

## Hábitos alimenticios del tejón europeo en un paisaje árido mediterráneo de la provincia de Almería (SE de España)

Juan M. Requena-Mullor<sup>1\*</sup>, Enrique López<sup>1,4</sup>, Antonio J. Castro<sup>1,3</sup>, Emilio Virgós<sup>5</sup> & Hermelindo Castro<sup>1,2</sup>

1. Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global, Universidad de Almería, 04120 Almería, España
2. Dpto. de Biología y Geología, Universidad de Almería, La Cañada de San Urbano, 04120 Almería, España
3. Department of Biological Sciences, Idaho State University, Pocatello, ID 83209, USA
4. Dpto. de Educación, Universidad de Almería, La Cañada de San Urbano, 04120 Almería, España
5. Área de Biodiversidad y Conservación, Universidad Rey Juan Carlos, c/ Tulipán s/n, 28933 Móstoles, Madrid, España

\*Autor para correspondencia: juanmir@ual.es

### Resumen

En este estudio se describe estacionalmente la dieta del tejón europeo en un paisaje árido mediterráneo constituido mayoritariamente por matorral xérico y en menor medida por cultivos, y se discute qué impulsores directos de Cambio Global pueden afectar potencialmente a su comportamiento trófico. En base a 140 excrementos recolectados mensualmente entre junio de 2011 y mayo de 2012, se observaron diferencias significativas en el consumo de frutos e invertebrados entre estaciones, mientras que el consumo de vertebrados fue constante. Los higos y naranjas resultaron ser los ítems más consumidos a lo largo del año. Dado que la disponibilidad de naranjas depende del manejo humano y la de higos depende principalmente de las precipitaciones, el comportamiento alimenticio del tejón podría verse afectado tanto por cambios en el uso del suelo, como consecuencia de las actividades humanas, como por variaciones en el patrón de precipitación derivadas del cambio climático.

**Palabras clave:** dieta, cambio global, *Meles meles*, Península Ibérica, tejón europeo, usos del suelo.

### Abstract

In this study we describe the European badger diet in a Mediterranean arid landscape mainly dominated by xeric shrubland, and we discuss the potential implications of direct drivers of Global Change on its feeding behavior. Based on an analysis of 140 scats collected monthly from June 2011 to May 2012, it was observed that the consumption of fruits and invertebrates were significantly different between seasons while vertebrates was not. In addition, we found that figs and oranges were dominant items along the year. Due to the availability of oranges depends on the human management and figs depend more directly on rainfall, the feeding behavior of badger could be affected both by changes in land cover/use as well as changes in the rainfall patterns derived by climate change.

**Keywords:** European Badger, diet, global change, *Meles meles*, Iberian Peninsula, land cover/use.

### Introducción

El comportamiento alimenticio del tejón europeo, *Meles meles* (Linnaeus, 1758), ha sido ampliamente estudiado y es uno de sus rasgos ecológicos mejor conocidos (Goszcynski *et al.* 2000, Virgós *et al.* 2004, Virgós *et al.* 2005a). La dieta es muy variada, existiendo una amplia

diversidad de estrategias tróficas a lo largo de su rango de distribución (Melis *et al.* 2002, Roper 2010). El tejón fue tradicionalmente considerado un especialista en el consumo de lombrices en Gran Bretaña y otras zonas del noroeste de Europa (Kruuk & Parish 1981), aunque actualmente se le considera un generalista o especialista facultativo (Roper 2010). Goszcynski *et al.* (2000) hallaron un

aumento latitudinal en el consumo de lombrices a escala europea advirtiéndose, no obstante, que no debían obviarse los efectos locales debidos al hábitat. De acuerdo con esto, algunos autores han detectado en ambientes mediterráneos un consumo de lombrices más elevado del que cabría esperar por su latitud (Virgós *et al.* 2004). Esta diferencia es debida al efecto de la altitud, la cual provoca que las precipitaciones sean mayores, y por tanto, que la disponibilidad de este recurso sea más elevada, como ocurre en las montañas del centro de España (Virgós *et al.* 2004, 2005a). En la región mediterránea seca, la disponibilidad de lombrices es menor, debido principalmente a la menor precipitación y a un manejo del suelo distinto al de otras zonas del norte de Europa (Virgós *et al.* 2005a). En estos ambientes, la especie consume frutos, insectos y vertebrados (Pigozzi 1991, Rodríguez & Delibes 1992, Barea-Azcón *et al.* 2010). En áreas del suroeste de la Península Ibérica, Martín *et al.* (1995) encontraron un alto consumo de conejos, proponiendo incluso una cierta especialización local en el consumo de esta presa. Esta posibilidad fue rechazado posteriormente por Revilla & Palomares (2002).

El consumo de frutos aumenta de oeste a este, a lo largo de la cuenca mediterránea, para diversos mamíferos generalistas, entre los que se encuentra el tejón europeo (Rosolino & Santos-Reis 2009). Estos autores argumentan que dicho consumo está sujeto a una serie de factores que varían a lo largo de la cuenca, tales como las características del fruto (p.ej. contenido de pulpa), la disponibilidad de los mismos (silvestres y cultivados), así como la abundancia de otros recursos alimenticios. De acuerdo con esto, los frutos representan una parte importante de la dieta del tejón en ambientes áridos mediterráneos (Rodríguez & Delibes 1992, Barea-Azcón *et al.* 2010). En este sentido, Lara-Romero *et al.* (2012) señalaron la presencia de cultivos como un factor clave para la supervivencia del tejón en estos ambientes y Requena-Mullor *et al.* (2014) encontraron que la distribución del tejón estuvo condicionada por la presencia de paisajes mosaico constituidos por cultivos extensivos mezclados con parches de vegetación natural. De esta forma, el tejón europeo se aseguraría la disponibilidad de alimento durante todo el año, adaptando y modificando su dieta en base a los recursos alimenticios disponibles en cada estación (Pigozzi 1991).

La región mediterránea es una de las zonas más susceptibles a sufrir los efectos derivados de algunos

impulsores directos de Cambio Global (p.ej. cambio climático y cambios en la cubierta vegetal y usos del suelo) (Sala *et al.* 2000, Giorgi & Lionello 2008). Por un lado, en el sureste de la Península Ibérica se espera un incremento considerable de las condiciones de aridez (Giorgi & Lionello 2008) debido a un aumento de la temperatura y a la disminución de la precipitación, especialmente en verano (De Luís *et al.* 2001). Por otro lado, aunque la reforma de la Política Agraria Común (PAC) para el período 2014-2020 contempla un paquete de medidas que, *a priori*, favorecerían la conservación de las poblaciones de tejón en ambientes mediterráneos (Virgós *et al.* 2005b), el envejecimiento de la población rural y el éxodo de los jóvenes a la ciudad están propiciando un abandono generalizado de tierras en las últimas décadas (Castro *et al.* 2011), así como la pérdida de la cultura rural y las prácticas tradicionales, fundamentales éstas para la conservación del tejón (Virgós *et al.* 2005b).

La diversidad de paisajes y condiciones ambientales propicia distintas estrategias alimenticias en los tejones, lo que puede implicar a su vez diferentes organizaciones sociales, densidades y otros atributos socio-ecológicos (Virgós *et al.* 2005a). Así, conocer los hábitos alimenticios de la especie en ambientes áridos mediterráneos es fundamental para saber de qué manera pueden variar como respuesta a los efectos derivados del Cambio Global, y por tanto, afectar a rasgos importantes de su ecología.

Los estudios sobre la dieta del tejón en ambientes áridos de la Península Ibérica son muy escasos. Rodríguez & Delibes (1992) describieron la dieta únicamente durante la estación de verano, en un paisaje con vegetación xerofítica y cultivos. Barea-Azcón *et al.* (2010) estudiaron la dieta anual del tejón en una zona con clima continental (14°C de temperatura y 620 mm de precipitación media anual) pero en un año especialmente seco (250 mm), y un paisaje dominado por olivos (*Olea europea*), pinares (*Pinus halepensis*) y encinas (*Quercus ilex*).

En el presente estudio se describe y compara la dieta del tejón europeo durante un año completo, en un paisaje árido mediterráneo constituido en su mayoría por matorral xérico y en menor medida por cultivos, en el sureste de la Península Ibérica. Además, se discute el posible papel de algunos impulsores directos de Cambio Global (cambio climático y cambios en la cobertura vegetal y uso del suelo) sobre el comportamiento trófico de la especie.

## Material y Métodos

### Localización y descripción del área de estudio

El área de estudio se situó en el extremo suroriental de la Península Ibérica, en la provincia de Almería (36°58'N, 2°29'E) (Fig. 1). Esta zona es la más árida del continente europeo (Armas *et al.* 2011) y alberga una gran variedad de ecosistemas áridos, entremezclados con paisajes rurales mediterráneos. El Índice de Aridez de Martonne (1926) ( $I_a$ ) fue usado para determinar el grado de aridez del área de estudio.

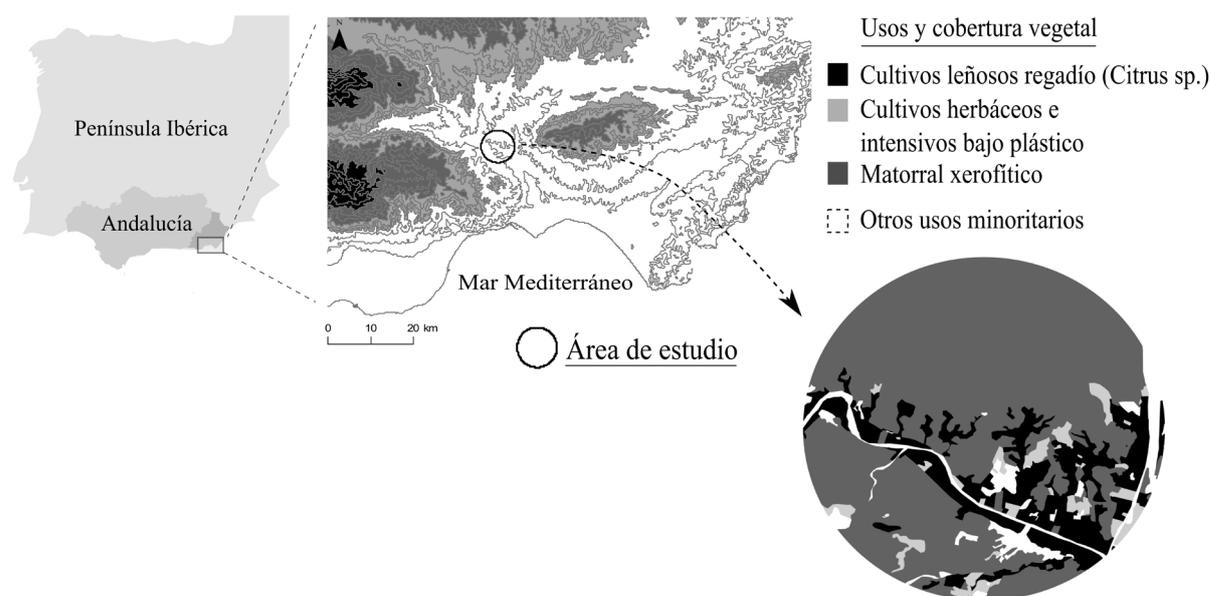
En primer lugar se identificó una zona de letrina, utilizada regularmente por individuos de la especie, en un paisaje árido según el  $I_a$  (es decir,  $I_a$  entre 5 y 15), y donde el matorral xérico fuese mayoritario. Posteriormente se definió el área de estudio mediante un buffer de 9 km<sup>2</sup> de radio usando dicha zona como centro (Fig. 1). Se consideró este área por ser el territorio medio estimado para el tejón en zonas con baja calidad de hábitat (Lara-Romero *et al.* 2012). Por último, se caracterizó la cobertura vegetal y los usos del suelo contenidos en el buffer en base a cartografía temática SIG procedente de la Red de Información Ambiental de Andalucía (2007).

La altitud media del área de estudio es de 228 m.s.n.m., y posee un  $I_a$  de 6,98 ( $\pm 0,012$ ). La precipitación media anual es de 200 mm y la temperatura media anual de 18°C. Sólo un 12%

del área está dedicada a uso agrícola, del cual el 44% es cultivo leñoso en regadío (*Citrus* sp.) y el resto herbáceos e intensivos bajo plástico. El 70% del área está cubierta casi completamente por matorral xerofítico disperso (*Macrochloa tenacissima*, *Salsola genistoides*, *Anthyllis terniflora*). El 18% de superficie restante está ocupada por usos minoritarios no relevantes para este estudio.

### Análisis de la dieta

El análisis de la dieta se basó en la recogida de excrementos y su posterior observación en el laboratorio. Los excrementos fueron recolectados una vez al mes, desde el mes de junio de 2011 al de mayo 2012, visitando la zona de letrina utilizada regularmente por el tejón dentro del área de estudio. En cada visita se anotó el número de agujeros y el número de excrementos contenidos en cada uno de ellos. La letrina fue limpiada antes de la primera visita, retirándose todas las heces encontradas a finales de mayo de 2011. Los excrementos fueron clasificados por su contenido en agua, forma y color. Cuando esto no fue posible, se anotó el contenido completo del agujero como unidad de muestreo (Pigozzi 1991). El lavado y tamizado de las heces fue realizado de acuerdo con el protocolo de Kruuk & Parish (1981). En cada excremento, el número de ítems consumido fue extrapolado a partir de sus restos, según el método de Kruuk & Parish (1981) y Pigozzi (1991). Debido a que la relevancia entre los



**Figura 1.** Localización del área de estudio. Se definió un área buffer de 9 km<sup>2</sup> de radio cuyo centro se correspondió con una zona de letrina utilizada regularmente por el tejón.

diferentes ítems puede variar mucho de una estación a otra, los restos fueron agrupados en categorías generales: frutos, vertebrados e invertebrados. No obstante, y con el fin de identificar qué recursos fueron claves, se realizó además una clasificación detallada, identificándose cada resto hasta el nivel taxonómico más bajo posible. En el caso particular de las lombrices, y dada la importancia que para la especie tiene este ítem en otras áreas de su rango de distribución (Kruuk & Paris 1981), se siguió el protocolo propuesto por estos autores. De esta forma, se tomaron tres submuestras de 1,5 ml a partir del agua obtenida tras el lavado y tamizado de las heces y se lavaron de nuevo para posteriormente tinter con ácido pícrico en una placa de petri. A continuación se buscaron quetas de lombrices bajo un microscopio binocular a 40 aumentos. A partir de cada submuestra de 1,5 ml, se estimó el volumen de lombrices ingeridas contando el número de quetas en diez áreas de 1 cm<sup>2</sup> sobre la placa de Petri, calculándose posteriormente la media. Por último, se estimó dicha media en tres submuestras en cada excremento y se puntuó en base a Kruuk & Paris (1981). La ecuación de correlación propuesta por estos autores fue empleada para estimar el número de mollejas de lombriz a partir de la puntuación obtenida por las quetas. Los datos fueron además agrupados por estaciones. Para todas las categorías encontradas (generales y detalladas) se calculó la frecuencia relativa de aparición expresado en porcentaje (FRA% = n° de excrementos que contienen una determinada categoría/total de excrementos x 100) y su volumen relativo (VR%) estimado visualmente mediante la proporción de volumen que una determinada categoría ocupó en el excremento (Kruuk & Paris 1981). Los valores de VR fueron a continuación promediados estacionalmente empleando el número de excrementos en los cuales dicha categoría estuvo presente. De esta forma, la suma total del VR estacional no tiene por qué sumar 100. Finalmente, se calculó el índice de diversidad de Shannon (1948) tanto anual como estacional:

$$H = - \sum_i P_i * \log P_i \quad (1)$$

donde  $P_i$  = FRA (anual y estacional) estimada para cada categoría general

La diversidad es mínima cuando  $H = 0$  y máxima cuando  $H = \log n$  ( $n$  = número de categorías). Se consideraron 3 categorías generales, por tanto,  $H$  máxima = 0,47.

## Análisis de los datos

Con el fin de conocer la variación anual de la dieta del tejón se analizaron las diferencias entre los ítems consumidos en base al volumen relativo (VR%) en cada estación del año mediante el test de Kruskal-Wallis (Rosalino *et al.* 2005). Para ello se utilizó el software estadístico libre R versión 2.14.2 (R Development Core Team 2014).

## Resultados

### Composición de la dieta

Se recolectaron un total de 140 excrementos. La diversidad anual de la dieta en base al Índice de Shannon fue de 0,30 y los valores estimados para cada estación fueron 0,30 (verano), 0,27 (otoño), 0,31 (invierno) y 0,28 (primavera).

Los frutos constituyeron la principal fuente de alimento del tejón, tanto en frecuencia de aparición como en volumen relativo (Tabla 1), aunque su ingesta disminuyó ligeramente durante el verano (VR medio estival = 62%±4SE). Dos tipos de frutos fueron mayoritariamente consumidos, higos (verano - otoño) y naranjas (invierno - primavera) (Tabla 1). Los vertebrados tuvieron poca relevancia en la dieta anual, apareciendo únicamente con un volumen considerable en verano (VR medio estival = 74%±9SE), con predominio de anuros (VR medio estival = 100%) y lagomorfos (VR medio estival = 87,5%). Los invertebrados, principalmente Ortópteros, fueron más frecuentes en primavera (FRA = 71%) e invierno (FRA = 55%), aunque su volumen no fue importante en ninguna estación. Las lombrices (*Lumbricus* sp.) fueron consumidas en invierno y primavera con una frecuencia muy reducida pero en un volumen considerable. El consumo de frutos e invertebrados fue significativamente diferente entre estaciones ( $p$ -valor < 0.05) mientras que para los vertebrados no existieron diferencias (Tabla 1).

## Discusión

### Variación estacional en la dieta

Los frutos fueron con diferencia el alimento predominante en la dieta a lo largo del año, coincidiendo con lo encontrado por diversos autores para otras áreas mediterráneas (Piggozi 1991, Rosalino *et al.* 2004). De esta forma, se refuerza la importancia que tienen los cultivos tradicionales de

**Tabla 1.** Composición de la dieta del tejón y análisis de su variación estacional. Los valores estacionales son presentados para las categorías detalladas y los anuales para las categorías generales. Entre paréntesis se indican los errores estándar distintos de cero para los VR promediados. En la parte inferior se detallan los resultados del test de Kruskal Wallis para las diferencias estacionales considerando el volumen relativo para frutos, vertebrados e invertebrados.

	Verano n= 26		Otoño n= 15		Invierno n= 44		Primavera n= 55		Anual n= 140	
	FRA	VR	FRA	VR	FRA	VR	FRA	VR	FRA	VR
Frutos									95,0	73,91(2)
<i>Olea europaea</i>			6,6	2,0						
<i>Ceratonia siliqua</i>	7,6	5,0	6,6	96,0	4,5	97,5(2)				
<i>Vitis</i> sp.	11,5	46,6(3)								
<i>Ficus carica</i>	73,0	78,4	93,3	94,2(14)						
<i>Citrus sinensis</i>					84,0	80,0(5)	67,2	83,6(4)		
<i>Opuntia</i> sp.	15,4	45,0(2)								
<i>Malus domestica</i>	26,9	51,4(3)								
<i>Phoenix dactylifera</i>					2,2	15,0				
<i>Annona chirimola</i>					2,2	5,0				
<i>Prunus armeniaca</i>							21,8	44,3(7)		
<i>Eriobotrya japonica</i>							1,8	5,0		
Otros	15,3	27,2			11,3	57,0(12)	3,6	95,0(5)		
Vertebrados									20,0	36,07(5)
Aves			6,6	10,0	4,5	20,0(1)	5,4	31,6(24)		
Rodentia	3,8	20,0	6,6	30,0	15,9	49,2(1)	9,0	22,0(1)		
Lagomorpha	7,6	87,5(2)					1,8	35,0		
Sauria					2,2	10,0	5,4	13,3(8)		
Anura	3,8	100,0								
Invertebrados									57,14	22,35(2)
Orthoptera	15,4	6,2(1)	20,0	8,3(1)	25,0	18,1(3)	54,5	38,0(5)		
Coleoptera	15,4	8,0	20,0	5,0	18,1	8,1(1)	32,7	19,4(3)		
<i>Buthus occitanus</i>	7,6	7,5(2)								
Isopoda	3,8	5,0								
Gastropoda			6,6	2,0			1,8	30,0		
<i>Lumbricus</i> sp.					6,8	46,7(16)	1,8	60,0		
Hymenoptera	7,6	4,0(1)			4,5	30,0(1)	3,6	7,5(2)		
Arachnida	3,8	10,0								
Odonata							1,8	15,0		
Otros					4,5	10,0	1,8	10,0		
Kruskal-Wallis	Verano	Otoño	Invierno	Primavera						
	VR	VR	VR	VR						
Frutos** (n = 148)	61,7	88,6	75,2	74,7						
Vertebrados N.S. (n= 28)	73,7	20,0	39,5	23,3						
Invertebrados*** (n= 101)	6,7	6,0	18,6	30,2						

FRA: frecuencia relativa de aparición (%); VR: volumen relativo (%); n: nº de excrementos; N.S.: no significativo; \*\* (*p*-valor < 0.01); \*\*\* (*p*-valor < 0.001).

frutales para la supervivencia del tejón en ambientes áridos mediterráneos (Rodríguez & Delibes 1992, Lara-Romero *et al.* 2012). Las naranjas (invierno - primavera) y los higos (verano - otoño) fueron los frutos más consumidos. Los higos han sido descritos como claves para el tejón en paisajes secos mediterráneos (Barea-Azcón *et al.* 2010), mientras que las naranjas son descritas por primera vez en este tipo de ambientes. Este ítem se distribuye de manera agrupada por el territorio, presenta una gran abundancia estacional y un alto valor energético; coincidiendo con los rasgos descritos para otros recursos clave de la especie (Kruuk 1989, Martín *et al.* 1995, Rosalino *et al.* 2005). En cambio, las olivas no fueron relevantes, a diferencia de lo encontrado en otras áreas mediterráneas (Rosalino *et al.* 2004, Barea-Azcón *et al.* 2010). Esto puede ser debido a su baja disponibilidad, como cabe esperar de una especie generalista como el tejón (Pigozzi 1991).

En paisajes áridos mediterráneos, la disponibilidad de lombrices es escasa (Virgós *et al.* 2005a). Sin embargo, nuestros resultados mostraron que el tejón consumió este ítem en invierno y primavera, con baja frecuencia de aparición pero con un volumen considerable. Este hallazgo refuerza la preferencia del tejón por este recurso a pesar de su baja disponibilidad (Virgós *et al.* 2004; Barea-Azcón *et al.* 2010).

La diversidad de la dieta fue considerablemente elevada y se mostró más o menos constante a lo largo del año. Este comportamiento coincide con el carácter generalista descrito para la especie en ambientes mediterráneos (Virgós *et al.* 2004, Roper 2010), adaptando sus hábitos alimenticios a la disponibilidad de los distintos recursos tróficos. De esta forma, la diversidad de la dieta podría estar asociada a su vez con la diversidad espacial y temporal de dichos recursos y a las preferencias del tejón (Virgós *et al.* 2004).

### **Impulsores directos de Cambio Global y comportamiento trófico**

El cambio climático derivado del calentamiento global de la atmósfera, y los cambios en la cobertura vegetal y usos del suelo han sido descritos como dos de los principales impulsores directos de Cambio Global (Vitousek 1994).

Por un lado, la abundancia del tejón europeo está relacionada con las características climáticas (Virgós & Casanovas 1999) y su estacionalidad (Johnson *et al.* 2002). Algunos de los ítems consumidos por

el tejón en el paisaje estudiado dependen directa (p.ej. algarrobas, higos, lombrices) o indirectamente (p.ej. insectos, micromamíferos, lagomorfos) de las precipitaciones. Los modelos teóricos sobre coexistencia de especies predicen que una mayor variación temporal en los recursos reduce la probabilidad de especialización en la alimentación (Wilson & Yoshimura 1994). De acuerdo con esto, los tejones adoptan un comportamiento generalista facultativo en ambientes más variables (Virgós *et al.* 2004), adaptando su estrategia de alimentación y/o la elección de sus presas, con el fin de maximizar la ingesta de acuerdo a su disponibilidad (Pigozzi 1991). Así, la especie preferiría paisajes con una alta predictibilidad espacio-temporal en los recursos alimenticios (Mellgren & Roper 1986). La precipitación es el principal factor limitante de la productividad primaria en climas mediterráneos (Nemani *et al.* 2003). Por tanto, puede influir en la estrategia trófica del tejón mediante la modificación de la disponibilidad y estacionalidad de los recursos alimenticios, controlando la disponibilidad tanto de frutos como de otros recursos en el resto de niveles tróficos (p.ej. insectos, vertebrados, etc.) (Power 1992).

Por otro lado, cambios en la cobertura vegetal y usos del suelo pueden influir en el comportamiento trófico del tejón, modificando su estrategia de alimentación y/o la elección de sus presas. A escala local, la composición de su dieta depende de la gestión y uso que el ser humano haga del suelo (Fischer *et al.* 2005) y particularmente de los patrones en la agricultura (Rosalino *et al.* 2004). Kruuk & Parish (1985) relacionaron la alimentación del tejón y los cambios ocurridos en la agricultura durante ocho años en el norte de Escocia. En la región mediterránea árida, la especie ocupa paisajes mosaico constituidos por cultivos de frutales y huertas, mezclados con parches de vegetación natural, los cuales le proporcionan alimento y protección (Lara-Romero *et al.* 2012). En este estudio, se encontró que el tejón mostró una gran preferencia por las naranjas, siendo este cultivo dependiente del regadío (Agencia Andaluza del Agua 2010), y por tanto, del manejo humano. Las prácticas agrícolas tradicionales aportan a la especie no solo frutos cultivados, también otros como higos, nísperos, manzanas, albaricoques, etc., cultivados secundariamente o en muchos casos naturalizados, pero dependientes en cierto grado del regadío. Además, debido al escaso uso de pesticidas y maquinaria agrícola pueden ofrecer una gran diversidad y abundancia de artrópodos

(Bengtsson *et al.* 2005). Paralelamente, el carácter parcheado de estos paisajes humanizados aumenta la oportunidad de explotar diferentes recursos a lo largo del tiempo y el espacio (Requena-Mullor *et al.* 2014), compensando así la baja predictibilidad y la escasez de recursos que cabría esperar en otros paisajes áridos sin este tipo de manejo.

Por consiguiente, los recursos alimenticios consumidos por el tejón a lo largo del año dependerían tanto del patrón de precipitación como del tipo de uso y manejo del suelo. De esta forma, variaciones en dicho patrón derivadas de escenarios futuros de cambio climático y/o modificaciones antrópicas en la cobertura vegetal y uso del suelo podrían afectar a su comportamiento trófico en paisajes áridos mediterráneos.

### Agradecimientos

Juan Miguel Requena Mullor ha recibido financiación del Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global (CAESCG) a través del Proyecto GLOCHARID (852/09/M/00) promovido por la Junta de Andalucía. Idaho State University ha proporcionado apoyo a través de la colaboración de Antonio Castro.

### Referencias

- Agencia Andaluza del Agua (ed.) 2010. *Río Andarax*. Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla. 285 pp.
- Armas C., Miranda J.D., Padilla F.M. & Pugnaire F.I. 2011. Special issue: The Iberian Southeast. *Journal of Arid Environments*, 75: 1241-1243.
- Barea-Azcón J.M., Ballesteros-Duperón E., Gil-Sánchez J.M. & Virgós E. 2010. Badger *Meles meles* feeding ecology in dry Mediterranean environments of the southwest edge of its distribution range. *Acta Theriologica*, 55 (1): 45-52.
- Bengtsson J., Ahnström J. & Weibull A. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 42: 261-269.
- Castro A.J., Martín-López B., García-Llorente M., Aguilera P.A., López E. & Cabello J. 2011. Social preferences regarding the delivery of ecosystem services in a semiarid Mediterranean region. *Journal of Arid Environments*, 75: 1201-1208.
- De Luís M., García-Cano M.F., Cortina J., Raventós J., González-Hidalgo J. C. & Sánchez J.R. 2001. Climatic trends, disturbances and short-term vegetation dynamics in a Mediterranean shrubland. *Forest Ecology and Management*, 147: 25-37.
- Fischer C., Ferrari N. & Weber J.M. 2005. Exploitation of food resources by badgers (*Meles meles*) in the Swiss Jura Mountains. *Journal of Zoology, London*, 266: 121-131.
- Giorgi F. & Lionello P. 2008. Climate change projections for the Mediterranean region. *Global and Planetary Change*, 63: 90-104.
- Goszczynski B., Jedrzejewska B. & Jedrzejewski W. 2000. Diet composition of badgers (*Meles meles*) in a pristine forest and rural habitats of Poland compared to other European populations. *Journal of Zoology, London*, 250: 495-505.
- Johnson D.D., Jetz W. & Macdonald D.W. 2002. Environmental correlates of badger social spacing across Europe. *Journal of Biogeography*, 29: 411-425.
- Kruuk H. 1989. *The social badger*. Oxford University Press.
- Kruuk H. & Parish T. 1981. Feeding specialization of the European badger *Meles meles* in Scotland. *Journal of Animal Ecology*, 50: 773-788.
- Kruuk H. & Parish T. 1985. Food, food availability and weight of badgers (*Meles meles*) in relation to agricultural changes. *Journal of Applied Ecology*, 22: 705-715.
- Lara-Romero C., Virgós E., Escribano-Ávila G., Mangas J.G., Barja I. & Pardavila X. 2012. Habitat selection by European badgers in Mediterranean semi-arid ecosystems. *Journal of Arid Environments*, 76: 43-48.
- Martín R., Rodríguez A. & Delibes M. 1995. Local feeding specialization by badgers (*Meles meles*) in a Mediterranean environment. *Oecologia*, 101: 45-50.
- Martonne E. 1926. Areisme et indice d'aridité. *Geographical Review*, 17: 397-414.
- Melis C., Cagnacci F. & Bargagli L. 2002. Il tasso. *Habitat*, 122: 44-52.
- Mellgren R.L. & Roper T.J. 1986. Spatial learning and discrimination of food patches in the European badger (*Meles meles* L.). *Animal Behaviour*, 34: 1129-1134.
- Nemani R.R., Keeling C.D., Hashimoto H., Jolly W.M., Piper S.C., Tucker C. J., Myneni R. B. & Running S. W. 2003. Climate-Driven Increases in Global Terrestrial Net Primary Production from 1982 to 1999. *Science*, 300: 1560-1563.
- Pigozzi G. 1991. The diet of the European badger in a Mediterranean coastal area. *Acta Theriologica*, 36: 293-306.
- Power M.E. 1992. Top-Down and Bottom-Down Forces in Food Webs: Do Plants Have Primacy?. *Ecology*, 73: 733-746.
- R Core Team. 2014. R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en <http://www.R-project.org/>
- Red de Información Ambiental de Andalucía. 2007. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam>.
- Requena-Mullor J.M., López E., Castro A.J., Cabello J., Virgós E., González-Miras E. & Castro H. 2014. Predicting spatial distribution of European badger in

- arid landscapes: an ecosystem functioning approach. *Landscape Ecology*, 9: 843-855.
- Revilla E. & Palomares F. 2002. Spatial organization, group living and ecological correlates in low-density populations of Eurasian badgers, *Meles meles*. *Journal of Animal Ecology*, 71: 497-512.
- Rodríguez A. & Delibes M. 1992. Food habits of badgers (*Meles meles*) in an arid habitat. *Journal of Zoology, London*, 227: 347-350.
- Roper T.J. 2010. *Badger*. The New Naturalist Series, Collins, London. 386 pp.
- Rosalino L.M., Loureiro F., Macdonald D.W. & Santos-Reis M. 2005. Dietary shifts of the badger (*Meles meles*) in Mediterranean woodlands: an opportunistic forager with seasonal specialisms. *Mammalian Biology*, 70: 12-23.
- Rosalino L.M., Macdonald D.W. & Santos-Reis M. 2004. Spatial structure and land-cover use in a low-density Mediterranean population of Eurasian badgers. *Canadian Journal of Zoology*, 82: 1493-1502.
- Rosalino L.M. & Santos-Reis M. 2009. Fruit consumption by carnivores in Mediterranean Europe. *Mammal Review*, 39: 67-78.
- Sala O.E., Stuart F., Armesto J.J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke L.F., Jackson R.B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D.M., Mooney H.A., Oesterheld M., Poff N.L., Sykes M. T., Walker B.H., Walker M. & Wall D.H. 2000. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science*, 208: 1770.
- Shannon C.E. 1948. A mathematical theory of communications. *Bell System Technical Journal*, 27: 379-423.
- Virgós E. & Casanovas J.G. 1999. Environmental constraints at the edge of a species distribution, the Eurasian Badger (*Meles meles* L.): a biogeographic approach. *Journal of Biogeography*, 6: 559-564.
- Virgós E., Mangas J.G., Blanco-Aguilar J.A., Garrote G., Almagro N. & Pérez-Viso R. 2004. Food habits of the European badger (*Meles meles*) along an altitudinal gradient of Mediterranean environments: a field test of the earthworm specialization hypothesis. *Canadian Journal of Zoology*, 82: 41-51.
- Virgós E., Revilla E., Mangas J.G., Barea-Azcón J.M., Rosalino L.M. & De Marinis A.M. 2005a. Revisión de la dieta del Tejón (*Meles meles*) en la Península Ibérica: comparación con otras localidades de su área de distribución natural. Pp: 67-80. En: Virgós E., Revilla E., Mangas J.G. & Domingo-Roura X. (eds.). *Ecología y conservación del tejón en ecosistemas mediterráneos*. Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM), Málaga.
- Virgós E., Revilla E., Domingo-Roura X. & Mangas J.G. 2005b. Conservación del tejón en España: síntesis de resultados y principales conclusiones. Pp: 283-294. En: Virgós E., Revilla E., Mangas J.G. & Domingo-Roura X. (eds.). *Ecología y conservación del tejón en ecosistemas mediterráneos*. Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM), Málaga.
- Vitousek P.M. 1994. Beyond Global warming: Ecology and Global Change. *Ecology*, 75: 1861-1876.
- Wilson D.S. & Yoshimura J. 1994. On the coexistence of specialist and generalist. *The American Naturalist*, 144: 692-707.

Associate editor was Javier Calzada