation areas for small mammals in intensively farmed areas. *Wildlife Biology*, 13(2): 150–158.
- Baraibar, B., Westerman, P. R., Carrión, E. y Recasens, J. (2009).** Effects of tillage and irrigation in cereal fields on weed seed removal by seed predators. *Journal of Applied Ecology*, 46(2): 380–387.
- Barba, E. y Gil-Delgado, J. A. (1990).** Competition for nestboxes among two vertebrate species: an experimental study in orange groves. *Holarctic Ecology*, 13(3): 183–186.
- Bengtsson, J., Ahnström, J. y Weibull, A. C. (2005).** The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 42(2): 261–269.
- Benton, T. G., Vickery, J. A. y Wilson, J. D. (2003).** Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology and Evolution*, 18(4): 182–188.
- Bertolino, S., Cordero di Montezemolo, N. y Currado, I. (2003).** Home ranges and habitat use of the garden dormouse (*Eliomys quercinus*) in a mountain habitat in summer. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 49 (Suppl. 1): 11–18.



- Bertolino, S. y Cordero di Montezemolo, N.** (2007). Garden dormouse (*Eliomys quercinus*) nest site selection in an alpine habitat. *Ethology Ecology & Evolution*, 19(1): 51–60.
- Bertolino, S., Amori, G., Henttonen, H., Zagorodnyuk, I., Zima, J., Juškaitis, R., Meinig, H. y Kryštufek, B.** (2008). *Eliomys quercinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T7618A12835766.
- Bolger, D. T., Beard, K. H., Suárez, A. V. y Case, T. J.** (2008). Increased abundance of native and non-native spiders with habitat fragmentation. *Diversity and Distributions*, 14(4): 655–665.
- Butet, A., Paillat, G. y Delettre, Y.** (2006). Seasonal changes in small mammal assemblages from field boundaries in an agricultural landscape of western France. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 113(1): 364–369.
- Chiron, F., Lee, A. y Julliard, R.** (2008) Effects of landscape urbanization on magpie occupancy dynamics in France. *Landscape Ecology*, 23(5): 527–538.
- Delibes-Mateos, M., Smith, A. T., Slobodchikoff, C. N. y Swenson, J. E.** (2011). The paradox of keystone species persecuted as pests: a call for the conservation of abundant small mammals in their native range. *Biological Conservation*, 144(5): 1335–1346.
- Devictor, V., Julliard, R., y Jiguet, F.** (2008). Distribution of specialist and generalist species along spatial gradients of habitat disturbance and fragmentation. *Oikos*, 117(4): 507–514.
- FAO** (2014). *Statistical Yearbook 2014 Europe and Central Asia Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Europe and Central Asia, Budapest, Pp. 130.

- Feare, C. J. y Douville de Franssu, P.** (1992). "The starling in Europe: multiple approaches to a problem species" (1992). En: Borrecco, J. E. y Marsh, R. E. *Proceedings of the Fifteenth Vertebrate Pest Conference*, Newport Beach, Pp. 415.
- Filippucci, M. G., Rodino, E., Nevo, E. y Capanna, E.** (1988). Evolutionary genetics and systematics of the garden dormouse, *Eliomys* Wagner, 1840. 2-allozyme diversity and differentiation of chromosomal races. *Italian Journal of Zoology*, 55(1-4): 47–54.
- Fuller, R. J., Gregory, R. D., Gibbons, D. W., Marchant, J. H., Wilson, J. D., Baillie S. R. y Carter, N.** (1995). Population declines and ranges contractions among lowland farmland birds in Britain. *Conservation Biology*, 9: 1425–1441.
- Genov, P. V. y Massei, G.** (2004). The environmental impact of wild boar. *Galemys*: 16(1), 135–145.
- Gil-Delgado, J. A. y Escarré, A.** (1977). La avifauna del naranjal valenciano I. Datos preliminares sobre mirlo (*Turdus merula*). *Mediterranea, Serie Biológica*, 2: 89–109.
- Gil-Delgado, J. A., Vives-Ferrándiz, C. y Tapiero, A.** (2002). Tendencia decreciente de una población de gorrión común *Passer domesticus* en los naranjales del este de España. *Ardeola*, 49: 195–209.
- Gil-Delgado, J. A., Cabaret, P., Declercq, S., Gómez, J. y Sánchez, I.** (2006). Winter reproduction of *Eliomys quercinus* (Rodentia) in the orange groves of Sagunto (Valencia, Spain). *Mammalia*, 70(1/2): 76–79.
- Henderson, I., Fuller, R. J., Conway, G. J. y Gough, S.** (2004). Evidence for declines in populations of grassland-associated birds in marginal upland areas of Britain. *Bird Study*, 51: 12–19.

- Henle, K., Alard, D., Clitherow, J., Cobb, P., Firbank, L., Kull, T., McCracken, D., Moritz, R. F. A., Niemela, J., Rebane, M., Wascher, D., Watt, A. y Young, J.** (2008). Identifying and managing the conflicts between agriculture and biodiversity conservation in Europe. A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 124(1): 60–71.
- Jareño, D., Viñuela, J., Luque-Larena, J. J., Arroyo, L., Arroyo, B. y Mougeot, F.** (2015). Factors associated with the colonization of agricultural areas by common voles *Microtus arvalis* in NW Spain. *Biological Invasions*, 17(8): 2.315–2.327.
- Jarvis, D. I., Padoch, C. y Cooper, H. D.** (2007). *Managing biodiversity in agricultural ecosystems*. Columbia University Press, New York, Pp. 512.
- Kahmann, H. y Lau, G.** (1972). Der Gartenschäfer *Eliomys quercinus ophiusae* (Thomas, 1925) von der Pityuseninsel Formentera (Lebensführung). *Veröffentlichungen der Zoologischen Staatssammlung München*, 16: 29–49.
- Kleijn, D. y Sutherland, W. J.** (2003). How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity? *Journal of Applied Ecology*, 40(6): 947–969.
- Le Louarn, H. y Spitz, F.** (1974). Biologie et Ecologie du lerôt dans les Hautes Alpes. *La Terre et la Vie*, 28(4): 544–564.
- Le Louarn, H., y Quéré, J. P.** (2003). *Les rongeurs de France: faunistique et biologie*. 2<sup>e</sup> édition revue et augmentée. Inra Éditions, Versailles, Pp. 159.
- Liukko, U-M., Henttonen, H., Hanski, I. K., Kauhala, K., Kojola, I., Kyheröinen, E-M. y Pitkänen, J.** (2016). *Suomen nisäkkäiden uhanalaisuus 2015*. [The 2015 Red List of Finnish Mammal Species]. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Pp. 34.

- Macdonald, D. W. y Barrett, P.** (1993). *Mammals of Britain and Europe*. Harper Collins Publishers, London, Pp. 312.
- MacDonald, D., Crabtree, J. R., Wiesinger, G., Dax, T., Stamou, N., Fleury, P., Gutierrez Lazpita, J. y Gibon, A.** (2000). Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: environmental consequences and policy response. *Journal of Environmental Management*, 59(1): 47–69.
- Marzluff, J. M. y Ewing, K.** (2001). Restoration of fragmented landscapes for the conservation of birds: a general framework and specific recommendations for urbanizing landscapes. *Restoration Ecology*, 9(3): 280–292.
- McKinney, M. L. y Lockwood, J. L.** (1999). Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in ecology & evolution*, 14(11): 450–453.
- Meinig, H. y Büchner, S.** (2012). The current situation of the garden dormouse (*Eliomys quercinus*) in Germany. *Peckiana*, 8: 129–134.
- Mitchell-Jones, A. J., Amori, G., Bogdanowicz, W., Kryštufek, B., Reijnders, P. J. H., Spitzenberger, F., Stubbe, M., Thissen, J. B. M., Vohralik, V. y Zima, J.** (1999). *The Atlas of European Mammals*. T & AD Poyser, London, Pp. 484.
- Moreno, S., Delibes, J., Blanco, J. C. y Larramendi, A. R.** (1986). Sobre la sistemática y biología de *Eliomys quercinus* en la Cordillera Cantábrica. *Doñana, Acta Vertebrata*, 13: 147–156.
- Moreno, S.** (2002). Lirón careto *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766). *Galemys*, 14: 1–16.
- Mozumder, P. y Berrens, R. P.** (2007). Inorganic fertilizer use and biodiversity risk: An empirical investigation. *Ecological Economics*, 62(3): 538–543.

- Ness, J. H. y Morin, D. F.** (2008). Forest edges and landscape history shape interactions between plants, seed-dispersing ants and seed predators. *Biological Conservation*, 141(3): 838–847.
- Norton, D. y Reid, N.** (2013). *Nature and Farming: Sustaining Native Biodiversity in Agricultural Landscapes*. CSIRO Publishing, Collingwood, Pp. 293.
- Patriarca, E. y Debernardi, P.** (1997). Insectivora, Chiroptera, Lagomorpha, Rodentia and Carnivora of the Gran Paradiso National Park: Checklist and preliminary ecological characterization. *Ibex Journal of Mountain Ecology*, 4: 17–32.
- Pimentel, D., Stachow, U., Takacs, D. A., Brubaker, H. W., Dumas, A. R., Meaney, J. J., O’Neal, J. A. S., Onsi, D. E. y Corzilius, D. B.** (1992). Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. *BioScience*, 42(5): 354–362.
- Piorr, H. P.** (2003). Environmental policy, agri-environmental indicators and landscape indicators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 98(1): 17–33.
- Pucek, Z.** (1989). A preliminary report on threatened rodents in Europe. Pp. 26–32. En: Lidicker, W.Z. Jr. (Ed.). *Rodents. A world survey of species of conservation*. Occasional Papers of the IUCN Species Survival Commission (SSC) 4, Gland, Pp. 67.
- Ramankutty, N., Evan, A. T., Monfreda, C. y Foley, J. A.** (2008). Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. *Global Biogeochemical Cycles*, 22(1): GB1003 (1–19).
- Rašomavičius, V.** (2007). *Red Data Book of Lithuania* [Lietuvos raudonoji knyga]. Lututė, Kaunas, Pp. 799.

- Robinson, R. A. y Sutherland, W. J.** (2002). Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of Applied Ecology*, 39: 157–176.
- Salamolard, M., Butet, A., Leroux, A. y Bretagnolle, V.** (2000). Responses of an avian predator to variations in prey density at a temperate latitude. *Ecology*, 81(9): 2.428–2.441.
- Sarà, M. y Casamento, G.** (1994). Distribution and ecology of dormice (*Myoxidae*) in Sicily: a preliminary account. *Hystrix Italian Journal of Mammalogy*, 6 (1-2): 161–168.
- Sarà, M.** (2008). Mammiferi. Pp.21-112. En: Autori Vari. *Atlante della Biodiversità della Sicilia: Vertebrati terrestri*. vol. 6. Agenzia Regionale Protezione Ambiente, Palermo, Pp. 536.
- Shvarts, E. A., Chernyshev, N. V. y Popov, I. Y.** (1997). Do shrews have an impact on soil invertebrates in Eurasian forests? *Ecoscience*, 4(2): 158–162.
- Siriwardena, G. M., Baillie, S. R., Crick, H. Q. P. y Wilson, J. D.** (2001). Changes in agricultural land-use and breeding performance of some granivorous farmland passerines in Britain. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 84(3): 191–206.
- Stenseth, N. C., Leirs, H., Skonhøft, A., Davis, S. A., Pech, R. P., Andreassen, H. P., Singleton, G., Lima, M., Machang'u, R. S., Makundi, R. H., Zhang, Z., Brown, P. R., Shi, D. y Wan, X.** (2003). Mice, rats, and people: the bioeconomics of agricultural rodent pests. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1(7): 367–375.
- Storch, G.** (1978). *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766) – Gartenschläfer. Pp. 208–225. En: Niethammer, J. y Krapp, F. (Eds.). *Handbuch der Säugetiere Europas Band 1. Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, Pp. 476.

- Storkey, J., Meyer, S., Still, K. S. y Leuschner, C.** (2011). The impact of agricultural intensification and land-use change on the European arable flora. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 279(1732): 1421–1429.
- Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I. y Thies, C.** (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity–ecosystem service management. *Ecology letters*, 8(8): 857–874.
- Vaterlaus-Schlegel, C.** (1998). Der Gartenschläfer (*Eliomys quercinus* L.). Ökologie, Populationsstruktur und die Verbreitung in der Schweiz. Ph.D. Thesis, University of Basel, Suiza.
- Vericad, J. R.** (1970). *Estudio faunístico y biológico de los mamíferos del Pirineo*. Publicaciones del. Centro Pirenaico de Biología Experimental, 4, Zaragoza, Pp. 133.
- Vickery, J., Carter, N. y Fuller, R. J.** (2002). The potential value of managed cereal field margins as foraging habitats for farmland birds in the UK. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 89(1): 41–52.
- Wilson, E. O.** (1988). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, Pp. 521.
- Wilson, D. E. y Reeder, D. M.** (2005). *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3<sup>rd</sup> ed), Johns Hopkins University Press, Baltimore, Pp. 2.142.
- Wilson, J. D., Whittingham, M. J. y Bradbury, R. B.** (2005). The management of crop structure: a general approach to reversing the impacts of agricultural intensification on birds? *Ibis*, 147(3): 453–463.





# CAPÍTULO 2

Método general

y

Área de Estudio

Esta tesis está basada en trabajo de campo realizado en una plantación de cítricos ubicada al este de la Península Ibérica. La recolección de datos se ha llevado a cabo durante un periodo total de 8 años, entre el año 2005 y el 2013. Todos y cada uno de los diversos capítulos que componen esta tesis han requerido de distintas metodologías dependiendo de los objetivos principales planteados y de las posibilidades técnicas disponibles.

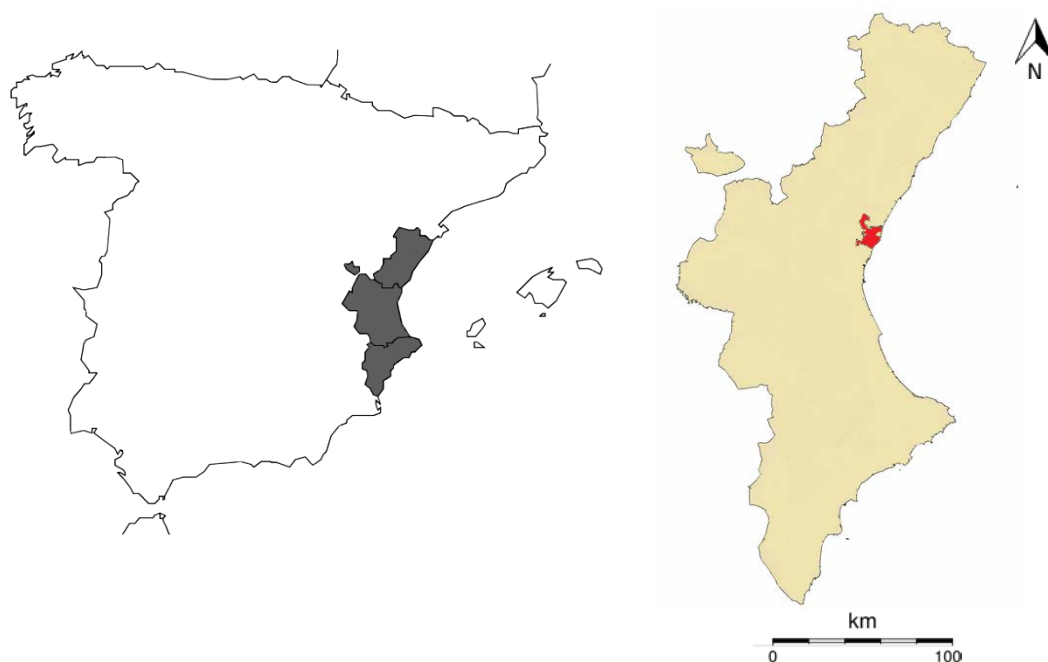
Este segundo capítulo tiene dos principales objetivos:

- 1) Detallar la ubicación y características del área de estudio en la que el trabajo se ha llevado a cabo
- 2) Proporcionar una visión de los métodos generales que se emplearon en la recolección de datos, aunque en cada uno de los capítulos que componen esta tesis se detalla el método específico utilizado.

## Área de estudio

### Descripción general

El área de estudio en la que se ha desarrollado esta investigación corresponde a una parcela agrícola dedicada al cultivo de cítricos. Este tipo específico de hábitat agrícola se encuentra ampliamente distribuido en el este de la Península Ibérica, donde ocupa una superficie de cerca de 300.000 Ha repartidas en una amplia franja de terreno costero que se extiende de manera discontinua desde el norte de Tarragona hasta la provincia de Huelva (Zaragoza, 1988). Entre las distintas regiones autonómicas españolas en las que existe una producción importante el cultivo de cítricos, destaca la zona levantina en la que la superficie total es superior a las 162.000 Ha, suponiendo más del 54% de la superficie total de cítricos del país (MAGRAMA, 2015). El área en la que se encuentra la zona de estudio se ubica en el término municipal de Sagunto (Valencia, España), localizada a unos 2.5 km al noreste del casco urbano de Sagunto, a 4 km al oeste de la costa mediterránea y a unos 3 km al este del límite oriental del Parque Natural de la Sierra Calderona. Las coordenadas geográficas UTM pertenecientes a la zona central del área de estudio son 30 S 736186.65 y E 4397547.64 y la altitud es de unos 20 m s.n.m. (Figura 2.1.). La superficie total del área de estudio es de 19.59 Ha, divididas en una zona principal de 16.92 Ha y en la que se desarrollaron la mayor parte de los muestreos, a la cual además se incorporaron temporalmente varios campos aledaños que sumaron una superficie de 2.35 Ha (1.4 Ha, 0.48 Ha y 0.35 Ha) y un campo adicional de 0.32 Ha situado a 850 m de la zona principal (Figura 2.2 sup.).



**Figura 2.1.** *Superior.* Mapas de la región y de la localidad donde se encuentra el área de estudio. *Inferior.* Imagen satélite del área geográfica general con el casco urbano de Sagunto en la esquina inferior izquierda.

## Biodiversidad del área de estudio

La vegetación principal está compuesta por naranjos (*Citrus sinensis*), árboles frutales de una altura aproximada de 2-4 m, con hojas perennes, gran frondosidad y con una amplia copa circular y por mandarinos (*Citrus reticulata*), de similares características pero con un tamaño y frondosidad menores. En el área de estudio, estos árboles constituyen una plantación en la que cada pie está dispuesto en filas regulares distanciados entre sí por entre 2 y 5m (Figura 2.2 inf.). En los alrededores del área de estudio también puede encontrarse algunas otras plantaciones localizadas de otros frutales como es el caso de nispereros (*Eriobotrya japonica*). El estrato herbáceo que acompaña a estos cultivos está dominado por especies anuales como *Oxalis pes-caprae*, *Alium naepolitanum*, *Erodium cicutarium*, *Mercurialis ambigua*, *Chamaesyce postrata*, *Euphorbia peplus*, *Alopecurus myosuroides*, *Poa annua* o *Setaria verticillata* entre otras (Gil-Delgado *et al.*, 1979, 2009b). En general este conjunto de campos muestra algunas diferencias en el grado de cobertura y crecimiento de los árboles en función de la antigüedad de cada parcela y de los trabajos agrícolas específicos que los propietarios han desarrollado en los últimos años. Éstos incluyen en la actualidad el uso extendido de herbicidas, al abandono de la actividad de roturación del suelo y el cambio de sistema de riego tradicional de los campos, pasando de la inundación individual, completa y periódica de cada campo mediante un sistema de acequias, a un tipo de riego “por goteo” en el que se han colocado unos conductos de plástico que transportan el agua y que riegan gota a gota la base de cada árbol, minimizando el consumo de agua por campo. A estos cambios en el manejo, hay que añadir que desde el 2003 algunos campos han sufrido considerables cambios estructurales tales como la tala completa de cada pie para la renovación de los árboles, el cambio de tipo cultivo o el abandono completo de los campos.

En el área de estudio además, se han observado la presencia de otras especies de vertebrados. Entre las aves, en la zona nidifican, o nidificaban, numerosas passeriformes (Gil-Delgado, 1981), como el mirlo común (*Turdus merula*), el verdicillo (*Serinus serinus*), el verderón (*Carduelis chloris*), el jilguero (*Carduelis carduelis*), el carbonero común (*Parus major*), la tórtola común (*Streptopelia turtur*), la curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*), la curruca cabecinegra (*Sylvia melanocephala*), el gorrión común (*Passer domesticus*), el chotacabras pardo (*Caprimulgus ruficollis*) o la urraca (*Pica pica*), además de otras aves depredadoras que usan este espacio como el cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), el gavilán (*Accipiter nisus*), el mochuelo común (*Athene noctua*), la lechuza común (*Tyto alba*) o el búho campestre (*Asio flammeus*) entre otras. Entre los mamíferos observados, se encuentra la rata negra (*Rattus rattus*), el ratón moruno (*Mus spretus*), la musaraña común (*Crocidura russula*), la liebre ibérica (*Lepus granatensis*), la comadreja (*Mustela nivalis*) y el zorro (*Vulpes vulpes*). Entre los reptiles observados en la zona se encuentra la salamanquesa común (*Tarentola mauretanicus*) además de ofidios como la culebra bastarda (*Malpolon monpessulanus*) y la culebra de escalera (*Rhinechis scalaris*).



**Figura 2.2.** *Superior.* Imagen satelital de la zona de estudio (el área roja enmarca la parcela principal y las áreas azules señalan los campos adicionales). *Inferior:* fotografía de la parcela.

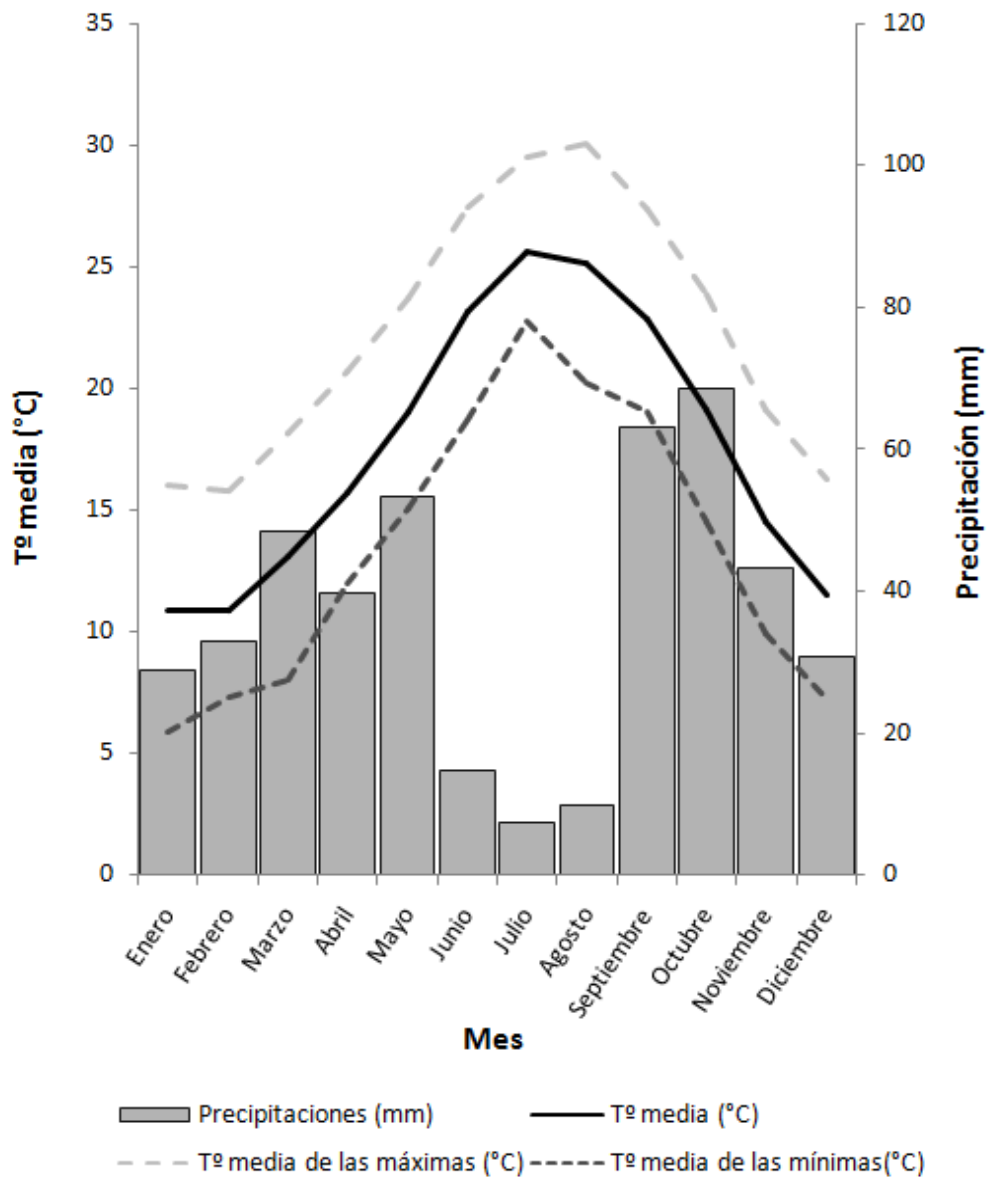
## Características climáticas

El clima de la zona es a de tipo mediterráneo, particularmente definido como mediterráneo costero o de la llanura litoral septentrional (Pérez Cueva, 1994).

La temperatura media anual en el área de estudio es de 17.6°C con una oscilación térmica poco marcada. Los inviernos son suaves con temperaturas medias de unos 10°C mientras que las mínimas rondan alrededor de los 6° C. Durante este periodo muy raramente descienden por debajo de los 0° C. En cuanto a la primavera, la temperatura media se establece en unos 16° C, con máximas durante esta estación que superan de media los 30° C pudiendo llegar incluso a superar los 34° C puntualmente y con temperaturas medias de las mínimas superiores a 11° C durante este periodo. Los veranos son cálidos y durante los meses de junio, julio y agosto las temperaturas medias se encuentran cercanas a los 25° C. En cuanto a las máximas estivales, los valores pueden llegar a superar los 40° C. El periodo otoñal muestra unas temperaturas medias de alrededor de 19 ° C, con máximas de hasta 30° C y mínimas cercanas a los 8° C.

Las precipitaciones medias anuales de la zona son de uno 450 mm, siendo escasas en invierno y especialmente en verano, donde se recogen de media menos de 30 mm. Son en cambio especialmente abundantes durante las estaciones primaveral y especialmente otoñal con medias de precipitación total de 144 y 177 mm respectivamente. El climograma de la zona de estudio puede observarse en la figura 2.3.





**Figura 2.3.** Diagrama climático diseñado a partir de datos meteorológicos pertenecientes a la estación meteorológica de Sagunto (IVIA) entre los años 2003 y 2013.

## Método general

### Monitorización y seguimiento de cajas-nido

El muestreo general empleado para la observación, captura y seguimiento de los lirones caretos se realizó mediante la monitorización de cajas-nido. Este método se encuentra ampliamente extendido en el estudio de algunos grupos de roedores como los glíridos ya que facilita la captura de individuos de diferentes clases de edades directamente en el nido, permitiendo indagar tanto sobre aspectos demográficos como cambios en la dinámica poblacional, abundancia, uso del espacio o supervivencia entre otros y además permite la recolección de importante información de otras características fundamentales como son datos reproductivos, variaciones de dieta alimentaria, etc. (Bieber, 1998; Ivashkina, 2006; Juškaitis, 2006; Sciński y Borowski, 2006; Madikiza *et al.*, 2010).

Un total de entre 40 y 60 cajas-nido de madera del modelo para el seguimiento de aves insectívoras con unas dimensiones de 14x14x20 cm y un orificio de entrada de 30mm (Figura 2.4) se distribuyeron de manera aleatoria a lo largo de la zona de estudio, aunque el número de cajas por campo dependió de la superficie de cada campo individual (Figura 2.5). Tres premisas iniciales se establecieron durante su ubicación en el área de estudio, la primera fue evitar su colocación en torno a las 2 primeras filas limítrofes de cada campo para evitar que las cajas estuviesen demasiado expuestas al borde del campo, la segunda premisa fue colocarlas en la medida de lo posible en las ramas interiores del árbol para evitar que fuesen descubiertas fácilmente y que recibiesen demasiadas horas de insolación y tercero, en el caso de que el punto aleatorio correspondiese a un árbol de menos de 1.5 m, se escogía un nuevo árbol de

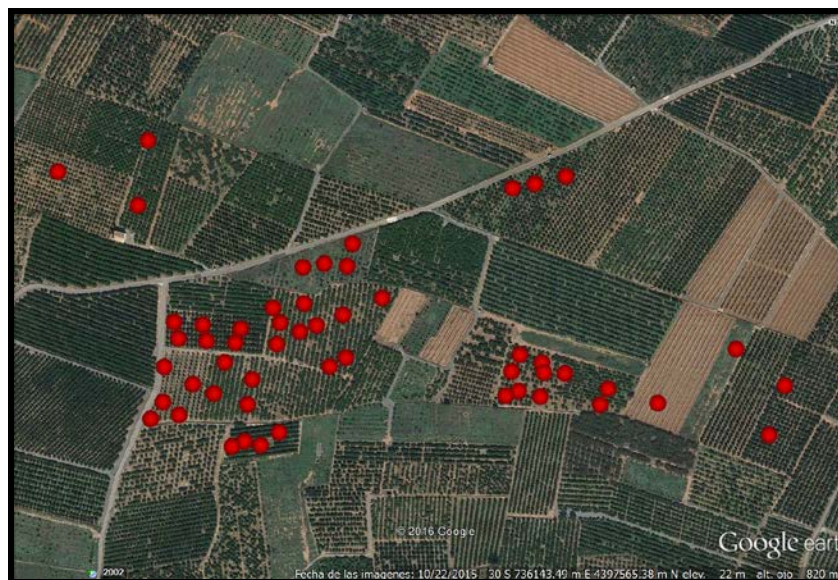
mayor tamaño para su colocación en un cuadrado comprendido entre los 9 árboles de alrededor. El número de cajas varió en distintos momentos del estudio debido al robo, al cambio de localización debido a la actividad de los agricultores o por extravío.



**Figura 2.4.** *Izquierda.* Imagen de una caja-nido colgada en un árbol de la parcela.  
*Derecha.* Nido de rata sobre un antiguo nido de lirón dentro de una caja-nido.

El seguimiento de cajas-nido se realizó al menos una vez al mes entre marzo de 2005 y enero de 2013 aunque en algunos periodos se realizó más de una visita. El protocolo en cada sesión fue el de localizar la caja, anotar la presencia de algún individuo de alguna especie o de cualquier contenido o resto. Varias especies de vertebrados como la rata negra, el carbonero común y la salamanesa común han sido detectadas usando las cajas-nido disponibles. En el caso del lirón careto, éste ocupó las cajas-nido dispuestas en la parcela de estudio con distintas finalidades, fuese para la construcción de sus nidos, usándolas como lugar de descanso, además de emplearlas para acumular restos de alimento o como letrina. En el caso de que hubiese presencia de otro ocupante de la caja que no

fuese un lirón careto, estos simplemente se identificaban y contabilizaban intentando ocasionar la menor molestia posible.



**Figura 2.5.** Imagen de la distribución espacial de las cajas-nido en febrero de 2008.

Si existía presencia de uno o más lirones caretos, se extraía cada uno de ellos mediante el uso de unas pinzas de tipo fórceps reforzadas para evitar cualquier daño al animal. A continuación cada uno de ellos era pesado con una balanza electrónica con una precisión de 0.1g. Para cada individuo se determinó su sexo y estado de actividad sexual mediante la observación de sus características sexuales externas (Tabla 2.2). Aquellos individuos que no mostraban ningún rasgo sexual de actividad visible fueron sexados mediante la medición de la distancia urogenital y fueron clasificados como Inactivos. En el caso de individuos que mostraban claras características de actividad sexual, éstos fueron descritos como Activos en base a la observación de una dilatación testicular en machos y de la inflamación de las mamas o el leve abultamiento y rigidez del abdomen como signo de gestación en hembras.



**Figura 2.6.** *Superior.* Fotografía de un macho de lirón careto adulto con los testículos engrandecidos. *Inferior.* Imagen de una hembra de lirón careto adulta con las mamas claramente dilatadas.

La clase de edad se determinó inicialmente en base al peso de cada individuo, pero se utilizaron además otros rasgos secundarios como la observación del color de la librea y el tipo de agrupación en el nido. Los individuos con pesos inferiores a 45 g, desprovistos de pelo o con un color de pelaje gris dorsal que se agrupaban en grupos con una hembra adulta o sin ella, fueron considerados dentro de la categoría crías. Aquellos lirones con pesos entre los 45 y 60g, con un color de pelaje gris bien contrastado, sin rasgos evidentes de actividad sexual y que se encontraban tanto solitarios como en pequeños grupos dentro de las cajas-nido fueron considerados juveniles. Finalmente aquellos lirones con un peso superior a los 60g, con la librea rojiza en el dorso y con claros rasgos de actividad sexual se determinaron como adultos (Tabla 2.1 y Figura 2.6) (Palacios, 1974; Kahmann y Lau, 1972).

**Tabla 2.1.** Esquemas de las características utilizadas para determinar la edad de los lirones caretos en los naranjales.

Característica	Clase de edad		
	Adultos	Juveniles	Crías
Peso	Más de 60g	Entre 45 y 60g	Menos de 45g
Color del pelaje	Pelaje gris rojizo dorsal	Pelaje gris	Pelaje gris o desprovistos de pelo
Tipo de asociación en caja-nido	Solitarios, en pequeños grupos o en nido con la camada (sólo las hembras)	En grupos con una o más hembras adultas, en grupos independientes y raramente solitarios	Siempre en nido

**Tabla 2.2.** Esquema de las características utilizadas para determinar el sexo de los lirones caretos en los naranjales.

Característica	Clase de sexo	
	Activo	Inactivo
Machos	Testículos dilatados	Mayor distancia urogenital
Hembras	Presencia de mamas prominentes (lactantes), abdomen levemente dilatado (gestantes)	Menor distancia urogenital

Los lirones son animales que muestran una gran sensibilidad a cualquier tipo de molestia externa, de manera que en numerosas ocasiones conseguían escaparse durante nuestra aproximación a la caja-nido, durante la captura o durante la manipulación. Después de determinar la edad y el sexo, cada individuo fue marcado individualmente. El tipo de marcaje varió durante el periodo de estudio. Durante la primera etapa que transcurrió en los años 2005 y 2006, el marcaje de adultos, juveniles y crías de mayor edad se llevó a cabo mediante una combinación de cintas de plástico de colores a modo de collares a los que se les añadía una combinación de pequeñas cintas de colores que les otorgaba una combinación única para cada ejemplar, fácilmente reconocible. En el caso de las crías de menor tamaño con pesos inferiores a 25g, se les realizaba una serie de cortes diferentes y característicos en el margen de las orejas. Durante la segunda etapa de monitorización que se inició en febrero de 2009



hasta enero de 2013, el marcaje se llevó a cabo mediante anillas auriculares para roedores de tipo 1005 suministradas por la empresa National Band and Tag Co. (Newport, Kentucky, USA). Cada una de estas marcas presenta una combinación de cuatro dígitos únicos en relieve con base de tinta para simplificar su lectura. La aplicación de este tipo de marcas resulta rápida, sencilla y efectiva (Figura 2.6). El epitelio de la oreja de los lirones es amplio, muy delgado y está muy vascularizado, de manera que las anillas se colocaron en la base inferior para evitar que la anilla generase algún tipo de herida o desgarro del tejido. Durante el marcaje, no se utilizó ningún tipo de anestesia u otro método que pusiese en compromiso la supervivencia de cualquier individuo capturado. En todos los casos nos aseguramos de que ningún individuo sufriese ningún tipo de daño durante el marcaje, que la cinta de plástico dificultase su movimiento, le produjese algún tipo de asfixia o herida. En el caso de los animales con anilla auricular, ésta sólo se proveyó a los individuos con pesos superiores a 15g como medida de seguridad.

En el caso de que se encontrase una caja-nido desocupada pero que mostrase cualquier evidencia de uso por parte de algún lirón careto tal como un nido desocupado o la acumulación de restos alimenticios, esta información fue registrada. Las muestras de heces y restos de alimento de aquellas cajas-nido usadas como nidos, despensas o letrinas fueron recolectadas e individualizadas por caja para su posterior análisis. En aquellos casos en los que únicamente se halló un nido de lirón careto en el interior de la caja-nido, éste era registrado en base a las características del material. Estos característicos nidos eran fácilmente identificables por su aspecto compacto y globular, para los cuales emplean ramas y hojas secas de naranjo que fueron reponiendo en caso de deterioro o eliminación. Además, en muchas ocasiones se observó cómo algunos nidos de lirón mostraban en la parte interior del nido la presencia de un tejido vegetal similar al algodón identificado como el vilano del miraguano o planta cruel (*Araujia sericifera*), una planta enredadera sudamericana ornamental que ha



invadido los naranjales recientemente, a los que a menudo añadían plumas de passeriformes capturados.



**Figura 2.7.** Imagen de una cría de lirón careto con anilla auricular en la oreja derecha.

Estos nidos se diferencian perfectamente de los nidos de rata negra, formados simplemente por un grupo de hojas frescas de naranjo acompañadas a menudo por restos de conchas de gasterópodos. En numerosas ocasiones se hallaron nidos de rata contruidos sobre nidos de lirón y viceversa (Figura 2.4 *der.*). En estos casos, si no había ningún individuo que permitiese una mejor identificación, se buscaban y observaban otras evidencias como heces y restos alimenticios recientes. Una vez identificado el nido, se observaba su estructura y se registraba su presencia sin llevar a cabo ninguna actuación. Una vez un nido era visitado durante al menos dos ocasiones en las que no se apreciaba ningún signo de actividad, éste se retiraba y la caja se limpiaba de cualquier otro resto para permitir su nueva ocupación.

## **Búsqueda y seguimiento de nidos de lirón careto y de aves nidificantes en árboles**

Paralelamente al uso de las cajas-nido, los lirones construyen de manera natural nidos en las ramas de los naranjos. Con el fin de localizar los nidos de lirón construidos en la parcela se llevó a cabo un censo de todos los nidos en el área de estudio mediante la técnica de la búsqueda de nidos sobre superficies conocidas. Paralelamente a la búsqueda de nidos de lirón, se buscó mediante el mismo método la presencia de nidos de aves paseriformes nidificantes en la parcela con el fin de evaluar su diversidad y densidad como presas potenciales de los lirones. De este modo, anualmente entre los meses de febrero y agosto, cada uno de los árboles de la parcela de estudio era revisado con una periodicidad de entre 7 y 15 días aproximadamente. En caso de que encontrarse un nido recientemente construido por cualquier especie de paseriforme, éste se controlaba en intervalos de entre 2 y 5 días en función de la presencia de huevos o pollos (Gil-Delgado, 1983; Belda *et al.*, 1995; Gil-Delgado y Lacort, 1995).

A continuación, si durante las posteriores inspecciones de los nidos activos de aves (huevos o pollos), cualquiera de ellos mostraba algún signo indirecto de depredación identificable con el patrón de consumo de huevos y/o pollos o la presencia de excrementos que pudiese dejar el depredador, dichos indicios eran registrados con el objetivo de identificar al posible depredador. De manera similar, durante este protocolo de seguimiento de nidos, se registró y observó cualquier nido de ave que fuese directamente ocupado por lirones u cualquier otra especie.

Por último, cabe destacar que durante este periodo de búsqueda de nidos, cualquier nido de lirón careto construido u ocupado en la copa de un árbol

encontrado en la parcela, era localizado, registrado y recibía el mismo protocolo que los nidos en el interior de cajas-nido.

### Referencias bibliográficas

- Belda, E. J., Ferrandis, P. y Gil-Delgado, J. A.** (1995). Clutch size variation and nest failure of the Serin *Serinus serinus* in orange groves. *Ardeola*, 42(1): 1–10.
- Bieber, C.** (1998). Population dynamics, sexual activity, and reproductive failure in the fat dormouse (*Myoxus glis*). *Journal of Zoology*, 244(2): 223–229.
- Gil-Delgado, J. A., Pardo, R., Bellot, J. y Lucas, I.** (1979). Avifauna del naranjal valenciano (II): el gorrión común (*Passer domesticus* L.). *Mediterranea, Serie Biológica*, 3: 69–99.
- Gil-Delgado, J. A.** (1981). La avifauna del naranjal valenciano III. El Verdecillo (*Serinus serinus* L.). *Mediterranea Serie Biológica*, 5: 97–114.
- Gil-Delgado, J. A.** (1983). Breeding bird community in orange groves. Pp. 100–106. En: Purroy, F.J. (Ed.). *Censos de Aves en el Mediterraneo. Bird Census and Mediterranean Landscape. Proceedings of the VII International Conference on Bird Census IBCC. V Meeting EOAC Proceedings of the VIII International Conference of Bird Census*. León, Pp. 196.
- Gil-Delgado, J. A. y Lacort, M. P.** (1995). La estación de nidificación del Mirlo *Turdus merula* en los naranjales: tiempo de nidificación y número de nidadas. *Ardeola*, 43: 41–48.

- Gil-Delgado, J. A., Guijarro, D. y Vives-Ferrándiz, C.** (2009b). The nestling diet of greenfinch *Carduelis chloris* in orange groves of eastern Spain. *Ardeola*, 56(2), 205–214.
- Ivashkina, V. A.** (2006). Abundance and activity of the edible dormouse (*Glis glis* L.) in the Zhiguli Mountains (Russia, middle Volga region). *Polish Journal of Ecology*, 54(3):337–344.
- Juškaitis R.** (2006). Nestbox grids in population studies of the common dormouse (*Muscardinus avellanarius* L.): methodological aspects. *Polish Journal of Ecology*, 54(3): 351–358.
- Madikiza, Z. J. K., Bertolino, S., Baxter, R. M. y Do Linh San, E.** (2010). Nest box use by woodland dormice (*Graphiurus murinus*): the influence of life cycle and nest box placement. *European Journal of Wildlife Research*, 56(5): 735–743.
- MAGRAMA** (2015). *Resultados completos de la Encuesta sobre Superficies y rendimientos de los Cultivos (ESYRCE)*. Ed. Magrama, Madrid, Pp. 44.
- Palacios, F.** (1974). Contribución al estudio de la biología y ecología del lirón careto, *Eliomys quercinus* Linnaeus, 1766, en Iberia central. Parte I: Crecimiento, reproducción y nidificación. *Doñana, Acta Vertebrata*, 1: 171–231.
- Ściński, M. y Borowski, Z.** (2006). Home ranges, nest sites and population dynamics of the forest dormouse *Dryomys nitedula* (Pallas) in an oak-hornbeam forest: a live-trapping and radio-tracking study. *Polish Journal of Ecology*, 54(3), 391–396.
- Zaragoza, S.** (1988). *Pasado y presente de la citricultura Española*. Conselleria de Agricultura y Pesca, Editorial Generalitat Valenciana, Valencia, Pp. 62.



# CAPÍTULO 3

## **Diet of the garden dormouse *Eliomys quercinus* in orange groves: seasonal variation and use of available resources**

*La dieta del lirón careto Eliomys quercinus en los naranjales: variación estacional y uso de los recursos disponibles*

**José A. Gil-Delgado, Óscar Mira, Adrià Viñals, Jaime Gómez,  
Nuria Banyuls y Carmen Vives- Ferrándiz**

***Mammalia* 74 (2010): 147–151**

## Abstract

The aim of this study was to describe the feeding habits of the garden dormouse *Eliomys quercinus* in orange groves of eastern Spain. The study area was an extensive orange grove near Sagunto (Valencia, Spain). This study combines two different non-invasive methods, the study of food store remains and the macroscopic analysis of faeces. A total of 527 faeces and the food remains of 172 food stores were recollected from nest boxes. Each faeces was classified into five categories according to its characteristics: arthropods, gastropods, oranges, plants, and others. Throughout the year, the garden dormouse consumed all these types of food. The most consumed prey in summer and autumn were insects. However, in winter and spring orange fruit was the principal food type. Seasonal variation of orange, arthropods, gastropods, and plant matter consumption occurred. Among animal prey types, insects were the most consumed group and large sized species were preferred. Vertebrate preys were found in food stores. The annual variation of the garden dormouse diet owing to the seasonal availability of resources in an agricultural environment revealed its feeding behaviour plasticity.

**Keywords:** arthropods; faeces analysis; food habits; food stores; Gliridae;  
Rodentia.

## Resumen

El objetivo de este estudio fue el de describir los hábitos alimentarios del lirón careto *Eliomys quercinus* en un naranjal del sudeste de España. El área de estudio correspondió a una extensa plantación de naranjos cercana a Sagunto (Valencia, España). El estudio combinó dos métodos distintos de tipo no invasivo, el estudio de los restos almacenados en despensas y el análisis macroscópico de heces. Un total de 527 heces y los contenidos de un total de 172 despensas fueron recolectados del interior de cajas anidaderas. Cada hez fue clasificada en cinco categorías en base a sus características: artrópodos, gasterópodos, naranjas, plantas y otros. Durante un año, los lirones caretos consumieron todos los tipos de alimento. El tipo de presa consumida en mayor proporción en verano y otoño fueron los insectos. Sin embargo, en invierno y primavera las naranjas fueron el principal tipo de alimento. De este modo, se observó una variación estacional en el consumo de naranjas, artrópodos, gasterópodos y materia vegetal. Entre los diferentes tipos de presas, los insectos fueron el grupo más consumido y las especies de mayor tamaño fueron preferidas. Otros restos de vertebrados fueron encontrados en el interior de las cajas anidaderas. La variación anual en la dieta del lirón careto debida a la disponibilidad estacional de los recursos en este ambiente agrícola reveló la plasticidad en los hábitos alimenticios de esta especie.

**Palabras clave:** artrópodos; análisis de heces; hábitos alimenticios; despensas; Gliridae; Rodentia.



## Introduction

Studies about food habits and resource availability are fundamental to understand animal biology and ecology (Krebs, 1989; Litvaitis, 2000). In rodents, diet composition varies throughout the year. This seasonal variation is based on food availability, food calorie value, and preferences of certain resources (Storch, 1978a; Nowakowski y Godlewska, 2006). However, information about the dormice diet in Mediterranean ecosystems (Sarà y Sarà, 2007), suboptimal habitats of Norway spruce (*Picea abies*) forest in Venetian pre-alps (Franco, 1990), or about seasonal variation (Nowakowski y Godlewska, 2006; Nowakowski *et al.*, 2006; Juškaitis, 2007) are scarce. Dormice are considered insectivorous and plant feeders (Richards *et al.*, 1984; Bright y Morris, 1993), although considerable controversy exists in relation to the diet composition and the predatory behaviour of some species (Juškaitis, 2007). Previous research on the diet of the garden dormouse *Eliomys quercinus* (Linnaeus 1766) revealed that it is an omnivorous species which mainly prefers arthropods (Gosálbez, 1987), although in autumn seeds and fruits were also found in its diet (Palacios, 1974; Gigirey y Rey, 1999). Furthermore, the garden dormouse consumes birds and small mammals and there are many reports which indicate that dormice species destroy bird nests (Juškaitis, 1995, 2006b; Koppmann-Rumpf *et al.*, 2003; Gil-Delgado *et al.*, 2009).

Recently, in Eastern Spain, orange plantations have been colonized by the garden dormouse. The first observation of this species in orange groves was reported in the past decade of the past century, and since then its population has increased. Moreover, in these environments the garden dormouse breeds throughout the year (Gil-Delgado *et al.*, 2006). The aim of this study was to describe the diet of the garden dormouse in orange groves. We expected that

seasonal dietary changes can explain colonization, winter reproduction, and population increase in orange groves (Gil-Delgado *et al.*, 2006).

## Methods

### ***Study area***

This study was conducted in an orange plantation of 16.92 hectares located in Sagunto (Valencia, East Spain; 39°42'N, 0°15'W, 30 m a.s.l.). The climate is Mediterranean, thus winter temperatures are mild. The minimal monthly average temperature in 2003 and 2004 was always above 5°C. Detailed information about the study area and meteorological characteristics are reported by Ponz *et al.* (1996) and Gil-Delgado *et al.* (2002, 2005).

### ***Study techniques***

Sampling was conducted between July 2005 and June 2006. A total of 62 nest boxes randomly distributed in the study plot were checked at least twice a month. In every sampling, we collected all the food remains and excrements per nest box to obtain fresh samples. Excrements and food remains were preserved at cold temperature for subsequent analysis. Samples were collected from the nest boxes only used by dormice. The black rat *Rattus rattus* (Linnaeus 1758) is the other rodent species that can occupy nest boxes in this environment, but the nests and the excrements of both species differ in shape and appearance (Gil-Delgado *et al.*, 2009). In this study, no garden dormice were captured or killed. Thus, we followed the general guidelines of the American Society of Mammalogists for use of wild mammal species (Gannon *et al.*, 2007).

In faeces analysis, excrements were crumbled and analyzed under a magnifying glass to visually detect the different food types (Litvaitis, 2000). Then, excrements were classified according to colour and composition into five categories. (i) Orange: when the animal's diet included oranges, the faeces acquired a typical orange colour; (ii) arthropods: when fragments of their exoskeletons were found; (iii) plants: the presence of plant fibres or seeds; (iv) gastropods: faeces presented small fragments of shells; and (v) others: this category was assigned when it was difficult to classify elements into some of the previous categories because of either methodological limitations or difficulties in identifying their origin. A large number of faeces contained two or more food categories. Each month, we determined the fraction of every faecal sample belonging to each category to calculate the fraction of each food type per month. Thus, we obtained the frequency of occurrence. We also collected the accumulated food of 72 samples in 42 out of 62 nest boxes. A sample can contain many remains of different types of prey from the same or different species. These remains were separated according to the different components and differentiated from other materials such as hair, feathers, and stems utilized to build nests. Symmetrical structures of Arthropod fragments were used to assess the prey species number. Prey identifications were made under a magnifying glass and compared to a reference collection. Dental and/or skeletal elements of small mammals and birds were used for identification following regional determination keys (Gosálbez, 1987; Brown, 2003). The monthly distribution of faeces allowed us to generate five contingency tables, one per each food type, to explore the diet variation over the year. Statistical analyses were done with the SPSS/PC q statistical package v. 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

## Results

### *Main types of food*

A total of 861 items were obtained from 527 excrements collected in nest boxes. All the food types were found in the faeces of the garden dormouse throughout the year. Two categories, "arthropods" and "orange" were basically predominant with 36.3 and 24.4 % respectively. Other important resources were Gastropods (8.9 %), vegetal matter (14.8 %) and "other" resources (18.6 %).

The "meat fraction", corresponding to the arthropods and gastropods categories, was the predominant part of the diet of the garden dormouse (45.2% of the annual percentage). The "plant fraction" was composed principally of orange and other plant matter, and the percentage of occurrence for both was 40.2% for the whole year (Figura 3.1A).

### *Seasonal variation*

There was a clear variation in the diet of the garden dormouse based on the five categories proposed for each month (Figura 3.2). Arthropods, the main consumed resource in dormouse diet showed a clear annual variation with two different periods. This resource reached maximum values during the summer months (52% in June, 46% in July and 40% in August) and it kept a high level also in autumn (50% in September, 38% in October and 55% in November). After autumn, its level started to decrease in winter months, when minimum values are registered (24% in January and 15% in February), and also in spring (12% in March and 19% in April) to rise again in. In contrast, orange resources become

particularly relevant during winter and spring (62% in February, 51% in March and 48% in April) which coincides with the period of agricultural production.

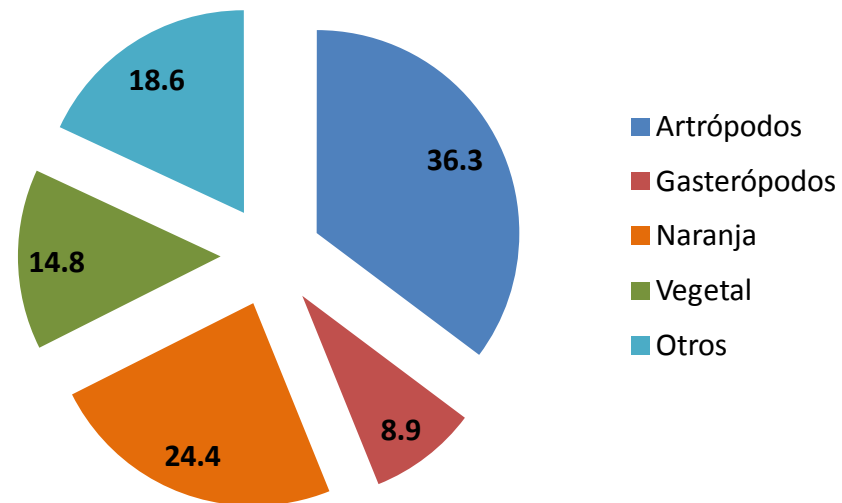
Although gastropods and the remains of plant matter are consumed less, they are a periodic resource all year round, reaching low average percentage values of 9.3% and 15.2%, respectively. The “others” category (18.6%) shows a similar trend to that of gastropods and plant food. This seasonal variation becomes clearer when we analyse it by means of an adjustment for the regression of minimums squared with the obtained information. In this analysis, we found a significant seasonal trend for the "orange" resource ( $R^2 = 0.598$ ;  $F = 6.704$ ; d.f. = 2.9;  $P = 0.016$ ; Fig. 3.3). Arthropods and oranges correlated negatively, but the r-value was not significant ( $r = -0.44$ ). None of the other food types presented significant values.

There was a clear variation in the diet of the Garden Dormouse based on the five categories proposed for each month (Figura 3.2). Arthropods appeared as the most consumed resource in this animal's diet, and reached maximum values during the summer months (52% in June, 46% in July and 40% in August), and decreased not only in winter when minimum values are registered (24% in January and 15% in February), but also in spring (12% in March and 19% in April) to rise again in autumn (50% in September, 38% in October and 55% in November). In comparison, orange resources become particularly relevant in winter and spring (62% in February, 51% in March and 48% in April) which coincides with the period of agricultural production. Although gastropods and the remains of plant matter are consumed less, they are a periodic resource all year round, reaching low average percentage values of 9.3% and 15.2%, respectively. The “others” category (18.6%) shows a similar trend to that of gastropods and plant food. This seasonal variation becomes clearer when we analyse it by means of an adjustment for the regression of minimums squared with the obtained information. In this analysis, we found a significant seasonal trend for the "orange" resource ( $R^2 = 0.598$ ;  $F = 6.704$ ; d.f. = 2.9,  $P = 0.016$ ; Fig. 3.3).

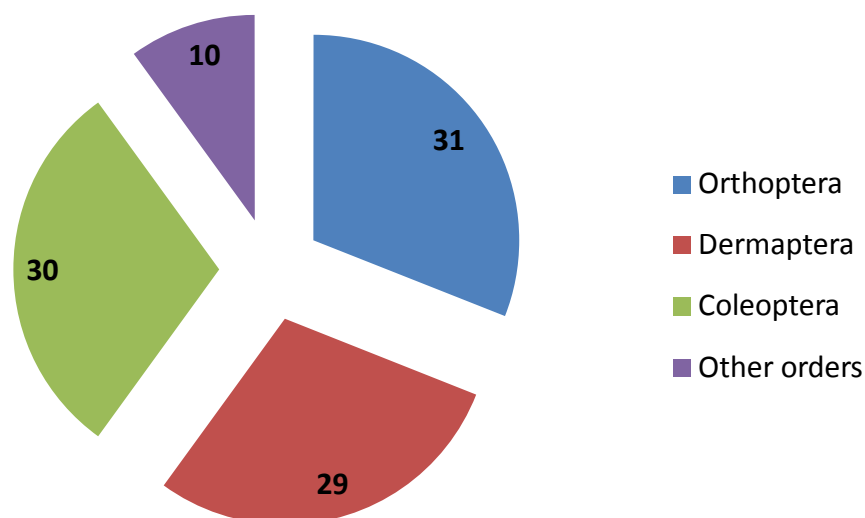
Arthropods and oranges correlated negatively, but the r-value was not significant ( $r = -0.44$ ). None of the other food types presented significant values.

### *Diversity of animal preys*

Among animal preys consumed by the Garden Dormouse, insects were the most predated group (76.8%), followed by gastropods (18.4%), small mammals (2.4%) and birds (1.6%). Orthoptera, Coleoptera and Dermaptera were the most predated orders (Figura 3.3). Other orders such as Mantodea, Hymenoptera, Blattodea, Lepidoptera, Isopoda, and others which were not identified were significantly less consumed resources (Table 1).



**Figura 3.1.** Main food categories proportion based on the faeces analysis and food store remains of the Garden Dormouse in orange groves from July 2005 to July 2006.



**Figura 3.2.** Main insect orders proportion based on the faeces analysis and food store remains of the Garden Dormouse in orange groves from July 2005 to July 2006.

## Discussion

Faeces analysis is one of the most widely used methods to describe mammal feeding habits (Genovesi *et al.*, 1996; Haken y Batzli, 1996; Massemin *et al.*, 1996; Wolfe *et al.*, 1996; Ruetter *et al.*, 2005). This technique is a non-invasive method that does not involve injury or death for any animals as opposed to other methods such as analysis of stomach or intestinal contents. However, it presents some disadvantages which are difficult to solve because some food types are not evidenced in faeces (Litvaitis, 2000).

Our results showed that the garden dormouse living in orange groves enjoyed a varied diet. These rodents consumed animal and plant food although

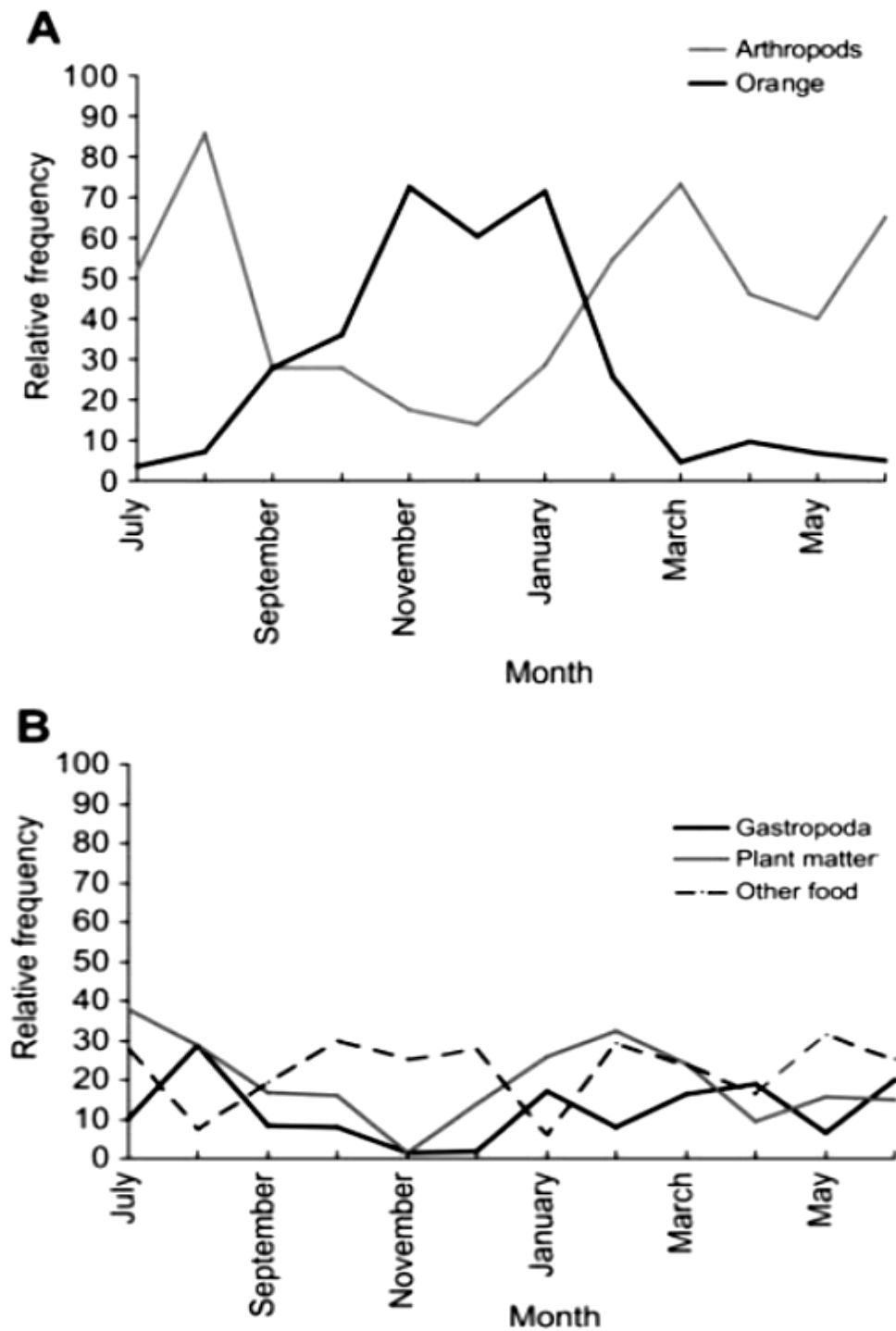
the different food types were not consumed in the same proportion throughout the year. Orange fruits and insects were the most consumed, in contrast with gastropods, plant matter, and other foods which were less consumed. In other dormice species such as the forest dormouse *Dryomys nitedula* (Pallas 1779), plant matter was considered a supplementary resource (Angermann, 1963; Holisóva, 1968; Nowakowski *et al.*, 2006).

Orange consumption increased from November until January – March and then declined. However, the consumption of insects displayed the opposite trend, being more abundant between May and November. This seasonality concurs with other studies investigating the garden dormouse. For example, in deciduous woodlands of Northwestern areas of the Iberian Peninsula the garden dormouse had a predominant insectivorous diet but in autumn increased fruit consumption (Gigirey y Rey, 1999). Studies about dormice species noted that the common dormouse *Muscardinus avellanarius* (Linnaeus 1758) needs complex habitats which contain a great diversity of resources to ensure complete food availability throughout the year.

Moreover, the common and the forest dormouse are selective feeders which focus on the most nutritious food sources in their habitat (Richards *et al.*, 1984; Bright y Morris, 1996; Nowakowski *et al.*, 2006 and references therein). Orange groves cannot be considered a complex habitat. In this habitat, the garden dormouse can breed and survive during the winter by feeding mainly on a single but high available food type (Gil-Delgado *et al.*, 2006).

Gigirey and Rey (1999) noted the presence of arthropods in 85% of the garden dormouse stomachs that were analyzed. In our study area, 36.3% of faeces contained arthropods. We cannot compare directly these results owing to the different origin of samples. Furthermore, Gigirey and Rey (1999) showed an important predation of medium- and large-sized insect prey.





**Figura 3.3.** Seasonal changes in the composition of faeces of the garden dormouse according to the five different food types (A: arthropod and orange; B: gastropod, plant matter and other types of food) in orange groves from July 2005 to June 2006.

**Tabla 3.1.** Occurrence frequency of animal preys of 125 remains found in 62 nest-boxes occupied by *Eliomys quercinus* in the orange groves during July 2005-June 2006. (N = item number per class).

Prey types				N	%
Mollusca	Gastropods		non identified	23	18,4 %
Arthropods non insects	Malacostrata (Crustacea)			1	0,8 %
Insects (Hexapoda)	Orthoptera 24 %	Acrididae	<i>Anacridium aegyptium</i>	6	4,8 %
		Grillidae	non identified	3	2,4 %
		Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>	11	8,8 %
		Non identified		10	8 %
	Dermaptera 22,4%		non identified	28	22,4 %
	Mantodea 0,8%	Mantidae		1	0,8 %
	Blattodea 0,8 %	Blattidae	non identified	1	0,8 %
	Hymenoptera 3,2 %	Apoidea		1	0,8 %
		Scoliidae	<i>Scolia flavifrons</i>	3	2,4 %
	Lepidoptera 2,4 %		non identified	3	2,4 %
	Coleoptera 20,8 %	Scarabeidae	<i>Oryctes nasicornis</i>	19	15,2 %
		Cerambycidae	non identified	2	1,6 %
		Non identified		5	4 %
		Non identified 2,4%			3
Birds	Passerines 2,4 %	Turdidae	<i>Turdus merula</i>	3	2,4 %
Mammals	Rodentia 1,6 %	Muridae	<i>Mus spretus</i>	2	1,6 %
<b>TOTAL</b>				<b>125</b>	<b>100 %</b>

This variation in prey shows this species' ability to hunt both terrestrial and arboreal preys. In Northwestern Spain, the garden dormouse diet also included Coleoptera and Orthoptera. Furthermore, other arthropods that were not found in the garden dormouse diet in Sagunto, such as Myriapoda and Chelicerata, were also cited (Gigirey y Rey 1999). However, in orange groves Dermaptera was another of the most consumed groups. In other species, Holišova (1968) observed that the common dormouse *Glis glis* consumed annelids and gastropods. Gastropods were also found in orange groves.

We found carcass remains of the blackbird *Turdus merula* and Algerian mouse *Mus spretus* (Lataste 1883) in our food stores. However, in the orange groves the garden dormouse also preyed on nests and adults of the other bird species, as has been pointed out in previous studies (Gil-Delgado *et al.* 2009). Gigirey and Rey (1999) showed that the wood mouse *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus 1758) were preyed by garden dormice. Regarding birds predation, other studies reported different comparative data concerning dormice across their distributional range. Eggs, nestlings, and adults of different bird species have been found to have been destroyed by dormice (Le Louarn y Spitz, 1974; Juskaitis, 2006; Nowakowski *et al.*, 2006; Gil-Delgado *et al.* 2009). Our observations confirmed that small mammals and birds are preyed on by the garden dormouse (Gil-Delgado *et al.* 2009). Faeces analysis might not show the consumption of eggs and other food whose remains are not contained in the faecal matter. For this reason, it is necessary to discover the role that this type of prey plays in the diet of the garden dormouse in any environmental setting.

This study is not only the first published information on the diet composition of the garden dormouse in an agrarian ecosystem but also the first report of the seasonal variability of its diet. Therefore, our results confirm the trophic versatility of this species. The garden dormouse presented an insectivorous diet that was completed with other resources such as plant matter

or other animal foods, but its consumption pattern changed completely towards orange fruit, which, when they were available, became the main food type consumed. Furthermore, this garden dormouse population was characterized by high reproduction attempts as they are not compelled to hibernate given the mild winter temperatures in this habitat. The reported continuous presence of nourishing resources can be considered an additional and fundamental element to explain the fast population increase and winter breeding (Gil-Delgado *et al.* 2006).

### Referencias bibliográficas

- Angermann, R.** (1963). Zur Ökologie und Biologie des Baumschlafers, *Dryomys nitedula* (Pallas, 1779) in der Waldsteppenzone. *Acta Theriologica*, 7: 333–367.
- Bright, P. W. y Morris, P. A.** (1993). Foraging behavior of dormice *Muscardinus avellanarius* in two contrasting habitats. *Journal of Zoology*, 230(1): 69–85.
- Bright, P. W. y Morris, P. A.** (1996). Why are Dormice rare? A case study in conservation biology. *Mammal Review*, 26(4): 157–187.
- Brown, R.** (2003). *Huellas y señales de las aves de España y de Europa*. Editorial Omega, Barcelona. Pp. 336.
- Franco, D.** (1990). Feeding habits of a dormouse population (*Myoxus glis*) of the Asiago plateau (Venetian prealps). *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 2: 11–22.
- Gannon, W. L., Sikes, R. S. y the Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists.** (2007). Guidelines of the American Society of

Mammalogists for the Use of Wild Mammals in Research. *Journal of Mammalogy*, 88(3): 809–823

**Genovesi, P., Secchi, M. y Boitani, L.** (1996). Diet of stone martens: an example of ecological flexibility. *Journal of Zoology*, 238(3): 545–555.

**Gigirey, A. y Rey, J. M.** (1999). Autumn diet of the garden dormouse (*Eliomys quercinus*) in the northwest Iberian Peninsula. *Mammalia*, 63(3): 372–374.

**Gil-Delgado, J. A., Vives-Ferrándiz, C. y Tapiero, A.** (2002). Tendencia decreciente de una población de gorrión común *Passer domesticus* en los naranjales del este de España. *Ardeola*, 49(2): 195–209.

**Gil-Delgado, J. A., Marco, E., Paredes, M. y Vives-Ferrandiz, C.** (2005). Seasonal clutch size variation of multi-brooded bird species: comparisons between breeding season and latitudes. *Ibis*, 147(1): 206–212.

**Gil-Delgado, J. A., Cabaret, P., Declercq, S., Gómez, J. y Sánchez, I.** (2006). Winter reproduction of *Eliomys quercinus* (Rodentia) in the orange groves of Sagunto (Valencia, Spain). *Mammalia*, 70(1/2): 76–79.

**Gil-Delgado, J. A., Gómez, J., Tamarit, R., Viñals, A. y Vives-Ferrándiz, C.** (2009). Depredación de nidos, aves adultas y mamíferos por el lirón careto (*Eliomys quercinus*). *Galemys*, 21: 3–12.

**Gosálbez, J.** (1987). *Insectívors i rosegadors de Catalunya*. Ketres Editora S.A., Barcelona, Pp. 241.

**Haken, A. E. y Batzli, G. O.** (1996). Effects of availability of food and interspecific competition on diets of prairie voles (*Microtus ochrogaster*). *Journal of Mammalogy*, 77(2): 315–324.

- Juškaitis, R.** (1995). Relations between common dormice (*Muscardinus avellanarius*) and other occupants of bird nest-boxes in Lithuania. *Folia Zoologica*, 44: 289–296.
- Juškaitis, R.** (2006b). Interactions between dormice (Gliridae) and hole-nesting birds in nestboxes. *Folia Zoologica*, 55(3): 225–236.
- Juškaitis, R.** (2007). Feeding by the common dormouse (*Muscardinus avellanarius*): a review. *Acta Zoologica Lituanica*, 17(2): 151–159.
- Koppmann-Rumpf, B., Heberer, C. y Schmidt, K. H.** (2003). Long term study of the reaction of the edible dormouse *Glis glis* (Rodentia: Gliridae) to climatic changes and its interactions with hole-nesting passerines. *Acta Zoologica Hungarica*, 49(Suppl. 1): 69–76
- Krebs, C. J.** (1989). *Ecological methodology*. Harper Collins Publisher, New York, Pp. 654.
- Le Louarn, H. y Spitz, F.** (1974). Biologie et Ecologie du lerôt dans les Hautes Alpes. *La Terre et la Vie*, 28: 544–564.
- Litvaitis, J. A.** (2000). Investigating food habits of terrestrial vertebrates. Pp. 165–190. En: Boitani, L. y Fuller, T.K. (Eds). *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia University Press, New York, Pp.442.
- Massemin, S., Gibault, C., Ramousse, R. y Butet, A.** (1996). First data on the diet of alpine marmots (*Marmota marmota*) in France. *Mammalia*, 60(3): 351–361.
- Nowakowski, W. K. y Godlewska, M.** (2006). The importance of animal food for *Dryomys nitedula* (Pallas) and *Glis glis* (L.) in Białowieża forest (East Poland): analysis of faeces. *Polish Journal of Ecology*, 54(3): 359–367.

- Nowakowski, W. K., Remisiewicz, M. y Kosowska, J.** (2006). Food preferences of *Glis glis* (L.), *Dryomys nitedula* (Pallas) and *Graphiurus murinus* (Smuts) kept in captivity. *Polish Journal of Ecology*, 54(3): 369–378.
- Palacios, F.** (1974). Contribución al estudio de la biología y ecología del lirón careto, *Eliomys quercinus* Linnaeus, 1766, en Iberia central. Parte I: Crecimiento, reproducción y nidificación. *Doñana, Acta Vertebrata*, 1: 171–231.
- Ponz, A., Barba, E. y Gil-Delgado, J. A.** (1996). Population changes and breeding ecology of the Cirl Bunting *Emberiza cirlus* in eastern Spain. *Bird Study*, 43(1): 38–46.
- Richards, C. G. J., White, A. C., Hurrell, E. y Price, F. E. F.** (1984). The food of the common dormouse, *Muscardinus avellanarius*, in south Devon. *Mammal Review*, 14(1): 19–28.
- Ruetter, B. A., Bertouille, R. E. y Vogel, P.** (2005). The diet of the Alpine mouse *Apodemus alpicola* in the Swiss Alps. *Mammalian Biology*, 70(3): 147–155.
- Sarà, G. y Sarà, M.** (2007). Trophic habits of *Muscardinus avellanarius* (Mammalia Gliridae) as revealed by multiple stable isotope analysis. *Ethology, Ecology and Evolution*, 19(3): 215–223
- Storch, G.** (1978a). *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766) – Gartenschläfer. Pp. 208–225. En: Niethammer, J. y Krapp, F. (Eds.). *Handbuch der Säugetiere Europas Band 1. Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, Pp. 476.
- Wolfe, A., Whelan, J. y Hayden, T. J.** (1996). The diet of the mountain hare (*Lepus timidus hibernicus*) on coastal grassland. *Journal of Zoology*, 240(4): 804–810.





# CAPÍTULO 4

## Depredación sobre nidos, aves adultas y mamíferos por el lirón careto *Eliomys quercinus*

*Nest, adult birds and small mammal predation by  
Garden Dormouse Eliomys quercinus*

José A. Gil-Delgado, Rosa Tamarit, Adrià Viñals, Jaime  
Gómez y Carmen Vives-Ferrándiz

Galemys, 21 (2): 3-11, 2009

## Abstract

This study deals with birds and small mammals captured by the garden dormouse *Eliomys quercinus* in the orange groves of Sagunto (Valencia, E Spain). Samples come from exhaustive reviews of nest-boxes, but also of natural nests. Garden dormice predate on bird nests, containing eggs or nestlings, but also capture adults, even during the winter. Moreover, small mammals such as *Mus* and *Crocidura* were also captured, showing the abilities of this species to capture vertebrates.

**Key words:** Garden dormouse, *Eliomys quercinus*, predation, birds, small-mammals, eggs, nestlings, nests, nest-boxes

## Resumen

En este estudio se describe el consumo de aves y mamíferos por parte del lirón careto *Eliomys quercinus* en los naranjales de Sagunto (Valencia). Las muestras proceden de la revisión exhaustiva de las cajas-nido y de los nidos construidos por las aves que crían en los naranjales. En la dieta del lirón aparecen diferentes especies de aves adultas, así como huevos y pollos. El consumo de aves adultas durante el invierno evidencia que los lirones caretos poseen la habilidad de capturar individuos adultos fuera de los nidos. También capturan pequeños mamíferos, pues en las muestras aparecen restos de ratones del género *Mus* y de musarañas del género *Crocidura*.

**Palabras clave:** lirón careto, *Eliomys quercinus*, depredación, aves, mamíferos, huevos, pollos, nidos, cajas-nido.

## Introducción

El lirón careto *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766) presenta una dieta de tipo omnívora que incluye semillas, frutos, invertebrados y huevos (Vericad, 1970; Palacios, 1974; Gigirey y Rey, 1999; Moreno, 2002). Las aves también forman parte de la dieta de los glíridos. De hecho, hay numerosas referencias que señalan que el lirón gris *Glis glis* destruye nidos, tanto con huevos como con pollos de aves que nidifican en cajas-nido (Koppmann-Rumpf *et al.*, 2003; Juškaitis, 2006b; Adamík y Král, 2008). Desde la aparición en 1997 de los primeros ejemplares de lirón careto en una parcela dedicada al cultivo del naranjo situada en la localidad valenciana de Sagunto, la población de dicha especie ha experimentado un incremento notable, gracias en parte, a que se reproducen durante todo el año (Gil-Delgado *et al.* 2006). En este artículo presentamos un testimonio gráfico de la depredación por parte del lirón careto de los nidos de mirlos *Turdus merula*, y aportamos información sobre el consumo de pollos y adultos de algunas de las especies de aves que nidifican en los naranjales. Al mismo tiempo, se informa acerca de la depredación sobre algunas especies de pequeños mamíferos que habitan en el área de estudio.

## Material y métodos

El área de estudio se sitúa en el municipio valenciano de Sagunto (39°42'N, 0°15'W, 30 m a.s.n.m.) y está inmersa en una extensa superficie dedicada al cultivo del naranjo. El clima de la zona es de tipo mediterráneo con inviernos suaves. En Gil-Delgado y Escarré, (1977); Gil-Delgado y Lacort, (1995) y Gil-Delgado *et al.*, (2005, 2006) se encuentra amplia información sobre la parcela estudiada, sus principales características y los programas de seguimiento de

aves nidificantes que se realizan desde 1975. Estos seguimientos requieren la revisión continuada de los árboles en busca de nidos, desde mediados de febrero a principios de agosto. Las técnicas y métodos aplicados también se encuentran ampliamente descritos (ver las referencias anteriormente citadas), pero incidiremos en que cada árbol se revisa a intervalos de 10-12 días y que tras la localización de los nidos, éstos son visitados cada 2-5 días, por lo que cada nido suele recibir entre 4 y 10 visitas mientras está activo (Gil-Delgado *et al.*, 2005). La colocación de cajas-nido para aves que nidifican en huecos es aprovechada por algunas especies de mamíferos que terminan por ocuparlas (Barba y Gil-Delgado, 1990). La utilización por parte de los lirones caretos de las cajas-nido fue decisiva para determinar la temporada de partos y el tamaño de las camadas en estos cultivos (Gil-Delgado *et al.*, 2006).

Los datos de este estudio proceden de las observaciones realizadas sobre restos de presas acumuladas en las cajas-nido o en los nidos naturales depredados por los lirones caretos. Algunos de estos nidos depredados son utilizados por los lirones caretos como base para la construcción de su propio nido (Gil-Delgado *et al.*, 2006). La aplicación de la metodología descrita desde 2004-2008 originó un gran número de observaciones de nidos naturales, es decir, contruidos por las propias aves. En el caso del mirlo, por ejemplo, el resultado de multiplicar las 4-10 inspecciones que recibieron los 971 nidos controlados de esta especie arroja una cantidad total de observaciones que oscila entre las 3.724 y las 9.710. En el caso de las cajas-nido, la recolección de datos se realizó durante todo el año. Un total de 36 cajas-nido fueron dispuestas de forma aleatoria en la parcela de estudio y cada una de ellas fue visitada de 24 a 48 veces por año durante el periodo 2004-2008.

Aunque la mayor parte de los datos se han conseguido indirectamente, puesto que los sucesos ocurrían antes de la recolección de las muestras, existen algunas observaciones directas del consumo de huevos o pollos por parte de la rata negra *Rattus rattus* (Linnaeus 1758) y del lirón careto. La asignación a una u

otra especie de forma indirecta viene determinada por el tipo de excrementos que deja el depredador. La forma de los excrementos del lirón careto son de tipo trenzado y superficie rugosa (Figuras 4.1 y 4.2), lo que los diferencia de los de la rata negra que son de superficie lisa. La tercera especie de roedor en los naranjales, el ratón moruno *Mus spretus* (Lataste 1883), nunca ha sido observado vivo ni en las cajas-nido ni en los nidos naturales. Los nidos naturales en los naranjales son de tipo abierto o abovedado. Estos últimos eran contruidos sobre los naranjos por el gorrión común (Gil-Delgado *et al.*, 1979).

## Resultados

Los lirones caretos depredan nidos de aves, tanto si contienen huevos como pollos. Los huevos son devorados dentro del nido, por lo que nunca se encuentran restos de cáscaras transportadas por los lirones a las cajas-nido. Los huevos depredados aparecen partidos o son perforados, quedando en este último caso un amplio orificio (Figura 4.1). Además, es común que dejen excrementos en los nidos atacados (Figura 4.2).

Entre las aves que utilizan las cajas-nidos destaca el carbonero común *Parus major* (Linnaeus 1758). También las utiliza el gorrión común *Passer domesticus* (Linnaeus 1758), aunque esta especie construye, además, nidos abovedados en los naranjos y en las construcciones humanas (Gil-Delgado *et al.*, 1979). La destrucción de los nidos de carbonero común presenta todas las modalidades posibles: destrucción de nidos con consumo de huevos, con consumo de los pollos, o incluso con la muerte y consumo de la madre. En estos casos los restos se abandonan en los nidos destruidos. Algo similar ocurre cuando son depredados los pollos de especies que construyen sus propios nidos. Normalmente dejan las cabezas intactas y si son especies pequeñas, como la

curruca cabecinegra *Sylvia melanocephala* (Gmelin 1789) o el verdecillo *Serinus serinus* (Linnaeus 1766), trocean el cuerpo. En el caso de especies de mayor tamaño, como mirlos, los restos conforman una sola pieza (Figura 4.2). La práctica totalidad de las especies que crían habitualmente en los naranjos han sido depredadas en fase de huevo o de pollo por los lirones caretos (Tabla 4.1).

En Sagunto, además de las especies de aves reseñadas (Tabla 4.1), han aparecido restos de ratón moruno y de musaraña gris *Crocidura russula* (Hermann 1780) en los nidos de los lirones caretos. En uno de los casos de depredación de ratón moruno, el lirón careto permanecía junto a la víctima en el interior de una caja-nido. En los otros casos, los restos habían sido llevados a nidos de mirlos ocupados por los lirones. En las cajas-nidos también aparecieron volantones y adultos de diferentes especies de aves (Tabla 1). De la relación de aves de las que se conocen capturas de ejemplares adultos, 7 (sobre 20) individuos (2 carboneros comunes, 2 verdecillos, 1 mirlo, 1 jilguero y 1 verderón común) proceden de la temporada invernal.

## Discusión

La presencia de lirones caretos en los naranjales saguntinos parece un proceso de colonización reciente (Gil-Delgado *et al.*, 2006). A partir de observaciones directas y de los restos de aves y mamíferos que se han recolectado en las cajas- nido, así como en los nidos de mirlo que son utilizados por los lirones caretos para construir sobre ellos sus nidos, se pone en evidencia las cualidades cazadoras y depredadoras de esta especie. La presencia de micromamíferos en la dieta de los lirones caretos ha sido señalada con anterioridad por Moreno (2002) al citar los géneros *Mus* y *Apodemus* entre sus presas.

**Tabla 4.1.** Especies de aves y mamíferos que han sido reconocidas como presas de los lirones caretos en Sagunto. En el caso de las aves adultas y los mamíferos, señalamos el número de ejemplares recolectados en las cajas nido o en los nidos de mirlo ocupados por los lirones caretos. En la depredación sobre nidos, señalamos si las observaciones corresponden a huevos (H) o a pollos (P). *Birds and small-mammals adults killed and consumed by garden dormice. First and second columns point out the nests of bird species that were preyed by garden dormice. H = eggs; P = nestlings.*

Especie/ Species	Cajas-nido/ Nest-boxes	Nidos naturales / Natural nests	Aves adultas / Birds	Mammals/ Mamíferos
<i>Parus major</i>	H y P		3	
<i>Passer domesticus</i>	H y P	H y P	4	
<i>Turdus merula</i>		H y P	2	
<i>Serinus serinus</i>		H y P	5	
<i>Sylvia melanocephala</i>		H y P	1	
<i>Carduelis chloris</i>		H y P	2	
<i>Carduelis carduelis</i>		H y P	3	
<i>Streptopelia turtur</i>		H		
<i>Mus spretus</i>				3
<i>Crocidura russula</i>				1
Total			20	4

En Sagunto, los restos eran, a veces, lo suficientemente recientes como para sospechar que la depredación había ocurrido en horas cercanas a la recolección de las muestras. En otros casos, los cadáveres eran menos recientes, aunque la frecuencia de inspección de cajas-nido y nidos (Gil-Delgado et al., 2005, 2006) garantiza que las presas tuvieran menos de una semana. Por consiguiente, tenemos evidencias de que los lirones caretos transportan aves y mamíferos a sus nidos o, sencillamente, a sus resguardos o lugares de descanso. Las cajas-nidos y los nidos de aves, de los que se apropian, son utilizados para parir y criar a las camadas, pero también abundan aquellos que se utilizan con fines diferentes, entre los que se encuentra el acopio de presas capturadas.

La ausencia de observaciones directas de capturas de aves adultas y mamíferos impide asegurar que todas las presas fueran capturadas por los lirones caretos aunque esto parece lo más probable. Otra explicación alternativa sería la recolección de cadáveres que hubieran sido capturados por otros depredadores, como carnívoros, ofidios o rapaces, pero ésta tampoco resulta muy factible, al ser precisamente el lirón careto presa de estos depredadores (véase por ejemplo Herrera, 1974; Alegre *et al.*, 1989; Palomares y Delibes, 1991; Ruiz-Olmo y Palazón, 1993; Virgós *et al.*, 1999). Los estudios previos sobre las interacciones entre lirones y aves, se centraban en aquellas especies de aves que utilizan las cajas-nido para criar. Esta interacción entre lirones y aves es de dos tipos: competitiva (Sarà *et al.*, 2005) y de depredador-presa (Juškaitis, 1995, 2006b; Koppmann-Rumpf *et al.*, 2003). En la primera de las interacciones, los lirones, al ocupar los nidales, impiden que estos puedan ser utilizados por las aves. En este tipo de interacción, los roedores son dominantes (Barba y Gil-Delgado, 1990). Los nidos de las aves que ocupan en primera instancia las cajas-nido pueden ser atacados por los lirones. Este tipo de interacciones entre depredadores y presas lleva aparejada la destrucción de las nidadas, independientemente del contenido.





**Figura 4.1.** Huevos de Mirlo depredados por lirones caretos. El círculo rodea un excremento de lirón careto.

*Blackbird eggs preyed by garden dormice. The white circle shows garden dormice excrement.*



**Figura 4.2.** Pollo de mirlo muerto y parcialmente devorado por lirones caretos. La figura muestra los excrementos de los lirones caretos. Las heces frescas se encuentran en el área de los círculos.

*Blackbird nestling killed and partially consumed by garden dormice. Encircled areas show garden dormice excrements.*

No obstante, estudios previos muestran que hay especies que atacan mayoritariamente los nidos que contienen huevos, como son los casos del muscardino común *Muscardinus avellanarius* y del muscardino balcánico *Dryomys nitedula* (Juškaitis, 2006b; Adamík y Král, 2008). Otras especies, como es el caso del lirón gris, depredan indistintamente sobre pollos o huevos. El lirón careto presenta, por consiguiente, un comportamiento depredador parecido al del lirón gris, pues actúa sobre nidos que contienen pollos o huevos (Koppmann-Rumpf *et al.*, 2003; Juškaitis, 2006b; Adamík y Král, 2008). Además, en los naranjales se ha observado que la depredación también ocurre sobre nidos de diferentes especies de aves, incluyendo nidos con huevos de especies del tamaño de la tórtola común *Streptopelia turtur* (Linnaeus 1758). Aún más, la presencia de aves adultas, pero también de pequeños mamíferos, en los lugares de descanso de los lirones caretos, apunta que esta especie tiene una notable capacidad depredadora.

En resumen, en los naranjales de Sagunto los lirones caretos depredan nidos de diferentes especies de aves que crían en nidos abiertos, tanto durante el período de incubación como cuando los nidos contienen pollos. La depredación sobre nidos que contienen huevos es una norma habitual de las diferentes especies de lirones (Koppmann-Rumpf *et al.*, 2003; Juškaitis, 2006b; Adamík y Král, 2008). Los roedores en general son depredadores habituales de nidos y este comportamiento ha sido descrito en varias especies de distintas familias (Thompson III *et al.*, 1999; Purcell y Verter, 1999; Bradley y Marzluff, 2003; Remes, 2005). Algunos estudios evidencian incluso que algunas especies de roedores pueden ser los principales causantes del fracaso de las nidadas (Blight *et al.*, 1999).

## Referencias bibliográficas

- Adamík, P. y Král, M.** (2008). Nest losses of cavity nesting birds caused by dormice (Gliridae, Rodentia). *Acta Theriologica*, 53(2): 185–192.
- Alegre, J., Hernández, A., Purroy F. J. y Sánchez, A. J.** (1989). Distribución altitudinal y patrones de afinidad trófica geográfica de la Lechuza Común (*Tyto alba*) en León. *Ardeola*, 36(1): 41–54.
- Barba, E. y Gil-Delgado, J. A.** (1990). Competition for nestboxes among two vertebrate species: an experimental study in orange groves. *Holarctic Ecology*, 13(3): 183–186.
- Blight, L. K., Ryder, J. L. y Bertram, D. F.** (1999). Predation on Rhinoceros Auklet eggs by a native population of *Peromyscus*. *Condor*, 101(4): 871–876.
- Bradley, J. E. y Marzluff, J. M.** (2003). Rodents as nest predators: influences on predatory behaviour and consequences to nesting birds. *Auk*, 120(4): 1.180–1.187.
- Gigirey, A. y Rey, J. M.** (1999). Autumn diet of the garden dormouse (*Eliomys quercinus*) in the northwest Iberian Peninsula. *Mammalia*, 63(3): 372–374.
- Gil-Delgado, J. A. y Escarré, A.** (1977). La avifauna del naranjal valenciano I. Datos preliminares sobre mirlo (*Turdus merula*). *Mediterranea, Serie Biológica*, 2: 89–109.
- Gil-Delgado, J. A., Pardo, R., Bellot, J. y Lucas, I.** (1979). Avifauna del naranjal valenciano (II): el gorrión común (*Passer domesticus* L.). *Mediterranea, Serie Biológica*, 3: 69–99.

- Gil-Delgado, J. A. y Lacort, M. P.** (1995). La estación de nidificación del Mirlo *Turdus merula* en los naranjales: tiempo de nidificación y número de nidadas. *Ardeola*, 43(1): 41–48.
- Gil-Delgado, J. A., Marco, E., Paredes, M. y Vives-Ferrandiz, C.** (2005). Seasonal clutch size variation of multi-brooded bird species: comparisons between breeding season and latitudes. *Ibis*, 147(1): 206–212.
- Gil-Delgado, J. A., Cabaret, P., Declercq, S., Gómez, J. y Sánchez, I.** (2006). Winter reproduction of *Eliomys quercinus* (Rodentia) in the orange groves of Sagunto (Valencia, Spain). *Mammalia*, 70(1/2): 76–79.
- Herrera, C. M.** (1974). Régimen alimenticio de *Tyto alba* en España sudoccidental. *Ardeola*, 19(2): 359–394.
- Juškaitis, R.** (1995). Relations between common dormice (*Muscardinus avellanarius*) and other occupants of bird nest-boxes in Lithuania. *Folia Zoologica*, 44: 289–296.
- Juškaitis, R.** (2006b). Interactions between dormice (Gliridae) and hole-nesting birds in nestboxes. *Folia Zoologica*, 55(3): 225–236.
- Koppmann-Rumpf, B., Heberer, C. y Schmidt, K. H.** (2003). Long term study of the reaction of the edible dormouse *Glis glis* (Rodentia: Gliridae) to climatic changes and its interactions with hole-nesting passerines. *Acta Zoologica Hungarica*, 49(Suppl. 1): 69–76
- Moreno, S.** (2002). Lirón careto *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766). *Galemys*, 14: 1-16.
- Palacios, F.** (1974). Contribución al estudio de la biología y ecología del lirón careto, *Eliomys quercinus* Linnaeus, 1766, en Iberia central. Parte I:

Crecimiento, reproducción y nidificación. *Doñana, Acta Vertebrata*, 1: 171–231.

**Palomares, F. y Delibes, M.** (1991). Alimentación del meloncillo (*Herpestes ichneumon*) y de la gineta (*Genetta genetta*) en la reserva Biológica de Doñana, SO de la Península Ibérica. *Doñana, Acta Vertebrata*, 18: 5–20.

**Purcell, K. L. y Verter, J.** (1999). Nest predators of open and cavity nesting birds in oak woodlands. *Wilson Bulletin*, 111(2): 251–256.

**Remes, V.** (2005). Birds and rodents destroy different nests: a study of Blackcap *Sylvia atricapilla* using the removal of nest concealment. *Ibis*, 147(1): 213–216.

**Sarà, M., Milazzo, A., Falletta, W. y Bellia, E.** (2005). Exploitation competition between hole-nesters (*Muscardinus avellanarius*, Mammalia and *Parus caeruleus*, Aves) in Mediterranean woodlands. *Journal of Zoology*, 265(4): 347–357.

**Thompson III, F. R., Dijak, W. y Burhans, D. E.** (1999). Video identification of predators at songbird nests in old fields. *Auk*, 116(1): 259–264.

**Vericad, J. R.** (1970). Estudio faunístico y biológico de los mamíferos del Pirineo. *Publicaciones del. Centro Pirenaico de Biología Experimental*, 4: 7–231.

**Virgós, E., Llorente, M. y Cortésá, Y.** (1999). Geographical variation in genet (*Genetta genetta*) diet: a literature review. *Mammal Review*, 29(2): 119–128.



# CAPÍTULO 5

## **Invertebrate availability for Garden Dormouse *Eliomys quercinus* in Mediterranean orange groves**

*Disponibilidad de invertebrados para el lirón careto  
*Eliomys quercinus* en un naranjal Mediterráneo*

**Adrià Viñals y José A. Gil-Delgado**

## Abstract

The garden dormouse *Eliomys quercinus* is a European omnivorous rodent that feeds mainly on invertebrates. In Mediterranean orange groves, where hibernation does not occur, this small mammal relies on oranges in autumn and winter. In order to explore the role of animal food in dormouse diet, we aim to describe the seasonal availability of invertebrates in orange groves near Sagunto (Valencia, Spain). Invertebrates were censused monthly by using two different methods. Ground-dwelling invertebrates were captured by using pit-falls traps whereas flying insects were censused by linear transect observations. A total of 791 invertebrates of up to 14 different groups were sampled. We found that invertebrates were available throughout the year although the highest density was observed in spring and summer. Based on previous data about its diet, our results confirm that invertebrates were selected in orange groves even when scarce. This selection of animal food is suggested as a possible key factor explaining the suppression of torpor.

**Key words:** Invertebrates, Gliridae, food, availability, seasonal



## Resumen

El lirón careto es un roedor omnívoro Europeo que se alimenta principalmente de invertebrados. En los naranjales Mediterráneos, en los que no se observa hibernación, estos micromamíferos depende de las naranjas en otoño e invierno. Con el objetivo de explorar el rol del alimento de tipo animal en la dieta del lirón, se pretende describir la variabilidad estacional de invertebrados en un naranjal en las inmediaciones de Sagunto (Valencia, España). Los invertebrados fueron censados mensualmente mediante el uso de dos métodos. Los invertebrados del suelo fueron capturados mediante el uso de trampas de caída (pit-fall) mientras que los insectos voladores fueron censados mediante la observación en transectos lineales. Un total de 791 invertebrados de hasta 14 grupos diferentes fueron muestreados. Encontramos que los invertebrados estuvieron disponibles a lo largo de todo el año aunque la mayor densidad de observó en primavera y verano. En base a la información previa en relación con su dieta, nuestros resultados confirman que los invertebrados fueron seleccionados en los naranjales a pesar de su escasez. Esta selección es sugerida como posible factor clave en la supresión del letargo.

**Palabras clave:** Invertebrados, Gliridae, alimento, disponibilidad, estacional

## Introduction

Optimal foraging theory predicts that animals should always take decisions when consuming food resources in order to maximize their energetic benefit while reducing the cost of foraging (Stephens y Krebs, 1986; Sih y Christensen, 2001). Among the different feeding categories, omnivorous species are considered optimal feeders in many seasonal habitats due to their ability to use different food resources opportunistically according to their local availability (Rosalino *et al.*, 2005; Stenroth *et al.*, 2008). However, despite this strategy can be energetically adequate, many of these species often need to consume specific foods in order to satisfy their nutritional requirements, due to trophic limitations or because certain foods are preferred than others (Singer y Bernays, 2003; Nowakowski *et al.*, 2006; Ancillotto *et al.*, 2015). The garden dormouse (*Eliomys quercinus*) represents a very interesting generalist species to explore the selection of food in omnivorous species. Across Europe, this rodent shows a widespread distribution occurring in many different habitats ranging from high mountains in the North to sea level in Mediterranean areas, mainly due to its wide feeding niche as well as to its capacity to hibernate (Storch, 1978; Moreno, 2002). Food availability and ambient temperatures have been identified as main factors influencing the onset and duration of hibernation, which can last up to 7 months in colder areas (Lachiver y Petrovic, 1960; Abad, 1987). The garden dormouse has been described by some authors as an omnivorous species that relied mainly on invertebrates and other animal foods (Holišová, 1968; Kahmann y Lau, 1972; Palacios, 1975; Gigirey y Rey, 1999; Kuipers *et al.*, 2012). On the contrary, data from Mediterranean orange groves where hibernation do not occur revealed a decrease in the use of animal food in autumn and winter and a high consume of orange fruits coinciding with its period of availability (Gil-Delgado *et al.*, 2006, 2010). A possible hypothesis explaining this unusual use of

fruits could be that dormice would take advantage of the temporary availability of fruits in these groves. However, it remains unclear if on contrary, the shortage of animal preys as invertebrates could be the reason restricting dormice to rely on these vegetal foods. In this study we aim to describe and quantify the seasonal abundance and diversity of invertebrates in a Mediterranean orange grove recently colonized by garden dormouse (Gil-Delgado *et al.*, 2006), in relation to the seasonal use of vegetal food.

## Materials and Methods

The study area comprised a homogeneous orange plantation about 16.9 ha located in Sagunto (Valencia, East Spain; 39°42'N, 0°15'W, 30 m a.s.l.). The climate is Mediterranean, with dry summers of more than 40° C and mild winter temperatures that normally do not drop below 5° C. More detailed description of the study area and meteorological characteristics can be found elsewhere (Ponz *et al.*, 1996; Gil-Delgado *et al.*, 2002, 2005). Field work was conducted between December 2011 and November 2012. Two complementary methods were applied with the aim to estimate ground-dwelling invertebrates and flying insect diversity and abundance. First, 20 pitfall traps (plastic jar of 60 mm diameter and 70 mm height) were distributed randomly across the study area every month to capture ground-dwelling invertebrates. Traps were always set in the same point and all specimens captured were collected after 72 hours. No killing solution was used to preserve the samples due to the brevity of the sampling period and to avoid attraction of specimens (Woodlock, 2005; Sutherland, 2006). The presence of flying arthropods was recorded by direct counting along line transects. Transect walks is a common and efficient method to evaluate flying arthropods densities (Mattoni *et al.*, 2001, Rodríguez y

Bustamante, 2008). Thirty independent transects were established through the study area and repeated monthly. The observer walked along a 60m transect between two orange tree lines separated by 4.5-5 m recording every flying invertebrate. All the invertebrates captured in the pitfall traps or observed along the transects were classified to the order level when possible and distributed in two size categories according to their body size: big (more than 35mm) and small (less than 35mm).

## Results

Overall, a total of 751 ground-dwelling invertebrates and 40 flying insects belonging to 14 different groups were sampled.

### *Invertebrate diversity and abundance*

Among the ground-dwelling invertebrates, the main groups in terms of abundance were Isopoda (36.6%; n=275), Hymenoptera (21.4%; n=161) and Gastropoda (21.4%; n=161), followed by Arachnida (8.6%; n=65), Coleoptera (5.2%; n=39) and Dermaptera (3.6%; n=27). All the other groups of invertebrates captured by pitfall represented  $\leq 1\%$  of the total items registered (Table 5.1). The visual census reported the presence of only three groups: Orthoptera (50%; n=20), Lepidoptera (35%; n=14), and Odonata (15%; n=6). In total, small invertebrates (91.6%; n=751) were more abundant than big invertebrates (8.4%; n=40).

**Tabla 5.1.** Abundance and frequency of each invertebrate group sampled with pitfall traps and linear transect census in orange groves

Group	Size	Pitfall traps		Line transects	
		N	%	N	%
Isopoda	Large	0	0.0%	-	-
	Small	275	36.6%	-	-
Dermaptera	Large	0	0.0%	-	-
	Small	27	3.6%	-	-
Diptera	Large	0	0.0%	-	-
	Small	7	0.9%	-	-
Hymenoptera	Large	0	0.0%	-	-
	Small	161	21.4%	-	-
Orthoptera	Large	-	-	3	7.5%
	Small	-	-	17	42.5%
Homoptera	Large	0	0.0%	-	-
	Small	2	0.3%	-	-
Myriapoda	Large	0	0.0%	-	-
	Small	4	0.5%	-	-
Coleoptera	Large	8	1.1%	-	-
	Small	31	4.1%	-	-
Lepidoptera	Large	-	-	14	35.0%
	Small	-	-	-	-
Odonata	Large	-	-	6	15.0%
	Small	-	-	0	0.0%
Arachnida	Large	4	0.5%	-	-
	Small	61	8.1%	-	-
Gastropoda	Large	33	4.4%	-	-
	Small	128	17.0%	-	-
Lumbricidae	Large	2	0.3%	-	-
	Small	0	0.0%	-	-
Others	Large	0	0.0%	-	-
	Small	8	1.1%	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>751</b>	<b>100.0%</b>	<b>40</b>	<b>100.0%</b>

### ***Seasonal availability of invertebrates***

All ground-dwelling arthropod groups (Insecta, Isopoda and Arachnida) showed a significant variation between seasons ( $\chi^2=362.18$ ; d.f=3;  $p<0.05$ ). Higher abundance was found during spring and summer and then the number of captures decreased during the colder period. Gastropoda abundance also oscillated seasonally ( $\chi^2=74.75$ ; d.f= 3;  $p<0.05$ ), showing a peak at the beginning of the winter decreasing during the rest of the year (Figura 5.1a). Flying invertebrates showed a similar trend and they were not observed during the winter months from December to February. From the beginning of the spring, the abundances of these three groups varied according to the different seasons ( $\chi^2=82.48$ ; d.f= 3;  $p<0.05$ ). Lepidoptera was the main group observed during spring months. Orthoptera abundance was low during spring months and increased in summer; finally Odonata exhibited low densities during the most part of the year with a slight increase in autumn. (Figura 5.1b)

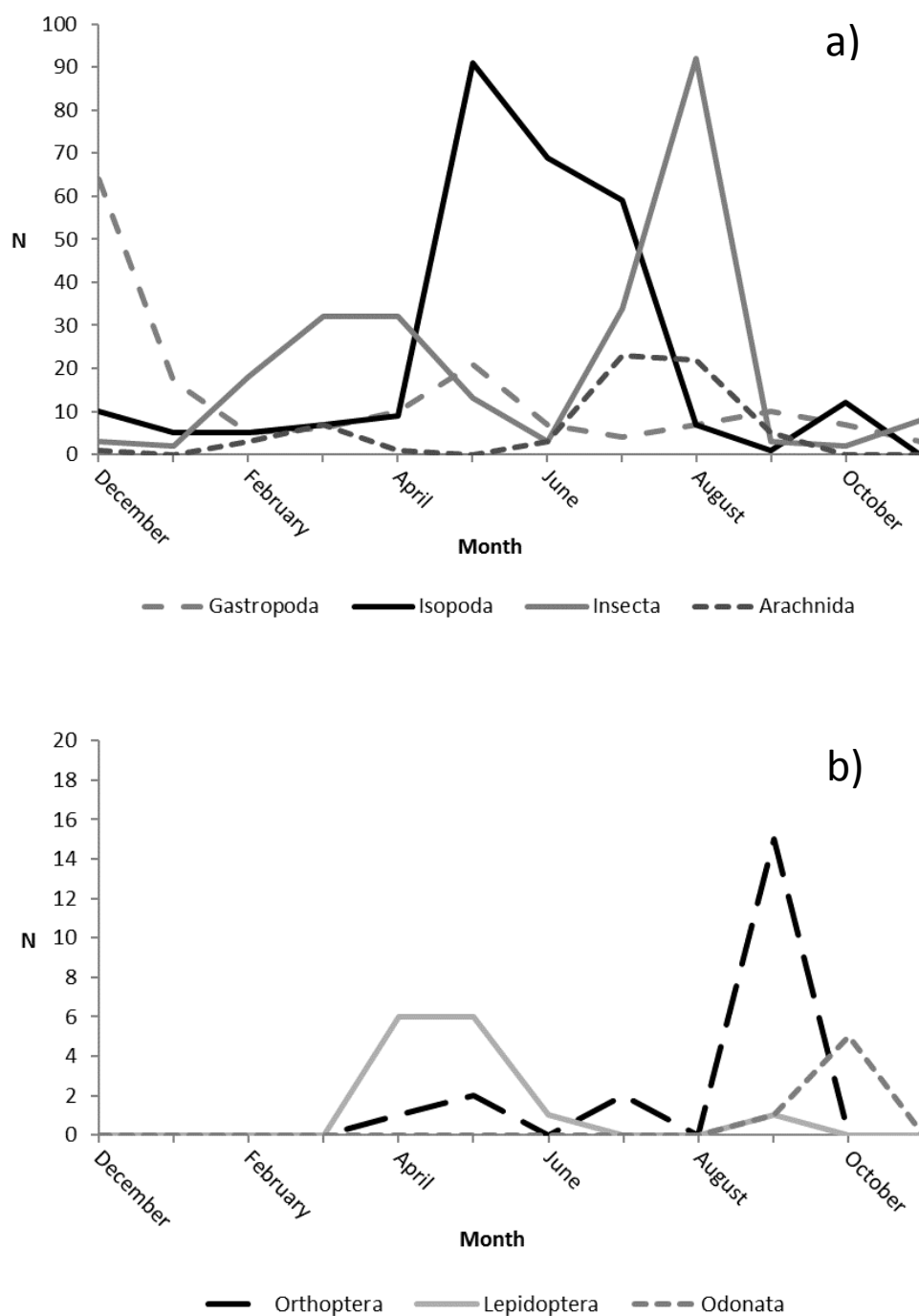
## **Discussion**

Our results showed that invertebrates represented a food resource available for dormice in orange groves throughout the year although its abundance varied seasonally. The number of arthropods captured was higher in orange groves in spring and summer, explained probably by the ectothermic condition of this animal group, becoming more active and abundant during the seasons of maximum temperatures (Speakman y Rowland, 1999; Loureiro *et al.*, 2009). During this warm season, other vegetal foods as fruits were not available. On the contrary, autumn and winter showed a significant decrease in the abundance of all groups of arthropods in Sagunto, coinciding with an increase in the availability

of orange fruits. This seasonal pattern of food availability agreed with the use that dormice showed of these two resources in this habitat, in which a higher occurrence of animal resources of up to 75% of faeces samples was found during this warm period meanwhile orange residual were found in up to 70% of faeces in autumn and winter (Gil-Delgado *et al.*, 2010). (Figura 5.2)

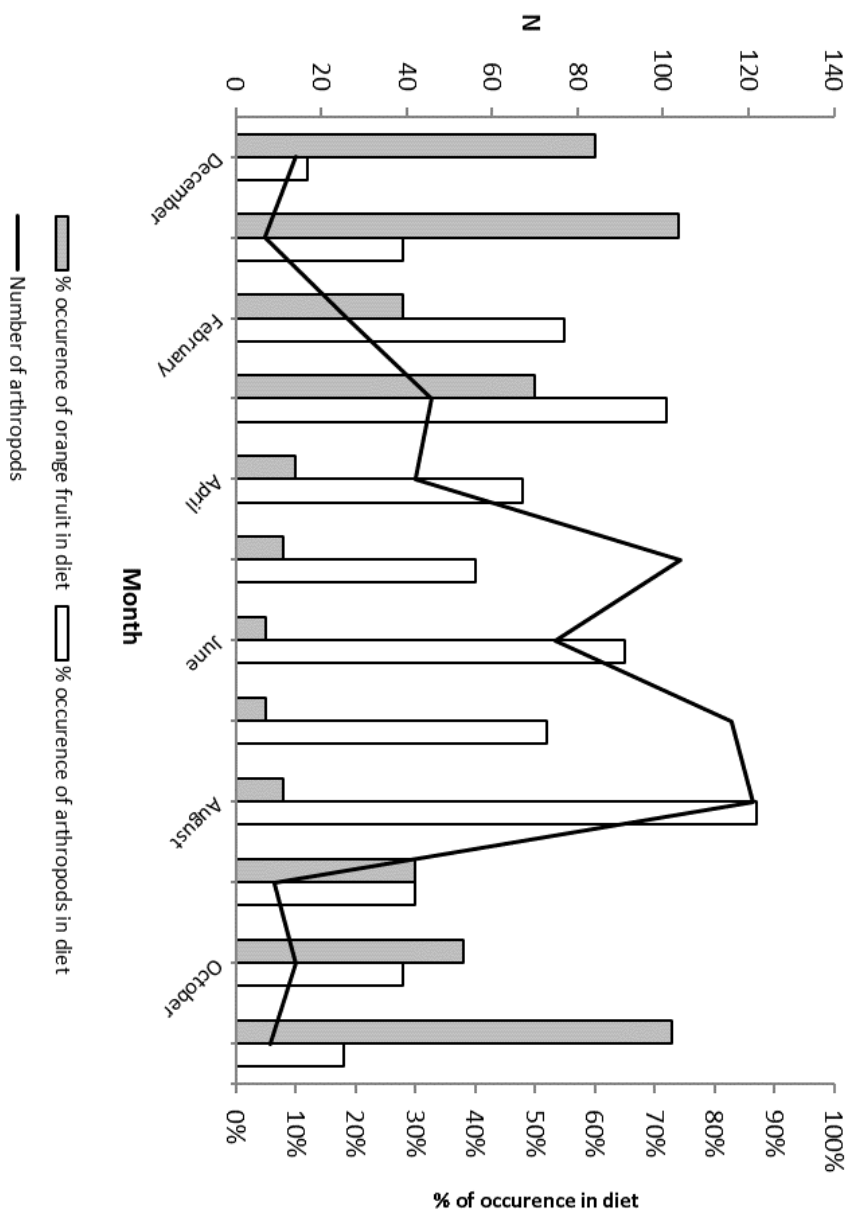
In these habitats, vegetal foods as fruits and seeds were reported as well, although based on the seldom occurrence observed, it seems that compared to orange groves, the use of this type of foods was merely opportunistic (Holisová, 1968; Palacios, 1975; Gigirey y Rey, 1999; Kuipers *et al.*, 2012). When abundant, the use of these vegetal foods can suppose a very advantageous strategy for any generalist, representing an accessible source of energy that can reduce the cost of searching and foraging, limiting in consequence the potential interactions with competitors and predators (Lima y Valone, 1986; Herrera, 1987; Stapp, 1997). Thus, it would be expected that the use of fruits and seeds could increase as observed in other generalist dormouse species inhabiting orchards as the forest dormouse *Dryomys nitedulla* ((Lozan, 1970; Airapetyants, 1983; Davydov, 1984) en Juškaitis y Baltrūnaitė, 2013).

On the contrary, it is interesting to observe that in the case of dormice inhabiting orange groves, invertebrates still represented an important food category for garden dormice despite the temporary abundance of fruits (Gil-Delgado *et al.*, 2010). Our results confirm that this selection of animal food was active in orange groves, so dormice searched for animal preys despite its scarcity and when fruits were abundant. This use of invertebrates is also consistent with data from other dormice species, including those relying on vegetal foods as Hazel dormouse *Muscardinus avellanarius* and Fat dormouse *Glis glis* (Richards *et al.*, 1984; Juškaitis, 2007; Nowakowski y Godlewska, 2006; Juškaitis *et al.*, 2015).



**Figura 5.1.** Seasonal variation in the abundance of each different invertebrate main group in orange groves. (a): Pitfall trap sampling; b): Transect census sampling)





**Figura 5.2.** Seasonal variation in the abundance of total arthropods (pitfalls and transects) and occurrence of orange and arthropods in dormouse diet in orange groves according to Gil-Delgado *et al.*, 2010.

So, we presume that this specific use of animal food could be explained by the necessity of obtaining some specific nutrients indispensable for the growth and reproduction of mammals as nitrogen, calcium and especially protein, generally scarce in vegetal foods (Speakman, 2008; Rode y Robbins, 2000; White, 2011). But we also think that in the case of the garden dormouse and other dormice species, invertebrates, could be also involved, probably for their protein value, in the onset and duration of torpor (Montoya *et al.*, 1979; Golodushko y Padutov, 1961 en Juškaitis y Baltrūnaitė 2013).

In conclusion, our study confirmed that dormice were opportunistic feeders in orange groves, consuming the most abundant food available in any season although animal food seemed to be preferred. Furthermore, we presume that dormice, as well as other generalist species, could be trying to balance their diet by mixing different types of food in order to satisfy their nutritional requirements (Singer y Bernays, 2003; Robbins *et al.*, 2007). So, it seems possible that the constant but alternative supply of animal and vegetal food observed in orange groves, combined with warm average temperatures could be determinant on promoting the physiological suppression of torpor reported in this population as well as a the reason explaining the reproductive success observed during all seasons (Gil-Delgado *et al.*, 2006; Viñals *et al.*, 2012). However, further studies would be necessary to test completely this assumption.

## Referencias bibliográficas

**Abad, P. L.** (1987). Biología y ecología del lirón careto (*Eliomys quercinus*) en León. *Ecología*, 1: 153–159.

- Airapetyants, A. E.** (1983). *The dormice*. Izdatel'stvo Leningradskogo universiteta, Leningrad.
- Ancillotto, L., Sozio, G. y Mortelliti, A.** (2015). Acorns were good until tannins were found: Factors affecting seed-selection in the hazel dormouse (*Muscardinus avellanarius*). *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*, 80(2): 135-140.
- Davydov, G. S.** (1984). Distribution and ecology of the forest dormouse (*Dryomys nitedula* Pallas, 1779) in Tadzhikistan. *Izviestija akademii nauk Tadzhikistan SSR, Biol.*, 2 (95): 55–60.
- Gigirey, A. y Rey, J. M.** (1999). Autumn diet of the garden dormouse (*Eliomys quercinus*) in the northwest Iberian Peninsula. *Mammalia*, 63 (3): 372–374.
- Gil-Delgado, J. A., Vives-Ferrándiz, C. y Tapiero, A.** (2002). Tendencia decreciente de una población de gorrión común *Passer domesticus* en los naranjales del este de España. *Ardeola*, 49: 195–209.
- Gil-Delgado, J. A., Marco, E., Paredes, M. y Vives-Ferrandiz, C.** (2005). Seasonal clutch size variation of multi-brooded bird species: comparisons between breeding season and latitudes. *Ibis*, 147: 206–212.
- Gil-Delgado, J. A., Cabaret, P., Declercq, S., Gómez, J. y Sánchez, I.** (2006). Winter reproduction of *Eliomys quercinus* (Rodentia) in the orange groves of Sagunto (Valencia, Spain). *Mammalia*, 70(1/2): 76–79.
- Gil-Delgado, J. A., Mira, O., Viñals, A., Gómez, J., Banyuls, N. y Vives-Ferrándiz, C.** (2010). Diet of the garden dormouse (*Eliomys quercinus* Linnaeus 1766) in orange groves: seasonal variation and use of available resources. *Mammalia*, 74: 147–151.

- Golodushko B. Z. y Padutov E. E.** (1961). Materialy po ekologii lesnoj soni Beloviezskoj Pushchy. Pp. 49–70. En: Ges, N.D. (Ed.). *Fauna i ekologija nazemnykh pozvonochnykh Belorussii (Fauna and ecology of terrestrial vertebrates of Belarus)*. Izdatelstvo Ministerstva vysshego, srednego specialnogo i professionalnogo obrazovaniya BSSR, Minsk.
- Herrera, C. M.** (1987). Vertebrate-dispersed plants of the Iberian peninsula: a study of fruit characteristics. *Ecological monographs*, 57(4): 305–331.
- Holišová, V.** (1968). Notes on the food of dormice (Gliridae). *Zoologické Listy*, 17: 109–114.
- Juškaitis, R.** (2007). Feeding by the common dormouse (*Muscardinus avellanarius*): a review. *Acta Zoologica Lituanica*, 17 (2): 151–159.
- Juškaitis, R. y Baltrūnaitė, L.** (2013). Seasonal variability in the diet of the forest dormouse, *Dryomys nitedula*, on the north-western edge of its distributional range. *Folia Zoologica*, 62(4): 311–318.
- Juškaitis, R., Baltrūnaitė, L., y Augutė, V.** (2015). Diet of the fat dormouse (*Glis glis*) on the northern periphery of its distributional range. *Mammal Research*, 60(2), 155–161.
- Kahmann, H. y Lau, G.** (1972). Der Gartenschäfer *Eliomys quercinus ophiusae* (Thomas, 1925) von der Pityuseninsel Formentera (Lebensführung). *Veröffentlichungen der Zoologischen Staatssammlung München*, 16: 29–49.
- Kuipers, L., Scholten, J., Thissen, J. B. M., Bekkers, L., Geertsma, M., Pulles, R., Siepel, H. y van Turnhout, L.** (2012). The diet of the garden dormouse (*Eliomys quercinus*) in the Netherlands in summer and autumn. *Lutra*, 55(1): 17–27.

- Lachiver, F. y Petrovic, V.** (1960). Sur divers aspects de l'activité thyroïdienne chez-deux rongeurs hibernants: le Lérot (*Eliomys quercinus*) et le Spermophile (*Citellus citellus*). *Journal of Physiology (Paris)*, 52: 140–141.
- Lima, S. L., y Valone, T. J.** (1986). Influence of predation risk on diet selection: a simple example in the grey squirrel. *Animal Behaviour*, 34(2): 536–544.
- Loureiro, F., Bissonette, J. A., Macdonald, D. W. y Santos-Reis, M.** (2009). Temporal variation in the availability of Mediterranean food resources: do badgers *Meles meles* track them? *Wildlife Biology*, 15(2): 197–206.
- Lozan, M. N.** (1970). *Rodents of Moldavia*, vol. 1. Redaktsionno-izdatel'skii otdel Akademii nauk Moldavskoi SSR, Kishinev.
- Mattoni, R., Longcore, T., Zonneveld, C. y Novotny, V.** (2001). Analysis of transect counts to monitor population size in endangered insects the case of the El Segundo blue butterfly, *Euphilotes bernardino allyni*. *Journal of Insect Conservation*, 5(3): 197–206.
- Montoya, R., Ambid, L. y Agid, R.** (1979). Torpor induced at any season by suppression of food proteins in a hibernator, the garden dormouse (*Eliomys quercinus* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 62(2): 371–376.
- Moreno, S.** (2002). Lirón careto *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766). *Galemys*, 14: 1-16.
- Nowakowski, W. K. y Godlewska, M.** (2006). The importance of animal food for *Dryomys nitedula* (Pallas) and *Glis glis* (L.) in Białowieża forest (East Poland): analysis of faeces. *Polish Journal of Ecology*, 54(3): 359–367.

- Nowakowski, W. K., Remisiewicz, M. y Kosowska, J.** (2006). Food preferences of *Glis glis* (L.), *Dryomys nitedula* (Pallas) and *Graphiurus murinus* (Smuts) kept in captivity. *Polish Journal of Ecology*, 54 (3): 369–378.
- Palacios, F.** (1975). Estudio ecológico del lirón careto grande (*Eliomys quercinus lusitanicus*) (Reuven, 1890), en la Reserva Biológica de Doñana. *Boletín de la Estación Central de Ecología*, 4: 65–76.
- Ponz, A., Barba, E. y Gil-Delgado, J. A.** (1996). Population changes and breeding ecology of the Cirl Bunting *Emberiza cirlus* in eastern Spain. *Bird Study*, 43: 38–46.
- Richards, C. G. J., White, A. C., Hurrell, E. y Price, F. E. F.** (1984). The food of the common dormouse, *Muscardinus avellanarius*, in south Devon. *Mammal Review*, 14(1): 19–28.
- Robbins, C. T., Fortin, J. K., Rode, K. D., Farley, S. D., Shipley, L. A. y Felicetti, L. A.** (2007). Optimizing protein intake as a foraging strategy to maximize mass gain in an omnivore. *Oikos*, 116(10): 1.675–1.682.
- Rode, K. D. y Robbins, C. T.** (2000). Why bears consume mixed diets during fruit abundance. *Canadian Journal of Zoology*, 78(9): 1.640–1.645.
- Rodríguez, C., y Bustamante, J.** (2008). Patterns of Orthoptera abundance and lesser kestrel conservation in arable landscapes. *Biodiversity and Conservation*, 17(7): 1.753–1.764.
- Rosalino, L. M., Loureiro, F., Macdonald, D. W., y Santon-Reis, M.** (2005). Dietary shifts of the badger (*Meles meles*) in Mediterranean woodlands: an opportunistic forager with seasonal specialisms. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*, 70(1): 12–23.

- Sih, A. y Christensen, B.** (2001). Optimal diet theory: when does it work, and when and why does it fail? *Animal behaviour*, 61(2): 379–390.
- Singer, M. S., y Bernays, E. A.** (2003). Understanding omnivory needs a behavioral perspective. *Ecology*, 84(10): 2.532–2.537.
- Speakman, J. R. y Rowland, A.** (1999). Preparing for inactivity: how insectivorous bats deposit a fat store for hibernation. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58(1): 123–131.
- Speakman, J. R.** (2008). The physiological costs of reproduction in small mammals. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 363(1490): 375–398.
- Stapp, P.** (1997). Habitat selection by an insectivorous rodent: patterns and mechanisms across multiple scales. *Journal of Mammalogy*, 78(4): 1.128–1.143.
- Stenroth, P., Holmqvist, N., Nystrom, P., Berglund, O., Larsson, P. y Graneli, W.** (2008). The influence of productivity and width of littoral zone on the trophic position of a large-bodied omnivore. *Oecologia*, 156(3): 681–690.
- Stephens, D. W. y Krebs, J. R.** (1986). *Foraging theory. Monographs in behaviour and ecology*. Princeton University Press, New Jersey, Pp. 262.
- Storch, G.** (1978). *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766) – Gartenschläfer. Pp. 208–225. En: Niethammer, J. y Krapp, F. (Eds.). *Handbuch der Säugetiere Europas Band 1. Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, Pp. 476.
- Sutherland, W. J.** (2006). *From individual behaviour to population ecology*. Oxford University Press, Oxford, Pp. 224.

**Viñals, A., Bazán, T., Gil-Delgado, J. A. y Gómez, J.** (2012). No evidence for seasonal litter size variation in a Mediterranean garden dormouse (*Eliomys quercinus* Linnaeus 1766) population. *Mammalia*, 76(1): 77–80.

**White, T. C.** (2011). The significance of unripe seeds and animal tissues in the protein nutrition of herbivores. *Biological Reviews*, 86(1): 217–224.

**Woodcock, B. A.** (2005). Pitfall trapping in ecological studies. Pp. 37–57. En: Leather S. (Ed.). *Insect Sampling in Forest Ecosystems*. Blackwell, Oxford, Pp. 320.





# CAPÍTULO 6

## Use of blackbird nests as a resource by garden dormice (*Eliomys quercinus* L. 1766)

*Uso de nidos de mirlo como recurso por el lirón careto*  
(*Eliomys quercinus* L. 1766)

Rosa Tamarit, Adrià Viñals, Jaime Gómez and José Antonio  
Gil-Delgado

*Peckiana 8 (2012): 135–140*

## Abstract

Nest predation is the primary agent of avian nest mortality and exerts a strong selection on avian behaviour and life-history strategies. Rodents are known to be an important cause of brood losses of passerine birds. Furthermore, the bird nest structure can become an important resource for many rodent species like garden dormice (*Eliomys quercinus*). Since 1996, the garden dormice population in an orange grove of E Spain has increased. Here, dormice prey on blackbird (*Turdus merula*) eggs and chicks, and eventually occupy their nests to use them as food stores or reproductive nests. This work examined the effect of dormice predation on blackbird reproductive success and the posterior use of available blackbird nests. We monitored all the blackbird nests built during the spring breeding season in 2008. We used the Mayfield Nest Success Estimator to assess the dormice daily nest use rate and daily predation rate. Our results suggest that blackbirds respond to the dormice predation rate as they build a higher number of nests. The dormice occupancy month rate depends on nest availability. Dormice prefer to occupy nests that have not used for breeding purposes.

**Keywords:** Nest search; Seasonal variation; Occupancy rate; Predation rate; Gliridae; Rodentia.

## Resumen

La depredación de nidos es una de las principales causas de pérdida de nidos de aves, ejerciendo una importante selección tanto en su comportamiento como en sus estrategias vitales. Los roedores son considerados una importante causa de pérdida de puestas en numerosos passeriformes. Además, la estructura del nido puede convertirse en un importante recurso para muchas especies de roedores como el lirón careto (*Eliomys quercinus*). Desde 1996, la población de lirón careto se ha incrementado en un naranjal del Este de España. En este hábitat, los lirones depredan sobre los huevos y los polos de mirlo común (*Turdus merula*), y ocasionalmente ocupan sus nidos para usarlos como despensas o con fines reproductivos. Este trabajo examinó el efecto del lirón careto en el éxito reproductivo del mirlo común y el posterior uso de los nidos de mirlo disponibles. Llevamos a cabo un seguimiento de todos los nidos de mirlo construidos durante la estación reproductiva primaveral de 2008. Utilizamos como estima de éxito reproductor de nido el test de Mayfield para evaluar la tasa diaria de uso de los nidos por parte del lirón al igual que su tasa de depredación. Nuestros resultados sugieren que los mirlos responden a la tasa de depredación ejercida por los lirones aumentando el número de nidos construidos por pareja. La tasa mensual de ocupación de nidos por parte del lirón dependió de la disponibilidad de nidos. Los lirones prefirieron ocupar nidos no ocupados para reproducirse.

**Palabras clave:** Búsqueda de nido; Variación estacional; Tasa de ocupación; Tasa de depredación; Gliridae; Rodentia.

## Introduction

Nest predation is the primary agent of avian nest mortality and exerts a strong selection on avian behaviour and life-history strategies. Rodents are known to be an important cause of brood losses of passerine birds. Furthermore, the bird nest structure can become an important resource for many rodent species like garden dormice (*Eliomys quercinus*). Dormice can interact with different bird species because they prey on eggs and nestlings (Koppmann-Rumpf *et al.*, 2003; Juškaitis, 2006; Adamík y Král, 2008), and compete for similar resources (Sarà *et al.*, 2005; Juškaitis, 2006). Throughout their distributional range, garden dormice have been identified as a bird predator (Palacios, 1975; Airapetyants, 1983; Gatter y Shütt, 1999; Henze y Gepp, 2004; Gil-Delgado *et al.*, 2009), but their impact on bird species can be greater because garden dormice also use abandoned or recently built nests in which they breed (Palacios, 1974, 1975) or store food (Hernández, 1994). We examined the effect of dormice predation on blackbird reproductive success and the use of available blackbird nests.

## Study area and methods

This study was conducted in an orange plantation of 8 ha located in Sagunto (Valencia, East Spain; 398429 N, 08159 W, 30 m a.s.l.). This study area is included in a plot of 16.92 ha described elsewhere (Gil-Delgado *et al.*, 2002, 2010) whose breeding bird community has been monitored since 1975. Sampling was conducted using the Nest Searching Method (Val Nolan, 1963; Sutherland, 1996).

Nests were searched for from early March to August, and trees were inspected every 10–12 days (Gil-Delgado y Escarré, 1977; Gil-Delgado y Lacort, 1996; Gil-Delgado *et al.*, 2005). When nests were found, they were classified into six different categories:

- i) successful nests: fledged blackbird nestlings
- ii) nests preyed on by dormice: predation signs such as egg shell pieces or dead chicks appearing in nests
- iii) nests preyed on by other predators: signs belonging to other predators appearing in nests, but also indeterminate predators
- iv) abandoned nests visited by dormice: despite the absence of predation evidence, recognizable dormouse faeces were found or nests were modified by dormice
- v) unused nests: nests that were never used by blackbirds or other animals
- vi) abandoned nests visited by other predators: nests were never preyed on, but recognisable faeces of different or indeterminate predators were found or nests were modified by other predators.

Common predators in the study area were identified by either direct observation or the presence of remains and faeces (Gil-Delgado y Escarré, 1977; Gil-Delgado *et al.*, 2009). Nests were not removed after the first observation, irrespective of the category they belonged to. Used nests without eggs or nestlings were checked every 7 days for a period of 30 days. Non used nests were eliminated 30 days after the first observation. Occupied nests were checked every 3 days for 30 days.

### ***Daily nest use and daily predation rates***

Mayfield's Nest Success Estimator (Mayfield, 1975) was performed to calculate the daily use rate of blackbird nests by garden dormice (NUDR), as well as the daily blackbird predation rate (NPDR). In order to describe the seasonal trends we adjusted the least-squares quadratic equations to the data on available blackbird nests and nests used by dormice. The relationship between nests used by dormice and available unused nest were determined with Pearson's correlation test. We also analysed nest type preference using the chi-square test. Statistical analyses were done with the SPSS /PC + statistical package, v. 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL , USA ).

## **Results**

We found a total of 232 blackbird nests belonging to 32 pairs (7.25 nests per pair). However, 42 (22.1 %) of these nests had already been occupied by dormice and other animals, so they were excluded from the analysis.

### ***Different nest use***

The remaining nests (n = 190) were used by blackbirds, dormice and other species. In 7 nests (3.7 %), blackbird nestlings fledged successfully. Tabla 6.1 summarises the different forms of nest use.

### ***Seasonal occupancy variation***

The number of available blackbird nests increased from March to May, after which nest availability decreased ( $Y_{\text{available nest}} = -18.4 X_{\text{month}}^2 + 114 X_{\text{month}} - 61.4$ ,

$R^2 = 0.96$ ,  $p = 0.044$ ) (Fig. 6.1). The same pattern was noted in nest occupation by dormice, although quadratic equation was not significant ( $Y_{\text{occupied nest}} = -10.64 X_{\text{month}}^2 + 63.56 X_{\text{month}} - 42.2$ ,  $R^2 = 0.95$ ,  $p = 0.056$ ). Further, the used nests by dormice and the unused nests that remained available were correlated significantly ( $r = 0.91$ ,  $p < 0.032$ ).

### ***Differences in nest use by garden dormice and other predators***

Blackbirds used 121 nests for breeding whilst 69 nests were unused. Dormice visited 79 out of these 121 used nests and 30 out of 69 unused nests. So, used nests were significantly more visited than unused nests. ( $\chi^2_1 = 8.55$ ;  $p < 0.01$ ). Furthermore, our results showed that unused nests ( $n = 69$ ) were not visited significantly more often by dormice ( $n = 30$ ) than other predators ( $n = 9$ ) ( $\chi^2_1 = 0.111$ ;  $p < 0.01$ ;  $n = 81$ ). Finally, we observed that both used ( $n = 15$ ) and unused ( $n = 17$ ) blackbird nests showed signs of secondary use by dormice. Dormice preferred to occupy unused nests in respect to nests used by blackbirds and preyed previously by dormice ( $\chi^2_1 = 14.88$ ;  $p < 0.001$ ).

### ***Daily nest use rate and daily predation rate***

Garden dormice were responsible for 63 % of the visits to blackbird nests. Another important visitor was the black rat (*Rattus rattus*). The daily nest use rates were 0.032 and 0.009 nests visited per day by dormice and by black rats, respectively. A total of 121 out of 190 nests were predated by dormice (63.7 %). The daily predation rate of nests by dormice was 0.1591 nests per day. Thus, more than 99 % of nests failed.



	BSN	GD	B + GD	B + O	MS	NU	TOTAL
No.	7	30	79	35	9	30	190
%	3.68	15.79	41.58	18.42	4.74	15.79	100

**Tabla 6.1.** Number and percentage of blackbird nests and their various uses by different species. BSN: blackbird successful nests; GD: nests used by garden dormice; B + GD: nests used by blackbirds and garden dormice; B + O: nests used by blackbirds and other species. MS: nests used by more than two species; NU: nests not used.

## Discussion

In the orange groves of Eastern Spain, more than half of blackbird nests were preyed upon or occupied by dormice. This means that dormice have no difficulties in finding blackbird nests in spite of the concealment that orange trees offer to blackbirds. This result agrees with other studies which suggested that some carnivorous dormice, such as garden dormice, forest dormice (*Dryomys nitedula*) or edible dormice (*Glis glis*), can prey on birds because they systematically inspect nest boxes (Gatter y Shütt, 1999) and tree cavities when looking for food (Adamík y Král, 2008). Nests are considered a resource for dormice (Adamík y Král, 2008). Hence, variation in the number of nests occupied by dormice according to changes in nest availability is expected.

However, although dormice occupied blackbird nests in parallel with the increasing number of nests available from March to April, the lower number of nests available from May to July did not correspond to a larger proportion of nests occupied by dormice. This pattern can be explained by the drop in nest-searching activity, which could occur when most dormice have already occupied nests. Our data on seasonal nest use indicate that nest sites such as tree cavities, nest-boxes and bird nests, are an important resource for dormice. They could take advantage of already-built nests to save energy by using existing nests as the basis for their own. This nest interference has led blackbirds to abandon nest used by dormice or other predators and to start building another new nest. This anti-predatory response has been reported for different bird species that avoid the nest-boxes used by dormice (Juškaitis, 1995, 2006). Before the first evidence of colonisation of orange groves by dormice in 1999, blackbirds built approximately 2–3 nests per breeding pair (Gil-Delgado y Lacort, 1996).

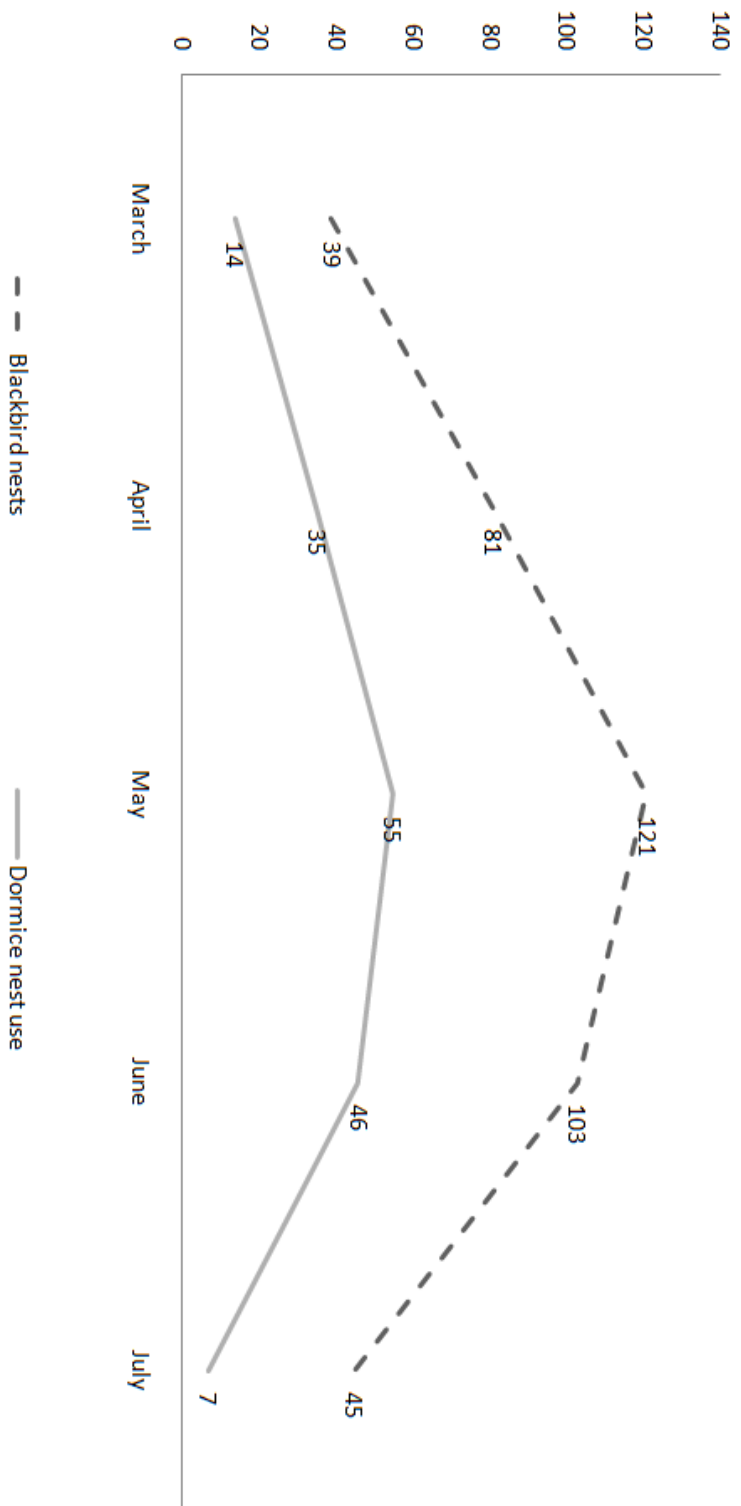


Figura 6.1. Number of nests built by blackbirds and number of nests occupied by dormice during the blackbird breeding season

In 2008, each blackbird pair built an average of 7 nests, which is likely to have been a response to predatory pressure. We also found that dormice used robbed blackbird nests for different purposes, depending on the previous use by blackbirds. Dormice prefer blackbird nests that have not been used to those previously employed for breeding purposes. We suggest different reasons for this behaviour. Dormice and other predators may be attracted by the presence of egg or corpse remains, so dormice may prefer empty nests to prevent other competitors or predators from visiting. Moreover, used nests may still contain a significant amount of parasites, which could infect young dormice.

Some factors may prove important to determine the level of the dormice-birds interaction in different ecosystems (Juškaitis, 2006; Koppmann-Rumpf, *et al.*, 2003; Adamík y Král, 2008). These main factors are dormice abundance, activity time or bird species diversity. In our case, we conclude that the strong interaction between garden dormice and blackbirds is caused by two basic factors; firstly, the dormice population has increased considerably since the first colonisation steps in orange groves. On the other hand, dormice are active all year round given the complete absence of hibernation in orange groves in East Spain (Gil-Delgado *et al.*, 2006) so the blackbird breeding season fully overlaps with the active period of this rodent.

### Referencias bibliográficas

- Adamík, P. y Král, M.** (2008). Nest losses of cavity nesting birds caused by dormice (Gliridae, Rodentia). *Acta Theriologica*, 53(2): 185–192.
- Airapetyants, A. E.** (1983). *The dormice*. Izdatel'stvo Leningradskogo universiteta, Leningrad.

- Gatter, W. y Schütt, R.** (1999). Langzeitentwicklung der Höhlenkonkurrenz zwischen Vögel (Aves) und Säugetieren (Bilche Gliridae; Mäuse Muridae) in den Wäldern Baden-Württembergs. *Ornithologischer Anzeiger*, 38: 107–130.
- Gil-Delgado, J. A. y Escarré, A.** (1977). La avifauna del naranjal valenciano I. Datos preliminares sobre mirlo (*Turdus merula*). *Mediterranea, Serie Biológica*, 2: 89–109.
- Gil-Delgado, J. A. y Lacort, M. P.** (1995). La estación de nidificación del Mirlo *Turdus merula* en los naranjales: tiempo de nidificación y número de nidadas. *Ardeola*, 43(1): 41–48.
- Gil-Delgado, J. A., Vives-Ferrándiz, C. y Tapiero, A.** (2002). Tendencia decreciente de una población de gorrión común *Passer domesticus* en los naranjales del este de España. *Ardeola*, 49(2): 195–209.
- Gil-Delgado, J. A., Marco, E., Paredes, M. y Vives-Ferrandiz, C.** (2005). Seasonal clutch size variation of multi-brooded bird species: comparisons between breeding season and latitudes. *Ibis*, 147(1): 206–212.
- Gil-Delgado, J. A., Cabaret, P., Declercq, S., Gómez, J. y Sánchez, I.** (2006). Winter reproduction of *Eliomys quercinus* (Rodentia) in the orange groves of Sagunto (Valencia, Spain). *Mammalia*, 70(1/2): 76–79.
- Gil-Delgado, J.A., Gómez, J., Tamarit, R., Viñals, A. y Vives-Ferrándiz, C.** (2009). Depredación de nidos, aves adultas y mamíferos por el lirón careto (*Eliomys quercinus*). *Galemys*, 21: 3–12.
- Gil-Delgado, J. A., Mira, O., Viñals, A., Gómez, J., Banyuls, N. y Vives-Ferrándiz, C.** (2010). Diet of the garden dormouse (*Eliomys quercinus* Linnaeus 1766) in orange groves: seasonal variation and use of available resources. *Mammalia*, 74(2): 147–151.

- Henze, O. y Gepp, J.** (2004). *Vogelnistkästen in Garten & Wald*. Leopold Stocker Verlag, Graz-Stuttgart. Pp. 243.
- Hernández, A.** (1994). Micromamíferos utilizando nidos abandonados de aves como almacenes de alimento y lugares-comedor. *Doñana Acta Vertebrata*, 21(2): 186–193.
- Juškaitis, R.** (1995). Relations between common dormice (*Muscardinus avellanarius*) and other occupants of bird nest-boxes in Lithuania. *Folia Zoologica*, 44(4): 289–296.
- Juškaitis, R.** (2006). Interactions between dormice (Gliridae) and hole-nesting birds in nestboxes. *Folia Zoologica*, 55(3): 225–236.
- Koppmann-Rumpf, B., Heberer, C. y Schmidt, K. H.** (2003). Long term study of the reaction of the edible dormouse *Glis glis* (Rodentia: Gliridae) to climatic changes and its interactions with hole-nesting passerines. *Acta Zoologica Hungarica*, 49(Suppl. 1): 69–76
- Mayfield, H. F.** (1975). Suggestion for calculating nest success. *Wilson Bulletin*, 87(4): 456–466.
- Palacios, F.** (1974). Contribución al estudio de la biología y ecología del lirón careto, *Eliomys quercinus* Linnaeus, 1766, en Iberia central. Parte I: Crecimiento, reproducción y nidificación. *Doñana, Acta Vertebrata*, 1: 171–231.
- Palacios, F.** (1975). Estudio ecológico del lirón careto grande (*Eliomys quercinus lusitanicus*) (Reuvens, 1890), en la Reserva Biológica de Doñana. *Boletín de la Estación Central de Ecología*, 4: 65–76.
- Sarà, M., Milazzo, A., Falletta, W. y Bellia, E.** (2005). Exploitation competition between hole-nesters (*Muscardinus avellanarius*, Mammalia and *Parus*

*caeruleus*, Aves) in Mediterranean woodlands. *Journal of Zoology*, 265(4): 347–357.

**Sutherland, W. J.** (1996). *From individual behaviour to population ecology*. Oxford University Press, Oxford, Pp. 224.

**Val Nolan, J. R.** (1963). Reproductive success of birds in deciduous scrub habitat. *Ecology*, 44(2): 305–313.





# CAPÍTULO 7

**No evidence for seasonal litter size  
variation in a Mediterranean garden  
dormouse (*Eliomys quercinus*  
Linnaeus 1766) population**

*Ausencia de variación estacional en el tamaño de camada  
en una población Mediterránea de lirón careto (*Eliomys  
quercinus* Linnaeus 1766)*

Adrià Viñals, Tania Bazán, José Antonio Gil-Delgado y  
Jaime Gómez

*Mammalia* 76 (2012): 77–80

## Resumen

El periodo de reproducción del lirón careto (*Eliomys quercinus*) en la región Mediterránea es más extenso que en otras áreas de mayor latitud de su área de distribución. En este estudio se describe el patrón anual de nacimientos al igual que la variación en el tamaño de camada para una población mediterránea de lirón careto en una plantación de cítricos en el Este de España que se reproduce durante todo el año. Los datos se obtuvieron principalmente mediante la inspección de cajas anidaderas, nidos de mirlo común y nidos construidos por los lirones. Dos picos máximos fueron encontrados durante el periodo de reproducción correspondiente a la segunda quincena de Enero y Marzo. El número de nacimientos fue menor en la segunda mitad del año. El número de crías por camada osciló entre tres y diez mientras que su valor medio (5.4) fue mayor que en el centro de Europa. No se detectó una tendencia significativa en la variación estacional del tamaño de camada.

**Palabras clave:** fecha de nacimiento; época reproductiva; tamaño camada; caja-nido; naranjal.

## Abstract

The garden dormouse (*Eliomys quercinus*) breeding season in Mediterranean regions is longer than in northerly parts of its distribution range. In this study, the yearly pattern of births and the variation of litter sizes in different seasons are described for a garden dormouse population of a Mediterranean orange plantation in Eastern Spain whose reproduction lasts all year. Data were obtained mainly by inspecting nest boxes, blackbird nests and the nests dormice built themselves. Two maxima were found in the breeding season, which coincided with the second fortnight of both January and March. The number of births was lower in the second half of the year. The number of cubs per litter ranged from three to ten and the mean (5.4) was larger than in Central Europe. No significant trend for seasonal variation in litter size was found.

**Keywords:** birthdate; breeding season; litter size; nest-boxes; orange groves.

## Introduction

The garden dormouse *Eliomys quercinus* (Linnaeus 1766) is a European endemic species with a wide geographical distribution ranging from Southern Finland to Southern Spain and from the Atlantic Ocean to the Ural Mountains (Storch 1978; Kaikusalo, 1993; Rossolimo *et al.*, 2001). In Eastern areas of the garden dormouse distribution range, populations have decreased significantly in recent years and this species' former range might have been reduced by as much as 50 % in the last 30 years. This species is listed as near threatened by the International Union for Conservation of Nature (IUCN) because its populations show significant ongoing decline, the cause of which is not well understood (Bertolino *et al.*, 2008). In its wide distributional range, the species occupies different habitats from coniferous and mixed forests to hilly and cultivated lands (Storch, 1978). The garden dormouse can be found from sea level in Mediterranean regions to 2000 m a.s.l. (above sea level) in the Alps (Amori *et al.*, 1994; Sarà y Casamento, 1994; Tvrtković *et al.*, 1994). Many differences in these ecogeographical conditions have been observed during hibernation and in survival rates and reproductive patterns, which suggest their dependency on climate (Palacios, 1974; Moreno, 1988; Sarà y Casamento, 1994; Bertolino *et al.*, 2001; Gil -Delgado *et al.* 2006). The garden dormouse breeding season is of variable duration and is inversely related to hibernation duration (Moreno, 2005). In geographic areas with cold winters, dormice hibernate from autumn to spring (Bertolino *et al.*, 2001), whereas hibernation duration shortens in Southern parts of its distribution area owing to mild winter temperatures (Moreno, 2002). In Northern and Central Europe, the breeding season takes place in spring (Vaterlaus-Schlegel, 1997; Bertolino *et al.* 2001), whereas births might occur in both spring and autumn in Mediterranean regions (Palacios, 1974; Moreno, 1988, 2002; Sarà y Casamento, 1994). Moreover, in Eastern Spain near

the Mediterranean coast cubs are born throughout the year (Gil-Delgado *et al.*, 2006). This work describes garden dormouse seasonal reproductive patterns in an orange plantation in Eastern Spain. Considering that the breeding season continues throughout the year (Gil-Delgado *et al.*, 2006) and that litter size lowers in autumn in Mediterranean regions (Palacios, 1974), we expected a seasonal pattern in litter size with lower values in autumn.

## Methods

From January 2003 to December 2009, 50–60 nest boxes (dimensions: 14 × 14 × 20 cm; 30 mm entrance hole diameter) per year were monitored. In the study area, dormice also bred in nests built by themselves and blackbirds (*Turdus merula* Linnaeus 1758). Nest boxes were checked every 15–20 days throughout the year. During the bird breeding season, trees were inspected every 10–12 days for the presence of natural nests, which when found were monitored every three days (Gil -Delgado y Lacort, 1996; Gil -Delgado *et al.*, 2005). Cubs were taken from nests with gloves and forceps and were then placed into a plastic bottle and weighed with an electronic balance (accuracy, 0.01 g). However, cubs without hair were weighed without the help of forceps and plastic bottles. Dormice were never anesthetized. Our handling protocols followed the guidelines approved by the American Society of Mammalogists (Gannon *et al.*, 2007). Because none of the litters with blind cubs or with cubs weighing < 10 g had fewer than three specimens, isolated cubs or groups of two cubs were assumed to be the result of brood reduction events occurring during maternal care or that part of the brood remained in another place when observations were made. Hence, these cases (n = 5) were used to calculate birthdates but not mean litter size. Birthdates were determined from cubs' weights (Palacios, 1974).

All litter birthdates were distributed into one of the 24 periods resulting from dividing each month into two halves. Seasonal litter size distribution was analyzed by a general linear model (GLM) by taking litter size as the response variable and both fortnight and year as explanatory factors. Statistical analyses were carried out using the SPSS/PC + statistical package, v. 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

## Results

### *Main reproductive seasons*

Garden dormice were born throughout the year in the orange groves of Sagunto. The breeding season presented two maxima in the second half of January and in the second half of March. The minimum number of births took place in August, October and November (Figura 7.1).

### *Litter size and seasonal variation*

The number of cubs per litter varied between 3 and 10, with a mean of 5.4 (SD = 1.5, n = 117) and approximately half (45.3 %) the litters contained 5 and 6 cubs (Figura 7.2). Figura 7.3 shows seasonal variation in litter size. The GLM analysis revealed no significant effects of period ( $F_{20} = 0.826$ ,  $p = 0.673$ ) and year-period interaction ( $F_{39} = 1.12$ ,  $p = 0.343$ ) but a significant effect of year was noted ( $F_6 = 2.597$ ,  $p = 0.028$ ). According to Tabla 7.1., mean litter size varied between years by 4.8–6.7 cubs. A *posteriori* Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) test showed significant differences between the mean litter size in 2006 and those recorded in 2004, 2005 and 2009 ( $p < 0.05$ ).

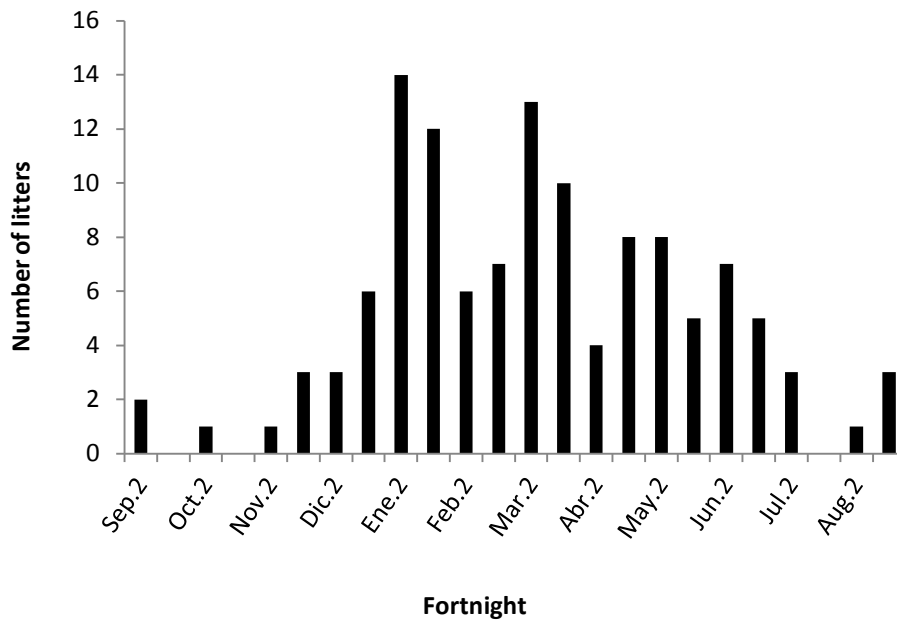


Figura 7.1. Number of births of garden dormice every two weeks (n = 122).

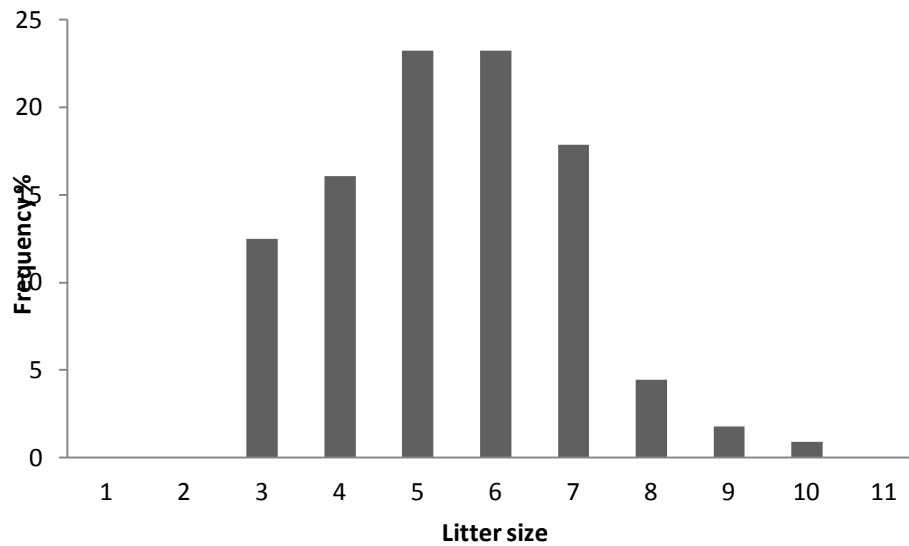


Figura 7.2. Frequency of garden dormice litter sizes (n = 117).

## Discussion

In Sagunto dormice cubs were born throughout the study period, although two peaks were observed in the second half of January and in the second half of March. The lowest number of births was registered from the end of summer and in autumn. In the Alps and Northwestern Spain, cubs were born mainly in spring and summer (Abad, 1987; Bertolino *et al.*, 2001). In Central Spain, births occurred mainly in spring with a few in autumn (Palacios, 1974). However, the breeding season prolonged in the South from spring up to two months before hibernation began (Moreno, 2002). An extended breeding period was linked to an increased activity period. Hence, differences in activity and hibernation patterns have been reported under different environmental conditions, thus confirming dependency of garden dormice hibernation duration and climate, particularly on temperature (Palacios, 1974; Moreno, 1988; Sarà y Casamento, 1994; Bertolino *et al.*, 2001). In Sicily, the garden dormouse was reported to hibernate longer at high altitude, whereas hibernation became shorter and even disappeared in warm climates (Sarà y Casamento, 1994). Thus, the reproduction noted in Sagunto throughout the year could be the result of the predominantly warm climate conditions in the study area, where minimum temperatures rarely drop below 5 ° C (Gil-Delgado *et al.*, 2002).

In Sagunto, garden dormice feed on oranges and arthropods, where orange fruits are the main food resource from December to April (Gil - Delgado *et al.*, 2010). The unlimited availability of this resource during this period might lead to a larger number of births. When resources are scarce, the number of births might decrease if only females in good condition could approach a second reproduction attempt. The drop in the fertility rate recorded in accordance with increased temperature could also explain the drop in the



birth rate (Kgwatalala *et al.*, 2004). In fact, Palacios (1974) reported reduced testicle weight and a decline in the physiological conditions of dormice in summer.

**Tabla 7.1.** Mean litter size per year in garden dormice.

Year	Mean	SD	n
2003	5.3	1.3	7
2004	4.7	1.2	17
2005	5.2	1.6	44
2006	6.7	1.0	15
2007	6.1	1.6	9
2008	5.5	1.3	6
2009	5.0	1.6	19

---

Reproduction of the young of the year could be another possibility, as suggested by Vaterlaus-Schlegel (1998) and Moreno (2002). Furthermore, another explanation for the drop in monthly births could be a first non-synchronous winter reproduction involving most females and a second litter involving only part of them. The mean litter size in the orange groves of Eastern Spain (5.4) was similar to the values reported for Central (5.3) and Southern (5.5) Spain (Palacios, 1974; Moreno, 2002) but was higher than those values registered for Central Europe (4.2, Kahmann y Staudenmayer 1970).

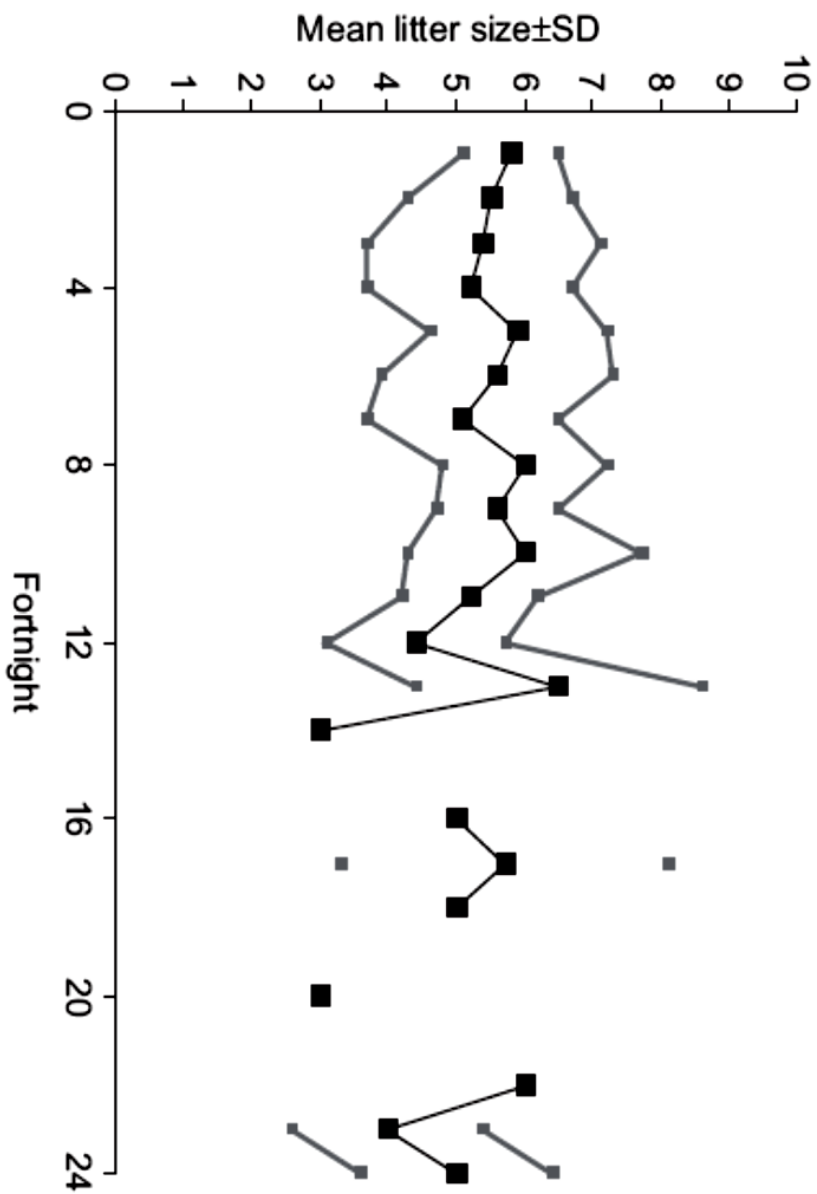


Figura 7.3. Seasonal variation of mean litter size in the garden dormouse (black line) and standard deviation (SD, gray lines). Dots without SD were composed of a single datum.

These values suggest a latitudinal gradient of increased litter size with a drop in latitude (Gosálbez, 1976; Moreno, 2002), which is contrary to common patterns of birds and mammals in which clutch and litter size are enhanced with increasing latitude (Lack, 1954; Bywater *et al.*, 2010). When reproduction was long enough, some data pointed out smaller litter size in autumn (Palacios, 1974). Our results disagree with this pattern because the mean litter size in Sagunto did not change throughout the year. However, it must be considered that measurable changes in litter sizes could only appear under extreme conditions (Boutin, 1990). To test this hypothesis, further study is necessary.

### Referencias bibliográficas

- Abad, P. L.** (1987). Biología y ecología del lirón careto (*Eliomys quercinus*) en León. *Ecología*, 1: 153–159.
- Amori, G., Cantini, M. y Rota, V.** (1994). Distribution and conservation of Italian dormice. Pp. 331–336. En: Filippucci, M. G. (Ed.). *Proceedings of II Conference on Dormice (Rodentia, Myoxidae)*. Fuscaldò, Italy. *Hystrix Italian Journal of Mammalogy*, 6 (1-2), Pp. 340.
- Bertolino, S., Viano, C. y Currado, I.** (2001). Population dynamics, breeding patterns and spatial use of the garden dormouse (*Eliomys quercinus*) in an alpine habitat. *Journal of Zoology*, 253(4): 513–521.
- Bertolino, S., Amori, G., Henttonen, H., Zagorodnyuk, I., Zima, J., Juškaitis, R., Meinig, H. y Kryštufek, B.** (2008). *Eliomys quercinus*. En: *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2009.1.

- Boutin, S.** (1990). Food supplementation experiments with terrestrial vertebrates: patterns, problems and the future. *Canadian Journal of Zoology*, 68(2): 203–220.
- Bywater, K. A., Apollonio, M., Cappai, N. y Stephens, P. A.** (2010). Litter size and latitude in a large mammal: the wild boar *Sus scrofa*. *Mammalian Review*, 40(3): 212–220.
- Gannon, W. L., Sikes, R. S. y the Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists.** (2007). Guidelines of the American Society of Mammalogists for the Use of Wild Mammals in Research. *Journal of Mammalogy*, 88(3): 809–823
- Gil-Delgado, J. A. y Lacort, M. P.** (1995). La estación de nidificación del Mirlo *Turdus merula* en los naranjales: tiempo de nidificación y número de nidadas. *Ardeola*, 43(1): 41–48.
- Gil-Delgado, J. A., Vives-Ferrándiz, C. y Tapiero, A.** (2002). Tendencia decreciente de una población de gorrión común *Passer domesticus* en los naranjales del este de España. *Ardeola*, 49(2): 195–209.
- Gil-Delgado, J. A., Marco, E., Paredes, M. y Vives-Ferrandiz, C.** (2005). Seasonal clutch size variation of multi-brooded bird species: comparisons between breeding season and latitudes. *Ibis*, 147(1): 206–212.
- Gil-Delgado, J. A., Cabaret, P., Declercq, S., Gómez, J. y Sánchez, I.** (2006). Winter reproduction of *Eliomys quercinus* (Rodentia) in the orange groves of Sagunto (Valencia, Spain). *Mammalia*, 70(1/2): 76–79.
- Gil-Delgado, J. A., Mira, O., Viñals, A., Gómez, J., Banyuls, N. y Vives-Ferrándiz, C.** (2010). Diet of the garden dormouse (*Eliomys quercinus* Linnaeus 1766) in orange groves: seasonal variation and use of available resources. *Mammalia*, 74(2): 147–151.

- Gosálbez, J.** (1976). Contribución al conocimiento de los roedores del nordeste de la Península Ibérica y su interés biológico. *Tesis doctoral*, Universidad de Barcelona.
- Kahmann, H. y Staudenmayer, T.** (1970). Über das Fortpflanzungsgeschehen bei dem Gartenschläfers *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766). *Säugetierk. Mitteilungen*, 18: 97–114.
- Kaikusalo, A.** (1993). *Nisakasatlas* [Finish Mammal Atlas]. *Nisakasposti* 33. Pp. 71.
- Kgwatalala, P. M., De Roin, J. L. y Nielsen, M. K.** (2004). Performance of mouse lines divergently selected for heat loss when exposed to different environmental temperatures. I. Reproductive performance, pup survival, and metabolic hormones. *Journal of Animal Science*, 82(10): 2876–2883.
- Lack, D.** (1954). The natural regulation of animal numbers. 1<sup>st</sup> ed. Oxford/Claredon, Oxford, Pp. 343.
- Moreno, S.** (1988). Reproduction of Garden Dormouse (*Eliomys quercinus lusitanicus*) in southwest Spain. *Mammalia*, 52(3): 401–407.
- Moreno, S.** (2002). *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766). Lirón careto. Pp. 432–435. En: Palomo, L.J. y Gisbert, J. (Eds.). *Atlas de los mamíferos terrestres de España*. Dirección general de la conservación de la naturaleza – SECEM-SECEMU, Madrid, Pp. 564.
- Moreno, S.** (2005). Lirón careto – *Eliomys quercinus*. En: Carrascal, L. M. y Salvador, A. (Eds.). *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

- Ninyerola, M., Pons, X. y Roure, J. M.** (2005). *Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica*. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, Pp. 44.
- Palacios, F.** (1974). Contribución al estudio de la biología y ecología del lirón careto, *Eliomys quercinus* Linnaeus, 1766, en Iberia central. Parte I: Crecimiento, reproducción y nidificación. *Doñana, Acta Vertebrata*, 1: 171–231.
- Rossolimo, O. L., Potapova, E. G., Pavlinov, I. V, Kruskop, S. V. y Voltzit, O. V.** (2001). *Dormice (Myoxidae) of the World*. Moscow University Publisher, Moscow, vol. 42. Pp. 231.
- Sarà, M. y Casamento, G.** (1994). Distribution and ecology of dormice (*Myoxidae*) in Sicily: a preliminary account. *Hystrix Italian Journal of Mammalogy*, 6 (1-2): 161–168.
- Storch, G.** (1978). *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766) – Gartenschläfer. Pp. 208–225. En: Niethammer, J. y Krapp, F. (Eds.). *Handbuch der Säugetiere Europas Band 1. Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, Pp. 476.
- Tvrčković, N., Dulić, B. y Grubešić, M.** (1994). Distribution and habitats of dormice in Croatia. *Hystrix*, 6(1/2): 199–207.
- Vaterlaus-Schlegel, C.** (1997). The garden dormouse (*Eliomys quercinus* L.) in the Petite Camargue Alsacienne (nature reserve, Alsace, France). An ecological study by trapping and radio tracking. *Natura Croatica*, 6: 233–241.
- Vaterlaus-Schlegel, C.** (1998). Der Gartenschläfer (*Eliomys quercinus* L.). Ökologie, Populationsstruktur und die Verbreitung in der Schweiz. Ph.D. Thesis, University of Basel, Suiza.

**Zaragoza, S.** (1988). *Pasado y presente de la citricultura Española*. Conselleria de Agricultura y Pesca, Editorial Generalitat Valenciana, Valencia, Pp. 62.





# CAPÍTULO 8

## **Communal nesting in the garden dormouse (*Eliomys quercinus*)**

*Nidificación comunal el lirón careto (Eliomys  
quercinus)*

**Adrià Viñals, Sandro Bertolino y José Antonio Gil-Delgado**

## Abstract

Communal nesting has been described in many rodents including some dormouse species. In this study, we report the existence of this reproductive strategy in the garden dormouse *Eliomys quercinus*. Data was recorded by checking natural nests and nest-boxes from 2003 to 2013 in SE Spain. Pups and adults dormice found in nests were captured and marked. Overall, 198 nests were found: 161 (81.31%) were singular nests and 37 (18.69%) were communal nests. Communal nests were composed by different combinations of one up to three females together with one up to three different size litters. The number of communal nests varied from year to year in accordance with the number of singular nests and no seasonal differences were observed. In at least one case, an adult female and her adult daughter were found sharing the same nest-box. The hypotheses that communal nesting was encouraged by a lack of favourable nesting sites or for thermoregulation were rejected. Litters protection from predators or conspecifics seems the most likely hypothesis to explain communal nesting in our garden dormouse population.

**Keywords:** Breeding; Dormice; Nest-box; Orange grove; Reproduction; Spain

## Resumen

La nidificación comunal ha sido descrita en muchos roedores entre los que se incluyen algunas especies de lirones. En este estudio, revelamos la existencia de esta estrategia reproductiva en el Lirón careto *Eliomys quercinus*. Los datos fueron obtenidos mediante el chequeo tanto de nidos naturales como de cajas-nido entre los años 2003 y 2013. Cuando un nido era encontrado, tanto los cachorros de lirón como los adultos fueron capturados y posteriormente marcados. Se observó un total de 198 nidos; 161 (81.31%) fueron nidos individuales y 37 (18.69%) fueron comunales. Los nidos comunales estuvieron compuestos por diferentes combinaciones de entre una y tres hembras junto a entre uno y tres camadas de distinto tamaño. El número de nidos comunales varió anualmente en relación con el número de nidos individuales y no se observaron diferencias estacionales. En al menos una ocasión se halló una hembra adulta y su hija también adulta compartiendo la misma caja-nido. Las hipótesis de que la nidificación comunal fuese promovida por la carencia de suficientes lugares de nidificación favorables o por motivos de termorregulación fueron rechazadas. La protección de las camadas frente a depredadores y otros congéneres parece la hipótesis más plausible que puede explicar la nidificación comunal en nuestra población de lirón careto.

**Palabras clave:** Cría; Lirón; Caja-nido; Naranjal; Reproducción; España

## Introduction

For many rodent (order Rodentia) species, communal nesting represents an opportunity to cooperate, live, breed and raise litters communally in order to share the parental effort with others members of the group (Gittleman, 1985; Jennions y Macdonald, 1994; Solomon y Getz, 1997). However, although this reproductive strategy has been extensively described for different families inhabiting a wide range of ecosystems (see Hayes, 2000), it remains unclear which could be the adaptive advantage for individuals to associate in the same nest (Ebensperger *et al.*, 2007; Manning *et al.*, 1995). Several studies have argued that these reproductive associations can provide the nesting group with some immediate fitness advantages such as cooperative foraging, allogrooming, defence against predators and other conspecifics or enhancing thermoregulation; other indirect benefits related to philopatric relationships have also been proposed as well (Ebensperger, 2001; Gilchrist, 2007; Gittleman, 1985). On the other hand, important costs have also been attributed to this nest aggregation, including resource competition, increased vulnerability to predation and increased parasite load and risk of infanticide (Hayes, 2000; König, 1997). Consequently, unravelling the ecological factors driving, and the consequences of, communal nesting in different species and under various ecological conditions is necessary in order to improve our knowledge of the benefits and costs linked to this reproductive strategy (Franco *et al.*, 2011). Among dormice (Family Gliridae) communal nesting has been previously described in the fat dormouse *Glis glis* (Pilastro, 1992), the common dormouse *Muscardinus avellanarius* (Bright *et al.*, 2006; Morris, 2004), and the woodland dormouse *Graphiurus murinus* (Madikiza *et al.*, 2011). In the fat dormouse, co-nesting females were shown to be close kin (Marin y Pilastro, 1994), with younger communal nesters giving birth several days earlier than solitary breeders,

allowing their progeny to reach a heavier weight before hibernation (Pilastro *et al.*, 1996). However, pup predation presumably caused by the older female towards the younger's litter, was occasionally recorded. The garden dormouse *Eliomys quercinus* is a hibernating medium size rodent endemic to Europe where it shows a surprising adaptability to different environmental conditions, ranging from cold and wet forests to warm and dry plains and from Mediterranean habitats up to the tree line in the Alps (Bertolino *et al.*, 2008, 2014; Moreno, 2002; Storch, 1978a). The limited information available on its nesting behaviour describes the species as a solitary nester, though associations between at least two adults have been documented occasionally in cold habitats (Baudoin, 1980; Bertolino y Cordero di Montezemolo, 2007). The aim of this paper is to report the existence of communal nesting between garden dormouse females and evaluate the potential adaptive reasons of this behaviour.

## Materials and methods

### *Study area*

The study was carried out in an intensive orange tree plot of 16.92 ha, located in Sagunto, Valencia, Spain (39° 42' N, 0°15'W, 30 m a.s.l.) near the Mediterranean coast, where orange plantations are widespread (Zaragoza, 1988). The climate is Mediterranean with mild winters and temperatures that normally do not drop below 5 °C, and mean annual precipitation of about 350 mm (Ninyerola *et al.*, 2005). Further information on the study area and the history of the dormouse population can be found elsewhere (Gil-Delgado *et al.*,

2005). In this Mediterranean area the garden dormouse does not enter hibernation and females can reproduce all year long (Gil-Delgado *et al.*, 2006).

### **Methods**

Our protocol included two different methods. From 2003 to 2013, trees were inspected every 10–12 days from the last week of February to the first week of August coinciding with the bird breeding season for the presence of bird and dormouse natural nests, which when found were monitored every three days (Gil-Delgado *et al.*, 2005). Additionally, since 2005, 40–60 wood nest boxes (dimensions: 14 × 14 × 20 cm; 30 mm entrance hole diameter) were distributed randomly in the study area. Nest boxes were checked at least once per month throughout the year during daytime, recording its contents. All dormice found into the nest boxes were taken with gloves and forceps, placed into a plastic bottle and weighed with an electronic balance (accuracy 0.1 g) although some adult females managed to escape during the capture proceeding. Dormice were then aged according to their weight and fur colour with an approximation to the nearest week of birth and classified in three different categories: adults (more than 60 g), juveniles (between 45 and 60 g) and cubs (less than 45 g) (Palacios, 1974; Abad, 1987). Cubs without hair were weighed directly without the help of forceps and plastic bottles. All dormice heavier than 10 g were provided with individual marks in a different way during two consecutive periods. During 2005, all juvenile and adult dormice were marked using individual coloured plastic collars, whereas pups were marked with different patterns of ear cuts. Then, from January 2009 to January 2013, all the individuals were marked using a unique numbered ear tag (National Band and Tag model 1005-1, Newport, KY, USA). No dormouse was ever anesthetized and after manipulation all the individuals were returned to their nest boxes. Our handling protocols followed

the guidelines approved by the American Society of Mammalogists (Gannon *et al.*, 2007). A nest was considered as “communal” when one or more litters were being reared within a single nest by two or more females or when two or more litters were sharing the same nest (Hayes, 2000). On contrary a single nest was composed by only one female rearing a single litter. On some occasions, some nests contained a numerous group of cubs of similar size and weight together with one or two females making impossible to differentiate the exact number of pups per litter. In this case, we considered these groups as a communal nest with parturition synchronicity when the number of pups was higher than 10. This limit was established according to the theoretical maximum number of pups per litter in rodents and the highest litter size found in singular nests in our population (Gilbert, 1986; Viñals *et al.*, 2012).

### ***Statistical analyses***

We tested the annual variation between the number of singular and communal nests with a Pearson’s correlation test; data were square root transformed to achieve normality. Secondly, the seasonal variation in the number of communal nests was evaluated by a Chi-square test of Independence. Finally, we compared the average weight of females from communal and singular nests with a t-test. All statistical analyses were carried out using the SPSS statistical package, v.14.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

We tested the annual variation between the number of singular and communal nests with a Pearson’s correlation test

## Results

During the study 198 nests were found on trees or inside nest boxes: 161 (81.3%) were singular nests, while 37 (18.7%) were communal nests. Thus, dormouse females raised their offspring regularly alone but occasionally more than one female shared the same nest with two or rarely three different groups of cubs. Among communal nests, the number of different groups of cubs per nest varied between one and three and the number of adult females found in the nest varied also between one and three (see Tabla 8.1). The proportion of communal nests varied between 0 and 32% of the total nests per year; singular and communal nests showed a similar temporal trend (Pearson Correlation  $r = 0.75$ ,  $P < 0.05$ ), with a clear increase during 2004 and 2005 and a decrease afterwards (Figura 8.1). Among the 37 communal nests, the relatedness degree between co-nesting females could not be generally established. However, in one single instance, two lactating females previously tagged, a mother and her daughter were found sharing the same nest-box. Communal nests were found in all seasons with a peak in summer and a decrease in the following seasons (Figura 8.2). However, the relationship between singular and communal nests and season was statistically weak ( $\chi^2 = 6.72$ ; d.f. = 3;  $P > 0.05$ ).

The weight of communal females varied between 63-103 g (mean  $78.7 \pm 10.7$  g,  $N = 24$ ), while females of singular nests varied between 64-96 g (mean  $81.8 \pm 13.8$  g,  $N = 22$ ), but no significant differences occurred (t-test;  $t = 0.84$ ;  $P > 0.1$ ).



		Number of adult females in communal nest				Total
		no adult	one adult	two adults	three adults	
Number of groups in communal nest	one group	0	3 <sup>1</sup>	6 <sup>3</sup>	0	9 <sup>2</sup>
	two groups	4	9	7	1	21
	three groups	1	3	2	1	7
Total		5	15	15	2	37

**Tabla 8. 1.** Number of garden dormouse communal nests according to the number of adults and number of litters.

## Discussion

Our results provide the first evidence of communal nesting in a garden dormouse population. According to our observations, dormouse females raised their offspring regularly in singular nests but occasionally more than one female shared the same nest with two or rarely three different groups of cubs. In some cases, however, we could not ensure that the different groups of cubs found in a nest-box belonged to different mothers because only one female was found inside during controls. In these cases, more adult females using the nest-box could have been absent during regular checks, but it could also be possible that some groups of cubs with different weight found in the same nest-box corresponded to two consecutive litters of a single mother. This fact could be explained since garden dormouse females can breed twice in a year in southern Europe (Palacios, 1974; Moreno, 1988; Viñals *et al.*, 2012) and pregnant females can still be nursing their previous litters (Bussy, 1975; Abad, 1987). For other communal nests, our marking protocols allowed us to record and track the composition of the groups. In 2005, we recorded four females giving birth solitarily that subsequently engaged their litters in the same nest-box in different paired combinations. In addition, in 2013 a communal nest was found with two lactating adults (a mother and a daughter previously tagged) with two different groups of cubs. A temporal analysis of our data revealed that the occurrence of communal nesting events in our area varied considerably during the study period. This result is in agreement with Pilastro (1996), who also found an important variation in the yearly number of fat dormouse communal nests in the Italian Alps. In our study however, the number of communal nests fluctuated in accordance with the number of total nests, suggesting that this gregariousness did not occur by chance and that some ecological constraints should induce dormouse females to nest communally (Hayes, 2000).

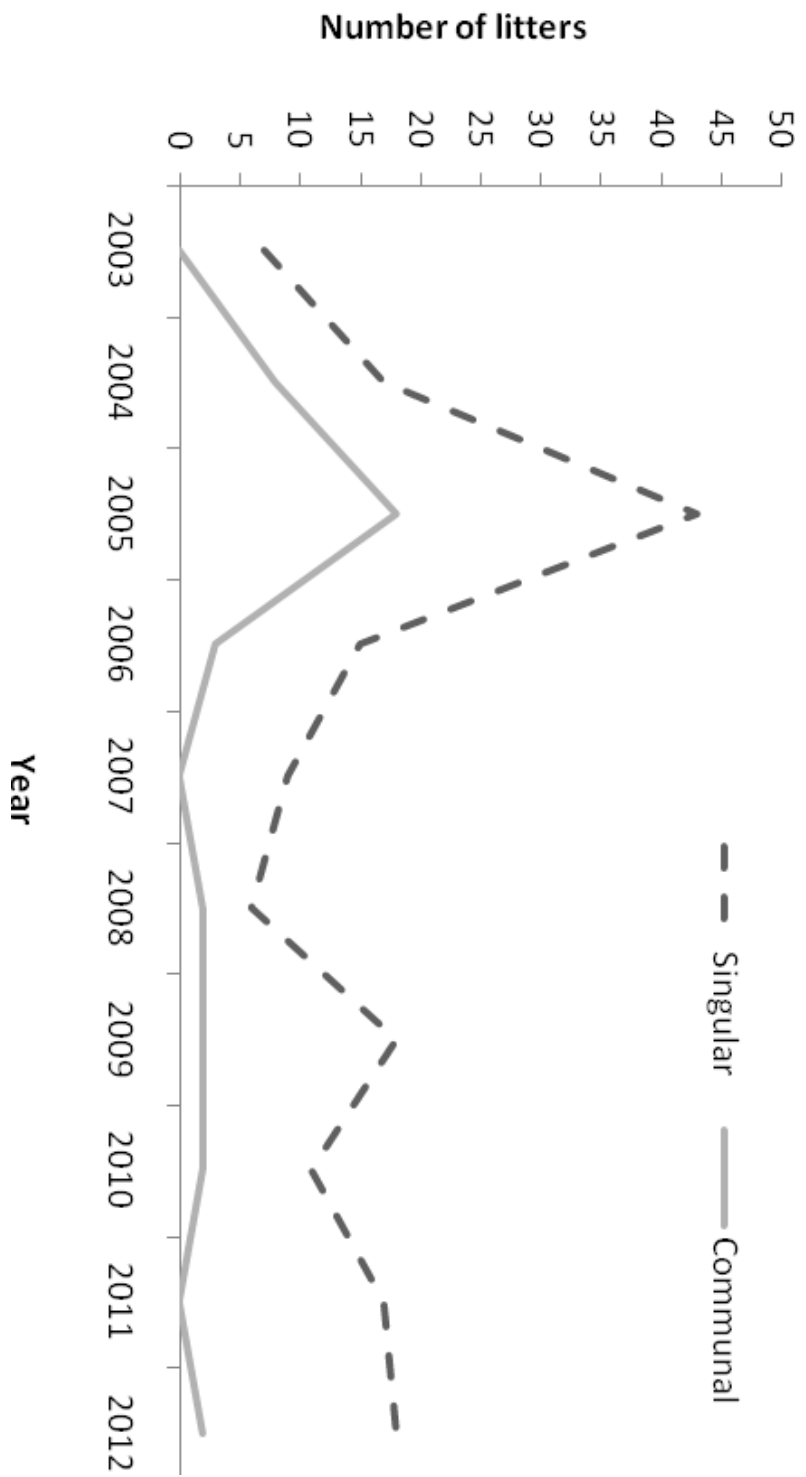
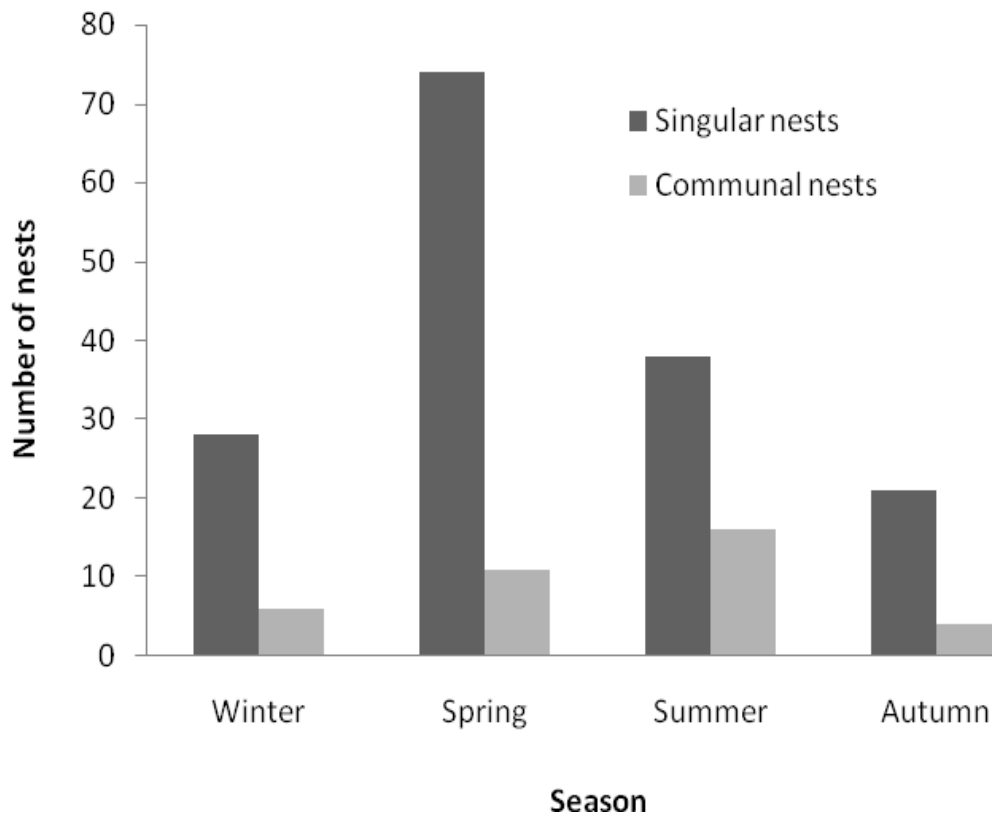


Figura 8.1. Annual variation in the number of singular and communal litters of garden dormouse

For instance, the lack of nest sites has been proposed as a potential factor driving communal nesting in dormice (Kahmann, 1965; Santini, 1978; Storch, 1978b; Vietinghoff-Riesch, 1960). Our study area was an orange grove composed by relatively young trees without natural holes, though nest-boxes could offer an artificial replacement. Communal nests could be considered as a response to the lack of natural or artificial nesting places only if all or most of the nest-boxes were occupied by dormice or other species, hence reducing the availability of nest sites for other female dormice. Throughout the study period, monthly nest-boxes occupancy rate was lower than 25% on average (range 0–44.7%) and natural nests, built under ground or between branches, or even bird nests (Tamarit *et al.*, 2012), were used by garden dormice as well, meaning that nest site availability could not be considered a limiting factor (Pilastro, 1992). Improving thermoregulation during cold periods has also been proposed as a possible cause of communal nesting in numerous rodent groups (Ebensperger, 2001; Edelman y Koprowski, 2007). Thus, females inhabiting cold areas would join in a communal nest in order to keep a constant body temperature and increase the survival and growing rate of their offspring (Ebensperger, 2001). This strategy could represent an important adaptive benefit for a hibernating species, such as the garden dormouse, during the cold periods of the year; though this hypothesis would require two assumptions. First, reproduction and litter rearing should occur during the cold season and second, the frequency of communal nests would be favoured by cold temperatures. Across their distributional range, garden dormice survive during cold seasons hibernating, period in which activity is absent or drastically reduced and reproduction do not take place (Bertolino *et al.*, 2001; Moreno, 2002; Palacios, 1974; Sarà y Casamento, 1994). Nevertheless, reproduction can occur throughout the year in our Mediterranean area, meaning that first assumption can be accepted (Gil-Delgado *et al.*, 2006). However, communal nests did not occur more frequently in winter and autumn in orange groves suggesting that females did not increase

their nest associations as a response to cold temperatures. Another reason why females may nest communally is litter protection from predators and other conspecifics (Hayes, 2000; Pilastro, 1992). Dormice have not usually been detected as a common prey for many predators, due to their nocturnal habits and relatively low densities, but infanticide events may be possible in natural populations (Wolff, 1997). The pups remain inside the nest during their first months of life and they are therefore protected from large-size predators that cannot enter the nest (Valentin y Baudoin, 1980).



**Figura 8.2.** Seasonal number of singular and communal litters of garden dormouse

However, females must leave their litters with no protection when feeding and during these periods the pups become vulnerable to small and medium size predators as black rats (*Rattus rattus*) and weasels (*Mustela nivalis*) able to enter inside the nest-box. As response to these attacks, communally nesting females could take turns in leaving the nests or may work together in nest defense from small predators or adult conspecifics (Ebensperger, 1998). Territorial behaviour has been suggested in garden dormouse females during gestation and lactation, when they could defend aggressively their litters from other females (Baudoin, 1980; Bertolino *et al.*, 2001). Communally nesting females may therefore reduce the risk of infanticide (Manning *et al.*, 1995). Although the mechanisms hypothesized here may be based on reciprocation – and hence evolve without the need that communally nesting females are related – kin selection could relax conditions under which this behaviour may be adaptive (Marin y Pilastro, 1994). Clearly, further investigations are needed to clarify the fitness implications of communal nesting in the garden dormouse.

### Referencias bibliográficas

- Abad, P. L.** (1987). Biología y ecología del lirón careto (*Eliomys quercinus*) en León. *Ecología*, 1: 153–159.
- Baudoin, C.** (1980). Organisation sociale et communications intraspécifiques d'un hibernant: étude éthoécologique du lérot, *Eliomys quercinus* L. en Franche-Comté. BSc thesis, University of Franche-Comte, Francia.
- Bertolino, S., Viano, C. y Currado, I.** (2001). Population dynamics, breeding patterns and spatial use of the garden dormouse (*Eliomys quercinus*) in an alpine habitat. *Journal of Zoology*, 253(4): 513–521.

- Bertolino, S. y Cordero di Montezemolo, N.** (2007). Garden dormouse (*Eliomys quercinus*) nest site selection in an alpine habitat. *Ethology Ecology & Evolution*, 19(1): 51–60.
- Bertolino, S., Amori, G., Henttonen, H., Zagorodnyuk, I., Zima, J., Juškaitis, R., Meinig, H. y Kryštufek, B.** (2008). *Eliomys quercinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T7618A12835766.
- Bright, P., Morris, P. y Mitchell-Jones, A. J.** (2006). *The Dormouse Conservation Handbook*. 2<sup>ª</sup> ed. English Nature, Peterborough. Pp. 76.
- Bussy, J.** (1975). Deux parturition, dont une à nidation différée chez une femelle de lérot *Eliomys quercinus*, au cours du deuxième trimestre de l'année. *Bulletin Mensuel Société Linnéenne de Lyon*, 44: 296,329.
- Ebensperger, L. A.** (1998). Strategies and counterstrategies to infanticide in mammals. *Biological Reviews*, 73(3): 321–346.
- Ebensperger, L. A.** (2001). A review of the evolutionary causes of rodent group-living. *Acta Theriologica*, 46(2): 115–144.
- Ebensperger, L. A., Hurtado, M.J. y León, C.** (2007). An experimental examination of the consequences of communal versus solitary breeding on maternal condition and the early postnatal growth and survival of degu, *Octodon degus*, pups. *Animal Behaviour*, 73(1): 185–194.
- Edelman, A. J. y Koprowski, J. L.** (2007). Communal nesting in asocial Abert's squirrels: the role of social thermoregulation and breeding strategy. *Ethology*, 113(2): 147–154.
- Franco, M., Quijano, A. y Soto-Gamboa, M.** (2011). Communal nesting, activity patterns, and population characteristics in the near-threatened monito del monte, *Dromiciops gliroides*. *Journal of Mammalogy*, 92(5): 994–1.004.

- Gannon, W. L., Sikes, R. S. y the Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists.** (2007). Guidelines of the American Society of Mammalogists for the Use of Wild Mammals in Research. *Journal of Mammalogy*, 88(3): 809–823
- Gil-Delgado, J. A., Marco, E., Paredes, M. y Vives-Ferrandiz, C.** (2005). Seasonal clutch size variation of multi-brooded bird species: comparisons between breeding season and latitudes. *Ibis*, 147(1): 206–212.
- Gil-Delgado, J. A., Cabaret, P., Declercq, S., Gómez, J. y Sánchez, I.** (2006). Winter reproduction of *Eliomys quercinus* (Rodentia) in the orange groves of Sagunto (Valencia, Spain). *Mammalia*, 70(1/2): 76–79.
- Gilbert, A. N.** (1986). Mammary number and litter size in Rodentia: The "one-half rule". *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*, 83(13): 4.828–4.830.
- Gilchrist, J. S.** (2007). Cooperative behaviour in cooperative breeders: costs, benefits, and communal breeding. *Behavioural Processes*, 76(2): 100–105.
- Gittleman, J. L.** (1985). Functions of communal care in mammals, Pp. 187–205. En: Greenwood P. J., Harvey, P. H. y M. Slatkin. (Eds.). *Evolution: Essays in honour of John Maynard Smith*. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 328.
- Hayes, L. D.** (2000). To nest communally or not to nest communally: a review of rodent communal nesting and nursing. *Animal Behaviour*, 59(4): 677–688.
- Jennions, M. D. y Macdonald, D. W.** (1994). Cooperative breeding in mammals. *Trends in Ecology and Evolution*, 9(3): 89–93.
- Kahmann, H.** (1965). Le loir (*Glis glis* L. 1776) dans les monts Gargano Italie (Apulie). *Mammalia*, 29(1): 72–94.



- König, B.** (1997). Cooperative care of young in mammals. *Naturwissenschaften* 84(3): 95–104.
- Madikiza, Z. J. K., Bertolino, S. y Do Linh San, E.** (2011). Female in space, or female in space and time? First data on the socio-spatial organization and mating system of the woodland dormouse (*Graphiurus murinus*). *Journal of Ethology*, 29(2): 375–380.
- Manning, C. J., Dewsbury, D. A., Wakeland, E. K. y Potts, W. K.** (1995). Communal nesting and communal nursing in house mice, *Mus musculus domesticus*. *Animal Behaviour*, 50(3): 741–751.
- Marin, G. y Pilastro, A.** (1994). Communally breeding dormice, *Glis glis*, are close kin. *Animal Behaviour*, 47(6): 1485–1487.
- Moreno, S.** (1988). Reproduction of Garden Dormouse (*Eliomys quercinus lusitanicus*) in southwest Spain. *Mammalia*, 52(3): 401–407.
- Moreno, S.** (2002b). *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766). Lirón careto. Pp. 432–435. En: Palomo, L.J. y Gisbert, J. (Eds.). *Atlas de los mamíferos terrestres de España*. Dirección general de la conservación de la naturaleza – SECEM-SECEMU, Madrid, Pp. 564.
- Morris, P.** (2004). *Dormice*. British natural history series, Stowmarket Whittet Books, Suffolk, Pp. 144.
- Ninyerola, M., Pons, X. y Roure, J. M.** (2005). *Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica*. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, Pp. 44.
- Palacios, F.** (1974). Contribución al estudio de la biología y ecología del lirón careto, *Eliomys quercinus* Linnaeus, 1766, en Iberia central. Parte I:

- Crecimiento, reproducción y nidificación. *Doñana, Acta Vertebrata*, 1: 171–231.
- Pilastro, A.** (1992). Communal nesting between breeding females in a free-living population of fat dormouse (*Glis glis* L.). *Bolletino di Zoologia*, 59(1): 63–68.
- Pilastro, A., Missiaglia, E. y Marin, G.** (1996). Age-related reproductive success in solitarily and communally nesting female dormice (*Glis glis*). *Journal of Zoology*, 239(3): 601–608.
- Santini, L.** (1978). Biology, damage, and control of edible dormouse (*Glis glis* L.) in Central Italy. Pp. 78–84. En: Howard, W. E. y Marsh, R.E. *Proceedings of the Eighth Vertebrate Pest Conference*, Sacramento, California, Pp. 261.
- Sarà, M. y Casamento, G.** (1994). Distribution and ecology of dormice (*Myoxidae*) in Sicily: a preliminary account. *Hystrix Italian Journal of Mammalogy*, 6(1-2): 161–168.
- Solomon, N. G. y Getz, L. L.** (1997). Examination of alternative hypotheses for cooperative breeding in rodents. Pp. 199–230. En: Solomon, N.G. y French, J.A. (Eds.). *Cooperative Breeding in Mammals*. Cambridge University Press, New York, Pp. 390.
- Storch, G.** (1978a). *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766) – Gartenschläfer. Pp. 208–225. En: Niethammer, J. y Krapp, F. (Eds.). *Handbuch der Säugetiere Europas Band 1. Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, Pp. 476.
- Storch, G.** (1978b). *Glis glis* (Linnaeus, 1766) – Siebenschläfer. Pp. 243–258. En: Niethammer, J. y Krapp, F. (Eds.). *Handbuch der Säugetiere Europas Band 1. Rodentia I (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae)*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, Pp. 476.

- Tamarit, R., Viñals, A. y Gil-Delgado, J. A.** (2012). Use of blackbird nests as a resource by garden dormice (*Eliomys quercinus*). *Peckiana*, 8: 135–140.
- Valentin, S. y Baudoin, C.** (1980). Ontogenese du comportement du lérot, *Eliomys quercinus* L. (Rodentia, Gliridae). I. Developpement corporel et moteur. *Mammalia*, 44(3): 283–298.
- Vietinghoff-Riesch, A.** (1960). Der Siebenschläfers (*Glis glis* L.). Monographien der Wildsäugetiere, 14. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, Pp. 196.
- Viñals, A., Bazán, T., Gil-Delgado, J. A. y Gómez, J.** (2012). No evidence for seasonal litter size variation in a Mediterranean garden dormouse (*Eliomys quercinus* Linnaeus 1766) population. *Mammalia*, 76(1): 77–80
- Wolff, J. O.** (1997). Population regulation in mammals: an evolutionary perspective. *Journal of Animal Ecology*, 66(1): 1–13.
- Zaragoza, S.** (1988). *Pasado y presente de la citricultura Española*. Conselleria de Agricultura y Pesca, Editorial Generalitat Valenciana, Valencia, Pp. 62.



## Discusión general

### La llegada de los lirones a la parcela

El análisis completo del proceso de colonización por parte del lirón careto de los naranjales de Sagunto lleva necesariamente en primer lugar a intentar indagar acerca del origen de los primeros animales que llegaron a la parcela de estudio. En Sagunto, la primera observación del lirón careto corresponde al año 1997, basada en la observación de indicios tanto directos como indirectos de su actividad (nidos aéreos, aves depredadas, primeros ejemplados observados, etc.) (Gil-Delgado *et al.*, 2006).

A este respecto, una de las primeras hipótesis planteadas sería que los primeros individuos encontrados en la parcela de estudio pudiesen haber llegado recientemente desde otros hábitats naturales cercanos. Así, esta posibilidad dependería básicamente de la combinación entre dos aspectos principales, en primer lugar la capacidad de los lirones para dispersarse y en segundo lugar la existencia de hábitats naturales próximos al área de estudio desde donde migrar. En cuanto al primer concepto, cabe indicar que aunque existe escasa información en relación con la capacidad dispersiva del lirón careto, muy probablemente este roedor se caracterice, al igual que otros muchos micromamíferos, por mostrar una relativa baja vagilidad en comparación con otros grupos de mamíferos con mayor capacidad para dispersarse (Bowman *et al.*, 2002). En cuanto al segundo término, tal y como se ha descrito en el **Capítulo 2** de esta tesis, los naranjales de Sagunto conforman una vasta área de cultivo dedicada intensa y casi exclusivamente a la agricultura de cítricos, en la que se ha eliminado prácticamente por completo la cubierta vegetal original y que ofrece muy poca variedad de hábitats. No obstante, sí cabe mencionar que esta gran

área agrícola se encuentra delimitada al oeste por el sistema montañoso de la Sierra Calderona, situada a poco más de 3 kilómetros de distancia y para la cual existen citas de la presencia del lirón careto, pudiendo representar un posible origen (Fuentes *et al.*, 1998).

Por el contrario, una segunda hipótesis exploraría la posibilidad de que los lirones pudiesen haber estado presentes en los naranjales del este de la Península ya desde la implantación generalizada de este tipo de cultivo décadas atrás por lo que la llegada de los primeros individuos a la parcela de estudio podría haber ocurrido recientemente fruto de un evento expansivo desde campos cercanos, o alternativamente que los lirones pudiesen incluso haber estado presentes ya con anterioridad en la parcela de estudio y que por distintas razones su actividad hubiese pasado inadvertida. Esta idea además estaría apoyada por las distintas referencias que describen a este roedor como un habitante habitual de los campos de frutales y otros hábitats agrarios, pudiendo sugerir que los lirones serían una especie habitual en este tipo de monocultivos (Vericad, 1970; Moreno, 2002). Sin embargo, esta hipótesis parece muy poco probable dado que no existen por un lado referencias previas de la presencia de lirón careto en los naranjales, pero además porque la parcela de estudio en la que se ha desarrollado esta investigación ha sido objeto de un exhaustivo análisis desde el año 1975, periodo en el que no se ha documentado la presencia previa de este roedor (Gil-Delgado y Escarré, 1977; Barba y Gil-Delgado, 1990).

## **Efecto de la temperatura**

No hay duda de que la flexibilidad ecológica del lirón careto, unido a sus hábitos generalistas, le convierte en un perfecto candidato para colonizar muchos ambientes diversos, incluyendo aquellos hábitats altamente

transformados. Sin embargo, resulta destacable como en el caso concreto de los naranjales de Sagunto, la llegada y posterior establecimiento de los lirones parece haber ocurrido en un periodo muy breve de tiempo (Gil-Delgado *et al.*, 2006). A este respecto, los resultados generales obtenidos en esta tesis parecen indicar que tanto los factores ambientales como la disponibilidad general de algunos recursos en este tipo de hábitat pueden resultar claves como factores con una clara influencia en las estrategias vitales de los lirones y de este modo, dar respuesta a este suceso. Entre las muchas variables ambientales, las variaciones en la temperatura es considerado un factor importante en la ecología de las distintas especies de glíridos, mostrando una clara influencia sobre su ciclo de actividad (Morris, 2004; Panchetti, 2004). Si bien es cierto que este factor ambiental no ha sido evaluado particularmente en ningún punto de esta tesis, parece evidente que las suaves temperaturas invernales características de la llanura levantina Ibérica en la que se establecen las plantaciones de cítricos, pueden resultar óptimas para que los lirones puedan eludir el letargo característico de otras poblaciones tanto ibéricas como centroeuropeas (Palacios, 1974; Abad, 1987; Bertolino *et al.*, 1997; Schaub y Vaterlaus-Schlegel, 2001; Gil-Delgado *et al.*, 2006). Por el contrario, al inicio de este estudio sí podríamos pensar que la estación estival supondría un periodo crítico debido a las altas temperaturas típicas de ambientes Mediterráneos, interrumpiendo la actividad de los lirones mediante el letargo estival como sí sucede en otras poblaciones de lirones en el sur de la Península Ibérica (Moreno, 1984). No obstante, desde el inicio de nuestros primeros muestreos hasta la fecha, ningún individuo ha sido observado exhibiendo síntoma alguno de estivación en los naranjales saguntinos, por lo que todo parece indicar que esta diferencia en el ciclo de actividad puede deberse no únicamente al efecto de la temperatura ambiental, sino que otros factores pudiesen estar involucrados.

## Dieta y disponibilidad de alimento

Obtener información sobre los hábitos alimentarios de una especie es fundamental para indagar sobre diversos aspectos de su ecología tales como su rol en la comunidad en la que vive además o para identificar aquellos recursos que pueden ser limitantes en su dinámica poblacional entre otros. (Litvaitis, 2000). Pero además, en algunos grupos concretos como el de los lirones, la disponibilidad y el uso del alimento es reconocido como un factor determinante por su clara influencia tanto sobre el inicio como en la duración del letargo (Montoya *et al.*, 1974; Otsu y Kimura, 1993; Bieber y Ruf, 2009).

A este respecto, resulta sorprendente en primer lugar como a pesar de la amplia distribución del lirón careto en Europa, la información referente a su dieta resulta escasa en la bibliografía (Holišová, 1968; Kahmann y Lau, 1972; Le Louarn y Spitz, 1974; Palacios 1975; Gigirey y Rey, 1999). Además, muchos de estos trabajos publicados se han basado en datos limitados a periodos breves del año, centrados únicamente en hábitats forestales o a menudo con escasa concreción, hecho que no ha permitido obtener hasta ahora una visión generalizada del uso del alimento por parte de esta especie.

El estudio general de la dieta planteado en esta tesis (**Capítulo 3**), representa el primer trabajo desarrollado en un hábitat agrícola para esta especie y el primero además en el que se ha dado la posibilidad de describir la dieta del lirón careto durante un ciclo anual completo. Cabe señalar además que este trabajo fue desarrollado a nivel técnico con una metodología de tipo no invasiva basada en la recolección de heces y de restos de alimentación, la cual permitió no sólo analizar un gran número de muestras, sino hacerlo además de una manera sencilla, efectiva y sin la necesidad de sacrificar ningún animal. Pero a pesar de sus claras ventajas, es necesario mencionar que este método presentó algunas limitaciones que deben considerarse. En primer lugar, el uso de heces y



restos de alimentación, a menudo de difícil detección, requiere encontrar los nidos y despensas de los lirones, recolectar un cuantioso número de muestras para poder identificar con mayor seguridad todos los tipos de alimento. Además, a diferencia de otras técnicas como el estudio del contenido estomacal o intestinal, es posible que algunos tipos de alimento blando al igual que algunas presas puedan resultar difíciles de identificar con claridad además de resultar imposible obtener información sobre las diferencias respecto al uso de alimento entre sexos y clases de edad (Litvaitis, 2000; Nowakowski y Godlewska, 2006). Pese a estas restricciones, nuestros resultados confirmaron en primer término que este roedor muestra en los naranjales una flexibilidad trófica similar a la observada en otros ambientes naturales. Pero además, este análisis permitió en segundo lugar cuantificar el uso estacional de cada uno de los alimentos, en el que sobresalió el uso mayoritario de dos de ellos durante dos fases del año diversas. Este resultado hizo patente que los invertebrados dominaron la dieta del lirón durante la primavera y el verano pero hay un uso excepcional de naranjas durante el otoño y el invierno, representando el alimento predominante y suponiendo un dato que difiere considerablemente de otras descripciones anteriores no sólo por el anómalo periodo del año en el que se reportó sino además por su importancia relativa en el conjunto de la dieta (Holišovà, 1968; Kahmann y Lau, 1972; Palacios 1975; Gigirey y Rey, 1999; Kuipers *et al.*, 2012).

Inicialmente, esta variabilidad en el uso del alimento parece indicar que los lirones podrían mostrar en los naranjales una estrategia de tipo generalista oportunista que les permitiría consumir el recurso más abundante en cada periodo. Sin embargo, confirmar dicha hipótesis requeriría disponer de información en relación con las variaciones en la disponibilidad de cada uno de los alimentos principales con el objetivo de compararla con el uso de cada uno de estos recursos. En los naranjales, las naranjas presentan una clara disponibilidad estacional, comenzando a madurar alrededor del mes de octubre

y permaneciendo en el árbol al menos hasta el periodo de enero-febrero, cuando se lleva a cabo su recolección. Si bien la gran cantidad de frutos caídos y aquellos no recolectados mantienen su disponibilidad durante un periodo más extenso. En cualquier caso, durante el periodo en que las frutas están disponibles, este recurso alimenticio es abundante y accesible para los lirones y coincide plenamente con el uso mayoritario observado en la dieta de estos roedores. En cuanto al segundo recurso fundamental, los artrópodos, el análisis general de la dieta en los naranjales muestra como este tipo de alimento es consumido durante todo el año, aunque con importantes variaciones en su frecuencia relativa. Nuestros resultados evidenciaron que esta variación en el uso de los artrópodos como alimento por parte de los lirones en los naranjales parece ser *a priori* fruto de la variación estacional en la disponibilidad específica de este tipo de recurso (**Capítulo 5**). Así, el aumento observado en la disponibilidad de artrópodos en primavera y verano explicaría porque se incrementa el consumo de este alimento por parte de los lirones en este tipo de hábitats, aunque la clara carencia de alimentos vegetales durante este periodo podría influir igualmente en esta selección de alimento. En cambio, durante la segunda mitad del año, periodo en el que se da un claro aumento en la disponibilidad de naranjas, la abundancia de invertebrados parece descender drásticamente. De este modo, esta variación en la disponibilidad de ambos recursos, apoyado por la información general sobre la dieta de esta especie, refuerza dos ideas básicas. En primer lugar, los lirones parecen ser capaces de depender casi únicamente de invertebrados durante la mitad cálida del año (primavera y verano) mientras que las naranjas suponen el recurso predominante de su dieta en otoño e invierno. Mientras que en segundo lugar, el hecho de que los invertebrados aún formasen parte de una importante fracción de la dieta de los lirones durante esta segunda fase del año, siendo capturados activamente a pesar de su baja densidad temporal, podría indicar que los lirones mostrarían una aparente selección positiva hacia aquellos alimentos de origen animal.

Adicionalmente, se observó como los lirones acumularon restos parcialmente devorados de algunos artrópodos de mediano y gran tamaño, entre las que destacaban ortópteros, coleópteros e himenópteros. Esta preferencia por este tipo de presas y por su posterior acumulación refleja como los lirones maximizan sus esfuerzos de captura seleccionando aquellas presas que les puedan proporcionar una mayor biomasa. De manera similar, otros estudios también identifican un mayor consumo de algunos grupos específicos de artrópodos de mediano y gran tamaño en otros hábitats tales como Coleópteros, Arácnidos, Himenópteros o Miriápodos, sugiriendo en algunos casos que algunos de estos alimentos podrían suponer un suplemento nutricional específico (Holišová, 1968; Kahmann y Lau, 1972; Le Louarn y Spitz, 1974; Palacios 1975; Gigirey y Rey, 1999; Kuipers *et al.*, 2012).

Finalmente, otro de los resultados que se extraen de este estudio relacionado con la disponibilidad de invertebrados es la escasez acusada de algunos de los grupos de grandes artrópodos que fueron encontrados habitualmente en las despensas de los lirones durante el análisis de la dieta cinco años antes. Se desconocen las razones de esta disminución en las poblaciones de presas, aunque podría deberse al efecto negativo de los plaguicidas de amplio espectro que se aplican en la parcela periódicamente, además de otras causas como el abandono de algunas actividades agrícolas tradicionales que se desarrollaban anteriormente como el arado de las parcelas y la eliminación del riego por inundación, siendo estos factores claves para mantener algunas de las especies herbáceas que pueden proporcionar alimento y refugio a estos grupos de artrópodos además de mantener unas propiedades óptimas del suelo (Gil-Delgado *et al.*, 2002).

## Depredación y uso de los nidos

Otra de las estrategias observadas en los naranjales por parte de los lirones y que contribuirían a explicar su rápido crecimiento poblacional es su habilidad para capturar otros pequeños vertebrados. La capacidad depredadora mostrada por parte del lirón careto ha sido citada previamente, aunque son pocas las referencias y con gran variación entre hábitats. Por ejemplo, en algunos ambientes de Europa meridional la captura de presas vertebradas fue notable, alcanzando máximos de hasta un 68% de restos de otros micromamíferos en los estómagos de lirón en Formentera o de un nada desdeñable 20% en el caso de los bosques caducifolios del norte de España (Kahmann y Lau, 1972; Gigirey y Rey, 1999). En contraste, más recientemente Kuipers *et al.*, (2010) documentan que tan solo en un 1% del total de heces de lirón careto analizadas en Holanda se encontraron restos de aves, mientras que el consumo de ratones de campo *Apodemus sylvaticus* aparece en un escaso 5%. En los naranjales ibéricos, los datos cuantificados reflejan que tan solo el 2.4% y 1.6% de los restos recolectados en las despensas pertenecían a aves y micromamíferos respectivamente, concentrados en especial durante la estación primaveral. No obstante, este dato podría no reflejar con total exactitud el rol de depredador que ejercen los lirones en estos hábitats. En los naranjales de Sagunto, se registraron sucesos de depredación sobre nidos en árboles y en oquedades de un total de hasta ocho especies de aves con tamaños que fueron desde el de un gorrión común hasta el de una tórtola común, depredando incluso sobre los adultos de algunas de las especies catalogadas como presas (**Capítulo 4**). Este gran número de pruebas de depredación podría deberse a la presencia de una mayor densidad de nidos en este tipo de hábitat agrario o incluso a una mayor facilidad de depredación de éstos (exposición, altura, etc.) (Taberner *et al.*, 2012). Otra prueba de ello es que según nuestros resultados, en los naranjales se

registran tasas elevadas de depredación sobre nidos de mirlo *Turdus merula* especialmente desde la llegada del lirón (Gómez, 2016), el cual fue identificado como responsable de más del 60 % de las visitas a este tipo de nidos durante la estación reproductiva de este ave entre marzo y agosto (**Capítulo 6**). Sin embargo, tampoco es descartable la hipótesis de que este fenómeno de depredación sea igualmente común en otros lugares y que simplemente pase desapercibido en muchos estudios enfocados en la dieta ya que a menudo algunos alimentos obtenidos de este tipo de eventos como por ejemplo el contenido de los huevos pueden ser difíciles de identificar o porqué en muchos casos resulta necesario encontrar el nido depredado para documentar dicho suceso (Simmons *et al.*, 1991; Nowakowski y Godlewska, 2006). A este respecto, Santos y Tellería, (1992) ya reconocen una importante tasa de depredación de nidos de aves por parte del lirón careto en fragmentos forestales de pequeño tamaño, sugiriendo que el lirón actuaría en este caso como un “depredador especialista forestal” que aprovecharía la menor competencia frente a otros depredadores en ecotonos y sistemas más abiertos. En otra línea, Duarte y Vargas, (2001), observan por el contrario una baja tasa de depredación por parte de los lirones sobre los nidos de perdiz roja *Alectoris rufa* en los olivares, relacionándolo con las características de simplificación y homogeneidad de este monocultivo. Nuestros resultados parecen apoyar la hipótesis de que la desaparición o disminución en la densidad de algunos competidores y a la vez depredadores del lirón careto podría explicar el incremento en la capacidad depredadora de este roedor. Sin embargo, de acuerdo a nuestro estudio, las características particulares de una plantación (cobertura, simplificación, etc.) no parecen alterar de ningún modo la capacidad depredadora de este micromamífero.

Paralelamente al aprovechamiento alimentario de los nidos de algunas aves, nuestros resultados revelan que los lirones también usan los nidos abandonados o parcialmente construidos de al menos una de estas especies, el

mirlo común (*Turdus merula*), a modo de recurso de nidificación (**Capítulo 6**). Estos nidos fueron usados con fines reproductivos, recubriendo la parte superior con nuevos materiales. Estos lugares también se usaron como alternativa a los lugares de descanso o incluso como despensa en la que acumular alimento. A este respecto, existen observaciones previas referentes al uso de nidos de aves por parte del lirón careto, por lo que aunque de manera puntual, este comportamiento es conocido para esta especie (Palacios, 1974, 1975; Hernández, 1994). De este modo, esta interacción lirón-mirlo podría haber repercutido positivamente sobre la capacidad reproductiva del lirón careto en los naranjales, ya que supondría sin duda un ahorro energético notable en la construcción del nido. Aunque por el contrario, esta relación inter-específica parece ejercer un claro impacto sobre las parejas nidificantes de mirlo, las cuales pasan de construir entre dos y tres nidos antes de la llegada del lirón a la parcela, a construir una media de siete nidos por pareja; además de superar ampliamente las dos y tres nidadas anuales debido a la elevada depredación (Gómez 2015).

## **Estrategias reproductivas**

Otro de los aspectos analizados en esta tesis y que puede contribuir a entender como los lirones han conseguido establecerse en los naranjales tiene que ver con su capacidad reproductora. A lo largo de su área de distribución el ciclo reproductor del lirón careto se ajusta a la duración de su periodo de actividad (Moreno, 2002). Así, la mayor duración del periodo de actividad de los ambientes mediterráneos da lugar a que los lirones sean capaces de sacar adelante dos e incluso tres camadas anuales en comparación con los datos procedentes de otras latitudes (Kahmann y Staudenmayer, 1970; Baudoin, 1980; Moreno, 1988). Además, estas camadas mediterráneas muestran en su conjunto,

valores medios mayores a los de las poblaciones centroeuropeas, aunque existen evidencias que en el centro peninsular las camadas primaverales suelen ser mayores que las nacidas en otoño (Palacios, 1975). Los resultados obtenidos en los naranjales de Sagunto (**Capítulo 7**) permiten en primer lugar corroborar que el tamaño de camada medio de las poblaciones mediterráneas es mayor que el de las centroeuropeas. Pero en claro contraste con el patrón documentado en cualquier otra población europea, el ciclo reproductivo de los lirones es continuo pues tiene lugar en cualquier periodo del año, y se caracteriza por la carencia de variaciones estacionales respecto al tamaño de camada. Las razones para explicar la notable capacidad reproductora observada en los naranjales parecen fundamentarse en la combinación de una amplia y diversa disponibilidad de alimentos durante el año (en especial a la disponibilidad de naranjas y posiblemente la mayor cantidad de nidos de aves), unas confortables temperaturas y posiblemente a la alta disponibilidad de distintos lugares de nidificación.

Además de un incremento notorio de la capacidad reproductora de esta población mediterránea, las hembras de lirón careto son capaces de nidificar de manera comunal en los naranjales (**Capítulo 8**). Esta estrategia, ampliamente descrita en otras especies de lirones, (Pilastro, 1992; Morris, 2004; Bright *et al.*, 2006; Madikiza *et al.*, 2011), es documentada por primera vez para el lirón careto con este trabajo. La observación de que varias hembras son capaces de cohabitar en un mismo nido junto a sus distintas camadas de mismo o distinto tamaño, sugieren la cooperación en el cuidado de las crías. Sin embargo, estas asociaciones no se dieron de manera continua ni accidental en los naranjales. Así, se observa por un lado como su frecuencia dependió de la cantidad total de nidos, detectándose más frecuentemente en los años con mayores densidades de lirones. Al no existir una diferencia estacional significativa en la formación de estas asociaciones, podemos descartar causas como la termorregulación del nido o la protección de acopios temporales de alimento. Además, entre estas

agrupaciones, se observó la presencia de un nido comunal compuesto por dos hembras emparentadas, hecho que sugiere la existencia de un lazo familiar entre las hembras que utilizan el mismo nido. En definitiva, la existencia de este patrón no estacional pero dependiente de la cantidad total de nidos y por tanto de hembras reproductoras lleva a la conclusión de que la adopción de esta estrategia se vea claramente beneficiada en periodos en los que la densidad de lirones es elevada. Así, parece razonable pensar que una mayor cantidad de nidos pudiese derivar en un aumento de los fenómenos de depredación no tan solo por parte de algunas especies de depredadores sino además de sucesos de canibalismo descritos en el lirón careto por parte de otros adultos competidores (Baudoin, 1980; Bertolino *et al.*, 2001). De esta manera, la asociación entre hembras con un vínculo familiar aumentaría la protección proporcionada al nido frente a estos ataques eventuales.

### **Implicaciones para la conservación del lirón careto**

Uno de los objetivos principales planteados en esta tesis doctoral ha sido el de aportar un mayor conocimiento en relación a algunos de los aspectos de la ecología del lirón careto, una especie que a pesar de su amplia distribución, ha sido inexplicablemente objeto de muy pocos estudios. Esta falta de información se hace aparentemente aún más necesaria en la actualidad, debido a la frágil situación que experimentan muchas de las poblaciones de lirón careto en distintos puntos de Europa y que ha llevado incluso a su completa desaparición en algunas regiones, particularmente en aquellas áreas situadas a latitudes más altas (Bertolino *et al.*, 2008). En España, aunque no existe información detallada sobre el estado de las poblaciones, Torre *et al.*, (2011) la aparente escasez en el número de capturas en el sector Mediterráneo catalán sugiere que las



poblaciones no son abundantes. A este respecto, Meinig y Büchner (2012), sugieren que una de las posibles causas de la desaparición de los lirones caretos en Alemania pueda estar relacionada con la escasez de invertebrados. En relación con este factor, los resultados presentados en este estudio evidencian como la disponibilidad de alimento ha resultado fundamental para explicar que los lirones hayan ocupado con éxito las plantaciones de naranjos del este de la Península Ibérica. Sin embargo, aunque resulta evidente que la disponibilidad de naranjas ha podido compensar en este tipo de hábitats agrarios la escasez de alimento que puede darse en otros hábitats naturales, también se está observando en la actualidad una reducción en la densidad de algunos invertebrados que han formado parte de la dieta del lirón. Otro causante potencial sugerido es la interacción competitiva con especies del género *Rattus*, en especial en hábitats insulares (Bertolino *et al.*, 2008). En los naranjales de Sagunto, los lirones careto comparten el mismo hábitat con la rata negra *Rattus rattus*, con las cuales compiten por el uso de las cajas-nido, sin que aparentemente suponga un impacto negativo para ninguna de las especies. No obstante de nuevo, dadas las diferencias entre este hábitat agrícola y los hábitats forestales, estas comparaciones deben ser consideradas con prudencia. A la vista de esta situación, resultaría necesario realizar un análisis del estado de las poblaciones europeas de lirón careto además de mejorar el conocimiento general de esta especie.

## Referencias bibliográficas

**Abad, P. L.** (1987). Biología y ecología del lirón careto (*Eliomys quercinus*) en León. *Ecología*, 1: 153–159.

- Barba, E. y Gil-Delgado, J. A.** (1990). Competition for nestboxes among two vertebrate species: an experimental study in orange groves. *Holarctic Ecology*, 13(3): 183–186.
- Baudoin, C.** (1980). Organisation sociale et communications intraspécifiques d'un hibernant: étude éthoécologique du lérot, *Eliomys quercinus* L. en Franche-Comté. BSc thesis, University of Franche-Comte, Francia.
- Bertolino, S., Currado, I., Azzollini, R. y Viano, C.** (1997). The social organization, home range and movement of the Garden Dormouse *Eliomys quercinus*. *Natura Croatica*, 6(3): 303–312.
- Bertolino, S., Viano, C. y Currado, I.** (2001). Population dynamics, breeding patterns and spatial use of the garden dormouse (*Eliomys quercinus*) in an alpine habitat. *Journal of Zoology*, 253(4): 513–521.
- Bertolino, S., Amori, G., Henttonen, H., Zagorodnyuk, I., Zima, J., Juškaitis, R., Meinig, H. y Kryštufek, B.** (2008). *Eliomys quercinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T7618A12835766.
- Bieber, C. y Ruf, T.** (2009). Habitat differences affect life history tactics of a pulsed resource consumer, the edible dormouse (*Glis glis*). *Population Ecology*, 51(4): 481–492.
- Bowman, J., Jaeger, J. A. G. y Fahrig, L.** (2002) Dispersal distance of mammals is proportional to home range size. *Ecology*, 83(7): 2.049–2.055.
- Bright, P., Morris, P. y Mitchell-Jones, A. J.** (2006). *The Dormouse Conservation Handbook*. 2a ed. English Nature, Peterborough. Pp. 76.
- Duarte, J. y 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.

- Fuentes, M. V., Galán-Puchades, M. T. y Cerezuela, A. M.** (1998). Insectívoros y roedores de la Serra Calderona (Comunitat Valenciana). Dinámicas de recolonización y estudio helmintoecológico postincendio. *Galemys*, 10: 37–58.
- Gigirey, A. y Rey, J.M.** (1999). Autumn diet of the garden dormouse (*Eliomys quercinus*) in the northwest Iberian Peninsula. *Mammalia*, 63(3): 372–374.
- Gil-Delgado, J. A. y Escarré, A.** (1977). La avifauna del naranjal valenciano I. Datos preliminares sobre mirlo (*Turdus merula*). *Mediterranea, Serie Biológica*, 2: 89–109.
- Gil-Delgado, J. A., Vives-Ferrándiz, C. y Tapiero, A.** (2002). Tendencia decreciente de una población de gorrión común *Passer domesticus* en los naranjales del este de España. *Ardeola*, 49(2): 195–209.
- Gil-Delgado, J. A., Cabaret, P., Declercq, S., Gómez, J. y Sánchez, I.** (2006). Winter reproduction of *Eliomys quercinus* (Rodentia) in the orange groves of Sagunto (Valencia, Spain). *Mammalia*, 70(1/2): 76–79.
- Gómez, J.** (2015). La ecología del mirlo (*Turdus merula*) en los naranjales: un estudio a largo plazo. Tesis doctoral. Universidad de Valencia, España.
- Hernández, A.** (1994). Micromamíferos utilizando nidos abandonados de aves como almacenes de alimento y lugares-comedor. *Doñana Acta Vertebrata*, 21(2): 186–193.
- Holišovà, V.** (1968). Notes on the food of dormice (Gliridae). *Zoologické Listy*, 17: 109–114.
- Kahmann, H. y Lau, G.** (1972). Der Gartenschäfer *Eliomys quercinus ophiusae* (Thomas, 1925) von der Pityuseninsel Formentera (Lebensführung). *Veröffentlichungen der Zoologischen Staatssammlung München*, 16: 29–49.

- Kahmann, H. y Staudenmayer, T.** (1970). Über das Fortpflanzungsgeschehen bei dem Gartenschläfer *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766). *Säugetierk. Mitteilungen*, 18: 97–114.
- Kuipers L., Scholten J., Thissen J. B. M., Bekkers L., Geertsma M., Pulles R., Siepel H. y van Turnhout, L.** (2012). The diet of the garden dormouse (*Eliomys quercinus*) in the Netherlands in summer and autumn. *Lutra*, 55(1): 17–27.
- Le Louarn, H. y Spitz, F.** (1974). Biologie et Ecologie du lerôt dans les Hautes Alpes. *La Terre et la Vie*, 28(4): 544–564.
- Litvaitis, J. A.** (2000). Investigating food habits of terrestrial vertebrates. Pp. 165–190. En: Boitani, L. y Fuller, T.K. (Eds). *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia University Press, New York, Pp.442.
- Madikiza, Z. J. K., Bertolino, S. y Do Linh San, E.** (2011). Female in space, or female in space and time? First data on the socio-spatial organization and mating system of the woodland dormouse (*Graphiurus murinus*). *Journal of Ethology*, 29(2): 375–380.
- Meinig, H. y Büchner, S.** (2012). The current situation of the garden dormouse (*Eliomys quercinus*) in Germany. *Peckiana*, 8: 129–134.
- Montoya, R., Ambid, L. y Agid, R.** (1979). Torpor induced at any season by suppression of food proteins in a hibernator, the garden dormouse (*Eliomys quercinus* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 62(2): 371–376.
- Moreno, S.** (1984). Biometría, Biología y Dinámica poblacional del lirón careto, *Eliomys quercinus* (L.) en Doñana. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, España.

- Moreno, S.** (1988). Reproduction of Garden Dormouse (*Eliomys quercinus lusitanicus*) in southwest Spain. *Mammalia*, 52(3): 401–407.
- Moreno, S.** (2002). Lirón careto *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766). *Galemys*, 14: 1–16.
- Morris, P.** (2004). *Dormice*. British natural history series, Stowmarket Whittet Books, Suffolk, Pp. 144.
- Nowakowski, W. K. y Godlewska, M.** (2006). The importance of animal food for *Dryomys nitedula* (Pallas) and *Glis glis* (L.) in Białowieża forest (East Poland): analysis of faeces. *Polish Journal of Ecology*, 54(3): 359–367.
- Nowakowski, W. K., Remisiewicz, M. y Kosowska, J.** (2006). Food preferences of *Glis glis* (L.), *Dryomys nitedula* (Pallas) and *Graphiurus murinus* (Smuts) kept in captivity. *Polish Journal of Ecology*, 54(3): 369–378.
- Otsu, R. y Kimura, T.** (1993). Effects of food availability and ambient temperature on hibernation in the Japanese dormouse, *Glirulus japonicus*. *Journal of Ethology*: 11(1): 37–42.
- Palacios, F.** (1974). Contribución al estudio de la biología y ecología del lirón careto, *Eliomys quercinus* Linnaeus, 1766, en Iberia central. Parte I: Crecimiento, reproducción y nidificación. *Doñana, Acta Vertebrata*, 1: 171–231.
- Palacios, F.** (1975). Estudio ecológico del lirón careto grande (*Eliomys quercinus lusitanicus*) (Reuven, 1890), en la Reserva Biológica de Doñana. *Boletín de la Estación Central de Ecología*, 4: 65–76.
- Panchetti, F., Amori, G., Carpaneto, G. M. y Sorace, A.** (2004). Activity patterns of the common dormouse (*Muscardinus avellanarius*) in different Mediterranean ecosystems. *Journal of Zoology*, 262(3): 289–294.

- Pilastro, A.** (1992). Communal nesting between breeding females in a free-living population of fat dormouse (*Glis glis* L.). *Bolletino di Zoologia*, 59(1): 63–68.
- Santos, T. y Tellería, J.** (1992). Edge effects on nest predation in Mediterranean fragmented forests. *Biological Conservation*, 60(1): 1–5.
- Schaub, M. y Vaterlaus-Schlegel, C.** (2001). Annual and seasonal variation of survival rates in the garden dormouse (*Eliomys quercinus*). *Journal of Zoology*, 255(1): 89–96.
- Simmons, R. E., Avery, D. M. y Avery, G.** (1991). Biases in diets determined from pellets and remains: correction factors for a mammal and bird-eating raptor. *Journal of Raptor Research*, 25(3): 63–67.
- Taberner, A., Tamarit, R., & Gil-Delgado, J. A.** (2012). Position of blackbird (*Turdus merula*) nests in orange trees. *Avian Biology Research*, 5(4): 193–197.
- Torre, I., Arrizabalaga, A., Freixas, L., Pertierra, D. y Raspall, A.** (2012). Primeros resultados del programa de seguimiento de micromamíferos comunes de España (SEMICE). *Galemys*, 23: 81–89.
- Vericad, J. R.** (1970). Estudio faunístico y biológico de los mamíferos del Pirineo. *Publicaciones del Centro Pirenaico de Biología Experimental*, 4: 7–229.



## Conclusiones

### La dieta del lirón careto en los naranjales

- 1) El lirón careto *E. quercinus* es un versátil omnívoro capaz de alimentarse de un gran variedad de alimentos en los naranjales aunque destaca el consumo estacional de recursos principales, los invertebrados (artrópodos y gasterópodos) en primavera y verano mientras que las naranjas constituyen el alimento fundamental durante el otoño e invierno.
- 2) Entre las diferentes presas capturadas por parte de los lirones caretos, se hallaron numerosos invertebrados de mediano y gran tamaño. Además, se encontró la presencia de otras presas como pequeños passeriformes y micromamíferos, las cuales fueron transportadas y acumuladas en el interior tanto de nidos naturales como de cajas-nido. La frecuencia de estas presas vertebradas fue menor respecto a la de invertebrados, aunque considerando su masa corporal, supusieron un importante aporte energético.

### Depredación de nidos de aves y micromamíferos

- 3) Los lirones caretos depredaron el contenido de nidos, huevos y pollos, de hasta ocho especies de passeriformes nidificantes de los naranjales además de las hembras adultas de siete de ellas, incluyendo aves de tamaño relativamente grande como el mirlo común.
- 4) Otras presas encontradas fueron pequeños mamíferos como ratones del género *Mus* y de musarañas del género *Crocidura*.



### Uso de nidos como recurso

- 5) Los lirones visitaron activamente los nidos construidos por los mirlos, depredando aquellos que contenían huevos y /o pollos. Entre los distintos depredadores de nidos, los lirones fueron identificados como responsables de más del 60% de las visitas. La alta tasa de depredación ejercida por los lirones y otros depredadores supuso el fallo de la práctica totalidad (99%) de los nidos de mirlo.
- 6) Cuando los lirones encontraron tanto nidos en fase de construcción como nidos completos abandonados, éstos fueron ocupados y usados con distinto propósitos tales como lugar de descanso, despensas de alimento o bien con fines reproductivos. En cambio, los nidos depredados nunca fueron utilizados por los lirones.
- 7) A consecuencia tanto de la ocupación de los nidos de mirlo como a la elevada tasa de depredación ejercida por parte del lirón careto, los mirlos pasaron de construir una media de 2-3 nidos por pareja antes de la llegada de los lirones a la parcela a un número aproximado de 7 nidos después de la entrada de este roedor.

### Uso de invertebrados

- 8) Los invertebrados mostraron en los naranjales un patrón de disponibilidad estacional, siendo más abundantes en primavera y especialmente en verano y disminuyendo su densidad en otoño e invierno. Este último periodo coincide con el periodo en el que las naranjas estaban disponibles.

- 9) Esta variación en la disponibilidad de invertebrados y frutos coincidió con el uso de cada uno de estos alimentos por parte del lirón en base al estudio previo de su dieta.
- 10) Nuestros resultados indican que a pesar de la escasez de invertebrados observada en otoño e invierno, los lirones siguieron consumiendo activamente este recurso animal mientras que las naranjas podrían suponer un importante recurso complementario que permitirían eludir la hibernación de esta población mediterránea debido a su abundancia.

### **Reproducción del lirón careto en los naranjales**

- 11) A diferencia del patrón estacional observado en otras zonas geográficas, los nacimientos de lirón careto se dieron durante todo el año en los naranjales aunque el número máximo de partos se dio durante la segunda mitad de enero y de marzo.
- 12) El número de crías por parto de lirón careto en los naranjales osciló entre un mínimo de tres y un máximo de diez y con un valor medio de crías por parto de 5.4, valor superior al tamaño de camada descrito en otras poblaciones Centroeuropeas.

### **Nidificación comunal en el lirón careto**

- 13) Se observó la existencia de nidificación comunal entre hembras de lirón careto en los naranjales. Distintas combinaciones se dieron en un mismo nido entre grupos de entre una y tres hembras junto a entre una y tres camadas de distinto o similar tamaño.

- 14) El número de nidos comunales varió en relación con el número total de nidos mientras que no se apreció ningún patrón estacional en la frecuencia de estas asociaciones.
- 15) Una hembra adulta y su hija adulta fueron encontradas compartiendo la misma caja-nido junto a dos camadas, sugiriendo que estas asociaciones puedan darse entre hembras emparentadas.
- 16) Considerados los posibles beneficios y restricciones derivados de este tipo de asociaciones entre hembras, la defensa de las camadas frente a depredadores y otros congéneres se plantea como la hipótesis más razonable para explicar este comportamiento.



# Conclusions

## The diet of Garden dormouse in orange groves

- 1) The Garden dormouse *E. quercinus* is a versatile omnivorous species that consumes a wide variety of foods in orange groves although two main foods showed a seasonal predominance in its diet: invertebrates (arthropods and gastropods) in spring and summer and orange fruits in autumn and winter.
- 2) Among the different preys captured by dormice, some medium and big sized arthropods were found. Furthermore, other preys reported were small passerines and small mammal, which were carried and stored inside natural nests and nest-boxes. The occurrence of these vertebrate preys in dormouse diet was lower than arthropods' use, although considering their body masses the energy intake was important.

## Birds nest and small mammal predation

- 3) Garden dormouse was revealed as an active nest predator, eating bird eggs and chicks of out of eight different passerine species breeding in orange groves, but also predating on the adults of seven of these species, including the relatively big blackbirds.
- 4) Other preys observed were small mammals such as mice of the genus *Mus* and shrews of the genus *Crocidura*.

### **Use of blackbird nests as a resource**

- 5) Dormice visited actively all nests built by blackbirds, preying on those containing eggs and/or chicks. Among the different nest predators, dormice were identified as responsible of more than 60% of all the visits to these nests. The predation rate exerted by dormice and other predators supposed the failure of nearly all (99 %) blackbird nests.
- 6) When a dormouse found nests partially build or abandoned, those nests were occupied and used with different purposes such as resting place, food storing or for reproduction. On the contrary, predated nests were never used by dormice.
- 7) The effect of nest predatory pressure and nest occupation by dormice drove blackbirds to increase the average number of nests built per pair during their reproductive season from 2-3 nests in average before the colonization of dormice to 7 nests in average after the arrival of this rodent species.

### **Use of invertebrates as a food resource**

- 8) Invertebrates showed a seasonal availability pattern in orange groves, increasing their abundance in spring and summer and decreasing in autumn and winter. In these last seasons orange fruits were available.
- 9) The seasonal variation in the abundance of invertebrates and orange fruits coincided with the use of these food resources by dormice based on the previous analysis of dormouse diet.

- 10)** Our results shows that in autumn and winter, invertebrates are still preyed by dormice despite their scarcity, whereas oranges could represent an important supplementary resource that could be involved in the suppression of hibernation in this Mediterranean population.

### **Reproduction of garden dormouse in orange groves**

- 11)** Unlike the seasonal pattern observed in other European dormouse populations, in Mediterranean Spain garden dormouse births occurred throughout the year, although the second fortnight of January and March represented the periods with the greatest number of births.
- 12)** The number of pups per litter for Garden dormouse in orange groves ranged between three and ten. The average litter size was  $5.4 \pm 1.5$ , higher than other European populations.

### **Communal nesting in the garden dormouse**

- 13)** Communal nesting was reported between dormice females in orange groves. Different combinations were found between one and three females sharing the same nest together with one to three different litters with a similar or different size.
- 14)** The number of annual communal nests varied according to the number of total nests and no seasonal pattern was observed regarding the occurrence of these associations.

- 15) An adult female and its adult daughter were found sharing the same nest-box together with two different litters, suggesting that these associations could be driven by familiar bonds.
  
- 16) Considering the potential benefits and limitations of this type of female associations, the protection of litters against predators and other conspecifics seems to be the most likely hypothesis in order to explain this behaviour.





## Resumen ampliado

La agricultura ha transformado grandes superficies de la tierra en hábitats antropizados en los que habitan muchas especies. Sin embargo, los cambios ligados al desarrollo de la reciente agricultura moderna han supuesto un serio impacto para esta biodiversidad agraria. A pesar de ello, algunas especies de hábitos generalistas son capaces aún de colonizar este tipo de hábitats debido a sus características y estrategias. En esta tesis se analizan los aspectos principales en relación con la reciente y exitosa colonización por parte del lirón careto *Eliomys quercinus*, un roedor generalista cuya área de distribución se extiende por gran parte de Europa, de una parcela de cultivo de naranjos del este de la Península Ibérica. En el año 1997 se detecta por primera vez la presencia de este micromamífero en la zona de estudio, momento a partir del cual su población experimenta un rápido crecimiento. El análisis de la dieta de este mamífero compone el primer trabajo de esta tesis. Esta primera parte se basó en la recolección tanto de heces como de restos de presas parcialmente devoradas y acumulados en despensas y a la posterior identificación de los distintos alimentos consumidos. Los resultados obtenidos mostraron que el lirón careto exhibió una dieta variada compuesta fundamentalmente por invertebrados y frutos, además de otros alimentos como materia vegetal, huevos, pollos, pequeñas aves y micromamíferos. Se observaron importantes diferencias estacionales en la composición de la dieta, en las que predominó el uso de invertebrados durante la primavera y el verano, complementado durante este primer periodo con una mayor depredación de paseriformes adultos además de huevos y pollos. Durante la segunda mitad del año en cambio, el uso de invertebrados se redujo y la dieta del lirón dependió fundamentalmente del consumo de naranjas, coincidiendo con su disponibilidad. Entre las presas encontradas en las despensas durante todo el año destacaron los insectos de

gran tamaño pertenecientes a los órdenes Coleoptera, Orthoptera e Hymenoptera. El segundo trabajo describe la capacidad depredadora de esta especie sobre nidos de paseriformes y sobre otros micromamíferos. Se proporcionan evidencias de la depredación de nidos de un total de hasta ocho especies de aves nidificantes en la parcela de estudio, para las cuales el lirón consumió sus huevos, pollos e incluso los adultos. A menudo las presas fueron transportadas y acumuladas en el interior de las cajas-nido. Entre las numerosas presas observadas, se hallaron los restos de dos especies de micromamíferos como el ratón moruno *Mus spretus* y la musaraña común *Crocidura russula*. En el tercer capítulo se llevó a cabo una medición de la cantidad y disponibilidad estacional de invertebrados como alimento para el lirón careto en el naranjal mediante la captura de invertebrados con trampas de caída y el censo de insectos voladores en un ciclo anual. La mayor abundancia correspondió al semestre cálido del año mientras que la cantidad de invertebrados disminuyó en otoño e invierno. Los resultados obtenidos parecen indicar que el lirón careto consume preferentemente invertebrados en los naranjales, aunque en función de su disponibilidad. Aunque por el contrario, el uso oportunista de naranjas como alimento puede ser clave durante el periodo de escasez de recursos animales. En el cuarto capítulo se estudió el aprovechamiento de los nidos de mirlo común por parte del lirón careto en los naranjales. Así mismo se evaluó el tipo de uso que se hizo tanto de los nidos completamente construidos como el de los nidos abandonados por los mirlos durante el proceso de construcción. Se observó como los lirones ocuparon preferentemente aquellos nidos vacíos o en fase de construcción para usarlos como nidos propios, lugares de descanso o despensas mientras que los nidos con huevos y/o pollos eran únicamente depredados pero no eran usados posteriormente. El uso de los nidos de mirlo significó un importante impacto sobre la estrategia de reproducción de esta ave al igual que sobre la supervivencia de su población en el área de estudio. En el quinto trabajo de esta tesis se describen algunas de las características

reproductivas del lirón careto para esta población mediterránea en la que los nacimientos se dieron durante todos los meses del año y para la que no se apreció ninguna tendencia estacional, aunque sí se observó un ligero aumento en el número de nacimientos durante la segunda quincena de enero y marzo. Se cuantificó además el tamaño medio de camada, obteniéndose un valor de 5.4 cachorros por camada, valor similar a otros datos pertenecientes a la Península Ibérica y superior al de otras poblaciones centroeuropeas. En el sexto capítulo se proporcionó la primera evidencia de nidificación comunal en el lirón careto. Se observaron distintas combinaciones de entre uno y tres grupos de crías compartiendo el mismo nido junto a entre una y tres hembras adultas. El número de nidos múltiples varió en relación con el número de nidos totales y no se observó ninguna variación estacional significativa respecto a la frecuencia de estas agrupaciones. Destacó el hallazgo de una hembra y su hija, ambas adultas, marcadas previamente compartiendo el mismo nido como dato representativo de la existencia de un vínculo familiar. Se considera como posible causa para explicar esta estrategia la defensa frente a depredadores y/o competidores. En conclusión, este proceso de colonización parece deberse a la conjunción de varios factores claves. Por un lado, se encuentran las benignas características climáticas de los naranjales con suaves temperaturas en invierno y no excesivamente cálidas en verano, y la disponibilidad continua de recursos alimentarios. Pero por otro lado, se hace patente la flexibilidad ecológica que permite a los lirones maximizar su eficacia en este tipo de hábitats.



# **Anexo**

## **Manuscritos publicados en revistas científicas correspondientes a los capítulos 3, 4, 6 y 7**

*Manuscripts published in Scientific Journals  
corresponding to chapters 3, 4, 6 and 7*

## Diet of the garden dormouse (*Eliomys quercinus* Linnaeus 1766) in orange groves: seasonal variation and use of available resources

José A. Gil-Delgado\*, Óscar Mira, Adrià Viñals, Jaime Gómez, Nuria Banyuls and Carmen Vives-Ferrándiz

Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Universidad de Valencia, Polígono La Coma s/n, 46980 Paterna, Spain, e-mail: gild@uv.es

\*Corresponding author

### Abstract

The aim of this study was to describe the feeding habits of the garden dormouse *Eliomys quercinus* in orange groves of eastern Spain. The study area was an extensive orange grove near Sagunto (Valencia, Spain). This study combines two different non-invasive methods, the study of food store remains and the macroscopic analysis of feces. A total of 527 feces and the food remains of 172 food stores were recollected from nest boxes. Each feces was classified into five categories according to its characteristics: arthropods, gastropods, oranges, plants, and others. Throughout the year, the garden dormouse consumed all these types of food. The most consumed prey in summer and autumn were insects. However, in winter and spring orange fruit was the principal food type. Seasonal variation of orange, arthropods, gastropods, and plant matter consumption occurred. Among animal prey types, insects were the most consumed group and large-sized species were preferred. Vertebrate preys were found in food stores. The annual variation of the garden dormouse diet owing to the seasonal availability of resources in an agricultural environment revealed its feeding behavior plasticity.

**Keywords:** arthropods; feces analysis; food habits; food stores; Gliridae; Rodentia.

### Introduction

Studies about food habits and resource availability are fundamental to understand animal biology and ecology (Krebs 1989, Litvaitis 2000).

In rodents, diet composition varies throughout the year. This seasonal variation is based on food availability, food calorie value, and preferences of certain resources (Storch 1978, Nowakowski and Godlewska 2006). However, information about the dormice diet in Mediterranean ecosystems (Sarà and Sarà 2007), suboptimal habitats of Norway spruce (*Picea abies*) forest in Venetian pre-alps (Franco 1990), or

about seasonal variation (Nowakowski and Godlewska 2006, Nowakowski et al. 2006, Juškaitis 2007) are scarce. Dormice are considered insectivorous and plant feeders (Richards et al. 1984, Bright and Morris 1993), although considerable controversy exists in relation to the diet composition and the predatory behavior of some species (Juškaitis 2007). Previous research on the diet of the garden dormouse *Eliomys quercinus* (Linnaeus 1766) revealed that it is an omnivorous species which mainly prefers arthropods (Gosálbez 1987), although in autumn seeds and fruits were also found in its diet (Palacios 1974, Gigirey and Rey 1999). Furthermore, the garden dormouse consumes birds and small mammals and there are many reports which indicate that dormice species destroy bird nests (Juškaitis 1995, 2006, Koppmann-Rumpf et al. 2003, Gil-Delgado et al. 2009).

Recently, in Eastern Spain, orange plantations have been colonized by the garden dormouse. The first observation of this species in orange groves was reported in the past decade of the past century, and since then its population has increased. Moreover, in these environments the garden dormouse breeds throughout the year (Gil-Delgado et al. 2006). The aim of this study was to describe the diet of the garden dormouse in orange groves. We expected that seasonal dietary changes can explain colonization, winter reproduction, and population increase in orange groves (Gil-Delgado et al. 2006).

### Methods

#### Study area

This study was conducted in an orange plantation of 16.92 hectares located in Sagunto (Valencia, East Spain; 39°42'N, 0°15'W, 30 m a.s.l.). The climate is Mediterranean, thus winter temperatures are mild. The minimal monthly average temperature in 2003 and 2004 was always above 5°C. Detailed information about the study area and meteorological characteristics are reported by Ponz et al. (1996) and Gil-Delgado et al. (2002, 2005).

#### Study techniques

Sampling was conducted between July 2005 and June 2006. A total of 62 nest boxes randomly distributed in the study plot were checked at least twice a month. In every sampling, we collected all the food remains and excrements per nest box to obtain fresh samples. Excrements and food remains were preserved at cold temperature for subsequent analysis. Samples were collected from the nest boxes only used by

dormice. The black rat *Rattus rattus* (Linnaeus 1758) is the other rodent species that can occupy nest boxes in this environment, but the nests and the excrements of both species differ in shape and appearance (Gil-Delgado et al. 2009). In this study, no garden dormice were captured or killed. Thus, we followed the general guidelines of the American Society of Mammalogists for use of wild mammal species (Gannon et al. 2007).

In feces analysis, excrements were crumbled and analyzed under a magnifying glass to visually detect the different food types (Litvaitis 2000). Then, excrements were classified according to color and composition into five categories. (i) Orange: when the animal's diet included oranges, the feces acquired a typical orange color; (ii) arthropods: when fragments of their exoskeletons were found; (iii) plants: the presence of plant fibers or seeds; (iv) gastropods: feces presented small fragments of shells; and (v) others: this category was assigned when it was difficult to classify elements into some of the previous categories because of either methodological limitations or difficulties in identifying their origin. A large number of feces contained two or more food categories. Each month, we determined the fraction of every fecal sample belonging to each category to calculate the fraction of each food type per month. Thus, we obtained the frequency of occurrence.

We also collected the accumulated food of 72 samples in 42 out of 62 nest boxes. A sample can contain many remains of different types of prey from the same or different species. These remains were separated according to the different components and differentiated from other materials such as hair, feathers, and stems utilized to build nests. Symmetrical structures of Arthropod fragments were used to assess the prey species number. Prey identifications were made under a magnifying glass and compared to a reference collection. Dental and/or skeletal elements of small mammals and birds were used for identification following regional determination keys (Gosalbez 1987, Brown 2003).

The monthly distribution of feces allowed us to generate five contingency tables, one per each food type, to explore the diet variation over the year. Statistical analyses were done with the SPSS/PC+ statistical package v. 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

## Results

A total of 861 items were obtained from 527 excrements collected in nest boxes. All the food types found in the feces of the garden dormouse throughout the year presented two predominant categories: orange and arthropods. Arthropods and gastropods categories constituted the predominant part of the garden dormouse diet (45.2% of the total diet). The plant fraction was composed of orange and other plant matter (40.2% of the total diet).

There was a clear monthly variation in the garden dormouse diet based on these five categories (Figure 1). Arthropods appeared as the most consumed among the invertebrates and reached maximum values from March to

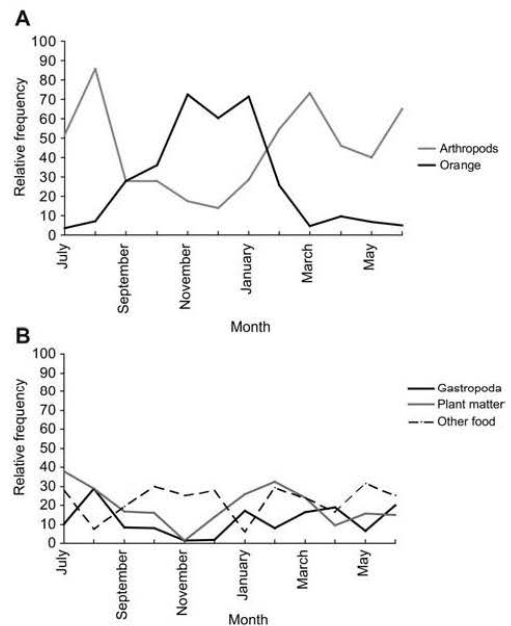


Figure 1 Seasonal changes in the composition of feces of the garden dormouse according to the five different food types (A: arthropod and orange; B: gastropod, plant matter and other types of food) in orange groves from July 2005 to June 2006.

November, and then decreased over the winter. Variation over the year was significant ( $\chi^2_{11}=133.88$ ,  $p<0.001$ ). In comparison, the orange was the predominant food from January to April coinciding with the period of agricultural production. From April orange consumption decreased over the summer and autumn. Monthly differences were also highly significant ( $\chi^2_{11}=239.03$ ,  $p<0.001$ ).

Gastropods and plant matter were less consumed, but they appeared throughout the year. Both food types also showed significant differences over the year (gastropods:  $\chi^2_{11}=30.9$ ,  $p<0.005$ ; plant:  $\chi^2_{11}=41.9$ ,  $p<0.001$ ). Other food did not present seasonal variation ( $\chi^2_{11}=15.41$ ,  $p>0.05$ ).

A total of 125 food remain samples were obtained from nest boxes. We can assume that these samples were representative of the animal fraction of excrements. Insect remains were the most common (76.8%), followed by gastropods (18.4%), small mammals (2.4%), and birds (1.6%). Orthoptera, Coleoptera, and Dermaptera were the most common insect orders (Table 1).

## Discussion

Feces analysis is one of the most widely used methods to describe mammal feeding habits (Genovesi et al. 1996, Haken and Batzli 1996, Massemin et al. 1996, Wolfé et al. 1996, Ruetter et al. 2005). This technique is a non-invasive



**Table 1** Occurrence frequency of animal preys of 125 remains found in 62 nest boxes occupied by *Eliomys quercinus* in orange groves during July 2005–June 2006.

Taxonomic group				Species	n	%
		%				
Mollusca	Gastropoda	18.4	Stylommatophora	Non-identified	23	18.4
Arthropoda/Malacostraca		0.8	Isopoda	Non-identified	1	0.8
Arthropoda/Insecta	Orthoptera	24	Acrididae	<i>Anacridium aegyptium</i>	6	4.8
				Non-identified	7	5.6
			Gryllidae	Non-identified	3	2.4
			Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>	11	8.8
			Non-identified		3	2.4
	Dermoptera	22.4		Non-identified	28	22.4
	Mantodea	0.8	Mantidae			
	Blattodea	0.8	Blattidae	<i>Blatta orientalis</i>	1	0.8
	Hymenoptera	3.2	Apoidea	Non-identified	1	0.8
			Scoliidae	<i>Scolia</i> spp.	3	2.4
	Lepidoptera	2.4		Non-identified	3	2.4
	Coleoptera	20.8	Scarabaeidae	<i>Oryctes nasicornis</i>	19	15.2
				Non-identified	5	4.0
			Cerambycidae	Non-identified	1	0.8
				Non-identified	1	0.8
	Non-identified	2.4				
Chordata/Mammalia	Rodentia	2.4		<i>Mus spretus</i>	3	2.4
Chordata/Aves	Passeriformes	1.6		<i>Turdus merula</i>	2	1.6
Total		100			125	100

n, item number per class.

method that does not involve injury or death for any animals as opposed to other methods such as analysis of stomach or intestinal contents. However, it presents some disadvantages which are difficult to solve because some food types are not evidenced in feces (Litvaitis 2000).

Our results showed that the garden dormouse living in orange groves enjoyed a varied diet. These rodents consumed animal and plant food although the different food types were not consumed in the same proportion throughout the year. Orange fruits and insects were the most consumed, in contrast with gastropods, plant matter, and other foods which were less consumed. In other dormice species such as the forest dormouse *Dryomys nitedula* (Pallas 1779), plant matter was considered a supplementary resource (Angermann 1963, Holišová 1968, Nowakowski et al. 2006).

Orange consumption increased from November until January–March and then declined. However, the consumption of insects displayed the opposite trend, being more abundant between May and November. This seasonality concurs with other studies investigating the garden dormouse. For example, in deciduous woodlands of Northwestern areas of the Iberian Peninsula the garden dormouse had a predominant insectivorous diet but in autumn increased fruit consumption (Gigirey and Rey 1999). Studies about dormice species noted that the common dormouse *Muscardinus avellanarius* (Linnaeus 1758) needs complex habitats which contain a great diversity of resources to ensure complete food availability throughout the year. Moreover, the common and the forest dormouse are selective feeders which focus on the most nutritious food sources in their habitat (Richards et al. 1984, Bright and Morris 1996, Nowakowski et al. 2006 and ref-

erences therein). Orange groves cannot be considered a complex habitat. In this habitat, the garden dormouse can breed and survive during the winter by feeding mainly on a single but high available food type (Gil-Delgado et al. 2006).

Gigirey and Rey (1999) noted the presence of arthropods in 85% of the garden dormouse stomachs that were analyzed. In our study area, 36.3% of feces contained arthropods. We cannot compare directly these results owing to the different origin of samples. Furthermore, Gigirey and Rey (1999) showed an important predation of medium- and large-sized insect prey. This variation in prey shows this species' ability to hunt both terrestrial and arboreal preys. In Northwestern Spain, the garden dormouse diet also included Coleoptera and Orthoptera. Furthermore, other arthropods that were not found in the garden dormouse diet in Sagunto, such as Myriapoda and Chelicerata, were also cited (Gigirey and Rey 1999). However, in orange groves Dermoptera was another of the most consumed groups. In other species, Holišová (1968) observed that the common dormouse *Glis glis* consumed annelids and gastropods. Gastropods were also found in orange groves.

We found carcass remains of the blackbird *Turdus merula* and Algerian mouse *Mus spretus* (Lataste 1883) in our food stores. However, in the orange groves the garden dormouse also preyed on nests and adults of the other bird species, as has been pointed out in previous studies (Gil-Delgado et al. 2009).

Gigirey and Rey (1999) showed that the wood mouse *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus 1758) were preyed by garden dormice. Regarding birds predation, other studies reported different comparative data concerning dormice across their

distributional range. Eggs, nestlings, and adults of different bird species have been found to have been destroyed by dormice (Le Louarn and Spitz 1974, Juškaitis 2006, Nowakowski et al. 2006, Gil-Delgado et al. 2009). Our observations confirmed that small mammals and birds are preyed on by the garden dormouse (Gil-Delgado et al. 2009).

Feces analysis might not show the consumption of eggs and other food whose remains are not contained in the fecal matter. For this reason, it is necessary to discover the role that this type of prey plays in the diet of the garden dormouse in any environmental setting.

This study is not only the first published information on the diet composition of the garden dormouse in an agrarian ecosystem but also the first report of the seasonal variability of its diet. Therefore, our results confirm the trophic versatility of this species. The garden dormouse presented an insectivorous diet that was completed with other resources such as plant matter or other animal foods, but its consumption pattern changed completely towards orange fruit, which, when they were available, became the main food type consumed. Furthermore, this garden dormouse population was characterized by high reproduction attempts as they are not compelled to hibernate given the mild winter temperatures in this habitat. The reported continuous presence of nourishing resources can be considered an additional and fundamental element to explain the fast population increase and winter breeding (Gil-Delgado et al. 2006).

### Acknowledgements

We thank R. Blanco, J.B. Toro, F. Atiénzar, and Jamie Rhodes for revising the English text, and also to M. Gosalbez and D. Eleonore. We also wish to thank the owners of the orange groves for allowing us to use their land.

### References

- Angermann, R. 1963. Zur Ökologie und Biologie des Baumschläfers, *Dryomys nitedula* (Pallas, 1779) in der Waldsteppenzone. *Acta Theriol.* 7: 333–367.
- Bright, P.W. and P.A. Morris. 1993. Foraging behavior of dormice *Muscardinus avellanarius* in two contrasting habitats. *J. Zool.* 230: 69–85.
- Bright, P.W. and P.A. Morris. 1996. Why are dormice rare? A case study in conservation biology. *Mammal Rev.* 26: 157–187.
- Brown, R. 2003. Huellas y señales de las aves de España y de Europa. Editorial Omega, Barcelona. pp. 336.
- Franco, D. 1990. Feeding habits of a dormouse population (*Myoxus glis*) of the Asiago plateau (Venetian prealps). *Hystrix* 2: 11–22.
- Gannon, W.L., R.S. Sikes, and the Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists. 2007. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *J. Mammal.* 88: 809–823.
- Genovesi, P., M. Secchi and L. Boitani. 1996. Diet of stone martens: an example of ecological flexibility. *J. Zool. (Lond.)* 238: 545–555.
- Gigney, A. and J.M. Rey. 1999. Autumn diet of the garden dormouse (*Eliomys quercinus*) in the northwest Iberian Peninsula. *Mammalia* 63: 372–374.
- Gil-Delgado, J.A., C. Vives-Ferrándiz and A. Tapiero. 2002. Tendencia decreciente de una población de gorrión común *Passer domesticus* en los naranjales del este de España. *Ardeola* 49: 195–209.
- Gil-Delgado, J.A., E. Marco, M. Paredes and C. Vives-Ferrándiz. 2005. Seasonal clutch size variation of multi-brooded bird species: comparisons between breeding season and latitudes. *Ibis* 147: 206–212.
- Gil-Delgado, J.A., P. Cabaret, S. Declercq, J. Gómez and I. Sánchez. 2006. Winter reproduction of *Eliomys quercinus* (Rodentia) in the orange groves of Sagunto (Valencia, Spain). *Mammalia* 70: 76–79.
- Gil-Delgado, J.A., J. Gómez, R. Tamari, A. Viñals and C. Vives-Ferrándiz. 2009. Depredación de nidos, aves adultas y mamíferos por el lirón careto (*Eliomys quercinus*). *Galemys* 21: 3–12.
- Gosalbez, J. 1987. Insectívors i rosegadors de Catalunya. Ed. Ketres Editora S.A., Barcelona. pp. 241.
- Haken, A.E. and G.O. Batzli. 1996. Effects of availability of food and interspecific competition on diets of prairie voles (*Microtus ochrogaster*). *J. Mammal.* 77: 315–324.
- Holišova, V. 1968. Notes on the food of dormice (Gliridae). *Zool. Listy* 17: 109–114.
- Juškaitis, R. 1995. Relations between common dormice (*Muscardinus avellanarius*) and other occupants of bird nest-box in Lithuania. *Folia Zool.* 44: 289–296.
- Juškaitis, R. 2006. Interactions between dormice (Gliridae) and hole-nesting birds in nestboxes. *Folia Zool.* 55: 225–236.
- Juškaitis, R. 2007. Feeding by the common dormouse (*Muscardinus avellanarius*): a review. *Acta Zool. Litu.* 17: 151–159.
- Koppmann-Rumpf, B., C. Heberer and K.-H. Schmidt. 2003. Long term study of the reaction of the edible dormouse *Glis glis* (Rodentia: Gliridae) to climatic changes and its interactions with hole-nesting passerines. *Acta Zool. Acad. Sci. Hung.* 49 (Suppl. 1): 69–76.
- Krebs, C.J. 1989. Ecological methodology. Harper Collins Publisher, New York. pp. 654.
- Le Louarn, H. and F. Spitz. 1974. Biologie et Ecologie du lerôt dans les Hautes Alpes. *Terre Vie* 28: 544–564.
- Litvaitis, J.A. 2000. Investigating food habits of terrestrial vertebrates. In: (L. Boitani and T.K. Fuller, eds) Research techniques in animal ecology: controversies and consequences. Columbia University Press, New York. pp. 165–190.
- Massemin, S., C. Gibault, R. Ramousse and A. Butet. 1996. First data on the diet of alpine marmots (*Marmota marmota*) in France. *Mammalia* 60: 351–361.
- Nowakowski, W.K. and M. Godlewska. 2006. The importance of animal food for *Dryomys nitedula* (Pallas) and *Glis glis* (L.) in Białowieża forest (East Poland): analysis of faeces. *Pol. J. Ecol.* 54: 359–367.
- Nowakowski, W.K., M. Remisiewicz and J. Kosowska. 2006. Food preferences of *Glis glis* (L.), *Dryomys nitedula* (Pallas) and *Graphiurus murinus* (Smuts) kept in captivity. *Pol. J. Ecol.* 54: 369–378.
- Palacios, F. 1974. Contribución al estudio de la biología y ecología del lirón careto, *Eliomys quercinus* Linnaeus, 1766, en Iberia central. Parte I: Crecimiento, reproducción y nidificación Doñana. *Acta Vertebr.* 1: 171–231.
- Ponz, A., E. Barba and J.A. Gil-Delgado. 1996. Population changes and breeding ecology of the Cirl Bunting *Emberiza cirlus* in eastern Spain. *Bird Study* 43: 38–46.
- Richards, C.G.J., A.C. White, E. Hurrell and F.E.F. Price. 1984. The food of the common dormouse, *Muscardinus avellanarius*, in south Devon. *Mammal Rev.* 14: 19–28.

Ruetter, B.A., R.E. Bertouille and P. Vogel. 2005. The diet of the Alpine mouse *Apodemus alpicola* in the Swiss Alps. Mammal. Biol. 70: 147–155.

Sarà, G. and M. Sarà. 2007. Trophic habits of *Muscardinus avelanarius* (Mammalia Gliridae) as revealed by multiple stable isotope analysis. Ethol. Ecol. Evol. 19: 215–223.

Storch, G. 1978. *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766). Gartenschlä-

fer. In: (J. Niethammer and F. Krapp, eds) Handbuch der Säugetiere Europas. Vol. 1/I Rodentia I. (Sciuridae, Castoridae, Gliridae, Muridae). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. pp. 208–225.

Wolfe, A., J. Whelan and T.J. Hayden. 1996. The diet of the mountain hare (*Lepus timidus hibernicus*) on coastal grassland. J. Zool. (Lond.) 240: 804–810.



## DEPREDACIÓN SOBRE NIDOS, AVES ADULTAS Y MAMÍFEROS POR EL LIRÓN CARETO *Eliomys quercinus*

JOSÉ A. GIL-DELGADO, ROSA TAMARIT, ADRIÀ VIÑALS,  
JAIME GÓMEZ Y CARMEN VIVES-FERRÁNDIZ

Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Universidad de Valencia. (gild@uv.es)

### RESUMEN

En este estudio se describe el consumo de aves y mamíferos por parte del lirón careto *Eliomys quercinus* en los naranjales de Sagunto (Valencia). Las muestras proceden de la revisión exhaustiva de las cajas-nido y de los nidos construidos por las aves que crían en los naranjales. En la dieta del lirón aparecen diferentes especies de aves adultas, así como huevos y pollos. El consumo de aves adultas durante el invierno evidencia que los lirones caretos poseen la habilidad de capturar individuos adultos fuera de los nidos. También capturan pequeños mamíferos, pues en las muestras aparecen restos de ratones del género *Mus* y de musarañas del género *Crocidura*.

Palabras clave: lirón careto, *Eliomys quercinus*, depredación, aves, mamíferos, huevos, pollos, nidos, cajas-nido.

### ABSTRACT

*Nest, adult birds and small mammal predation by Garden Dormouse Eliomys quercinus*

This study deals with birds and small mammals captured by the garden dormouse *Eliomys quercinus* in the orange groves of Sagunto (Valencia, E Spain). Samples come from exhaustive reviews of nest-boxes, but also of natural nests. Garden dormice predate on bird nests, containing eggs or nestlings, but also capture adults, even during the winter. Moreover, small mammals such as *Mus* and *Crocidura* were also captured, showing the abilities of this species to capture vertebrates.

Key words: Garden dormouse, *Eliomys quercinus*, predation, birds, small-mammals, eggs, nestlings, nests, nest-boxes.

### INTRODUCCIÓN

El lirón careto *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766) presenta una dieta de tipo omnívora que incluye semillas, frutos, invertebrados y huevos (Vericad 1970, Palacios 1974, Gigirey y Rey 1999, Moreno 2002). Las aves también forman parte de la dieta de los glíridos. De hecho, hay numerosas referencias que señalan

Galemys 21 (2), 2009

que el lirón gris *Glis glis* destruye nidos, tanto con huevos como con pollos de aves que nidifican en cajas-nido (Koppmann-Rumpf *et al.* 2003, Juškaitis 2006, Adamik y Kral 2008).

Desde la aparición en 1997 de los primeros ejemplares de lirón careto en una parcela dedicada al cultivo del naranjo situada en la localidad valenciana de Sagunto, la población de dicha especie ha experimentado un incremento notable, gracias en parte, a que se reproducen durante todo el año (Gil-Delgado *et al.* 2006).

En este artículo presentamos un testimonio gráfico de la depredación por parte del lirón careto de los nidos de mirlos *Turdus merula*, y aportamos información sobre el consumo de pollos y adultos de algunas de las especies de aves que nidifican en los naranjales. Al mismo tiempo, se informa acerca de la depredación sobre algunas especies de pequeños mamíferos que habitan en el área de estudio.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio se sitúa en el municipio valenciano de Sagunto (39°42'N, 0°15'W, 30 m a.s.n.m.) y está inmersa en una extensa superficie dedicada al cultivo del naranjo. El clima de la zona es de tipo mediterráneo con inviernos suaves. En Gil-Delgado y Escarré (1977), Gil-Delgado y Lacort (1995) y Gil-Delgado *et al.* (2005, 2006) se encuentra amplia información sobre la parcela estudiada, sus principales características y los programas de seguimiento de aves nidificantes que se realizan desde 1975. Estos seguimientos requieren la revisión continuada de los árboles en busca de nidos, desde mediados de febrero a principios de agosto. Las técnicas y métodos aplicados también se encuentran ampliamente descritos (ver las referencias anteriormente citadas), pero incidiremos en que cada árbol se revisa a intervalos de 10-12 días y que tras la localización de los nidos, éstos son visitados cada 2-5 días, por lo que cada nido suele recibir entre 4 y 10 visitas mientras está activo (Gil-Delgado *et al.* 2005).

La colocación de cajas-nido para aves que nidifican en huecos es aprovechada por algunas especies de mamíferos que terminan por ocuparlas (Barba y Gil-Delgado 1990). La utilización por parte de los lirones caretos de las cajas-nido fue decisiva para determinar la temporada de partos y el tamaño de las camadas en estos cultivos (Gil-Delgado *et al.* 2006).

*Depredación de vertebrados por el lirón careto*

Los datos de este estudio proceden de las observaciones realizadas sobre restos de presas acumuladas en las cajas-nido o en los nidos naturales depredados por los lirones caretos. Algunos de estos nidos depredados son utilizados por los lirones caretos como base para la construcción de su propio nido (Gil-Delgado *et al.* 2006). La aplicación de la metodología descrita desde 2004-2008 originó un gran número de observaciones de nidos naturales, es decir, construidos por las propias aves. En el caso del mirlo, por ejemplo, el resultado de multiplicar las 4-10 inspecciones que recibieron los 971 nidos controlados de esta especie arroja una cantidad total de observaciones que oscila entre las 3.724 y las 9.710. En el caso de las cajas-nido, la recolección de datos se realizó durante todo el año. Un total de 36 cajas-nido fueron dispuestas de forma aleatoria en la parcela de estudio y cada una de ellas fue visitada de 24 a 48 veces por año durante el periodo 2004-2008.

Aunque la mayor parte de los datos se han conseguido indirectamente, puesto que los sucesos ocurrían antes de la recolección de las muestras, existen algunas observaciones directas del consumo de huevos o pollos por parte de la rata negra *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758) y del lirón careto. La asignación a una u otra especie de forma indirecta viene determinada por el tipo de excrementos que deja el depredador. La forma de los excrementos del lirón careto son de tipo trenzado y superficie rugosa (Figuras 1 y 2), lo que los diferencia de los de la rata negra que son de superficie lisa. La tercera especie de roedor en los naranjales, el ratón moruno *Mus spretus* Lataste, 1883, nunca ha sido observado vivo ni en las cajas-nido ni en los nidos naturales. Los nidos naturales en los naranjales son de tipo abierto o abovedado. Estos últimos eran construidos sobre los naranjos por el gorrión común (Gil-Delgado *et al.* 1979).

## RESULTADOS

Los lirones caretos depredan nidos de aves, tanto si contienen huevos como pollos. Los huevos son devorados dentro del nido, por lo que nunca se encuentran restos de cáscaras transportadas por los lirones a las cajas-nido. Los huevos depredados aparecen partidos o son perforados, quedando en este último caso un amplio orificio (Figura 1). Además, es común que dejen excrementos en los nidos atacados (Figura 2).

Galemys 21 (2), 2009



Figura 1. Huevos de Mirlo depredados por lirones caretos. El círculo rodea un excremento de lirón careto.

*Blackbird eggs preyed by garden dormice. The white circle shows garden dormice excrements).*

Figura 2. Pollo de mirlo muerto y parcialmente devorado por lirones caretos. La figura muestra los excrementos de los lirones caretos. Las heces frescas se encuentran en el área de los círculos.

*Blackbird nestling killed and partially consumed by garden dormice. Encircled areas show garden dormice excrements.*



Entre las aves que utilizan las cajas-nidos destaca el carbonero común *Parus major* Linnaeus, 1758. También las utiliza el gorrión común *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758), aunque esta especie construye, además, nidos abovedados en los naranjos y en las construcciones humanas (Gil-Delgado *et al.* 1979). La destrucción de los nidos de carbonero común presenta todas las modalidades

*Depredación de vertebrados por el lirón careto*

posibles: destrucción de nidos con consumo de huevos, con consumo de los pollos, o incluso con la muerte y consumo de la madre. En estos casos los restos se abandonan en los nidos destruidos. Algo similar ocurre cuando son depredados los pollos de especies que construyen sus propios nidos. Normalmente dejan las cabezas intactas y si son especies pequeñas, como la curruca cabecinegra *Sylvia melanocephala* (Gmelin, 1789) o el verdicillo *Serinus serinus* (Linnaeus, 1766), trocean el cuerpo. En el caso de especies de mayor tamaño, como mirlos, los restos conforman una sola pieza (Figura 2). La práctica totalidad de las especies que crían habitualmente en los naranjos han sido depredadas en fase de huevo o de pollo por los lirones caretos (Tabla 1).

TABLA 1

Especies de aves y mamíferos que han sido reconocidas como presas de los lirones caretos en Sagunto. En el caso de las aves adultas y los mamíferos, señalamos el número de ejemplares recolectados en las cajas nido o en los nidos de mirlo ocupados por los lirones caretos. En la depredación sobre nidos, señalamos si las observaciones corresponden a huevos (H) o a pollos (P).

*Birds and small-mammals adults killed and consumed by garden dormice. First and second columns point out the nests of bird species that were preyed by garden dormice. H = eggs; P = nestlings.*

Especie/species	Cajas-Nido Nest-boxes	Nidos naturales Natural nests	Aves adultas Birds	Mamíferos Mammals
<i>Parus major</i>	H y P		3	
<i>Passer domesticus</i>	H y P	H y P	4	
<i>Turdus merula</i>		H y P	2	
<i>Serinus serinus</i>		H y P	5	
<i>Sylvia melanocephala</i>		H y P	1	
<i>Carduelis chloris</i>		H y P	2	
<i>Carduelis carduelis</i>		H y P	3	
<i>Streptopelia turtur</i>		H		
<i>Mus spretus</i>				3
<i>Crocidura russula</i>				1
TOTAL			20	4



Galemys 21 (2), 2009

En Sagunto, además de las especies de aves reseñadas (Tabla 1), han aparecido restos de ratón moruno y de musaraña gris *Crocidura russula* (Hermann, 1780) en los nidos de los lirones caretos. En uno de los casos de depredación de ratón moruno, el lirón careto permanecía junto a la víctima en el interior de una caja-nido. En los otros casos, los restos habían sido llevados a nidos de mirlos ocupados por los lirones. En las cajas-nidos también aparecieron volantones y adultos de diferentes especies de aves (Tabla 1). De la relación de aves de las que se conocen capturas de ejemplares adultos, 7 (sobre 20) individuos (2 carboneros comunes, 2 verdicillos, 1 mirlo, 1 jilguero y 1 verderón común) proceden de la temporada invernal.

## DISCUSIÓN

La presencia de lirones caretos en los naranjales saguntinos parece un proceso de colonización reciente (Gil-Delgado *et al.* 2006). A partir de observaciones directas y de los restos de aves y mamíferos que se han recolectado en las cajas-nido, así como en los nidos de mirlo que son utilizados por los lirones caretos para construir sobre ellos sus nidos, se pone en evidencia las cualidades cazadoras y depredadoras de esta especie. La presencia de micromamíferos en la dieta de los lirones caretos ha sido señalada con anterioridad por Moreno (2002) al citar los géneros *Mus* y *Apodemus* entre sus presas. En Sagunto, los restos eran, a veces, lo suficientemente recientes como para sospechar que la depredación había ocurrido en horas cercanas a la recolección de las muestras. En otros casos, los cadáveres eran menos recientes, aunque la frecuencia de inspección de cajas-nido y nidos (Gil-Delgado *et al.* 2005, 2006) garantiza que las presas tuvieran menos de una semana. Por consiguiente, tenemos evidencias de que los lirones caretos transportan aves y mamíferos a sus nidos o, sencillamente, a sus resguardos o lugares de descanso. Las cajas-nidos y los nidos de aves, de los que se apropian, son utilizados para parir y criar a las camadas, pero también abundan aquellos que se utilizan con fines diferentes, entre los que se encuentra el acopio de presas capturadas.

La ausencia de observaciones directas de capturas de aves adultas y mamíferos impide asegurar que todas las presas fueran capturadas por los lirones caretos

*Depredación de vertebrados por el lirón careto*

aunque esto parece lo más probable. Otra explicación alternativa sería la recolección de cadáveres que hubieran sido capturados por otros depredadores, como carnívoros, ofidios o rapaces, pero ésta tampoco resulta muy factible, al ser precisamente el lirón careto presa de estos depredadores (véase por ejemplo Herrera 1974, Alegre *et al.* 1989, Palomares y Delibes 1991, Ruiz-Olmo y Palazón 1993, Virgós *et al.* 1999).

Los estudios previos sobre las interacciones entre lirones y aves, se centraban en aquellas especies de aves que utilizan las cajas-nido para criar. Esta interacción entre lirones y aves es de dos tipos: competitiva (Sarà *et al.* 2005) y de depredador-presa (Juškaitis 1995, 2006, Koppmann-Rumpf *et al.* 2003). En la primera de las interacciones, los lirones, al ocupar los nidos, impiden que estos puedan ser utilizados por las aves. En este tipo de interacción, los roedores son dominantes (Barba y Gil-Delgado 1990). Los nidos de las aves que ocupan en primera instancia las cajas-nido pueden ser atacados por los lirones. Este tipo de interacciones entre depredadores y presas lleva aparejada la destrucción de las nidadas, independientemente del contenido. No obstante, estudios previos muestran que hay especies que atacan mayoritariamente los nidos que contienen huevos, como son los casos del muscardino común *Muscardinus avellanarius* y del muscardino balcánico *Dryomys nitedula* (Juškaitis 2006, Adamik y Kral 2008). Otras especies, como es el caso del lirón gris, depredan indistintamente sobre pollos o huevos. El lirón careto presenta, por consiguiente, un comportamiento depredador parecido al del lirón gris, pues actúa sobre nidos que contienen pollos o huevos (Koppmann-Rumpf *et al.* 2003, Juškaitis 2006, Adamik y Kral 2008). Además, en los naranjales se ha observado que la depredación también ocurre sobre nidos de diferentes especies de aves, incluyendo nidos con huevos de especies del tamaño de la tórtola común *Streptopelia turtur* (Linnaeus, 1758). Aún más, la presencia de aves adultas, pero también de pequeños mamíferos, en los lugares de descanso de los lirones caretos, apunta que esta especie tiene una notable capacidad depredadora.

En resumen, en los naranjales de Sagunto los lirones caretos depredan nidos de diferentes especies de aves que crían en nidos abiertos, tanto durante el período de incubación como cuando los nidos contienen pollos. La depredación sobre nidos que contienen huevos es una norma habitual de las diferentes especies de lirones (Koppmann-Rumpf *et al.* 2003, Juškaitis 2006, Adamik y Kral 2008).

Galemys 21 (2), 2009

Los roedores en general son depredadores habituales de nidos y este comportamiento ha sido descrito en varias especies de distintas familias (Thompson *et al.* 1999, Purcell y Verter 1999, Bradley y Marzluff 2003, Remes 2005). Algunos estudios evidencian incluso que algunas especies de roedores pueden ser los principales causantes del fracaso de las nidadas (Blight *et al.* 1999).

#### AGRADECIMIENTOS

A los agricultores de Sagunto por dejarnos trabajar en sus tierras y respetar los nidos y cajas-nido incluso en la época de poda. También a S. Gómez, E. Marco, R. Pérez, A. Parejo y A. Taberner por la ayuda prestada en la búsqueda de nidos. Por último agradecer los comentarios de A. Hernández.

#### REFERENCIAS

- Adamik, P. y M. Kral (2008). Nest losses of cavity nesting birds caused by dormice (Gliridae, Rodentia). *Acta Theriologica*, 53: 185-192.
- Alegre, J., A. Hernández, F. J. Purroy y A. J. Sánchez (1989). Distribución altitudinal y patrones de afinidad trófica geográfica de la Lechuza Común (*Tyto alba*) en León. *Ardeola*, 36: 41-54.
- Barba, E. y J. A. Gil-Delgado (1990). Competition for nestboxes among two vertebrate species: an experimental study in orange groves. *Holarctic Ecology*, 13: 183-186.
- Blight, L. K., J. L. Ryder y D. F. Bertram (1999). Predation on Rhinoceros Auklet eggs by a native population of *Peromyscus*. *Condor*, 101: 871-876.
- Bradley, J. E. y J. M. Marzluff (2003). Rodents as nest predators: influences on predatory behavior and consequences to nesting birds. *Auk*, 120: 1180-1187.
- Gil-Delgado, J. A. y A. Escarré (1977). La avifauna del naranjal valenciano I. Datos preliminares sobre mirlo (*Turdus merula*). *Mediterranea, Serie Biológica*, 2: 89-109.
- Gil-Delgado, J. A., R. Pardo, J. Bellot e I. Lucas (1979). Avifauna del naranjal valenciano (II): el gorrión común (*Passer domesticus* L.). *Mediterranea, Serie Biológica*, 3: 69-99.
- Gil-Delgado, J. A. y M. P. Lacort (1995). La estación de nidificación del Mirlo *Turdus merula* en los naranjales: tiempo de nidificación y número de nidadas. *Ardeola*, 43: 41-48.
- Gil-Delgado, J. A., E. Marco, M. Paredes y C. Vives-Ferrandiz (2005). Seasonal clutch size variation of multi-brooded bird species: comparisons between breeding season and latitudes. *Ibis*, 147: 206-212.
- Gil-Delgado, J. A., P. Cabaret, S. Declercq, J. Gómez e I. Sánchez (2006). Winter reproduction of *Eliomys quercinus* (Rodentia) in the orange groves of Sagunto (Valencia, Spain). *Mammalia*, 71: 76-79.

*Depredación de vertebrados por el lirón careto*

- Gigirey, A. y J. M. Rey (1999). Autumn diet of the garden dormouse (*Eliomys quercinus*) in the northwest Iberian Peninsula. *Mammalia*, 63 (3): 372-374.
- Herrera, C. M. (1974). Regimen alimenticio de *Tyto alba* en España sudoccidental. *Ardeola*, 19: 359 -394.
- Juškaitis, R. (1995). Relationship between common dormice (*Muscardinus avellanarius*) and other occupants of bird nest-boxes in Lithuania. *Folia Zoologica*, 44: 289–269.
- Juškaitis, R. (2006). Interactions between dormice (Gliridae) and hole-nesting birds in nestboxes. *Folia Zoologica*, 55: 225-236.
- Koppmann-Rumpf, B., C. Heberer y K. H. Schmidt (2003). Long term study of the reaction of the edible dormouse *Glis glis* (Rodentia: Gliridae) to climatic changes and its interactions with hole-breeding passerines. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 49 (suppl. 1): 69-76.
- Moreno, S. (2002). Lirón careto *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766). *Galemys*, 14: 1-16.
- Palacios, F. (1974). Contribución al estudio de la biología y ecología del lirón careto *Eliomys quercinus* L. 1766 en Iberia Central. Parte I: crecimiento, reproducción y nidificación. *Doñana, Acta Vertebrata*, 1: 171-231.
- Palomares, F. y M. Delibes (1991). Alimentación del meloncillo (*Herpestes ichneumon*) y de la gineta (*Genetta genetta*) en la reserva Biológica de Doñana, SO de la Península Ibérica. *Doñana, Acta Vertebrata*, 18: 5-20.
- Purcell, K. L. y J. Verter (1999). Nest predators of open and cavity nesting birds in oak woodlands. *Wilson Bulletin*, 111: 251-256.
- Remes, V. (2005). Birds and rodents destroy different nests: a study of Blackcap *Sylvia atricapilla* using the removal of nest concealment. *Ibis*, 147: 213-216.
- Ruiz-Olmo, J. y S. Palazón (1993). Diet of the stone marten (*Martes foina* Erxleben 1777) in the northeastern Spain. *Doñana, Acta Vertebrata*, 21: 59-67.
- Sarà, M., A. Milazzo, W. Falletta y E. Bellia (2005). Exploitation competition between hole-nesters (*Muscardinus avellanarius*, Mammalia and *Parus caeruleus*, Aves) in Mediterranean woodlands. *Journal of Zoology*, 265: 347-357.
- Thompson III, F. R., W. Dijk y D. E. Burhans (1999). Video identification of predators at songbird nests in old fields. *Auk*, 116: 259-264.
- Vericad, J. R. (1970). Estudio faunístico y biológico de los mamíferos del Pirineo. *Publicaciones del Centro Pirenaico de Biología Experimental*, 4: 7-231.
- Virgós, E., M. Llorente y Y. Cortes (1999). Geographical variation in genet (*Genetta genetta*) diet: a literature review. *Mammal Review*, 29: 119-128.



## Use of blackbird nests as a resource by garden dormice (*Eliomys quercinus*)

ROSA TAMARIT, ADRIA VIÑALS, JAIME GÓMEZ & JOSE ANTONIO GIL-DELGADO

### Abstract

Since 1996, the population of garden dormice in an orange grove of Eastern Spain has increased. Here, dormice prey on blackbird (*Turdus merula*) eggs and chicks, and eventually occupy their nests to use them as food stores or reproductive nests. This work examined the effect of dormice predation on blackbird reproductive success and the subsequent use of available blackbird nests. We monitored all the blackbird nests built in the study area during the breeding season in 2008. We used the Mayfield Nest Success Estimator to assess the daily nest use rate by dormice and their daily predation rate. Our results suggest that blackbirds respond to the dormice predation rate as they build a larger number of nests. The monthly dormice occupancy rate depends on nest availability. Dormice prefer to occupy nests that have not been used for breeding purposes.

**Keywords:** interaction, seasonal, occupancy, predation, Gliridae

### 1. Introduction

Nest predation is the primary agent of avian nest mortality and exerts a strong selection on avian behaviour and life-history strategies. Rodents are known to be an important cause of brood losses of passerine birds. Furthermore, the bird nest structure can become an important resource for many rodent species like garden dormice (*Eliomys quercinus*). Dormice can interact with different bird species because they prey on eggs and nestlings (Koppmann-Rumpf et al. 2003, Juškaitis 2006, Adamík & Král 2008), and compete for similar resources (Sarà et al. 2005, Juškaitis 2006). Throughout their distributional range, garden dormice have been identified as a bird predator (Palacios 1975, Airapetyants 1983, Gatter & Shütt 1999, Henze & Gepp 2004, Gil-Delgado et al. 2009), but their impact on bird species can be greater because garden dormice also use abandoned or recently built nests in which they breed (Palacios 1974, 1975) or store food (Hernández 1994).

We examined the effect of dormice predation on blackbird reproductive success and the use of available blackbird nests.

### 2. Study area and methods

This study was conducted in an orange plantation of 8 ha located in Sagunto (Valencia, East Spain; 39° 42' N, 0° 15' W, 30 m a.s.l.). This study area is a fragment included in an homogeneous plot of 16.92 ha described elsewhere (Gil-Delgado et al. 2002, 2010) whose breeding bird community has been monitored since 1975.

Sampling was conducted using the Nest Searching Method (Val Nolan 1963, Sutherland 1996). Nests were searched for from early March to August, and trees were inspected every 10–12 days (Gil-Delgado & Escarré 1977, Gil-Delgado & Lacort 1996, Gil-Delgado et al. 2005). When nests were found, they were classified into six different categories: i) successful nests: fledged blackbird nestlings, ii) nests preyed on by dormice: predation signs such as egg shell pieces or dead chicks appearing in nests, iii) nests preyed on by other predators: signs belonging to other predators appearing in nests, but also indeterminate predators, iv) abandoned nests visited by dormice: despite the absence of predation evidence, recognisable dormouse faeces were found or nests were modified by dormice, v) unused nests: nests that were never used by blackbirds or other animals, and vi) abandoned nests visited by other predators: nests were never preyed on, but recognisable faeces of different or indeterminate predators were found or nests were modified by other predators.

Common predators in the study area were identified by either direct observation or the presence of remains and faeces (Gil-Delgado & Escarré 1977, Gil-Delgado et al. 2009). Nests were not removed after the first observation, irrespective of the category they belonged to. Used nests without eggs or nestlings were checked every 7 days for a period of 30 days. Non-used nests were eliminated 30 days after the first observation. Occupied nests were checked every 3 days for 30 days.

### 2.1. Daily nest use and daily predation rates

Mayfield's Nest Success Estimator (Mayfield 1975) was performed to calculate the daily use rate of blackbird nests by garden dormice (NUDR), as well as the daily blackbird predation rate (NPDR).

In order to describe the seasonal trends we adjusted the least-squares quadratic equations to the data on available blackbird nests and nests used by dormice. The relationship between nests used by dormice and available unused nest were determined with Pearson's correlation test. We also analysed nest type preference using the chi-square test. Statistical analyses were done with the SPSS/PC + statistical package, v. 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

## 3. Results

We found a total of 232 blackbird nests belonging to 32 pairs (7.25 nests per pair). However, 42 (22.1%) of these nests had already been occupied by dormice and other animals, so they were excluded from the analysis.

### 3.1. Different nest use

The remaining nests ( $n = 190$ ) were used by blackbirds, dormice and other species. In 7 nests (3.7%), blackbird nestlings fledged successfully. Table 1 summarises the different forms of nest use.

### 3.2. Seasonal occupancy variation

The number of available blackbird nests increased from March to May, after which nest availability decreased ( $Y_{\text{available nest}} = -18.4X_{\text{month}}^2 + 114X_{\text{month}} - 61.4$ ,  $R^2 = 0.96$ ,  $p = 0.044$ ) (Fig. 1). The same pattern was noted in nest occupation by dormice, although quadratic equation was not significant ( $Y_{\text{occupied nest}} = -10.64X_{\text{month}}^2 + 63.56X_{\text{month}} - 42.2$ ,  $R^2 = 0.95$ ,  $p = 0.056$ ). Further, the used nests by dormice and the unused nests that remained available were correlated significantly ( $r = 0.91$ ,  $p < 0.032$ ).

### 3.3. Differences in nest use by garden dormice and other predators

Blackbirds used 121 nests for breeding whilst 69 nests were unused. Dormice visited 79 out of these 121 used nests and 30 out of 69 unused nests. So, used nests were significantly more visited than unused nests. ( $\chi^2_1 = 8.55$ ;  $p < 0.01$ ). Furthermore, our results showed that unused nests ( $n = 69$ ) were not visited significantly more often by dormice ( $n = 30$ ) than other predators ( $n = 9$ ) ( $\chi^2_1 = 0.111$ ;  $p < 0.01$ ;  $n = 81$ ). Finally, we observed that both used ( $n = 15$ ) and unused ( $n = 17$ ) blackbird nests showed signs of secondary use by dormice. Dormice preferred to occupy unused nests in respect to nests used by blackbirds and preyed previously by dormice ( $\chi^2_1 = 14.88$ ;  $p < 0.001$ ).

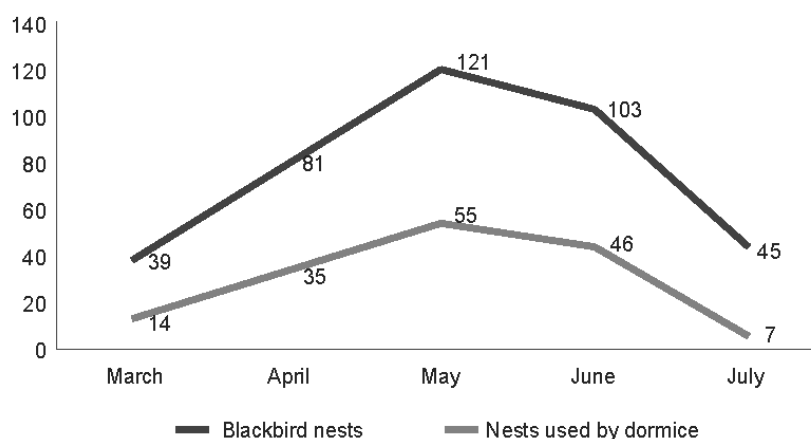
### 3.4. Daily nest use rate and daily predation rate

Garden dormice were responsible for 63 % of the visits to blackbird nests. Another important visitor was the black rat (*Rattus rattus*). The daily nest use rates were 0.032 and 0.009 nests visited per day by dormice and by black rats, respectively.

A total of 121 out of 190 nests were predated by dormice (63.7%). The daily predation rate of nests by dormice was 0.1591 nests per day. Thus, more than 99 % of nests failed.

**Tab. 1** Number and percentage of blackbird nests and their various uses by different species. BSN: blackbird successful nests, GD: nests used by garden dormice, B + GD: nests used by blackbirds and garden dormice, B + O: nests used by blackbirds and other species. MS: nests used by more than two species, NU: nests not used.

	BSN	GD	B + GD	B + O	MS	NU	TOTAL
No.	7	30	79	35	9	30	190
%	3.68	15.79	41.58	18.42	4.74	15.79	100



**Fig. 1** Number of available blackbird nests (new built nest + available nests of the previous month) and number of nests occupied by dormice during the blackbird breeding season.

## 4. Discussion

In the orange groves of Eastern Spain, more than half of blackbird nests were preyed upon or occupied by dormice. This means that dormice have no difficulties in finding blackbird

nests in spite of the concealment that orange trees offer to blackbirds. This result agrees with other studies which suggested that some carnivorous dormice, such as garden dormice, forest dormice (*Dryomys nitedula*) or edible dormice (*Glis glis*), can prey on birds because they systematically inspect nest boxes (Gatter & Shütt 1999) and tree cavities when looking for food (Adamík & Král 2008).

Nests are considered a resource for dormice (Adamík & Král 2008). Hence, variation in the number of nests occupied by dormice according to changes in nest availability is expected. However, although dormice occupied blackbird nests in parallel with the increasing number of nests available from March to April, the lower number of nests available from May to July did not correspond to a larger proportion of nests occupied by dormice. This pattern can be explained by the drop in nest-searching activity, which could occur when most dormice have already occupied nests.

Our data on seasonal nest use indicate that nest sites such as tree cavities, nest-boxes and bird nests, are an important resource for dormice. They could take advantage of already-built nests to save energy by using existing nests as the basis for their own. This nest interference has led blackbirds to abandon nest used by dormice or other predators and to start building another new nest. This anti-predatory response has been reported for different bird species that avoid the nest-boxes used by dormice (Juškaitis 1995, 2006). Before the first evidence of colonisation of orange groves by dormice in 1999, blackbirds built approximately 2–3 nests per breeding pair (Gil-Delgado & Lacort 1996). In 2008, each blackbird pair built an average of 7 nests, which is likely to have been a response to predatory pressure.

We also found that dormice used robbed blackbird nests for different purposes, depending on the previous use by blackbirds. Dormice prefer blackbird nests that have not been used to those previously employed for breeding purposes. We suggest different reasons for this behaviour. Dormice and other predators may be attracted by the presence of egg or corpse remains, so dormice may prefer empty nests to prevent other competitors or predators from visiting. Moreover, used nests may still contain a significant amount of parasites, which could infect young dormice.

Some factors may prove important to determine the level of the dormice-birds interaction in different ecosystems (Juškaitis 2006, Koppmann-Rumpf et al. 2003, Adamík & Král 2008). These main factors are dormice abundance, activity time or bird species diversity. In our case, we conclude that the strong interaction between garden dormice and blackbirds is caused by two basic factors; firstly, the dormice population has increased considerably since the first colonisation steps in orange groves. On the other hand, dormice are active all year round given the complete absence of hibernation in orange groves in East Spain (Gil-Delgado et al. 2006) so the blackbird breeding season fully overlaps with the active period of this rodent.

## 5. Acknowledgements

We thank the two anonymous referees that have checked this paper and also to Pat and Mary Morris for revising the English text. We also wish to thank the owners of the orange groves for allowing us to use their land.

## 6. References

- Adamík, P. & Král, M. (2008): Nest losses of cavity nesting birds caused by dormice (Gliridae, Rodentia). *Acta Theriologica* **53**: 185–192.



- Airapetyants, A. E. (1983): Soni (the dormice). – Izdatel'stvo Leningradskogo Universiteta, Leningrad (in Russian).
- Gatter, W. & Schütt, R. (1999). Langzeitentwicklung der Höhlenkonkurrenz zwischen Vögeln (Aves) und Säugetieren (Bilche Gliridae, Mäuse Muridae) in den Wäldern Baden-Württembergs. – Ornithologischer Anzeiger **38**: 107–130.
- Gil-Delgado, J. A., Cabaret, P., Declercq, S., Gómez, J. & Sánchez, I. (2006). Winter reproduction of *Eliomys quercinus* (Rodentia) in the orange groves of Sagunto (Valencia, Spain). – Mammalia **70**: 76–79.
- Gil-Delgado, J.A. & Escarré, A. (1977): Avifauna de un naranjal valenciano I. Datos preliminares sobre mirlo (*Turdus merula* L.). – Mediterránea. Serie de estudios biológicos **2**: 89–109.
- Gil-Delgado, J. A. & Lacort, P. (1996): La estación de nidificación del Mirlo *Turdus merula* en los naranjales: tiempo de nidificación y número de nidadas. – Ardeola **43**: 41–48.
- Gil-Delgado, J. A., Marco, E., Paredes, M. & Vives-Ferrándiz, C. (2005): Seasonal clutch size variation of multi-brooded bird species: comparisons between breeding season and latitudes. – Ibis **147**: 206–212.
- Gil-Delgado, J. A., Mira, O., Viñals, A., Gómez, J., Banyuls, N. & Vives-Ferrándiz, C. (2010): Diet of the garden dormouse (*Eliomys quercinus* Linnaeus 1766) in orange groves: seasonal variation and use of available resources. – Mammalia **74**: 147–151.
- Gil-Delgado, J. A., Tamarit, R., Viñals, A., Gómez, J. & Vives-Ferrándiz, C. (2009): Depredación sobre nidos, aves adultas y mamíferos por el lirón careto *Eliomys quercinus*. – Galemys **21**: 3–11.
- Gil-Delgado, J.A., Vives-Ferrándiz, C. & Tapiero, A. (2002): Tendencia decreciente de la población de gorrión común (*Passer domesticus*) en los naranjales del este de España. – Ardeola **49**: 195–209.
- Henze, O. & Gepp, J. (2004): Vogelnistkästen in Garten & Wald. – Leopold Stocker Verlag, Graz-Stuttgart: 243 pp.
- Hernández, A. (1994). Micromamíferos utilizando nidos abandonados de aves como almacenes de alimento y lugares-comedor. – Doñana Acta Vertebrata **21**: 186–193.
- Juškaitis, R. (1995): Relations between common dormice (*Muscardinus avellanarius*) and other occupants of bird nest-boxes in Lithuania. – Folia Zoologica **44**: 289–296.
- Juškaitis, R. (2006): Interactions between dormice (Gliridae) and hole-nesting birds in nestboxes. – Folia Zoologica **55**: 225–236.
- Koppmann-Rumpf, B., Heberer, C. & Schmidt, K. H. (2003): Long term study of the reaction of the edible dormouse *Glis glis* (Rodentia: Gliridae) to climatic changes and its interactions with hole-breeding passerines. – Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae **49** (suppl. 1): 69–76.
- Mayfield, H. F. (1975): Suggestion for calculating nest success. – Wilson Bulletin **73**: 255–261.
- Palacios, F. (1974): Contribución al estudio de la biología y ecología del lirón careto, *Eliomys quercinus* Linnaeus, 1766, en Iberia central. Parte I: Crecimiento, reproducción y nidificación. – Doñana Acta Vertebrata **1**: 171–231.
- Palacios, F. (1975). Estudio ecológico del lirón careto grande (*Eliomys quercinus lusitanicus*) (Reuven, 1890), en la Reserva Biológica de Doñana. – Boletín de la Estacion Central de Ecología **4**: 65–76.
- Sarà, M., Milazzo, A., Falletta, W. & Bellia, E. (2005): Exploitation competition between hole-nesters (*Muscardinus avellanarius*, Mammalia and *Parus caeruleus*, Aves) in Mediterranean woodlands. – Journal of Zoology **265**: 347–357.
- Sutherland, W. J. (1996): From individual behaviour to population ecology. – Oxford University Press, Oxford: pp 213.
- Val Nolan, J. R. (1963): Reproductive success of birds in deciduous scrub habitat. – Ecology **44**: 305–313.

Accepted 14 May 2012

Authors' addresses:

Rosa Tamarit, Adria Viñals, Jaime Gómez & Jose A. Gil-Delgado\*  
Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva  
Universidad de Valencia  
Polígono La Coma s/n  
46980 Paterna, Spain

\*Corresponding author: Jose A. Gil-Delgado (e-mail: [gild@uv.es](mailto:gild@uv.es))

## No evidence for seasonal litter size variation in a Mediterranean garden dormouse (*Eliomys quercinus* Linnaeus 1766) population

Adrià Viñals, Tania Bazán, José A. Gil-Delgado\* and Jaime Gómez

Departamento de Microbiología y Ecología/Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Universidad de Valencia, Dr. Moliner 50, 46100, Burjassot, Valencia, Spain, e-mail: gild@uv.es

\*Corresponding author

### Abstract

The garden dormouse (*Eliomys quercinus*) breeding season in Mediterranean regions is longer than in northerly parts of its distribution range. In this study, the yearly pattern of births and the variation of litter sizes in different seasons are described for a garden dormouse population of a Mediterranean orange plantation in Eastern Spain whose reproduction lasts all year. Data were obtained mainly by inspecting nest boxes, blackbird nests and the nests dormice built themselves. Two maxima were found in the breeding season, which coincided with the second fortnight of both January and March. The number of births was lower in the second half of the year. The number of cubs per litter ranged from three to ten and the mean (5.4) was larger than in Central Europe. No significant trend for seasonal variation in litter size was found.

**Keywords:** birthdate; breeding season; litter size; nest boxes; orange groves.

### Introduction

The garden dormouse *Eliomys quercinus* (Linnaeus 1766) is a European endemic species with a wide geographical distribution ranging from Southern Finland to Southern Spain and from the Atlantic Ocean to the Ural Mountains (Storch 1978, Kaikusalo 1993, Rossolimo et al. 2001). In Eastern areas of the garden dormouse distribution range, populations have decreased significantly in recent years and this species' former range might have been reduced by as much as 50% in the last 30 years. This species is listed as near threatened by the International Union for Conservation of Nature (IUCN) because its populations show significant ongoing decline, the cause of which is not well understood (Bertolino et al. 2008). In its wide distributional range, the species occupies different habitats from coniferous and mixed forests to hilly and cultivated lands (Storch 1978). The garden dormouse can be found from sea level in Mediterranean regions to 2000 m a.s.l. (above sea level) in the Alps (Amori et al. 1994, Sarà and

Casamento 1994, Tvrtković et al. 1994). Many differences in these ecogeographical conditions have been observed during hibernation and in survival rates and reproductive patterns, which suggest their dependency on climate (Palacios 1974, Moreno 1988, Sarà and Casamento 1994, Bertolino et al. 2001, Gil-Delgado et al. 2006).

The garden dormouse breeding season is of variable duration and is inversely related to hibernation duration (Moreno 2005). In geographic areas with cold winters, dormice hibernate from autumn to spring (Bertolino et al. 2001), whereas hibernation duration shortens in Southern parts of its distribution area owing to mild winter temperatures (Moreno 2002). In Northern and Central Europe, the breeding season takes place in spring (Vaterlaus-Schlegel 1997, Bertolino et al. 2001), whereas births might occur in both spring and autumn in Mediterranean regions (Palacios 1974, Moreno 1988, 2002, Sarà and Casamento 1994). Moreover, in Eastern Spain near the Mediterranean coast cubs are born throughout the year (Gil-Delgado et al. 2006).

This work describes garden dormouse seasonal reproductive patterns in an orange plantation in Eastern Spain. Considering that the breeding season continues throughout the year (Gil-Delgado et al. 2006) and that litter size lowers in autumn in Mediterranean regions (Palacios 1974), we expected a seasonal pattern in litter size with lower values in autumn.

### Materials and methods

#### Study area

The study area was an orange tree plot of 16.92 ha, located in Sagunto, Valencia (39°42'N, 0°15'W, 30 m a.s.l.) near the Mediterranean coast. Orange plantations are widespread in Eastern Spain (Zaragoza 1988). The climate is Mediterranean with mild winters and temperatures that do not normally drop below 5°C (Ninyerola et al. 2005). The study area and the history of the species have been described elsewhere (Gil-Delgado et al. 2002, 2005, 2006). In Eastern Spain, the garden dormouse inhabits different habitats including orange plantations (Moreno 2002, Gil-Delgado et al. 2010).

#### Methods

From January 2003 to December 2009, 50–60 nest boxes (dimensions: 14×14×20 cm; 30 mm entrance hole diameter) per year were monitored. In the study area, dormice also bred in nests built by themselves and blackbirds (*Turdus merula* Linnaeus 1758). Nest boxes were checked every 15–20 days throughout the year. During the bird

breeding season, trees were inspected every 10–12 days for the presence of natural nests, which when found were monitored every three days (Gil-Delgado and Lacort 1996, Gil-Delgado et al. 2005).

Cubs were taken from nests with gloves and forceps and were then placed into a plastic bottle and weighed with an electronic balance (accuracy, 0.01 g). However, cubs without hair were weighed without the help of forceps and plastic bottles. Dormice were never anesthetized. Our handling protocols followed the guidelines approved by the American Society of Mammalogists (Gannon et al. 2007).

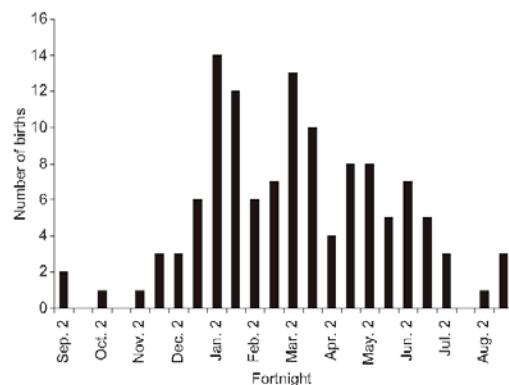
Because none of the litters with blind cubs or with cubs weighing <10 g had fewer than three specimens, isolated cubs or groups of two cubs were assumed to be the result of brood reduction events occurring during maternal care or that part of the brood remained in another place when observations were made. Hence, these cases (n=5) were used to calculate birthdates but not mean litter size. Birthdates were determined from cubs' weights (Palacios 1974).

#### Data analysis

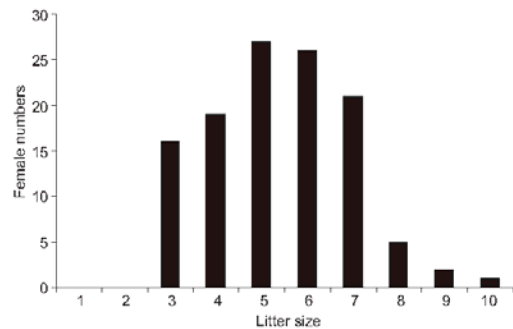
All litter birthdates were distributed into one of the 24 periods resulting from dividing each month into two halves. Seasonal litter size distribution was analyzed by a general linear model (GLM) by taking litter size as the response variable and both fortnight and year as explanatory factors. Statistical analyses were carried out using the SPSS/PC+ statistical package, v. 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

#### Results

Garden dormice were born throughout the year in the orange groves of Sagunto. The breeding season presented two maxima in the second half of January and in the second half of March. The minimum number of births took place in August, October and November (Figure 1).



**Figure 1** Number of births of garden dormice every two weeks (n=122).



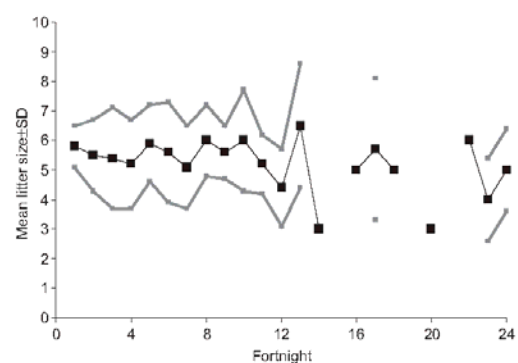
**Figure 2** Frequency of garden dormice litter sizes (n=117).

The number of cubs per litter varied between 3 and 10, with a mean of 5.4 (SD=1.5, n=117) and approximately half (45.3%) the litters contained 5 and 6 cubs (Figure 2). Figure 3 shows seasonal variation in litter size.

The GLM analysis revealed no significant effects of period ( $F_{20}=0.826$ ,  $p=0.673$ ) and year-period interaction ( $F_{39}=1.12$ ,  $p=0.343$ ) but a significant effect of year was noted ( $F_6=2.597$ ,  $p=0.028$ ). According to Table 1, mean litter size varied between years by 4.8–6.7 cubs. *A posteriori* Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) test showed significant differences between the mean litter size in 2006 and those recorded in 2004, 2005 and 2009 ( $p<0.05$ ).

#### Discussion

In Sagunto dormice cubs were born throughout the study period, although two peaks were observed in the second half of January and in the second half of March. The lowest number of births was registered from the end of summer and in autumn. In the Alps and Northwestern Spain, cubs were



**Figure 3** Seasonal variation of mean litter size in the garden dormouse (black line) and standard deviation (SD, gray lines). Dots without SD were composed of a single datum.

**Table 1** Mean litter size per year in garden dormice.

Year	Mean	SD	n
2003	5.3	1.3	7
2004	4.7	1.2	17
2005	5.2	1.6	44
2006	6.7	1.0	15
2007	6.1	1.6	9
2008	5.5	1.3	6
2009	5.0	1.6	19

born mainly in spring and summer (Abad 1987, Bertolino et al. 2001). In Central Spain, births occurred mainly in spring with a few in autumn (Palacios 1974). However, the breeding season prolonged in the South from spring up to two months before hibernation began (Moreno 2002). An extended breeding period was linked to an increased activity period. Hence, differences in activity and hibernation patterns have been reported under different environmental conditions, thus confirming dependency of garden dormice hibernation duration and climate, particularly on temperature (Palacios 1974, Moreno 1988, Sarà and Casamento 1994, Bertolino et al. 2001). In Sicily, the garden dormouse was reported to hibernate longer at high altitude, whereas hibernation became shorter and even disappeared in warm climates (Sarà and Casamento 1994). Thus, the reproduction noted in Sagunto throughout the year could be the result of the predominantly warm climate conditions in the study area, where minimum temperatures rarely drop below 5°C (Gil-Delgado et al. 2002).

In Sagunto, garden dormice feed on oranges and arthropods, where orange fruits are the main food resource from December to April (Gil-Delgado et al. 2010). The unlimited availability of this resource during this period might lead to a larger number of births. When resources are scarce, the number of births might decrease if only females in good condition could approach a second reproduction attempt. The drop in the fertility rate recorded in accordance with increased temperature could also explain the drop in the birth rate (Kgwatalala et al. 2004). In fact, Palacios (1974) reported reduced testicle weight and a decline in the physiological conditions of dormice in summer. Reproduction of the young of the year could be another possibility, as suggested by Vaterlaus-Schlegel (1998) and Moreno (2002). Furthermore, another explanation for the drop in monthly births could be a first non-synchronous winter reproduction involving most females and a second litter involving only part of them.

The mean litter size in the orange groves of Eastern Spain (5.4) was similar to the values reported for Central (5.3) and Southern (5.5) Spain (Palacios 1974, Moreno 2002) but was higher than those values registered for Central Europe (4.2, Kahmann and Staudenmayer 1970). These values suggest a latitudinal gradient of increased litter size with a drop in latitude (Gosálbez 1976, Moreno 2002), which is contrary to common patterns of birds and mammals in which clutch and

litter size are enhanced with increasing latitude (Lack 1954, Bywater et al. 2010).

When reproduction was long enough, some data pointed out smaller litter size in autumn (Palacios 1974). Our results disagree with this pattern because the mean litter size in Sagunto did not change throughout the year. However, it must be considered that measurable changes in litter sizes could only appear under extreme conditions (Boutin 1990). To test this hypothesis, further study is necessary.

### Acknowledgments

We especially thank Dr. S. Bertolino for a first review. Many thanks to C. Vives-Ferrándiz, N. Banyuls, E. Marco and C. Estruch for field assistance. Helen Warbuton reviewed the English language. Finally, we thank two anonymous reviewers for their suggestions.

### References

- Abad, P.L. 1987. Biología y ecología del lirón careto (*Eliomys quercinus*) en León. *Ecología* 1: 153–159.
- Amorì, G., M. Cantini and V. Rota. 1994. Distribution and conservation of Italian dormice. *Hystrix* 6: 331–336.
- Bertolino, S., C. Viano and I. Currado. 2001. Population dynamics, breeding patterns and spatial use of the garden dormouse (*Eliomys quercinus*) in an Alpine habitat. *J. Zool. (Lond.)* 253: 513–521.
- Bertolino, S., G. Amorì, H. Henttonen, I. Zagorodnyuk, J. Zima, R. Juškaitis, H. Meinig and B. Kryštufek. 2008. *Eliomys quercinus*. In IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1.
- Boutin, S. 1990. Food supplementation experiments with terrestrial vertebrates: patterns, problems and the future. *Can. J. Zool.* 68: 203–220.
- Bywater, K.A., M. Apollonio, N. Cappai and P.A. Stephens. 2010. Litter size and latitude in a large mammal: the wild boar *Sus scrofa*. *Mammal Rev.* 40: 212–220.
- Gannon, W.L., R.S. Sikes and W.L. Gannon, R.S. Sikes and the Animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists. 2007. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *J. Mammal.* 88: 809–823.
- Gil-Delgado, J.A. and M.P. Lacort. 1996. La estación de nidificación del Mirlo (*Turdus merula*) en los naranjales: tiempo de nidificación y número de nidadas. *Ardeola* 43: 41–48.
- Gil-Delgado, J.A., C. Vives-Ferrándiz and A. Tapiero. 2002. Tendencia decreciente de la población de gorrión común (*Passer domesticus*) en los naranjales del Este de España. *Ardeola* 49: 195–209.
- Gil-Delgado, J.A., E. Marco, M. Paredes and C. Vives-Ferrándiz. 2005. Seasonal clutch size variation of multi-brooded bird species: comparisons between breeding season and latitudes. *Ibis* 147: 206–212.
- Gil-Delgado, J.A., P. Cabaret, S. Declercq, J. Gómez and I. Sánchez. 2006. Winter reproduction of *Eliomys quercinus* (*Rodentia*) in the orange groves of Sagunto (Valencia, Spain). *Mammalia* 70: 76–79.



- Gil-Delgado, J.A., O. Mira, A. Viñals, J. Gómez, N. Banyuls and C. Vives-Ferrándiz. 2010. Diet of the garden dormouse (*Eliomys quercinus* Linnaeus 1766) in orange groves: seasonal variation and use of available resources. *Mammalia* 74: 147–151.
- Gosálbez, J. 1976. Contribución al conocimiento de los roedores del nordeste de la Península Ibérica y su interés biológico. Ph.D. Thesis, Universidad de Barcelona, Barcelona.
- Kahmann, H. and T. Staudenmayer. 1970. Über das Fortpflanzungsgeschehen bei dem Gartenschläfer *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766). *Säugetierk. Mitt* 18: 97–114.
- Kaikusalo, A. 1993. *Nisakasatlas* [Finish Mammal Atlas]. *Nisakasposti* 33: 1–71.
- Kgwatalala, P.M., J.L. DeRoin and M.K. Nielsen. 2004. Performance of mouse lines divergently selected for heat loss when exposed to different environmental temperatures. I. Reproductive performance, pup survival, and metabolic hormones. *J. Anim. Sci.* 82: 2876–2883.
- Lack, D. 1954. *The natural regulation of animal numbers*. 1st ed. Oxford. pp. 343.
- Moreno, S. 1988. Reproduction of Garden Dormouse (*Eliomys quercinus lusitanicus*) in southwest Spain. *Mammalia* 52: 401–407.
- Moreno, S. 2002. *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766). Lirón careto. In: (L.J. Palomo and J. Gisbert, eds.), *Atlas de los mamíferos terrestres de España*. Dirección general de la conservación de la naturaleza-SECEM-SECEMU, Madrid. pp. 432–435.
- Moreno, S. 2005. Lirón careto – *Eliomys quercinus*. In: (L.M. Carrascal and A. Salvador, eds.), *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. pp. 19.
- Ninyerola, M., X. Pons and J.M. Roure. 2005. *Atlas Climático Digital de la Península Ibérica*. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra. pp. 45.
- Palacios, F. 1974. Contribución al estudio de la biología y ecología del Lirón Careto, *Eliomys quercinus* Linnaeus 1766, en Iberia Central, Parte I: Crecimiento, Reproducción y Nidificación. Doñana, *Acta Vertebrata*. I: 171–231.
- Rossolimo, O.L., E.G. Potapova, I.V. Pavlinov, S.V. Krusko and O.V. Voltzit. 2001. *Dormice (Myoxidae) of the World*. Moscow University Publisher, Moscow. pp. 229.
- Sarà, M. and G. Casamento. 1994. Distribution and ecology of dormice (*Myoxidae*) in Sicily: a preliminary account. *Hystrix* 6: 161–168.
- Storch, G. 1978. *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766) – Gartenschläfer. In: (J. Niethammer and F. Krapp, eds.), *Handbuch der Säugetiere Europas Vol 1/1: Rodentia I*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. pp. 208–225.
- Tvrčković, N., B. Dulic, and M. Grubešić. 1994. Distribution and habitats of dormice in Croatia. *Hystrix* 6: 199–207.
- Vaterlaus-Schlegel, C. 1997. The garden dormouse (*Eliomys quercinus* L.) in the Petite Camargue Alsacienne (nature reserve, Alsace, France). An ecology study by trapping and radio tracking. *Natura Croatica* 6: 233–241.
- Vaterlaus-Schlegel, C. 1998. *Der Gartenschläfer (Eliomys quercinus L.)*. Ökologie, Populationsstruktur und die Verbreitung in der Schweiz. Ph.D. Thesis. University of Basel.
- Zaragoza, S. 1988. Pasado y presente de la citricultura española. Conselleria de Agricultura y Pesca, Generalitat Valenciana, Valencia. pp. 62.

Received March 22, 2011; accepted December 6, 2011

