

UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN RECURSOS CINEGÉTICOS  
(IREC)

**Máster en Investigación Básica y Aplicada en Recursos  
Cinegéticos**

Trabajo Fin de Máster

**Avances metodológicos en el estudio de la  
alimentación del meloncillo y comparación con la  
dieta del zorro en dos localidades con distinta  
abundancia de conejo**

---

Autor: José Antonio Torres García

Tutores: Francisco Díaz Ruiz

Pablo Ferreras De Andrés



Ciudad Real, 2015

06/10/2015

**“Avances metodológicos en el estudio de la alimentación del meloncillo y comparación con la dieta del zorro en dos localidades con distinta abundancia de conejo”**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN RECURSOS CINEGÉTICOS  
(CSIC-UCLM-JCCM)**

Trabajo presentado por  
**José Antonio Torres García**  
para obtener el título del Máster universitario en investigación básica  
y aplicada en recursos cinegéticos

VºBº Tutores

Firma del alumno

Dr. Francisco Díaz Ruiz Dr. Pablo Ferreras de Andrés José Antonio Torres García

## Índice general

Agradecimientos .....	2
Resumen .....	3
Introducción.....	5
Material y Métodos .....	9
Resultados .....	16
Discusión.....	23
Conclusiones.....	29
Bibliografía .....	31
Anexos .....	38

## Agradecimientos

En primer lugar me gustaría dar las gracias a todos los que me han apoyado en esta aventura investigadora, desde mi familia hasta los compañeros de máster. También me gustaría reconocer el gran trabajo de Paulo Célio Alves ya que gracias a su ayuda tanto en los análisis genéticos, como con las facilidades a la hora de hacer el estudio en el Parque Natural del Valle del Guadiana. Así como a sus técnicos del laboratorio del CIBIO por el apoyo logístico. Me gustaría destacar la gran ayuda en el trabajo de campo de Ana y Elisa, así como a mi gran amigo Carlos y al coto social de caza menor de Villagarcía de la Torre.

Sin lugar a duda si hay algo que más me gustaría destacar es el trato personal y académico recibido por mis tutores. Pablo Ferreras, con su dedicación y apoyo en todo momento siempre me ha mostrado el camino correcto a seguir desde el primer día que le propuse hacer este trabajo. Pero me gustaría destacar el papel primordial de Francisco Díaz-Ruiz en este estudio, con su apoyo incondicional y su afán por enseñar en todo momento, ha sido el motor de este estudio y eso lo tendré siempre en cuenta al igual que su positivismo.

## Resumen

El meloncillo (*Herpestes ichneumon*) es un carnívoro de origen africano perteneciente a la familia Herpestidae. Recientemente la especie ha experimentado un proceso de expansión en la Península Ibérica, debido al cual la conflictividad entre conservacionistas, cazadores e incluso ganaderos se ha incrementado, ya que la especie es considerada por estos últimos como perjudicial para especies de caza menor y para el ganado. Sin embargo existen muy pocos trabajos científicos que hayan estudiado la alimentación de esta especie, desconociéndose muchos aspectos básicos de su ecología trófica. Por el contrario el zorro común (*Vulpes vulpes*) nunca ha dejado de ser motivo de conflictividad entre estos grupos sociales, sin embargo su alimentación ha sido mucho más estudiada y bien descrita. Por lo tanto el zorro puede ser un buen modelo para el estudio comparado de la alimentación del meloncillo.

En este trabajo se estudió de forma comparativa la alimentación invernal de estas dos especies en simpatria en dos áreas ibéricas mediterráneas de hábitats similares, pero con diferentes densidades de conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus*), presa clave para muchos depredadores ibéricos. El estudio se realizó en dos áreas de unas 5.000 ha, una en el sureste de Portugal (Parque Natural del Valle del Guadiana, PNVG), con una elevada densidad de conejo, y otra en el centro-sur de Extremadura (coto social de Villagarcía de la Torre, CSVT), con una baja densidad del lagomorfo. Además se estudió cómo optimizar las metodologías para detectar e identificar los excrementos de ambas especies.

En primer lugar se compararon dos métodos de búsqueda de excrementos basadas en transectos a pie realizados por camino o por ecotono. La búsqueda en recorridos por ecotono fue más eficaz para la localización de excrementos de meloncillo ( $1.27 \pm 0.20$  excrementos/km) que los recorridos por caminos ( $0.02 \pm 0.02$  excrementos/km), debido a la afinidad de la especie por zonas de arroyos y manchas de matorral. Sin embargo, en el caso del zorro la detección de excrementos no difirió significativamente entre recorridos por caminos ( $0.32 \pm 0.11$  excrementos/km) y ecotonos ( $0.40 \pm 0.11$  excrementos/km).

Para tener certeza en la asignación de especie se realizaron análisis genéticos de parte de los excrementos recolectados, obteniéndose una alta tasa de éxito de asignación (94%). La tasa de error de identificación para las dos especies estudiadas se cometió sobre todo entre ellas (83.33% de los errores), debido a su abundancia relativa y a la similitud en la dieta de ambas especies. Los criterios de identificación de campo unidos a la confirmación por presencia de pelos de la especie en los análisis de dieta (identificación campo + laboratorio), permitieron disminuir la tasa de error con respecto a la identificación de campo.

Los análisis del contenido de los excrementos indican que el meloncillo es un depredador generalista con cierta preferencia por el consumo de conejo (PNVG: 74.1 % biomasa; CSVT: 52.9 %), mientras que el zorro tiene un comportamiento trófico más oportunista. Como presas alternativas al conejo, ambas especies incluyen preferentemente micromamíferos, seguidas en menor importancia por carroña, aves, frutos y semillas. Existe un alto solapamiento trófico entre las dos especies (Índice de Pianka: PNVG 0.99; CSVT: 0.61), mayor en zonas con alta abundancia de conejos, donde el lagomorfo es la base de la dieta para ambas especies.

Este trabajo no solo contribuye a una mejor comprensión de la ecología trófica del meloncillo, sino que además permite optimizar las metodologías para su estudio, mejorando la tasa de identificación de sus excrementos así como su localización en el campo. Los resultados son, por lo tanto, de especial interés aplicado para la toma de decisiones en cuanto a una correcta gestión de la especie, aunque se necesitan nuevos estudios con una mayor extensión temporal y geográfica.

**Palabras clave:** depredador generalista, dieta, ecotono, herpéstido, identificación específica, muestreo de excrementos.

## Introducción

En Ecología, los depredadores se definen como individuos que se alimentan de otros individuos (presa) que antes estaban vivos (Begon et al. 1996). Los depredadores son elementos fundamentales para el funcionamiento de los ecosistemas naturales (Ritchie et al. 2012). Por tanto juegan un papel importante en numerosos procesos ecológicos: eliminan individuos más débiles y vulnerables, desempeñando así una función de selección natural (Genovart et al. 2010), reducen la transmisión de enfermedades (Hudson et al. 1992) y actúan como dispersores de semillas (Rosalino et al. 2010), entre otras funciones. Sin embargo con su actividad, pueden afectar a las poblaciones de presas de diferentes maneras (Sinclair et al. 2003), creando a menudo conflictividad entre humanos cuando estas presas son de interés socioeconómico (Redpath et al. 2013).

El meloncillo (*Herpestes ichneumon*) y el zorro (*Vulpes vulpes*) son dos especies de carnívoros depredadores que pueden competir con el hombre por los mismos recursos, al depredar sobre especies de caza y ganado. Con frecuencia, los gestores de caza los perciben como unas de las especies que causan mayor daño a especies de caza menor, como la perdiz roja (*Alectoris rufa*), el conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus*), o la codorniz (*Coturnix coturnix*), por lo que el control de depredadores es considerado a menudo como herramienta fundamental en la gestión de los cotos de caza menor (Delibes-Mateos et al. 2013). Sin embargo, en el caso del meloncillo, este impacto negativo percibido no está respaldado por datos científicos empíricos (ver como excepción, Santos et al. 2007).

El estatus de conservación de las poblaciones de zorro y meloncillo está considerado por la IUCN a nivel internacional como de “Preocupación Menor (LC)” (Macdonald y Reynolds 2010; Cavallini y Palomares 2011). El zorro está listado en España y Portugal como especie cinegética, y puede ser cazado de forma legal mediante diferentes modalidades. Por el contrario, el estatus de protección del meloncillo difiere entre España y Portugal. En Portugal, está incluida dentro del listado de especies cinegéticas (Barros y Fonseca 2011), sin embargo, en España su caza no está permitida, ya que la especie no está incluida en los listados de especies cinegéticas según las distintas normativas de caza. Aunque la especie

estuvo considerada como “de interés especial” por el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (RD 439/1990), desde 2011 ha quedado excluido del nuevo Catálogo y del Listado de Especies en Régimen de Protección Especial (RD 138/2011). Recientemente (2013) la especie también ha sido oficialmente excluida del Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura, y desde entonces se permite su control de forma excepcional cuando se justifican daños a la caza y/o la ganadería (DECRETO 180/2013, de 1 de octubre).

El conejo de monte es una especie clave de los ecosistemas Mediterráneos Ibéricos, siendo presa de al menos 40 especies de depredadores (Delibes-Mateos et al. 2007; Delibes-Mateos y Gálvez-Bravo 2009). Además de la mortalidad causada por estos depredadores, el conejo es una de las especies más cazadas en la Península Ibérica, donde representa un alto valor socioeconómico. Como prueba, se ha estimado que en el periodo 2001-2011 se capturaron en España más de 56 millones de conejos (Garrido 2012).

Tanto en España como en Portugal muchas de sus poblaciones se han visto seriamente disminuidas desde mediados del siglo pasado debido principalmente a la aparición de dos enfermedades víricas: la mixomatosis (Muñoz 1960), y la enfermedad hemorrágico-vírica (Villafuerte et al. 1995; Calvete et al. 2002). Otros factores como la pérdida de hábitat, los cambios en los usos del suelo y la presión cinegética han contribuido a este declive (Smith y Boyer 2010). Además las poblaciones de conejo pueden ser limitadas y reguladas por los depredadores, dada su condición frecuente de presa principal (Fernández de Simón 2013).

El zorro y el meloncillo se encuentran entre los principales depredadores ibéricos de conejos, siendo ambas especies consideradas como depredadores oportunistas (Blanco 1998). Estos se caracterizan por la capacidad de modificar su comportamiento trófico en función de la disponibilidad de presas (Fedriani 1996).

El zorro está considerado como la especie de mamífero terrestre más ampliamente distribuida en el mundo (Macdonald y Reynolds 2004), siendo el carnívoro más abundante de la Península Ibérica (Blanco 1998). Su dieta, ampliamente estudiada en la Península Ibérica, incluye un amplio rango de alimentos, tanto de origen animal como vegetal, siendo lagomorfos (principalmente conejo), micromamíferos y basura los más importantes (Díaz-Ruiz et al. 2013).



Debido a su abundancia, el zorro es uno de los principales depredadores de conejo, ya que se trata de una presa altamente rentable desde un punto de vista energético (Villafuerte et al. 1996; Gortázar 1997). En el centro-sur peninsular se alimenta básicamente de conejos cuando éstos son abundantes (Delibes-Mateos et al. 2008).

El meloncillo es un carnívoro de origen africano cuya distribución en Europa se restringe a la Península Ibérica (Palomares y Delibes 1993). En Portugal está presente en la mayor parte del país (Barros y Fonseca 2011), y en España ocupa el cuadrante suroccidental del territorio peninsular (Palomo et al. 2007). En su dieta suelen dominar conejos jóvenes y micromamíferos, pero también incluye con frecuencia otros alimentos como insectos, aves, carroña, etc. (Delibes et al. 1984; Palomares y Delibes 1991a, b; Palomares 1993b; Santos et al. 2007; Rosalino et al. 2009b). Sin embargo, el conejo de monte es con frecuencia su presa principal, lo que ha sido interpretado como el principal factor explicativo de su distribución en la Península Ibérica (Blanco 1998). Sin embargo el número de estudios sobre la alimentación del meloncillo es muy inferior a los realizados sobre el zorro. La mayoría de los estudios son descriptivos y se han realizado en Doñana y el suroeste de Portugal.

Por lo general los estudios sobre alimentación de carnívoros se basan en el análisis de sus excrementos (Reynolds y Aebischer 1991). Sin embargo esta metodología puede verse condicionada por dos aspectos: la deficiente detectabilidad de los excrementos y la incorrecta asignación de la especie a la que pertenecen, que dependen de la especie objetivo y el método de búsqueda. Por ejemplo, el zorro suele utilizar estructuras lineales como caminos, veredas y cortafuegos para marcar el territorio, depositando sus excrementos en lugares conspicuos como rocas o arbustos (López-Martín 2010). Por el contrario, el meloncillo deposita sus excrementos en sitios bajos y discretos y establece letrinas, que por lo general se localizan cerca de los lugares de cría y encame, asociados a zonas de vegetación densa (Moral et al. 2014).

La asignación de especie a los excrementos se suele basar en la identificación de campo: color, olor, tamaño, y aspecto (Kamler et al. 2012). Sin embargo con este tipo de identificación se suelen cometer errores en la asignación específica, que varían dependiendo de la abundancia relativa de la especie objetivo y la similitud

morfológica entre los excrementos de especies simpátricas hábitos alimenticios similares (Monterroso et al. 2013). De esta forma, la aplicación de los últimos avances tecnológicos en genética de la conservación permiten una identificación fiable de estos excrementos (Beja-Pereira et al. 2009; Monterroso et al. 2013).

El meloncillo ha incrementado su área de distribución en la Península Ibérica en las últimas décadas. En Portugal, se ha descrito una rápida colonización de sur a norte (Borrallho et al. 1996; Barros y Fonseca 2011), mientras que en España la especie se encuentra en un proceso de expansión similar (Recio y Virgos 2010). Esta reciente expansión ha hecho que sea percibido como un competidor por la caza menor en las zonas donde se ha establecido en los últimos años (Recio y Virgos 2010). Además en muchas de estas zonas se le considera muy abundante, probablemente debido a que se trata de una especie eminentemente diurna, lo cual facilita su observación en el campo (Monterroso et al. 2014). Esto ha provocado que en algunas zonas se incremente la presión por parte de los cazadores e incluso ganaderos para que se permita controlar sus poblaciones, como recientemente ha ocurrido en Extremadura.

A pesar de toda la controversia y presión sobre la especie, en la actualidad hay muy poca información sobre la ecología del meloncillo, por lo que son necesarios trabajos que ayuden a conocer mejor la especie para establecer planes de manejo adecuados que permitan su conservación. El objetivo principal del presente trabajo es el estudio de la alimentación del meloncillo en dos situaciones con diferente abundancia de conejo, comparándola con la alimentación de un depredador generalista bien estudiado como es el zorro.

Para conseguir el objetivo principal, se plantearon los siguientes objetivos parciales:

- a) Identificar los métodos más eficaces de búsqueda para localizar excrementos de meloncillo y de zorro.
- b) Determinar mediante técnicas genéticas las tasas de acierto en la identificación en campo de los excrementos de meloncillo.
- c) Comparar la dieta del meloncillo con la del zorro en dos situaciones diferentes en cuanto a la disponibilidad de una presa clave, el conejo.

## Material y Métodos

### Área de estudio

El trabajo de campo fue realizado en dos áreas ibéricas con hábitats mediterráneos similares: el Parque Natural del Valle del Guadiana (PNVG, sureste de Portugal) y el coto social de caza menor del término municipal de Villagarcía de la Torre (CSVT, centro-sur de Extremadura). Estas dos áreas se encuentran situadas en la región bioclimática mediterránea-continental pluviestacional (Rivas-Martínez et al. 2004). En cada área de estudio se seleccionó una superficie similar de aproximadamente unas 5.000 hectáreas, representativas de los principales hábitats de cada zona (Figura 1).

Los muestreos se realizaron durante el invierno de 2014-2015; entre el 23 de diciembre de 2014 y el 2 de febrero de 2015 en CSVT, y entre el 20 de febrero y el 21 de marzo del 2015 en PNVG.



**Figura 1.** Áreas de estudio seleccionadas en el Parque Natural del Valle del Guadiana (azul) y al Coto social de caza menor de Villagarcía de la Torre (rojo). Se representa la distribución espacial de los muestreos realizados en cada áreas de estudio: cámaras trampa y transectos de búsqueda de excrementos (ver Leyenda).

El paisaje en el PNVG está muy fragmentado por parcelas de cultivo de cereales y en menor medida de olivos, sobre sistemas agroforestales con pino piñonero (*Pinus pinea*) y encina (*Quercus ilex*) y manchas de matorral en las que predomina la jara pringosa (*Cistus ladanifer*). El principal aprovechamiento ganadero de la zona es el ovino. El zorro común, la garduña (*Martes foina*), el meloncillo y el gato montés europeo (*Felis silvestris*) son las especies de mesocarnívoros más comunes presentes, y en menor abundancia el tejón euroasiático (*Meles meles*) y la gineta (*Genetta genetta*) (Monterroso et al. 2009; 2011). Se trata de un área con una alta densidad de conejo (Anexo 1), donde la actividad cinegética es muy importante, estando alrededor del 86% de la superficie incluida en fincas de caza (Monterroso 2006). El control legal de depredadores, dirigido hacia zorro y meloncillo, es una actividad generalizada en esta área de estudio.

El paisaje del CSVT ésta dominado por parcelas de olivar, cultivos de cereal y pastizales, asociados a manchas de matorral mediterráneo, en las cuales predominan la coscoja (*Quercus coccifera*), la jara pringosa, la aulaga (*Genista hirsuta*) y el matagallo (*Phlomis purpurea*). Al igual que en el PNVG, el principal uso ganadero es el ovino. El zorro, el meloncillo y la gineta son las especies de mesocarnívoros más comunes (datos no publicados). Esta zona presenta actualmente una baja densidad de conejo (Anexo 1). También se realiza control legal de depredadores dirigido hacia zorro y, más recientemente, meloncillo.

### **Recolección de excrementos**

La alimentación del meloncillo y del zorro se estudió mediante análisis de excrementos recogidos en recorridos a pie. Dentro de cada área de estudio, se definieron 10 parejas de transectos de 1.5 km de longitud cada uno, distribuidos sobre cada área de estudio de forma representativa (ver Figura 1). Cada pareja de transectos estaba formada por un recorrido a lo largo de caminos y por otro a lo largo de bordes de arroyo o matorral (ecotono), situados próximos entre sí (distancia máxima de 1 km). Los transectos fueron muestreados dos veces por las mismas personas, para evitar sesgos achacables a distintas destrezas y favorecer la comparabilidad de resultados (Fernández de Simón 2013). La primera visita fue realizada para eliminar todos los excrementos antiguos y minimizar errores en la atribución de antigüedad de los mismos, recogiendo solo los excrementos muy frescos. Transcurridos unos 30 días, se volvieron a realizar los mismos recorridos,

recogiendo los excrementos producidos en este tiempo, asegurando de esta forma su pertenencia al periodo de estudio. Se recogieron todos los excrementos de carnívoros atribuibles a zorro o meloncillo detectados dentro de una banda de ~1.5 metros a cada lado de la línea del itinerario. Los excrementos más frescos fueron preservados en recipientes de plástico con etanol al 96% para realizar posteriormente la identificación específica mediante técnicas moleculares (ver más adelante). Todos los excrementos recogidos fueron identificados morfológicamente en campo, y posteriormente en el laboratorio mediante detección e identificación de pelos de la especie en el excremento. Los excrementos menos frescos se introdujeron en sobres de papel indicando: código asignado, ubicación y fecha de recogida (Delibes-Mateos et al. 2008).

### **Foto-trampeo**

De forma complementaria a los transectos de búsqueda de excrementos, se utilizaron cámaras de foto-trampeo (Modelo HCO ScoutGuard 550) para detectar la presencia de las especies objeto de estudio. Se instaló una cámara de foto-trampeo próxima a cada pareja de transectos, es decir, 10 cámaras trampa en cada área de estudio. Con el objetivo de aumentar la probabilidad de detección de ambas especies se instalaron en zonas de paso y utilizando como atrayente carne de pollo, de probada efectividad para ambas especies (Ferrerías et al. 2013). El cebo se colocó dentro de una pequeña jaula metálica asegurada a una gavilla de hierro para evitar que fuese consumido, situándolo a una distancia de 2-3 m de la cámara trampa. Las cámaras se mantuvieron activas en el campo durante un período aproximado de 30 días, y se revisaron cada 15 días para comprobar el estado de las baterías, cambiar las tarjetas de memoria y los cebos (Monterroso et al. 2013).

Observaciones de la misma especie separadas por más de 30 minutos fueron consideradas como detecciones independientes (Davis et al. 2011). Para cada cámara trampa se estimó para ambos carnívoros y para el conejo un índice de abundancia relativo (IRA), definido como el número de observaciones independientes por cada 100 trampas noche de esfuerzo de foto-trampeo (Carbone et al. 2001; Kelly y Holub 2008).

## **Análisis genético**

La identificación genética (ID genética) fue obtenida a través de la extracción y amplificación de ADN en los excrementos recogidos, éste fue realizado en el CIBIO (Centro de Investigación en Biodiversidad y Recursos Genéticos, Universidad de Oporto). Las extracciones de ADN se realizaron con el Stool Mini Kit de Qiagen QIAamp ADN en heces (Qiagen, Hilden, Alemania) de acuerdo con las instrucciones del fabricante en una instalación separada y autónoma, bajo condiciones estériles. La asignación de la especie de carnívoro se realizó utilizando dos métodos de diagnóstico descritos por Oliveira et al. (2010): mediante el fragmento del gen nuclear de la proteína interfotorreceptor de unión de retinoides (IRBP), y mediante el fragmento de ADN mitocondrial del dominio 1 de la región de control (CR). Además se aplicó el método de diagnóstico específico para meloncillo descrito por Fernandes et al. (2008), basado en el gen mitocondrial del citocromo b, dado que los métodos anteriores fallaron en la identificación del ADN de esta especie. Los tres marcadores fueron utilizados de forma simultánea para aumentar la confianza de identificación. Cada marcador tiene su propia ventaja: el marcador nuclear IRBP es altamente discriminativo para los carnívoros del sur de Europa (Oliveira et al. 2010), mientras que el ADNmt está generalmente disponible en una cantidad mayor en las muestras no invasivas, aumentando el éxito de identificación de especies.

Las secuencias de los fragmentos mitocondriales se compararon con la correspondiente región del genoma mitocondrial de especies objetivo en la base de datos de secuencias genéticas GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>).

## **Análisis de dieta**

La asignación de cada excremento a una especie de carnívoro se realizó mediante dos métodos:

- Identificación de campo (ID campo): obtenida a través de la morfología, olor y ubicación del excremento en el momento de la recolección en el campo.
- Identificación campo y laboratorio (ID C+L): cuando en el laboratorio se encuentran pelos de carnívoro, y coinciden con la especie identificada en campo. Los pelos de meloncillo tienen bandas alternas características de color blanco y negro (Moral et al. 2014), mientras que los pelos de zorro son rojizos (López-Martín 2010).

Los análisis se realizaron según el método descrito por Reynolds y Aebischer (1991). Una vez en el laboratorio, los excrementos fueron introducidos en una estufa a 60°C durante al menos 48 horas, con el objetivo de deshidratarlos y esterilizarlos. Transcurrido ese tiempo, los excrementos fueron pesados en una balanza digital de precisión (Precisa 220g M SCS 0.01 mg) y almacenados con antipolillas para preservarlos hasta el día de su análisis.

Los excrementos se introdujeron en un recipiente con agua y detergente el día previo a los análisis, con el fin de ablandarlos para poder disgregarlos y eliminar las impurezas que los envuelven (tierra, grasa, etc.). A la mañana siguiente, el excremento fue fragmentado con unas pinzas y cribado bajo un chorro de agua corriente en un tamiz de 0.5 mm de malla, desechando el material microscópico y conservando sólo los restos macroscópicos. Estos restos se separaron en una placa de Petri según las distintas categorías de alimentos a las que pertenecían. A la hora de separar y agrupar se dio preferencia en primer lugar a los restos con mayor valor taxonómico (huesos, dientes, plumas o escamas) o que pudieran ofrecer información básica (p. ej. exoesqueletos o cabezas de insectos). Los pelos de mamíferos se identificaron mediante preparación microscópica de su estructura interna, y mediante impronta de su cutícula. Con una lupa binocular de 8-50 aumentos (Modelo Nikon SMZ645) se hizo una separación y clasificación más fina de los restos, que fueron guardados en sobres individuales y secados en una estufa a 60° C durante 48 h, tras lo cual fueron pesados en la balanza de precisión.

También se llevó a cabo el estudio del contenido estomacal de 2 zorros y 3 meloncillos legalmente cazados en CSVT. Las muestras se conservaron en alcohol desde su recogida hasta que se analizaron en el laboratorio, siguiendo la misma metodología de análisis descrita para los excrementos.

En total, se definieron 7 categorías tróficas en función de los restos identificados: lepóridos, micromamíferos, aves, insectos, carroña, reptiles, y frutos y semillas. La categoría “lepóridos” incluyó conejo y liebre ibérica (*Lepus granatensis*), si bien la mayoría de restos identificados fueron de conejo (92%; ver más adelante en resultados). En la categoría “micromamíferos” se incluyeron las siguientes familias: Soricidae, Muridae, Cricetidae y Sciuridae. Dentro de la categoría “insectos” se

incluyeron coleópteros, himenópteros y dípteros. Por último, en la categoría “carroña” se incluyeron los restos de ganado doméstico, ovejas principalmente.

Para la identificación de los diferentes restos se emplearon claves y guías especializadas. Para los mamíferos se usaron colecciones de referencia de pelos y restos de mamíferos propias, además de claves de identificación de pelos (Day 1966; Teerink 1991) y de series molares (Gosálbez y Noguera 1987; Blanco 1998). En el caso de las plumas de aves se discriminó hasta el nivel de orden a partir de la morfología de las bárbulas (Day 1966). Se usaron además otras guías de campo para identificar los restos de los diferentes grupos (Arnold y Burton 1982; Chinery 1997; Purroy y Valera 2003).

Se calculó para cada tipo de alimento la frecuencia de aparición (FA), calculada como el número de excrementos con presencia de un tipo de alimento dividido por el número total de excrementos analizados, y multiplicado por 100. Finalmente, la biomasa consumida (%B) se calculó como el peso seco de cada tipo de alimento en cada excremento dividido por el peso seco del excremento, multiplicado por el coeficiente de digestibilidad y por 100. Para estimar %B se utilizaron los coeficientes de digestibilidad proporcionados por Delibes (1976), Fernández de Simón (2013) y Palomares y Delibes (1990). No se tuvo en cuenta la fracción microscópica de los excrementos.

Como parámetros descriptores de la dieta se calculó la amplitud de nicho trófico mediante el índice de Levins (B) (Levins 1968):  $B = 1 / \sum_{i=1}^n p_i^2$ . Los valores de este índice pueden variar entre 1 y el número de categorías tróficas consideradas (7 en este caso).

El solapamiento de nicho trófico entre ambas especies se cuantificó mediante el índice de Pianka (O) (Pianka 1973; Ricklefs 1980):

$O_{jk} = \sum_{i=1}^n p_{ij} / \sqrt{(\sum_{i=1}^n p_{ij}^2 \cdot \sum_{i=1}^n p_{ik}^2)}$ . Los valores de este índice pueden variar entre 0 y 1.



## **Análisis estadísticos**

Para comprobar si existen diferencias en el número de excrementos de zorro y meloncillo detectados en función del tipo de transecto (camino o ecotono) se utilizaron modelos mixtos generalizados (GLIMMIX) utilizando una distribución de errores de Poisson y la función de vínculo logarítmica. Para ello se utilizó como unidad de muestreo el transecto, siendo la variable dependiente el número de excrementos de cada especie detectado en cada transecto. Se utilizaron los excrementos correctamente identificados, tanto en la primera visita de limpieza como en la segunda de revisión. Como variables categóricas independientes se incluyeron el tipo de recorrido (camino o ecotono) y el tipo de visita (limpieza o revisión). Como variable aleatoria se incluyó el código de las parejas de transectos, anidado en la localidad. Para implementar los modelos se utilizó la función `glmer` del paquete "lme4" de R (Bates et al. 2014).

Solamente se pudo identificar genéticamente una proporción de los excrementos recolectados. El resto de excrementos fueron identificados mediante morfología en campo confirmada en laboratorio mediante la identificación de pelos de la especie (ID C+L). Los excrementos para los que no se detectaron pelos fueron descartados para los análisis de dieta. Para comprobar si se comente algún sesgo al estimar la dieta a partir de excrementos con ID C+L, ésta se comparó con la dieta estimada a partir de excrementos con ID genética. Esta comparación en el caso del zorro en CSVT no se pudo realizar, debido al bajo tamaño de muestra (3 y 1 excrementos, con ID C+L e ID genética, respectivamente). Se realizó en primer lugar una MANOVA no paramétrica (Tsukada et al. 2014) para detectar diferencias de forma global en la dieta según el tipo de identificación de los excrementos. Se utilizó como variable dependiente el % de biomasa consumida para las 7 categorías tróficas anteriormente definidas, y como variable explicativa el tipo de identificación, ID C+L o genética. Posteriormente se realizaron Test de Kruskal-Wallis para detectar diferencias a nivel de categoría trófica. En estos análisis se utilizó el excremento como unidad de muestreo (Tsukada et al. 2014). Utilizamos la función `adonis` del paquete "vegan" de R (Oksanen et al. 2012) para las MANOVAs no paramétricas y la función `kruskal.test` del paquete "stats" de R (R Core Team 2015).

Una vez comprobado que no existían diferencias significativas en las dietas entre los dos tipos de identificación, se agruparon en una base de datos global los datos de todos los excrementos, así como los estómagos analizados. Para comprobar si la dieta de ambas especies varía dependiendo de la abundancia de conejos se utilizaron los mismos tipos de análisis estadísticos empleados anteriormente, MANOVAs no paramétricas y Test Kruskal-Wallis, empleando la biomasa de cada categoría de alimento como variable dependiente y la localidad como variable explicativa.

Todos los análisis fueron realizados con el software estadístico R, versión 3.2.1. (R Core Team 2015), considerando una probabilidad crítica de significación de  $\alpha < 0.05$ .

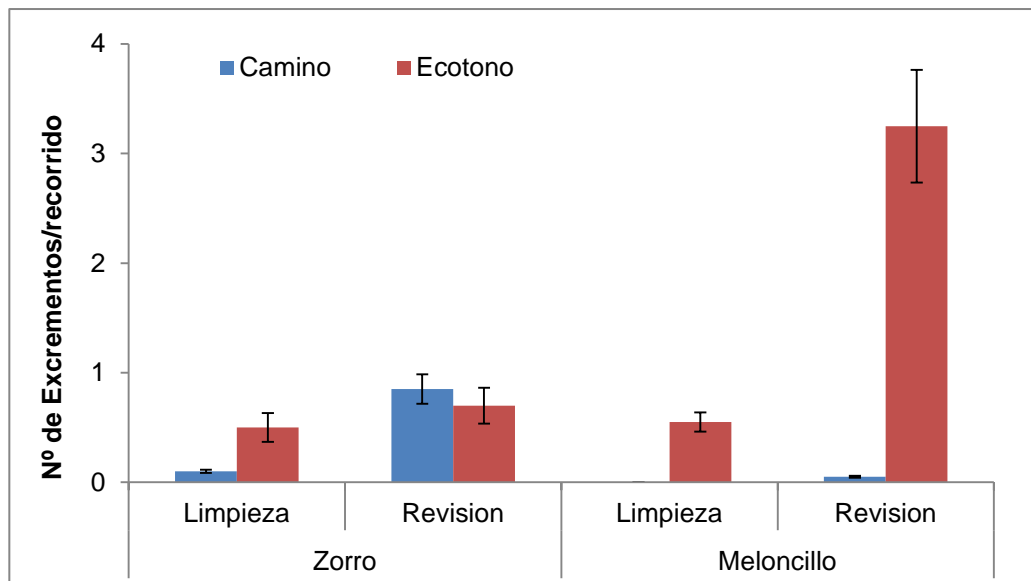
## Resultados

### Metodología de búsqueda de excrementos

Los modelos mixtos mostraron resultados diferentes para cada especie (Tabla 1). De esta forma los excrementos de meloncillo fueron casi exclusivamente detectados en los ecotonos ( $1.27 \pm 0.20$  excrementos/km), y muy poco en los caminos ( $0.02 \pm 0.02$  excrementos/km). Por el contrario, no se encontraron diferencias significativas para el caso del zorro, es decir, los excrementos se detectaron indistintamente en caminos ( $0.32 \pm 0.11$  excrementos/km) y en ecotono ( $0.40 \pm 0.11$  excrementos/km). Para las dos especies hubo un efecto significativo de la visita, encontrando más excrementos en la revisión que en la limpieza (Tabla 1; Figura 2).

**Tabla 1.** Resultados de los modelos mixtos para el análisis de la eficiencia en la búsqueda de excrementos de cada especie dependiendo del tipo de transecto. Para cada variable se muestran los coeficientes y sus errores estándar (ES). “Transecto” representa el tipo de recorrido (Camino o Ecotono) y “Visita” representa el momento de la recolección de los excrementos (Limpieza o Revisión). Las categorías “Transecto: Camino” y “Visita: Limpieza” se incluyen en el intercepto de los modelos. \* expresa el nivel de significación de cada variable, presentado al pie de tabla.

Variables	ZORRO		MELONCILLO	
	Coeficiente	ES	Coeficiente	ES
Intercepto	-2.55	1.41	-6.21***	1.18
Transecto: Ecotono	0.23	0.30	4.33***	1.01
Visita: Revisión	0.95**	0.33	1.79***	0.33
**p<0.01; ***p<0.001				



**Figura 2.** Diferencias en la localización de los excrementos dependiendo del tipo de transecto (Camino o Ecotono), momento de recolección (Limpieza o Revisión) y de la especie objeto de estudio. Se representan los promedios con sus errores estándar asociados, representados por las líneas verticales.

### **Análisis genéticos e identificación morfológica**

Para el estudio de la dieta de las especies objetivo se analizaron un total de 174 excrementos de carnívoros, 69 en CSVT y 105 en PNVG, de los cuales 86 (38 CSVT y 48 PNVG) fueron analizados genéticamente para determinar la especie. Se consiguió asignar la especie a 81 excrementos, lo que supone un éxito del 94.19 %. Para el resto no fue posible hacer una identificación debido a problemas en la extracción de ADN o en el proceso de secuenciación.

De los excrementos con asignación de especie, 20 fueron asignados a zorro, 45 a meloncillo y el resto a especies no objetivo: perro (*Canis lupus familiaris*) (n=1), ginetá (n=1) y garduña (n=14). La proporción de acierto para las especies objetivo varió en función del tipo de identificación, siendo mayor cuando se utilizó ID C+L que ID campo (Tabla 2).

Con el uso de la ID C+L se consiguió disminuir la tasa de error con respecto a la ID campo de las dos especies objetivo (tasa de incremento promedio para meloncillo 15.6%; 25.36% zorro). En la mayoría de los excrementos de meloncillo se encontraron sus pelos (93.33%), al igual que en el caso del zorro (90%).

**Tabla 2.** Tasas de éxito del procedimiento genético y asignación específica según la especie y el tipo de identificación: ID Campo (identificación asignada en el campo) e ID C+L (confirmación ID Campo en laboratorio), teniendo como referencia la identificación genética. Se calcularon las tasas de éxito del procedimiento genético según la especie y la localidad teniendo en cuenta el tamaño de muestra (N). Se resalta en negrita los % de excrementos de las especies objetivos en los cuales la ID de campo e ID C+L fue confirmada por ID genética.

ID CAMPO				ID GÉNÉTICA				
		% Éxito		% de Asignación				
Localidad		N	Tasas de Éxito	<i>Meloncillo</i>	<i>Zorro</i>	Garduña	Perro	Gineta
<b>Meloncillo</b>	CSVT	29	93.10	<b>92.60</b>	0	0	3.70	3.70
	PNVG	14	100	<b>42.86</b>	14.29	35.71	0	7.14
<b>Zorro</b>	CSVT	9	100	<b>77.78</b>	<b>11.11</b>	0	0	11.11
	PNVG	34	91.18	22.58	<b>54.84</b>	22.58	0	0
ID CAMPO + LABORATORIO				ID GÉNÉTICA				
		% Éxito		% de Asignación				
Localidad		N	Tasas de éxito	<i>Meloncillo</i>	<i>Zorro</i>	Garduña	Perro	Gineta
<b>Meloncillo</b>	CSVT	25	92	<b>100</b>	0	0	0	0
	PNVG	6	100	<b>66.66</b>	16.67	16.67	0	0
<b>Zorro</b>	CSVT	3	100	66.67	<b>33.33</b>	0	0	0
	PNVG	19	94.74	16.67	<b>83.33</b>	0	0	0

### Índices de abundancia según foto-trampeo

Mediante foto-trampeo se confirmó la presencia de ambas especies en las dos áreas de estudio. Tanto el meloncillo como el zorro presentaron una mayor ocupación espacial del área muestreada en CSVT que en PNVG (Tabla 3). La abundancia relativa fue similar entre localidades para el zorro, mientras que el meloncillo fue detectado con mayor frecuencia en CSVT que en PNVG (Tabla 3).

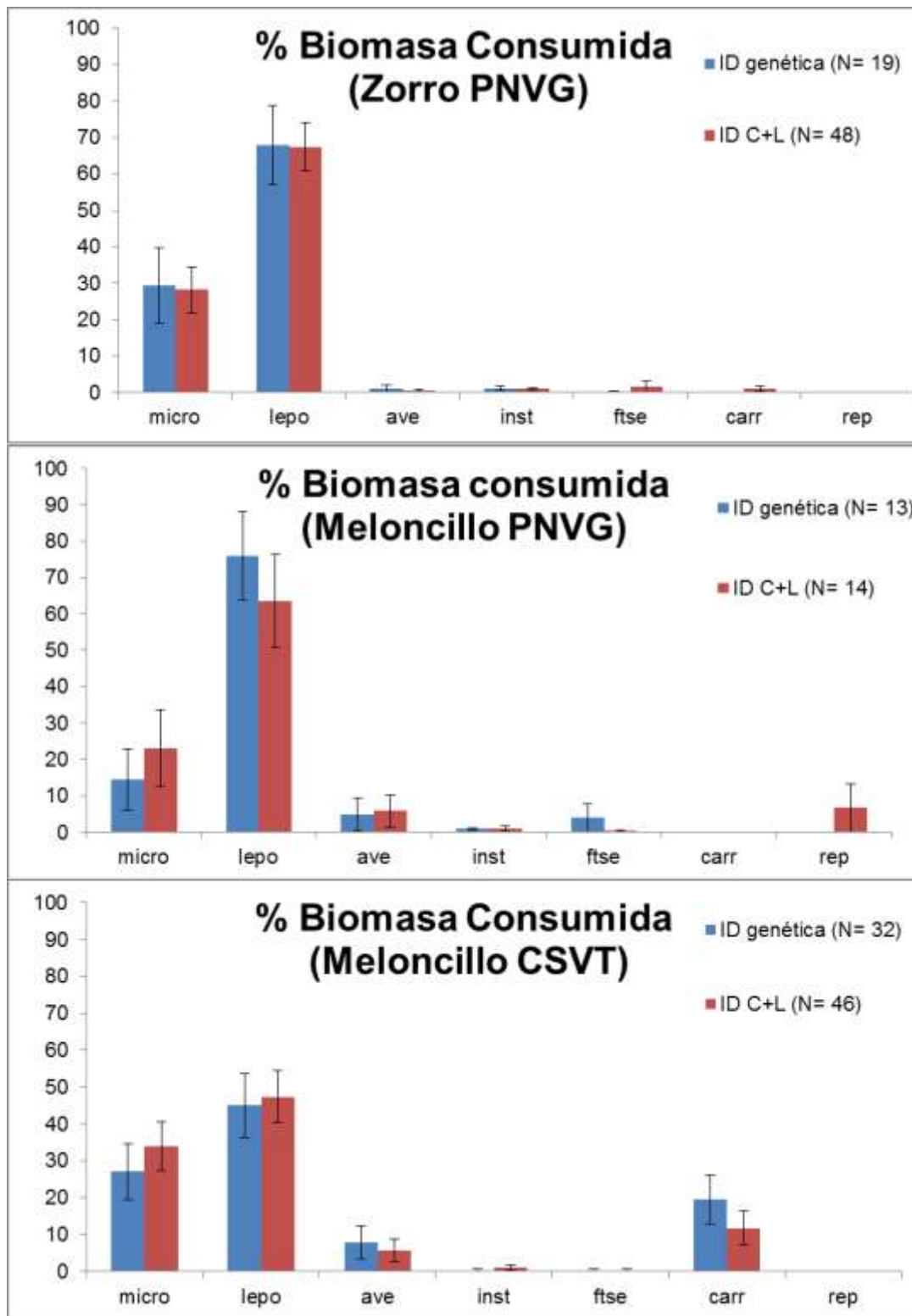
**Tabla 3.** Índices relativos de abundancia (IRA) y porcentaje de cámaras positivas (%(+)) para cada especie objetivo, obtenidos mediante foto-trampeo en ambas localidades de estudio. Para el IRA se muestra el promedio junto a su error estándar.

	PNVG		CSVT	
	IRA	% (+)	IRA	% (+)
<b>Meloncillo</b>	8.11±3.02	70	17.54±6.14	89
<b>Zorro</b>	3.33±1.60	40	3.32±0.91	78

Tanto los índices de foto-trampeo como según los índices de letrinas en recorridos mostraron como la abundancia de conejos fue significativamente mayor en PNVG que en CSVT (ver Anexo I).

### **Análisis de la alimentación**

Según la MANOVA no paramétrica no existen diferencias significativas según el método de identificación de los excrementos (ID genética vs ID C+L) en el consumo de los distintos grupos de presas en el caso del Zorro en PNVG ( $F_{1,66} = 0.03$ ,  $p=0.92$ ), ni en el caso del meloncillo en ninguna de las dos áreas de estudio (PNVG:  $F_{1,26} = 0.38$ ,  $p=0.65$ ; CSVT:  $F_{1,77} = 0.4$ ,  $p=0.73$ ). Tampoco se encontraron diferencias significativas a nivel de categoría trófica según los Test de Kruskal-Wallis (ver Anexo II). Estos resultados apoyan los obtenidos en los porcentajes de acierto de los excrementos (ID genética vs ID C+L) (Tabla 2), mostrando que el sesgo cometido en la dieta de estas dos especies a partir de excrementos con ID C+L es reducido (Figura 3).



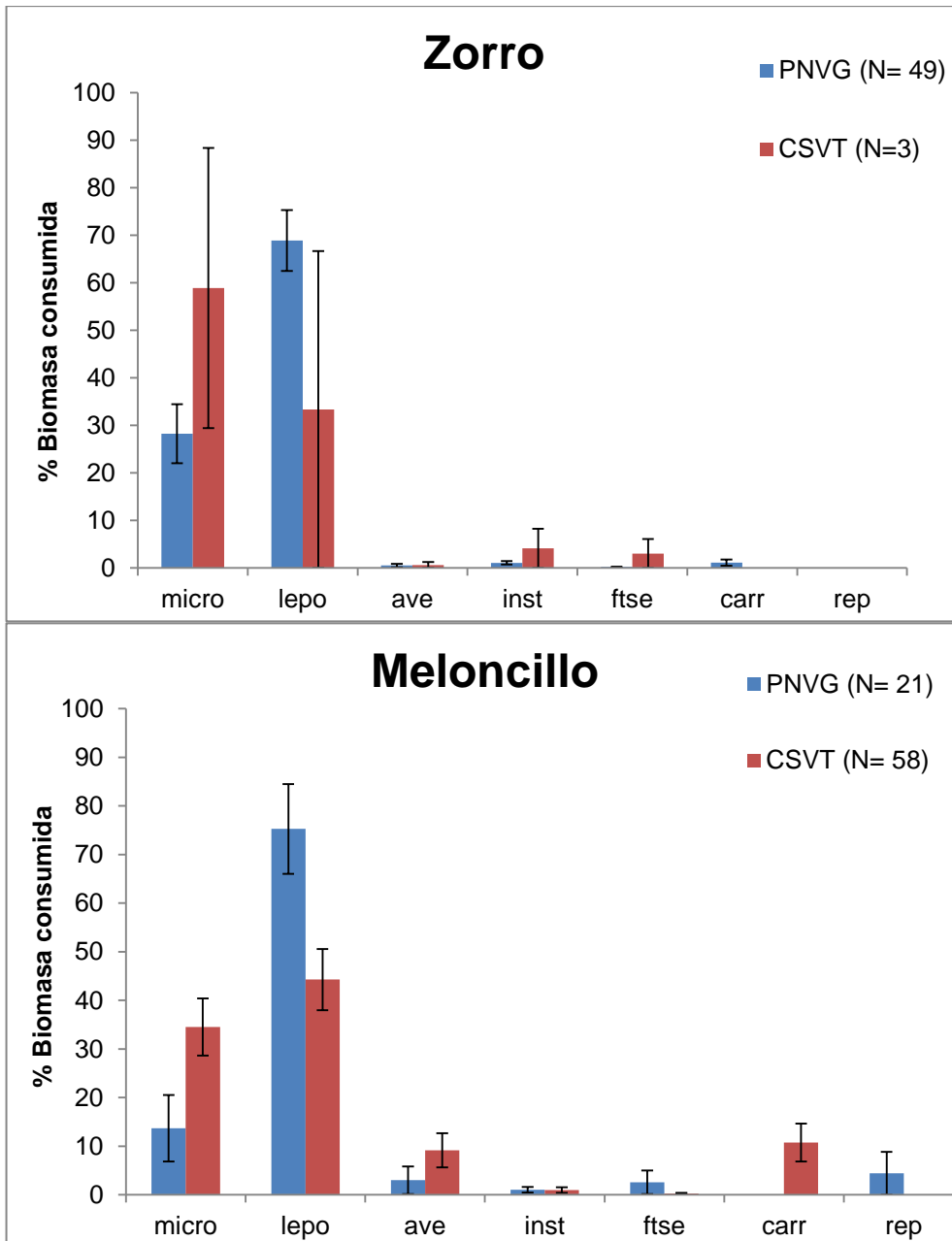
**Figura 3.** Comparación de los resultados de dieta obtenidos mediante ID genética con los excrementos identificados mediante ID C+L, utilizando el excremento como unidad de muestreo. Se presentan los promedios para cada categoría trófica con su error estándar asociado, representado por las líneas verticales. En el eje de abscisas se presentan las categorías tróficas: “micro”: micromamíferos, “lepo”: leporidae, “ave”: aves, “inst”: insectos, “ftse”: frutos y semillas, “carr”: carroña y “rep”: reptiles.

A la vista de estos resultados, los excrementos identificados por las dos metodologías (ID genética e ID C+L) se agruparon en una misma base de datos para el estudio de la dieta. Además, en el caso de CSVT, se incorporaron a la base de datos los resultados de los análisis de los contenidos de los estómagos (2 de zorro y 3 de meloncillo) recolectados por los cazadores durante el periodo de estudio. De esta forma se consiguieron un total de 49 muestras de zorro y 21 de meloncillo para PNVG, y 3 de zorro y 58 de meloncillo para CSVT.

En PNVG zorro y meloncillo presentan dietas similares en las que el conejo de monte es la presa principal, seguido por los micromamíferos, aunque con una mayor frecuencia en el zorro (Anexo 3). El meloncillo incluye en su dieta mayores proporciones de frutos/semillas y de reptiles que el zorro. En CSVT el zorro basa su alimentación en un elevado consumo de micromamíferos, siendo los lepóridos el segundo grupo trófico en importancia. El meloncillo en CSVT presenta una similar frecuencia de consumo de micromamíferos y lepóridos, seguidos por carroña, aunque los lepóridos suponen más de la mitad del aporte de biomasa (Anexo 3).

No se observaron diferencias significativas a nivel global en la dieta del zorro entre localidades (MANOVA:  $F_{1,51} = 1.76$ ,  $p=0.15$ ). Tampoco hubo diferencias significativas a nivel de categoría trófica (Kruskal-Wallis,  $p>0.05$ ) (Anexo 2; Figura 4), aunque hay que tener en cuenta el bajo tamaño de muestra conseguido para la especie en CSVT a la hora de interpretar estos resultados.

En cambio, la dieta del meloncillo varió significativamente entre localidades de forma general (MANOVA:  $F_{1,78} = 4.25$ ,  $p=0.017$ ), observando diferencias a nivel de categoría trófica únicamente en el consumo de micromamíferos ( $H_{(1, N=78)} = 4.87$ ,  $p=0.027$ ) y lepóridos ( $H_{(1, N=78)} = 6.81$ ,  $p=0.009$ ), mayor y menor respectivamente en CSVT con respecto a PNVG (Anexo 2; Figura 4).



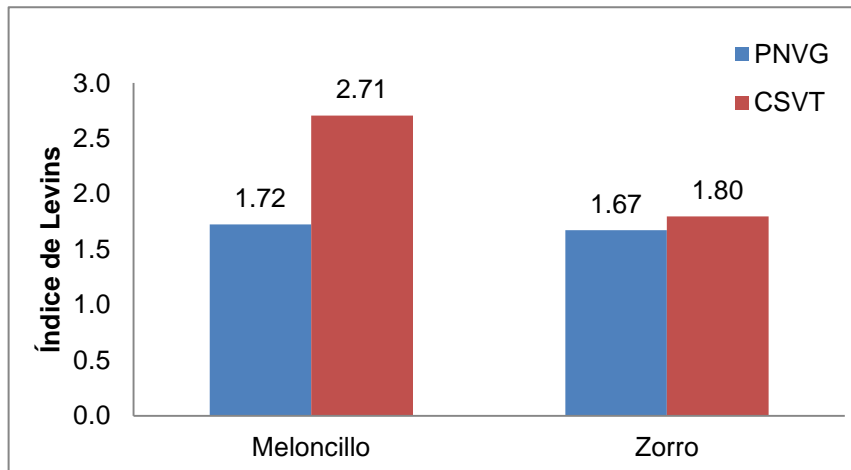
**Figura 4.** Comparación de la alimentación entre localidades para cada especie. Se representa el promedio del porcentaje de biomasa consumida (excremento como unidad de muestreo) con su error estándar, representado por las líneas verticales. En el eje de abscisas se presentan las categorías tróficas: “micro”: micromamíferos, “lepo”: leporidae, “ave”: aves, “inst”: insectos, “ftse”: frutos y semillas, “carr”: carroña y “rep”: reptiles.

El solapamiento trófico entre ambas especies, estimado mediante el Índice de Pianka (O), fue muy elevado, siendo prácticamente total en PNVG (0.99), y algo menor en CSVT (0.61).



El Índice de Levins indica que el meloncillo tiene una dieta más diversa en CSVT que en PNVG, siendo similar la del zorro en ambas localidades (Figura 5).

**Figura 5.** Amplitud de nicho trófico estimada mediante el Índice de Levins para zorro y meloncillo en ambas localidades de estudio.



## Discusión

### Metodología para la búsqueda de excrementos

Según los resultados obtenidos, la búsqueda de excrementos debe ser más dirigida en el caso del meloncillo que en el caso del zorro. Los transectos de meloncillo han de realizarse por zonas de ecotono, preferentemente de cursos de agua con vegetación densa asociada como arroyos o riberas, para incrementar la probabilidad de detectar los excrementos de la especie. Es en estos lugares donde la especie encuentra agua, alimento y mejor condiciones para su termorregulación (Palomares 1993a; Santos et al. 2011). Pero además el meloncillo es una especie de hábitos diurnos (Monterroso et al. 2014), por lo que en sus desplazamientos no suele alejarse de zonas de vegetación que le sirven de refugio, evitando desplazarse en campo abierto. Esto explicaría la mayor abundancia de sus heces en zonas de arroyos y manchas de matorral, siendo común detectar sus rastros paralelos a las zonas de borde, en veredas y caminos entre el matorral (Moral et al. 2014). Este resultado permite optimizar la búsqueda de excrementos de la especie, que aparte de ser útil al estudio de su dieta, puede aplicarse al estudio de otros aspectos como la estima de su abundancia y seguimiento de sus tendencias poblacionales (Webbon et al. 2004).

Por otro lado, los excrementos de zorro se encontraron indistintamente en recorridos por caminos y por ecotonos. En el caso del zorro, esta similitud en los transectos por camino o ecotono se puede deber a que marque indistintamente en ambos tipos de recorridos, al utilizar estructuras lineales para marcar su territorio como otros cánidos (Webbon et al. 2004; G uthlin et al. 2012). Este resultado también permite optimizar la metodología de búsqueda de excrementos para esta especie, seleccionando un tipo de transecto u otro en función de los objetivos del trabajo. Si la especie objetivo del estudio es el zorro, sería preferible realizar los transectos en caminos, con una mayor visibilidad de los excrementos y una mayor facilidad de tránsito, lo que aumentaría la eficiencia. Si por el contrario, el objetivo son varias especies, zorro y meloncillo por ejemplo, sería conveniente realizar los muestreos por zonas de ecotono, o utilizar ambos tipos de transectos como se ha hecho en este trabajo.

El hecho de encontrar mayor cantidad de excrementos de ambas especies en los transectos de revisión que en los de limpieza puede deberse a que al eliminar sus marcas territoriales se estimule a ambas especies a marcar de nuevo con sus excrementos con una mayor intensidad para reafirmar o restablecer sus límites territoriales, ya que ambas especies utilizan sus excrementos como señales de comunicación intra- e interespecífica (Barja et al. 2001; Palomares 2004).

### **Análisis genéticos e identificación morfológica**

El uso de excrementos para estudiar la ecología trófica de los carnívoros es un método generalizado en todo el mundo (Reynolds y Aebischer 1991), al contrario que los métodos moleculares para evaluar la fiabilidad de la identificación de las muestras, que han sido poco empleados hasta ahora (Monterroso et al. 2013).

Las dificultades técnicas inherentes al análisis de ADN en baja cantidad y calidad limitan la eficacia de este enfoque (Broquet et al. 2007). Sin embargo, nuestro éxito de identificación genética (94.19%) mejora los de otros estudios (72-81.1%; Fernandes et al. 2008; Harrington et al. 2010; Oliveira et al. 2010; Monterroso et al. 2013). Esta tasa tan alta puede ser debida a que sólo utilizamos los excrementos más recientes para el análisis molecular y a que se utilizó un marcador molecular específico para el meloncillo que aumentó considerablemente el éxito de asignación.

En este estudio comprobamos que las tasas de error en la asignación específica de excrementos en campo pueden ser elevadas, aunque varían en función de la especie (meloncillo 7.4-57.1%; zorro 45.2-88.9%), resultados similares a los de otros trabajos (Monterroso et al. 2013; Lonsinger et al. 2015). Estos errores se comenten sobre todo entre las dos especies objeto de estudio, lo cual podría deberse a que fueron las especies de carnívoros con mayor abundancia relativa en ambas zonas de estudio (Tabla 3; datos de IRA de otras especies no publicados) y a que la dieta fue muy parecida entre ambas especies, que hace que los excrementos sean más parecidos morfológicamente (Monterroso et al. 2013).

Hasta ahora todos los trabajos de comparación de identificación morfológica vs genética, se basan exclusivamente en morfología de campo (Monterroso et al. 2013; Lonsinger et al. 2015), y no tienen en cuenta la detección de pelos en los excrementos en el laboratorio como un criterio más de asignación. El uso de la ID C+L consiguió disminuir la tasa de error en la identificación de las dos especies objetivo (meloncillo: 0-33.33%; zorro: 16.66-66.66%). En este sentido recientes estudios muestran que es posible diferenciar excrementos de especies de carnívoros relativamente similares basándose en diferencias morfométricas específicas (Lonsinger et al. 2015; Reid 2015). Por tanto, la ID C+L puede ser una herramienta adicional para reducir estos tipos de sesgos cuando no sea posible realizar análisis genéticos. Según nuestros resultados, esto sería especialmente aplicable al meloncillo debido a la facilidad de distinción de sus pelos en sus propias heces. Los excrementos de meloncillo se podrían confundir en el campo con los de zorro, aunque durante el estudio no encontramos ningún excremento de meloncillo encima de una piedra u otro material (datos no publicados), donde suele depositarlos el zorro (López-Martín 2010).

A la luz de nuestros resultados, así como los de otros trabajos recientes (Davison et al. 2002; Harrington et al. 2010; Monterroso et al. 2013), los futuros estudios de dieta de mamíferos carnívoros a partir de excrementos identificados morfológicamente deberían tener en cuenta estos potenciales errores de identificación, y aplicar criterios de identificación más restrictivos, como por ejemplo la ID C+L, cuando sea posible. La restricción de la recolección de excrementos en sitios de uso exclusivo de la especie objetivo es una medida que minimiza los sesgos potenciales

(Monterroso et al. 2013), y podría aplicarse con ciertas precauciones a los excrementos de meloncillo encontrados en letrinas en zonas de ecotono.

Aunque otros métodos alternativos a la identificación genética permiten identificar la especie de los excrementos en estudios de alimentación, los métodos genéticos nos pueden aportar información adicional, por ejemplo para identificar las presas contenidas en los excrementos del depredador, o estudiar variaciones de la dieta según el sexo o incluso los individuos (Prugh et al. 2008). Sin embargo, esta identificación molecular podría ser sustituida por la identificación morfológica estricta si el objetivo es estudiar la dieta a nivel de población como es el caso del meloncillo en este estudio.

### **Análisis de alimentación**

Éste es uno de los pocos estudios que comparan la dieta del meloncillo entre localidades con diferentes disponibilidades de una de sus principales presas, el conejo (ver por ejemplo Palomares 1993b). Hasta la fecha la mayoría de los pocos estudios existentes para la especie son descriptivos y por lo general han sido realizados en una sola localidad (ver Palomares 1993b), describiendo en todo caso variaciones estacionales en la dieta (Delibes 1976; Delibes et al. 1984; Palomares y Delibes 1991a,b; Santos et al. 2007; Rosalino et al. 2009b; Santos et al. 2015). Algunos de estos estudios indican que el meloncillo consume siempre las presas más abundantes y disponibles (Delibes 1976; Delibes et al. 1984; Palomares y Delibes 1991a,b; Palomares 1993b). Según nuestros resultados, el conejo es el principal aporte de biomasa a la dieta del meloncillo en ambas zonas de estudio, a pesar de las diferencias entre localidades en las abundancias del lagomorfo. De forma similar, la disminución de conejos provocada por la enfermedad hemorrágica afectó poco a la dieta del meloncillo en Doñana (Ferrerías et al. 2011). Esto puede ser debido a la morfología de los meloncillos adaptada para cazar conejos en sus madrigueras, o a que en numerosas ocasiones el meloncillo se mueve en grupos familiares y comparten las presas capturadas (Palomares y Delibes 1993). Los micromamíferos principalmente, y en menor medida otros alimentos, como carroñas y aves, fueron los alimentos secundarios en la dieta del meloncillo, al igual que lo mostrado en otros estudios (Delibes 1976; Delibes et al. 1984; Palomares y Delibes 1991a; Santos et al. 2007; Rosalino et al. 2009b; Santos et al. 2015). La carroña de

ovejas es importante en la alimentación del meloncillo en nuestro estudio donde hay menor densidad de conejos (CSVV), al igual que en cotos de caza mayor de Sierra Morena, donde la carroña de ciervo y jabalí es el alimento más frecuente del meloncillo (Moral et al. 2014). En cambio, el menor consumo de reptiles que en otros estudios (Delibes et al. 1984; Palomares y Delibes 1991a; Rosalino et al. 2009b), puede ser debido a que los muestreos se realizaron en invierno, cuando estas presas no se encuentran disponibles debido a su letargo invernal.

Según nuestros resultados estadísticos (MANOVA y Kruskal-Wallis) no existen diferencias significativas en la alimentación del zorro entre localidades, aunque la falta de diferencias significativas probablemente se deba al bajo tamaño de muestra conseguido para CSVV. Los conejos fueron la principal presa en la dieta general del zorro en PNVG, seguido de micromamíferos y otros alimentos en menor frecuencia, como insectos, frutos/semillas y aves. Los patrones observados son coincidentes con los descritos hasta ahora para la especie (Delibes-Mateos et al. 2008; Díaz-Ruiz et al. 2013), es decir, comen prácticamente conejo cuando es muy abundante, y diversifican la dieta cuando no lo es. Por otra parte, los frutos y semillas son considerados como alimentos frecuentes en la dieta de los zorros ibéricos (Rosalino y Santos-Reis 2009a), aunque en nuestro estudio no son recursos muy importantes, especialmente donde los conejos son abundantes, probablemente debido a una menor disponibilidad en la estación invernal.

El comportamiento trófico del meloncillo es similar al del zorro, al igual que se ha descrito en otros trabajos (Santos et al. 2007). Disminuyendo la inclusión de lagomorfos e incrementando la de micromamíferos más en el caso del zorro que en el del meloncillo. La importancia de micromamíferos y lagomorfos es similar en la dieta cuando el conejo es poco abundante, como ocurre en CSVV.

Teniendo en cuenta estos resultados, el meloncillo se comporta como un depredador generalista (Delibes 1976; Delibes et al. 1984; Palomares y Delibes 1991a; Santos et al. 2007; Rosalino et al. 2009b; Santos et al. 2015), aunque con una mayor capacidad para capturar conejos que el zorro. En cambio, el zorro tiene un comportamiento trófico más oportunista, tal como se ha descrito anteriormente, observando una gran disminución del consumo de conejos cuando éstos son poco abundantes (Díaz-Ruiz et al. 2013).

Con respecto al solapamiento trófico, la alimentación de zorro y meloncillo son más parecidas en PNVG que en CSVT, probablemente debido a que el conejo en el PNVG constituye la presa principal y más consumida para ambas especies. El resultado obtenido para PNVG es similar a lo descrito en otra zona del suroeste de Portugal, donde se estudió el solapamiento trófico entre varias especies de mesocarnívoros ibéricos (Santos et al. 2007). Por el contrario los resultados para CSVT muestran un nivel más bajo de solapamiento entre las dos especies, aunque este resultado hay que tomarlo con cautela, debido al bajo tamaño de muestra obtenido para el zorro en esta localidad.

Somos conscientes de algunas limitaciones de nuestro estudio, principalmente debido al bajo número de muestras de zorro en una de las localidades, lo cual hace difícil las interpretaciones del solapamiento trófico y los cambios en la dieta en el zorro, y a que el estudio de alimentación de las dos especies se ha limitado a una sola estación, el invierno. Sin embargo nuestros resultados sobre el meloncillo son de gran interés para la comprensión de los patrones de alimentación de este carnívoro en la Península Ibérica. Este es el primer trabajo que compara de forma simultánea la alimentación del meloncillo en zonas con distinta abundancia de conejo, fuera de las áreas donde se había estudiado la dieta de la especie hasta la fecha (Portugal y Parque Nacional de Doñana). Igualmente, gracias a este estudio se ha puesto a punto una metodología eficaz para la búsqueda de excrementos de meloncillo, y se han mejorado las técnicas para su identificación específica. Por último, hay que resaltar la utilidad de este trabajo para la comprensión de la ecología de esta especie para la que existe muy poca información y cuyo proceso de expansión en los últimos años en la Península Ibérica está contribuyendo a incrementar la conflictividad entre conservacionistas, cazadores y ganaderos. Este trabajo contribuirá a mejorar el conocimiento sobre esta especie en el que basar su conservación y gestión.

## Conclusiones

1. En los recorridos por ecotonos se encontró significativamente un mayor número de excrementos de meloncillo que en los recorridos por caminos. La búsqueda de excrementos de meloncillo por ecotonos, situados entre zonas de vegetación densa (preferentemente cursos de agua como arroyos y/o riberas) y áreas abiertas, es una metodología eficaz para la localización de éstos.
2. La búsqueda de excrementos de zorros en caminos y ecotonos produjeron resultados similares aunque se suelen buscar preferentemente en los caminos, ya que el zorro al igual que otros cánidos utilizan estructuras lineales para marcar su territorio.
3. Se encontraron menos excrementos de ambas especies objetivo en los recorridos de limpieza que en los de revisión. Probablemente la eliminación de sus marcas territoriales, utilizadas para la comunicación intra- e interespecífica, puede estimular a ambas especies a marcar de nuevo y con mayor intensidad con sus excrementos.
4. Con el uso de la identificación campo + laboratorio (que tiene en cuenta la presencia de pelos de meloncillo en los excrementos) se consigue disminuir la tasa de error en la identificación de los excrementos de las dos especies objetivo en comparación con la identificación de campo.
5. Los análisis genéticos de los excrementos permitieron comprobar que los errores más comunes en la identificación de campo y de campo + laboratorio de los excrementos de meloncillo y zorro se cometen entre estas dos especies, lo que estaría relacionado con las abundancias parecidas de ambas en las dos zonas de estudio (fueron los carnívoros más detectados mediante fototrampeo) y con la similitud entre sus dietas.

6. El meloncillo se comporta como un depredador generalista con una mayor preferencia por el consumo de conejo que el zorro, probablemente debido a su mejor adaptación para la caza del conejo en madrigueras. Su dieta se completa con micromamíferos y, en menor medida, otros alimentos como carroñas y aves.
7. El zorro tiene un comportamiento trófico oportunista, y se alimenta de conejos principalmente cuando estos son abundantes, seguido de micromamíferos, insectos, frutos/semillas y aves.
8. El meloncillo mostró una amplitud de nicho trófico mayor en el área con menos abundancia de conejo y similar a la del zorro en el área con más conejo.



## Bibliografía

- Arnold, E. & Burton, J. (1982) Guía de campo de reptiles y anfibios de España y Europa. Editorial Omega.
- Barja, I., De Miguel, F. J., Bárcena, F. (2001) Distribución espacial de los excrementos de Zorro rojo (*Vulpes vulpes*, Linnaeus, 1758) en los Montes do Invernadeiro (Ourense). *Galemys*, 13 (Número Especial): 171–178.
- Barros, T. & Fonseca, C. (2011) Expansão do sacarrabos *Herpestes ichneumon* (Linnaeus, 1758) em Portugal. *Galemys* 23: 9–15.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B. & Walker, S. (2014) Fitting linear mixed-effects models using lme4. arXiv preprint arXiv: 1406.5823.
- Begon, M., Harper, J.L. & Townsend, C.R. (1996) Ecology: individuals, populations and communities. Blackwell Science, Oxford.
- Beja-Pereira, A., Oliveira, R., Alves, P.C., Schwartz, M. K. & Luikart, G. (2009) Advancing ecological understandings through technological transformations in noninvasive genetics. *Molecular Ecology Resources* 9: 1279–1301.
- Blanco, J.C. (1998) Mamíferos de Europa. Editorial Planeta.
- Borrvalho, R., Rego, F., Palomares, F. & Hora, A. (1996) The distribution of the Egyptian Mongooses *Herpestes ichneumon* (L.) in Portugal. *Mammal Review* 26: 1–8.
- Broquet, T., Ménard, N. & Petit, E. (2007) Noninvasive population genetics: a review of sample source, diet, fragment length and microsatellite motif effects on amplification success and genotyping error rates. *Conservation Genetics* 8: 249–260.
- Calvete, C., Estrada, R., Villafuerte, R., Osácar, J.J. & Lucientes, J. (2002) Epidemiology of viral hemorrhagic disease and myxomatosis in a free-living population of wild rabbits. *Veterinary Record* 150:176–182.
- Carbone, C., Christie, S., Conforti, K., Coulson, T., Franklin, N., Ginsberg, J.R., Griffiths, M., Holden, J., Kawanishi, K., Kinnaird, M., Laidlaw, R., Lynam, A., Macdonald, D.W., Martyr, D., McDougal, C., Nath, L., O'Brien, T., Seidensticker, J., Smith, D.J.L., Sunquist, M., Tilson, R. & Shahrudin, W.N. (2001) The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation* 4: 75–79.
- Cavallini, P. & Palomares, F. (2011) *Herpestes ichneumon*. En: IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).
- Chinery, M. (1997) Guía de campo de los insectos de España y de Europa. Editorial Omega.

- Davis, M.L., Kelly, M.J. & Stauffer, D.F. (2011) Carnivore co-existence and habitat use in the Mountain Pine Ridge Forest Reserve, Belize. *Animal Conservation* 14: 56–65.
- Davison, A., Birks, J.D.S., Brookes, R.C., Braithwaite, T.C. & Messenger, J.E. (2002) On the origin of faeces: morphological versus molecular methods for surveying rare carnivores from their scats. *Journal of Zoology* 257: 141–143.
- Day, M.G. (1966) Identification of hair and feather remains in the gut and faeces of stoats and weasels. *Journal of Zoology* 148: 201–217.
- Delibes, M. (1976) Datos sobre la alimentación del meloncillo, *Herpestes ichneumon widdringtoni* Gray, 1842, en España. *Säugetierkunde Mitteilungen*, 24: 38–42.
- Delibes, M., Aymerich, M. & Cuesta, L. (1984) Feeding habits of the Egyptian mongoose or ichneumon in Spain. *Acta Theriologica* 29: 205–218.
- Delibes-Mateos, M., Díaz-Fernández, S., Ferreras, P., Viñuela, J. & Arroyo, B. (2013) The role of economic and social factors driving predator control in small-game estates in central Spain. *Ecology and Society* 18: 28.
- Delibes-Mateos, M., Fernandez de Simon, J., Villafuerte, R. & Ferreras, P. (2008) Feeding responses of the red fox (*Vulpes vulpes*) to different wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) densities: a regional approach. *European Journal of Wildlife Research* 54: 71–78.
- Delibes-Mateos, M. & Gálvez-Bravo, L. (2009) El papel del conejo como especie clave multifuncional en el ecosistema mediterráneo de la Península Ibérica. *Ecosistemas* 18: 14–25.
- Delibes-Mateos, M., Redpath, S.M., Angulo, E., Ferreras, P. & Villafuerte, R. (2007) Rabbits as a key-stone species in southern Europe. *Biological Conservation* 137: 149–156.
- Díaz-Ruiz, F., Delibes-Mateos, M., García-Moreno, J. L., María López-Martín, J., Ferreira, C., & Ferreras, P. (2013) Biogeographical patterns in the diet of an opportunistic predator: the red fox *Vulpes vulpes* in the Iberian Peninsula. *Mammal Review* 43: 59–70.
- Fedriani, J.M. (1996) Dieta anual del zorro *Vulpes vulpes* en dos hábitats del Parque Nacional de Doñana. *Doñana Acta Vertebrata* 23: 143–152.
- Fernandes, C.A., Ginja, C., Pereira, I., Tenreiro, R., Bruford, M. W., & Santos-Reis, M. (2008) Species-specific mitochondrial DNA markers for identification of non-invasive samples from sympatric carnivores in the Iberian Peninsula. *Conservation Genetics* 9: 681–690.

Fernández de Simón (2013) Predation and the recovery of European rabbit populations in central–southern Iberian Peninsula. An assessment of the predator pit hypothesis. Tesis Doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha.

Ferreras, P., Díaz-Ruiz, F., Monterroso, P. & Alves, P.C. (2013) Evaluation of attractants for improving detection of Mediterranean carnivore communities in camera-trap studies. 11th International Mammalogical Congress 2013, En: The 11th International Mammalogical Congress 2013: Book of abstracts, Belfast.

Ferreras, P., Travaini, A., Zapata, S.C. & Delibes, M. (2011) Short-term responses of mammalian carnivores to a sudden collapse of rabbits in Mediterranean Spain. *Basic and Applied Ecology* 12: 116–124.

Garrido, J.L. (2012) La caza. Sector económico. Valoración por subsectores. FEDENCA-EEC, Madrid, 24 pp.

Genovart, M., Negre, N., Tavecchia, G., Bistuer, A., Parnal, L. & Oro, D. (2010) The young, the weak and the sick: evidence of natural selection by predation. *PLoS ONE* 5

Gortázar, C. (1997) Relative abundance of wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) and red fox (*Vulpes vulpes*) after rabbit haemorrhagic disease (RHD) in the Central Ebro Basin in Northeastern Spain. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 43: 259–265.

Gosálbez, I. & Noguera, J. (1987) Insectívors i Rosegadors de Catalunya. . Institució Catalana d'Història Natural. Ed. Ketres 13: 1–241.

Güthlin, D., Kröschel, M., Küchenhoff, H. & Storch, I. (2012) Faecal sampling along trails: a questionable standard for estimating red fox *Vulpes vulpes* abundance. *Wildlife Biology* 18: 374–382.

Harrington, L.A., Harrington, A.L., Hughes, J., Stirling, D. & Macdonald, D.W. (2010) The accuracy of scat identification in distribution surveys: American mink, *Neovison vison*, in the northern highlands of Scotland. *European Journal of Wildlife Research* 56: 377–384.

Hudson, P.J., Dobson, A.P., & Newborn, D. (1992) Do parasites make prey vulnerable to predation? Red grouse and parasites. *Journal of Animal Ecology* 61: 681–692.

Kamler, J.F., Stenkewitz, U., Klare, U., Jacobsen, N.F. & Macdonald, D.W. (2012) Resource partitioning among cape foxes, bat-eared foxes, and black-backed jackals in South Africa. *Journal of Wildlife Management* 76: 1241–1253.

Kelly, M.J. & Holub, E.L. (2008) Camera trapping of carnivores: trap success among camera types and across species, and habitat selection by species, on Salt Pond Mountain, Giles County, Virginia. *Northeastern Naturalist* 15: 249–262.

Levins, R. (1968) *Evolution in changing environments: some theoretical explorations*. Princeton University Press.

Lonsinger, R.C., Gese, E.M. & Waits, L.P. (2015) Evaluating the reliability of field identification and morphometric classifications for carnivore scats confirmed with genetic analysis. *Wildlife Society Bulletin* 39: 593–602.

López-Martín, J.M. (2010) Zorro – *Vulpes vulpes*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A. & Cassinello, J. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. .

Macdonald, D.W. & Reynolds, J.C. (2004) Red fox *Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758 (Least concern, 2004). En: Sillero-Zubiri, C (2004). *Canids: foxes, wolves, jackals and dogs. Status survey and conservation action plan*. IUCN/SSC Canid Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 129-136.

Macdonald, D.W. & Reynolds, J.C. (2010) *Vulpes vulpes*. En: *IUCN Red List of Threatened Species*. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).

Monterroso, P. (2006). *Distribuição, selecção de habitat e actividade do gato-bravo (Felis silvestris) no Parque Natural do Vale Do Guadiana* (Tesis de Máster, Universidad de Oporto).

Monterroso, P., Alves, P.C. & Ferreras, P (2011) Evaluation of attractants for non-invasive studies of Iberian carnivore communities. *European Journal of Wildlife Research* 38: 446–454.

Monterroso, P., Alves, P.C. & Ferreras, P. (2014) Plasticity in circadian activity patterns of mesocarnivores in Southwestern Europe: implications for species coexistence. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 68: 1403–1417.

Monterroso, P., Brito, J.C., Ferreras, P. & Alves, P.C. (2009) Spatial ecology of the European wildcat in a Mediterranean ecosystem: dealing with small radio-tracking datasets in species conservation. *Journal of Zoology* 279: 27–35.

Monterroso, P., Castro, D., Silva, T.L., Ferreras, P., Godinho, R., & Alves, P.C. (2013) Factors affecting the (in) accuracy of mammalian mesocarnivore scat identification in South-western Europe. *Journal of Zoology* 289: 243–250.

Moral, M., Prunier, F., & Saldaña, S. (2014) Meloncillo *Herpestes ichneumon* (Linnaeus, 1758). En: Calzada J., Clavero M. & Fernández A. (eds). Guía virtual de los indicios de los mamíferos de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias. Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM).

Muñoz, G. (1960) Anverso y reverso de la mixomatosis. Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial, Madrid, España.

Oksanen J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Gavin Simpson, L., Salymos, P., Henry, P., Stevens, H. & Wagner, H. (2012) vegan: community ecology package. R package version 2.0–10. 2011.

Oliveira, R., Castro, D., Godinho, R., Luikart, G. & Alves, P.C. (2010) Species identification using a small nuclear gene fragment: application to sympatric wild carnivores from South-western Europe. *Conservation Genetics* 11: 1023–1032.

Palomares, F. (1993a) Faecal marking behaviour by free-ranging common genets *Genetta genetta* and Egyptian mongooses *Herpestes ichneumon* in southwestern Spain. *Zeitschrift Fur Säugetierkunde* 58: 225–231.

Palomares, F. (1993b) Opportunistic feeding of the Egyptian mongoose, *Herpestes ichneumon* (L.) in Southwestern Spain. *Revue d'Ecologie - La Terre et la Vie* 48: 295–304.

Palomares, F. (2004). Meloncillo - *Herpestes ichneumon*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Carrascal, L. M. & Salvador, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>.

Palomares, F. & Delibes, M. (1990) Factores de transformación para el cálculo de la biomasa consumida por Gineteta (*Genetta genetta*) y el meloncillo (*Herpestes ichneumon*) (Carnivora, Mammalia). *Miscellània Zoológica* 14: 233–236.

Palomares, F. & Delibes, M. (1991a) Dieta del meloncillo, *Herpestes ichneumon*, en el Coto del Rey (norte del Parque Nacional de Doñana, S.O. de España). *Doñana Acta Vertebrata* 18: 187–194.

Palomares, F. & Delibes, M. (1991b) Alimentación del meloncillo *Herpestes ichneumon* y de la gineteta *Genetta genetta* en la Reserva Biológica de Doñana, S.O. de la Península Ibérica. *Doñana Acta Vertebrata* 18: 5–20.

Palomares, F. & Delibes, M. (1993) Social organization in the Egyptian mongoose: group size, spatial behaviour and inter-individual contacts in adults. *Animal Behaviour* 45: 917–925.

Palomo, L.J., Gisbert, J. & Blanco, J.C. (2007) Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos terrestres de España. SECEM, Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente.

Pianka, E.R. (1973) The structure of lizard communities. *Annual. Review of Ecology and Systematics* 4: 53–74.

Prugh, L.R., Arthur, S.M. & Ritland, C.E. (2008) Use of faecal genotyping to determine individual diet. *Wildlife Biology* 14: 318–330.

Purroy, F. & Varela, J. (2003) Guía de los mamíferos de España. Península, Baleares y Canarias. Lynx ediciones.

R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.

Recio, M.R. & Virgós, E. (2010) Predictive niche modelling to identify potential areas of conflicts between human activities and expanding predator populations: a case study of game management and the grey mongoose, *Herpestes ichneumon*, in Spain. *Wildlife Research* 37: 343–354.

Redpath, S.M., Young, J., Evely, A., Adams, W.M., Sutherland, W.J., Whitehouse, A., Amar, A., Lambert, R.A., Linnell, J.D.C., Watt, A. & Gutiérrez, R.J. (2013) Understanding and managing conservation conflicts. *Trends in Ecology and Evolution* 28: 100–109.

Reid, R.E.B. (2015) A morphometric modeling approach to distinguishing among bobcat, coyote and gray fox scats. *Wildlife Biology* 21: 254–262.

Reynolds, J. & Aebischer, N. (1991) Comparison and quantification of carnivore diet by faecal analysis: a critique with recommendations based on study of the Fox *Vulpes vulpes*. *Mammal Review* 21: 97–122.

Ricklefs, R.E. (1980) *Ecology*. Thomas Nelson & Sons. London.

Ritchie, E.G., Elmhagen, B., Glen, A.S., Letnic, M., Ludwig, G. & McDonald, R.A. (2012) Ecosystem restoration with teeth: what role for predators? *Trends in Ecology and Evolution* 27: 265–271.

Rivas-Martínez, S., Penas, A. & Díaz, T.E. (2004) Mapa Bioclimático de Europa, Bioclimas, <http://www.ucm.es/info/cif/form/maps.htm>.

Rosalino, L.M. & Santos-Reis, M. (2009a) Fruit consumption by carnivores in Mediterranean Europe. *Mammal Review* 39: 67–78.

- Rosalino, L.M., Santos, M., Pereira, I. & Santos-Reis, M. (2009b) Sex driven differences in Egyptian mongoose's diet in its northwestern European range. *European Journal of Wildlife Research* 55: 293–299.
- Rosalino, L.M., Sousa, M., Pedroso, N., Basto, M., Rosario, J., Santos, M.J. & Loureiro, F. (2010) The influence of food resources on red fox local distribution in a mountain area of the western mediterranean. *Vie et Milieu* 60: 39–45.
- Santos, M.J., Matos, H.M., Palomares, F. & Santos-Reis, M. (2011) Factors affecting mammalian carnivore use of riparian ecosystems in Mediterranean climates. *Journal of Mammalogy* 92: 1060–1069.
- Santos, M.J., Pinto, B.M. & Santos-Reis M. (2007) Trophic niche partitioning between two native and two exotic carnivores in SW Portugal. *Web Ecology* 7: 53–62.
- Santos, T., Fonseca, C., Barros, T., Godinho, R., Bastos-Silveira, C., Bandeira, V., & Rocha, R. G. (2015). Using stomach contents for diet analysis of carnivores through DNA barcoding. *Wildlife Biology in Practice* 11: 31–39.
- Sinclair, A.R.E., Mduma, S. & Brashares, J.S. (2003) Patterns of predation in a diverse predator–prey system. *Nature* 425: 288–290.
- Smith, A.T. & Boyer, A.F. (2010) *Oryctolagus cuniculus*. En: IUCN Red List of Threatened Species. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).
- Teerink, B.J. (1991) Hair of West-European mammals. Cambridge University Press, Cambridge 224 pp.
- Tsukada, H., Li, W., Duo, H., Guo, Z., Fu, Y., Peng, M., Xiuyung, S., Jianwu, J., Aishan, Y., Ni, M., He, S., Huag, F., Feng, K., Ishikawa, K., Kobayashi, I., Shinohara, A. & Nonaka, N. (2014) A comparison of the diet and fine-scale distribution of sympatric Tibetan and red foxes in Qinghai, PR China. *Wildlife Biology* 20: 356–361.
- Villafuerte, R., Calvete, C., Blanco, J. C. & Lucientes, J. (1995) Incidence of viral hemorrhagic disease in wild rabbit populations in Spain. *Mammalia* 59: 651–659.
- Villafuerte, R., Luco, D.F., Gortázar, C. & Blanco, J.C. (1996) Effect on red fox litter size and diet after Rabbit haemorrhagic disease in north-eastern Spain. *Journal of Zoology* 240: 764–767.
- Webbon, C.C., Baker, P.J. & Harris, S. (2004) Faecal density counts for monitoring changes in red fox numbers in rural Britain. *Journal of Applied Ecology* 41: 768–779.

## Anexos

**Anexo I:** Diferencias en la abundancia relativa de conejo entre las dos localidades:

(B1) Test Kruskal-Wallis para el conteo de letrinas por recorrido en cada localidad y

(B2) Test Test Kruskal-Wallis para los IRA obtenidos mediante foto-trampeo.

**(B1)Test Kruskal-Wallis: H (1, N= 80) =50.45 p =0.001**

Localidad	Promedio Letrinas	ES	-95%	95%	N
<b>PNVG</b>	16.25	1.96	12.28	20.22	40
<b>CSV</b>	1.00	0.55	-0.12	2.12	40

**B2)Test Kruskal-Wallis: H (1, N= 19) =9.01 p =0.003**


Localidad	Promedio Captura	ES	-95%	95%	N
<b>PNVG</b>	4.74	1.45	1.46	8.01	10
<b>CSV</b>	0.04	0.04	-0.05	0.13	9



**Anexo II:** Resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las comparaciones entre los resultados obtenidos a nivel de categoría trófica para excrementos con ID genética e ID morfológica estricta. No se presentan los resultados para el zorro en CSVT debido a la falta de muestras.

Test Kruskal-Wallis	Zorro_PNVG	Meloncillo_PNVG	Meloncillo_CSVT
Micromamíferos	$H_{(1, N=66)} = 0.001, p=0.973$	$H_{(1, N=26)} = 0.194, p=0.659$	$H_{(1, N=77)} = 0.627, p=0.429$
Leporidos	$H_{(1, N=66)} = 0.151, p=0.698$	$H_{(1, N=26)} = 0.421, p=0.517$	$H_{(1, N=77)} = 0.005, p=0.944$
Aves	$H_{(1, N=66)} = 0.412, p=0.521$	$H_{(1, N=26)} = 0.538, p=0.463$	$H_{(1, N=77)} = 0.005, p=0.944$
Artrópodos	$H_{(1, N=66)} = 0.053, p=0.817$	$H_{(1, N=26)} = 0.868, p=0.352$	$H_{(1, N=77)} = 0.447, p=0.504$
Frutos/Semillas	$H_{(1, N=66)} = 0.399, p=0.528$	$H_{(1, N=26)} = 0.011, p=0.915$	$H_{(1, N=77)} = 0.235, p=0.628$
Carroña	$H_{(1, N=66)} = 1.224, p=0.269$	No aparecen en la dieta	$H_{(1, N=77)} = 1.590, p=0.207$
Reptiles	No aparecen en la dieta	$H_{(1, N=26)} = 0.929, p=0.335$	No aparecen en la dieta

**Anexo III.** Descripción detallada de la composición de la dieta del meloncillo y zorro, teniendo en cuenta el número de muestras analizadas (excrementos y estómagos), según el grupo de alimentos. Se presentan la frecuencia de aparición (FA) y el promedio de biomasa consumida (%B) para cada grupo de alimentos. Los datos se exponen de forma independiente en términos de dieta general (Total) y para cada área de estudio (PNVG y CSVT).

 <b>MELONCILLO</b>	<b>Muestras</b>			<b>FA</b>			<b>%B</b>		
	<b>Tipo comida</b>	Total (n = 79)	PNVG (n = 21)	CSVT (n = 58)	Total	PNVG	CSVT	Total	PNVG
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	40	17	23	50.63	80.95	39.66	47.28	74.15	43.28
<i>Lepus granatensis</i>	5	0	5	6.33	0	8.62	8.28	0	9.54
<b>Leporidae</b>	<b>45</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>56.96</b>	<b>80.95</b>	<b>48.28</b>	<b>55.56</b>	<b>74.15</b>	<b>52.81</b>
<i>Crocidura russula</i>	1	0	1	1.27	0	1.72	0.84	0	0.97
<i>Apodemus sylvaticus</i>	7	1	6	8.86	4.76	10.34	6.64	5.35	6.86
<i>Mus spretus</i>	17	3	14	21.52	14.29	24.14	9.41	10.99	9.17
<i>Rattus rattus</i>	4	0	4	5.06	0	6.90	5.78	0	6.66
<i>Microtus sp</i>	1	0	1	1.27	0	1.72	1.27	0	1.46
Micromamífero NI	3	0	3	3.80	0	5.17	0.26	0	0.30
<b>Micromamíferos</b>	<b>33</b>	<b>4</b>	<b>29</b>	<b>41.77</b>	<b>19.05</b>	<b>50.00</b>	<b>24.19</b>	<b>16.34</b>	<b>25.41</b>
<b>Carroña (Oveja)</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>8.86</b>	<b>0</b>	<b>12.07</b>	<b>12.83</b>	<b>0</b>	<b>14.78</b>
Coleóptero	11	4	7	13.92	19.05	12.07	0.23	0.62	0.17
Himenóptero	5	2	3	6.33	9.52	5.17	0.17	0.12	0.18
Arácnidos	2	0	2	2.53	0	3.45	0.06	0	0.07
Insectos NI	4	1	4	5.06	4.76	6.90	0.15	0.06	0.05
<b>Insectos</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>29.11</b>	<b>33.33</b>	<b>27.59</b>	<b>0.62</b>	<b>0.80</b>	<b>0.48</b>
Passeriforme	21	3	18	26.58	14.29	31.03	2.93	0.59	3.29
Galliforme	1	0	1	1.27	0	1.72	2.50	0	2.88
<b>Aves</b>	<b>22</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>27.85</b>	<b>14.29</b>	<b>32.76</b>	<b>5.44</b>	<b>0.59</b>	<b>6.18</b>
Gramíneas	6	1	5	7.59	4.76	8.62	0.14	0.09	0.15
Aceitunas	2	1	1	2.53	4.76	1.72	0.66	4.01	0.15
Semillas NI	1	0	1	1.27	0	1.72	0.03	0	0.04
<b>Frutos y Semillas</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>11.39</b>	<b>9.52</b>	<b>12.07</b>	<b>0.83</b>	<b>4.10</b>	<b>0.34</b>
<b>Reptiles</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1.27</b>	<b>4.76</b>	<b>0</b>	<b>0.53</b>	<b>4.02</b>	<b>0</b>



**ZORRO**

Tipo comida	Muestras			FA			%B		
	Total (n = 52)	PNVG (n = 49)	CSVT (n = 3)	Total	PNVG	CSVT	Total	PNVG	CSVT
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	35	35	0	67.31	71.43	0	65	73.73	0
<i>Lepus granatensis</i>	1	0	1	1.92	0	33.33	2.12	0	17.89
<b>Leporidae</b>	<b>36</b>	<b>35</b>	<b>1</b>	<b>69.23</b>	<b>71.43</b>	<b>33.33</b>	<b>67.12</b>	<b>73.73</b>	<b>17.89</b>
<i>Crocidura russula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Apodemus sylvaticus</i>	3	3	0	5.77	6.12	0	5.36	6.08	0
<i>Mus spretus</i>	5	5	0	9.62	10.20	0	5.95	6.75	0
<i>Rattus rattus</i>	4	3	1	7.69	6.12	33.33	8.06	5.89	24.21
<i>Microtus sp</i>	4	3	1	7.69	6.12	33.33	11.49	6.39	49.69
Micromamífero NI	0	0	0	0	0	0	0	0	0.
<b>Micromamíferos</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>30.77</b>	<b>28.57</b>	<b>66.67</b>	<b>30.87</b>	<b>25.11</b>	<b>73.90</b>
<b>Carroña (Oveja)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Coleóptero	10	9	1	19.23	18.37	33.33	1.32	0.53	7.15
Himenóptero	1	1	0	1.92	2.04	0	0.06	0.07	0
Arácnidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Insectos NI	3	3	0	5.77	6.12	0	0.04	0.04	0
<b>Insectos</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>26.92</b>	<b>26.53</b>	<b>33.33</b>	<b>1.42</b>	<b>0.64</b>	<b>7.15</b>
Passeriforme	6	5	1	11.54	10.20	33.33	0.37	0.28	1.06
Galliforme	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Aves</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>11.54</b>	<b>10.20</b>	<b>33.33</b>	<b>0.37</b>	<b>0.28</b>	<b>1.06</b>
Gramíneas	1	1	0	1.92	2.04	0	0.03	0.03	0
Aceitunas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semillas NI	3	3	0	5.77	6.12	0	0.18	0.21	0
<b>Frutos y Semillas</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>7.69</b>	<b>8.16</b>	<b>0</b>	<b>0.22</b>	<b>0.24</b>	<b>0</b>
<b>Reptiles</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>