

Hernández, M. C., Sánchez-González, B., Navarro-Castilla, A., Barja, I. (2017). Topillo campesino – *Microtus arvalis*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Barja, I. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>

Topillo campesino – *Microtus arvalis* (Pallas, 1779)

**M^a Carmen Hernández, Beatriz Sánchez-González, Álvaro Navarro-Castilla,
Isabel Barja**

Unidad de Zoología, Departamento de Biología, Universidad Autónoma de Madrid
28049 Madrid

Fecha de publicación: 14-03-2017



Origen y evolución

Dentro del género *Microtus*, el subgénero *Microtus* forma un grupo monofilético en el que hay dos linajes diferenciados, por un lado las especies del grupo arvalis (*M. arvalis*, *M. obscurus*, *M. kirgisorum*, *M. rossiaemeriodinalis*) y por otro las especies del grupo socialis (Jaarola et al., 2004).

Descripción

El topillo campesino es un roedor de pequeño tamaño perteneciente a la familia *Cricetidae* (subfamilia *Arvicolinae*). Se trata de una especie fosora de cuerpo achatado y macizo, con escaso cuello y hocico corto y ancho. Sus orejas son pequeñas y la cara interna está cubierta por pelos claros cortos y densos. Los ojos son oscuros y pequeños, y la cola relativamente corta, con un color casi uniforme, sólo un poco más oscura en la parte dorsal. El pelaje de los adultos es pardo-arenoso en el dorso y blanco grisáceo en el vientre, mientras que los jóvenes presentan una coloración general grisácea. El topillo campesino no presenta dimorfismo sexual en cuanto a tamaño o coloración. Morfológicamente es muy similar al topillo agreste, *Microtus agrestis*, pero ligeramente más pequeño que este, con pelaje más claro, más corto y más liso. Externamente es posible diferenciarlos observando el borde exterior de la oreja, que está cubierto por el pelo en el caso del topillo agreste y es claramente visible en el topillo campesino (Corbet et al., 1982; Blanco, 1998; Aulagnier et al., 2009).

El cráneo de *M. arvalis* es corto y ancho, con arcos zigomáticos conspicuos y bullas timpánicas pequeñas. La mandíbula es fuerte y presenta un engrosamiento en su parte posterior provocado por la raíz del incisivo. Su fórmula dentaria es 1.0.0.3/1.0.0.3. Los dientes son de crecimiento continuo y de raíz abierta. La dentición difiere de la del topillo agreste en que éste presenta un lóbulo adicional en la parte posterior interna de M2 que no se aprecia en *M. arvalis*. (Cabrera, 1914; Aulagnier et al., 2009; Blanco, 1998; Corbet et al., 1982).

Cariotipo: 2 n= 46 (Niethammer y Winking, 1971).

La identificación de la especie puede llevarse a cabo mediante ADN mitocondrial y nuclear. El estudio simultáneo de genes mitocondriales y nucleares incrementa sustancialmente la precisión en la identificación. La extracción de ADN puede llevarse a cabo a partir de muestras no invasivas, como las deyecciones o los huesos contenidos en egagrópilas (Barbosa et al., 2013).

Tamaño

La longitud media de cabeza y cuerpo en Alemania oriental es de 105 mm en machos y 106 mm en hembras, en Vendée (Francia) es de 111 mm en machos y 103 en hembras, en Berlín 112 en machos y 108 en hembras (Niethammer y Krapp, 1982). La tabla 1 recoge valores medios de varias poblaciones ibéricas.

La longitud de la cola mide en promedio 33,9 mm en la Sierra de Albarracín y 35,4 mm en la Cordillera Cantábrica (Rey, 1973).

Tabla 1. Longitud de cabeza y cuerpo (mm) en varias poblaciones ibéricas. Según Rey (1973).

	Media	rango	n
Sierra de Albarracín	106,1	94-122	18
Cordillera Cantábrica	105,1	94-125	44
Sistema Central (Salamanca)	115,7	104-137	22

Masa corporal

La masa corporal media en Alemania oriental tiene valores medios de 26,2 g en machos y 25,6 g en hembras, en Berlín es de 37 g en machos y 31 g en hembras (Niethammer y Krapp, 1982).

Puede alcanzar 77g en machos y 70 g en hembras de poblaciones ibéricas (Niethammer y Winking, 1971).

Excrementos

Pueden encontrarse excrementos formando letrinas y junto a los comederos situados en las sendas. Estos presentan forma cilíndrica y coloración verde oliva o negruzca, de 3-4 mm, cubiertos con hierba fresca cortada (Corbert et al., 1982; MacDonald y Barrett, 2008).

Huellas y rastros

Sus huellas son diminutas, muy difíciles de encontrar. Sin embargo, su presencia es detectable gracias a sus madrigueras, cuyas bocas de entrada carecen de montones de tierra, típicos de otras especies del género. Asimismo, también pueden detectarse gracias a las sendas o caminos que dejan a ras del suelo. Los movimientos de los topillos fuera del nido transcurren siempre siguiendo los mismos recorridos, lo que ocasiona que se formen estos surcos o pistas en el estrato herbáceo, que comunican unos nidos con otros. Estas sendas se inician siempre en la entrada de las galerías y se entrecruzan unas con otras formando una red compleja. Con frecuencia pueden encontrarse comederos a lo largo de dichas sendas, donde aparecen restos de plantas herbáceas y numerosos excrementos (Blanco, 1998; MacDonald y Barrett, 2008).

Sonidos

Emiten tanto ultrasonidos como sonidos audibles. Durante las interacciones entre hembras, emiten ultrasonidos con una duración media de 66,8 ms y una frecuencia media de 28,4 kHz. También en estos encuentros emiten sonidos audibles con una duración media de 90,9 ms y una frecuencia media de 2,0 kHz. Durante las interacciones entre machos, emiten ultrasonidos con una duración media de 67,5 ms y una frecuencia media de 34,9 kHz. También los machos emiten en estos encuentros sonidos audibles con una duración media de 116,7 ms y una frecuencia media de 3,1 kHz (Kapusta et al., 2007).

Durante los encuentros heterosexuales emiten ultrasonidos pero escasamente sonidos audibles (Kapusta y Sales, 2009).

Variación geográfica

El topillo campesino presenta varios linajes genéticos: Uno en el oeste de Europa, formado por las poblaciones de la Península Ibérica, sur de Francia y las poblaciones introducidas en las islas Orcadas. Otro en Europa central, desde el noreste de Francia, Dinamarca y Holanda hasta Alemania. En el sur de Alemania se encuentra otro linaje. Otro linaje se encuentra en Italia. Por último, hay un linaje oriental desde Hungría y Eslovaquia a Siberia. El patrón filogeográfico observado sugiere que *M. arvalis* ocupó múltiples refugios durante la última glaciación (Haynes et al., 2003, Fink et al., 2004).

Se han descrito 26 taxones subespecíficos en *M. arvalis* (Niethammer y Krapp, 1982). Los estudios filogeográficos realizados (Haynes et al., 2003, Fink et al., 2004) sugieren que la subespecie tipo, descrita del norte de Alemania, se correspondería con el linaje de Europa central. El linaje occidental se correspondería con *M. arvalis meridianus* Miller, 1908 descrito de Biarritz. *M. a. asturianus* Miller, 1908, descrito de Pajares en el mismo artículo que el anterior pero en la página siguiente, sería sinónimo de *M. a. meridianus*.

El río Duero parece representar una barrera al flujo de genes entre las poblaciones de la meseta castellano-leonesa (Domínguez-Villaseñor, 2015).

Hábitat

Muestra afinidad por medios abiertos como prados, pastos y campos de cultivo, taludes herbáceos y junqueras, pero también se encuentra en encinares, fresnedas, pinares, robledales y lindes forestales. Aparece ligado a los medios que presentan estrato herbáceo desarrollado y estabilidad temporal acusada. La especie no se asocia al componente forestal, pero puede aparecer ligada a los claros de este y a fases menos maduras, donde la productividad es elevada (Alcántara, 1992; Blanco, 1998; De Alba et al., 2001; González-Esteban et al., 1994; Gosálbez y Fuster, 1985; Rodríguez y Peris, 2007). Al ser una especie excavadora, parece estar más limitada por las características del suelo que por las condiciones climáticas (Alcántara, 1992; Blanco, 1998; Gosálbez y Fuster, 1985).

En Pirineos se encuentra en prados alpinos y subalpinos, alcanzando los 2.200 m de altitud. En la Sierra de Albarracín, se encuentra entre 1.500 y 1.700 m de altitud en praderas juncales a lo largo de las orillas de arroyos. Más raramente se encuentra en sitios más secos, con hierba rala. En el resto de la Península se encuentra en valles y laderas de montaña, donde alcanza 1.500 m. En el norte del Sistema Ibérico alcanza los 1.200 m de altitud (Rey, 1973).

En el Sistema Central está asociado con medios forestales (Alcántara, 1989). En las provincias de Palencia y Burgos, a altitudes medias de 860 m, se encuentra en junqueras y pastizales con arroyos (González-Esteban et al., 1994). En zonas agrícolas del sur de la provincia de Zamora su presencia muestra una débil relación con los usos del suelo (Rodríguez y Peris, 2007). En la Península Ibérica, el incremento en los cultivos de regadío ha permitido la colonización de hábitats semiáridos de la meseta norte (Jareño, et al., 2015).

Durante los períodos de baja densidad poblacional habita en medios abiertos que le ofrecen una densa cobertura herbácea o arbustiva. Algunos autores apuntan a que los terrenos agrícolas podrían limitar su presencia debido a las transformaciones periódicas a las que se somete la tierra, como la reducción de la cobertura vegetal. Por el contrario, las áreas de campos de cultivo abandonadas o los márgenes de cultivo que conservan una cobertura vegetal poco alterada proveen a los topillos de alimento y refugio (Brown, 1999; Briner et al., 2005; González-Esteban et al., 1994). Una mayor cobertura vegetal ofrece protección contra los depredadores, lo que se traduce en un menor nivel de estrés fisiológico para los topillos (Navarro-Castilla et al., 2014).

Por otra parte, en los períodos de máxima abundancia poblacional, el topillo campesino puede encontrarse en todos los tipos de medios del área de distribución, incluyendo cultivos de cereales, colza, guisantes, habas, zanahorias y, en menor medida, remolacha y patata (Jacob et al., 2014). Dentro de estos hábitats agrícolas, muestran mayor predilección por cultivos de regadío, especialmente por los de alfalfa y otras herbáceas. Estas áreas (incluyendo los márgenes) son especialmente importantes en verano, ya que proveen agua y comida cuando estas escasean (Jareño et al., 2014).

Los linderos de cultivos, cuya vegetación no cambia a lo largo del año, proporcionan un hábitat limitado pero estable para los topillos en zonas agrícolas de la meseta norte. Su abundancia en los linderos es 23 veces mayor en los linderos que en los cultivos, aunque la magnitud de este efecto varía en función del tipo de cultivo, la estación y la abundancia de topillos (Rodríguez-Pastor et al., 2016). El nivel de estrés es mayor en topillos que se encuentran en el interior de cultivos que en los linderos (Navarro-Castilla et al., 2014).

Abundancia

Especie con pronunciadas fluctuaciones poblacionales cíclicas en Europa central que en promedio duran tres años (Lambin et al., 2006). Un estudio realizado junto a Bayreuth (Alemania) registró cambios de abundancia entre 24 ind./ha y 1.333 ind./ha (Boyce y Boyce, 1988c).

En poblaciones de montaña de la Sierra de Guadarrama (Campo Azálvaro incluido) a 1.000-1.500 m de altitud se observaron correlaciones entre las precipitaciones otoñales y las fluctuaciones poblacionales de *M. arvalis*, registradas como abundancia relativa en egagrópilas de *Asio otus* (Veiga, 1986). Un estudio realizado a lo largo de 11 años (1997-2007) en pastizales de Campo Azálvaro (Sistema Central, 1.300 m de altitud) mostró fluctuaciones

irregulares en el tiempo de las densidades del topillo campesino. Las fluctuaciones interanuales tuvieron una amplitud de 0.28. El mejor modelo que explicó la tasa de cambio fue un modelo logístico en el que la presión de depredación del cernícalo vulgar estaba presente junto con el efecto de las precipitaciones y la temperatura (Fargallo et al., 2009).

En poblaciones de cultivos de la meseta castellano-leonesa, se ha señalado, mediante análisis de informes y noticias, que se producen fluctuaciones poblacionales que aproximadamente tienen lugar cada cinco años (Luque-Larena et al., 2013). Sin embargo, los datos disponibles de monitoreo de campo a largo plazo de poblaciones de *M. arvalis* en zonas agrícolas se refieren a Tierra de Campos para el periodo 2007-2014 (Luque-Larena et al., 2015), lo que representa un periodo relativamente breve para determinar la magnitud, duración y regularidad de las fluctuaciones.

El monitoreo de topillos en zonas agrícolas mediante muestreo de presencia/ausencia de señales de actividad es un método más sencillo y barato que los métodos de captura y captura-recaptura (Jareño et al., 2014).

Estado de conservación

Categoría global UICN (2016): Preocupación menor (Yigit et al., 2016).

Categoría España UICN (2006): Preocupación menor (Palomo et al., 2007).

Amenazas

Los campos de cultivo, sometidos a una degradación de la vegetación, ocasionan en *M. arvalis* mayores niveles de glucocorticoides fecales ya que este tipo de hábitat conlleva un aumento del riesgo de depredación debido a la reducción de la cobertura vegetal (Navarro-Castilla et al., 2014). Un aumento en la producción de glucocorticoides puede afectar a la eficacia biológica (Möstl y Palme, 2002) y por lo tanto tener un impacto significativo en la supervivencia y reproducción de los individuos.

La ganadería también puede afectar negativamente a las poblaciones de topillo campesino. Un incremento en el pastoreo puede reducir la disponibilidad de comida y aumentar el riesgo de depredación. Asimismo, la presencia de ganado podría aumentar la compactación del suelo dificultando la construcción de los sistemas de galerías (Jareño et al., 2015; Torre et al., 2007).

Otra amenaza para las poblaciones de *M. arvalis* es el uso de rodenticidas anticoagulantes. Estos se utilizan habitualmente para controlar o eliminar las poblaciones de topillos en nuestro país (Hernández et al., 2013). Los niveles de anticoagulantes en los tejidos de *M. arvalis* son residuales y su ingesta no supone un peligro inminente para la fauna carroñera (Hernández et al., 2013). Sin embargo, se han encontrado residuos de rodenticidas en el tejido hepático de numerosas especies animales, entre ellas aves, mamíferos y reptiles (Sánchez-Barbudo et al., 2012). El uso indiscriminado de estos compuestos supone un peligro y una causa de muerte probada tanto para la fauna silvestre como para los animales domésticos (Sánchez-Barbudo et al., 2012). De los análisis toxicológicos realizados, ha quedado demostrada la muerte por envenenamiento mediante anticoagulantes en ejemplares de paloma bravía (*Columba livia*), calandria (*Melanocorypha calandra*), busardo ratonero (*Buteo buteo*) y liebre ibérica (*Lepus granatensis*) (Sarabia et al., 2008; Olea et al., 2009). El envenenamiento mediante este tipo de compuestos afecta especialmente a aves granívoras, ya que se alimentan en zonas de cultivo que son tratadas indiscriminadamente con clorofacinona (Sarabia et al., 2008; Sánchez-Barbudo et al., 2012), así como a rapaces nocturnas y mamíferos carnívoros, cuya dieta se compone de micromamíferos que ingieren este tipo de venenos, siendo también vulnerables al envenenamiento intencionado. Además, los daños causados por la exposición a anticoagulantes deben extenderse mucho más allá de aquellos casos en los que la hemorragia letal aguda es la causa de la muerte. La hemorragia subletal puede interferir en la locomoción, lo que aumenta el riesgo de depredación, causa traumatismos accidentales y supone una reducción de la ingesta de alimentos (Jubete, 2012).

Los tratamientos a gran escala con rodenticidas han sido puestos en entredicho por la comunidad científica internacional. En muchos casos, estas prácticas no se llevan a cabo de

forma adecuada, permitiendo a las poblaciones recuperarse rápidamente, o aplicando el tratamiento de forma tardía, cuando la densidad poblacional ya ha alcanzado su máximo y la mayor parte del daño a los cultivos ya está hecho. Además, existe una falta de estudios que demuestren que el descenso de las explosiones poblacionales de topillos se debe a los rodenticidas y no a su dinámica intrínseca. Si a esto sumamos los daños ocasionados a otras especies no diana, los anticoagulantes son un grave problema que urge gestionar adecuadamente (Jubete, 2012; Olea et al., 2009).

Por otra parte, Vidal et al. (2009) han puesto de manifiesto que las campañas de envenenamiento consistentes en la liberación masiva de grano tratado con anticoagulantes han podido favorecer la propagación de la tularemia (*Francisella tularensis*), por la gran cantidad de cadáveres de topillo campesino (*Microtus arvalis*) expuestos en superficie que contenían el patógeno.

Medidas de conservación

Se ha propuesto fomentar en la meseta castellano-leonesa el control biológico del topillo campesino por depredadores naturales durante periodos de explosiones demográficas mediante la instalación de cajas-nido (Fargallo, 1999) y reforzamientos poblacionales y la revegetación de linderos para favorecer la presencia de comadrejas (Paz Luna, 2010).

En España se han designado Zonas Importantes para los Mamíferos (ZIM) relacionadas entre otras especies con *M. arvalis* (Lozano et al., 2016).

Son necesarios estudios de monitoreo a largo plazo de poblaciones de *M. arvalis* en España.

Distribución geográfica

Especie de distribución paleártica, se encuentra en la Península Ibérica, Europa central y Asia hasta el centro de Siberia (Niethammer y Krapp, 1982; Zima 1999). Hay poblaciones aisladas en las islas Orcadas, situadas al norte de Escocia. Estas poblaciones pertenecen al linaje occidental, presente en Francia y España (Haynes et al., 2003) y podrían haber sido introducidas en las islas Orcadas durante el Neolítico (Corbet, 1979).

En la Península Ibérica está presente en Portugal y en España. En Portugal se ha citado en el noreste cerca de la frontera con España (Póvoa, Miranda do Douro) (Cruz et al., 2002) y en una cuadrícula situada al norte de la cuadrícula de la anterior localidad (Vale-Goncalves y Cabral, 2014).

En España se encuentra en Pirineos (Cabrera, 1924; Vericad-Corominas, 1970; Golsálbez y Sans Coma, 1977), Cordillera Cantábrica (Miller, 1912; Heim de Balsac y De Beaufort, 1969; Niethammer y Winking, 1971; Garzón-Heydt et al., 1971), Sierra de Guadarrama (Cabrera, 1914), Sierra de Gredos (Niethammer y Winking, 1971), Sierra de la Demanda (Niethammer y Winking, 1971; Rey, 1973), Sierra de Gúdar (Ayarzagüena et al., 1975) y Sierra de Albarracín (Vericad y Meylan, 1973; Rey, 1973).

Entre los años 70 y 90 del siglo XX, las explosiones demográficas de esta especie causaron la rápida invasión de las llanuras centrales semiáridas de Castilla y León y la práctica totalidad de la meseta norte, llegando a ocupar la región casi por completo en unos 20 años. Esta expansión desde zonas montañosas hacia zonas de menor altitud probablemente tuvo lugar a través de los valles de los ríos (Palacios et al., 1988; González-Esteban et al., 1995; Blanco, 1998; González-Esteban y Villate, 2007; Luque-Larena et al., 2013; Jareño, et al., 2015;).

Los cambios en el uso de la tierra parecen haber facilitado dicha expansión. El marcado incremento en los cultivos de regadío (alfalfa, cereales y otras herbáceas) ha posibilitado la colonización de hábitats semiáridos por parte de *M. arvalis*, ya que proporcionan la cobertura vegetal y el alimento necesarios. Por otra parte, la intensificación agraria da lugar a la simplificación de los ecosistemas, lo que suele implicar una disminución del número de depredadores. Finalmente, la dinámica poblacional de la especie, con explosiones demográficas rápidas, puede haber contribuido de igual forma a acelerar dicha colonización (González-Esteban y Villate, 2007; Jareño, et al., 2015; Luque-Larena et al., 2013).

Bajo escenarios climáticos disponibles para el siglo XXI, los modelos proyectan contracciones en la distribución potencial actual entre un 96% y un 97% y el nivel de coincidencia entre la distribución observada y potencial se reduce hasta un rango de entre un 4% y un 5% en 2041-2070 (Araújo et al., 2011).

Ecología trófica

Especie herbívora que se alimenta de las hojas, tallos y raíces de una gran variedad de plantas herbáceas monocotiledóneas y dicotiledóneas, tanto silvestres como cultivadas, y ocasionalmente cortezas y musgos (Niethammer y Krapp, 1982; Jacob et al., 2014; Rinke, 1990). Se han encontrado restos de artrópodos en el 20% de los contenidos estomacales analizados (Niethammer y Krapp, 1982).

Apenas hay datos ibéricos. En la Sierra de Albarracín, además de herbáceas consumen juncos (Rey, 1973).

Muestra una marcada preferencia por las dicotiledóneas, sin embargo, los contenidos estomacales analizados en poblaciones europeas muestran un mayor porcentaje de monocotiledóneas. Este hecho podría deberse a que el tiempo de forrajeo está limitado por el riesgo de depredación, por lo que los topillos mostrarían preferencia por especies de dicotiledóneas herbáceas ricas en proteínas, pero consumirían mayoritariamente monocotiledóneas debido a que su disponibilidad es mayor (Jacob et al., 2014; Lantova y Lanta, 2009).

Biología de la reproducción

El periodo reproductor transcurre entre marzo y octubre en el centro de Alemania (Niethammer y Krapp, 1982). En Pirineos se observaron hembras con embriones en julio y agosto (Vericad-Corominas, 1970). Una hembra de la Sierra de Albarracín tenía embriones en diciembre (Rey, 1973).

Los machos son solitarios, solapan su dominio vital con el de varias hembras, establecen jerarquías de dominancia entre ellos y compiten por las hembras (Dobly y Rozenfeld, 2000).

El peso medio testicular de *M. arvalis* fue de 0.285 g, mientras que el peso medio de los machos fue de 36.40 g, lo que supone una masa testicular relativa de 0.577 con respecto a la masa corporal total del individuo (Montoto et al., 2011).

El tamaño de camada varía en Europa central entre uno y trece (Niethammer y Krapp, 1982). En hembras mantenidas en cautividad procedentes de Salamanca, el tamaño de camada varió entre uno y nueve (Media= 5,7 crías). La masa corporal media de los recién nacidos es de 2,53 g (Frank, 1968).

Según un estudio realizado en Alemania, el tamaño medio de camada de hembras que crían en grupo es de 4,5 crías y el de las hembras solitarias es de 3,5 crías en periodos de alta densidad. Las crías empiezan a hacer excursiones fuera del nido cuando abren los ojos, a los 11 días de edad (Boyce y Boyce, 1988a).

Estructura y dinámica de poblaciones

La proporción de sexos es 1:1, aunque se ha encontrado mayor proporción de hembras en las poblaciones invernales que habitan robledales de la Sierra de Guadarrama (Alcántara, 1992).

A lo largo de su vida, las hembras tienen cuatro o cinco camadas. En promedio, las hembras solitarias tuvieron 15,7 crías y las hembras en grupo 19,8 crías (Boyce y Boyce, 1988a). Las hembras solitarias maduran en promedio a los 13,7 días de edad y las hembras en grupo a los 24,4 días (Boyce y Boyce, 1988a). La edad media cuando tienen la primera camada es a los 38,6 días en hembras solitarias y a los 50,2 días en hembras en grupo (Boyce y Boyce, 1988a). La tasa de supervivencia a la edad de madurez es 0.63 en hembras solitarias y 0.33 en hembras en grupo (Boyce y Boyce, 1988a).

Se trata de una especie con pronunciadas fluctuaciones poblacionales cíclicas características de otros arvicolinos. Estudios realizados en el este de Europa muestran que la periodicidad de este ciclo puede variar entre 2 y 10 años, aunque en la mayor parte de los casos (65%) se encuentra entre 3 y 4,9 años (Mackin-Rogalska y Nabaglo, 1990). En la meseta castellano-leonesa, desde finales de los años 70 del siglo XX tienen lugar explosiones demográficas en las que las máximas abundancias se alcanzan en verano-otoño (agosto-octubre) del año de máximo crecimiento demográfico (año en el que se detecta como plaga), con una subsiguiente disminución pronunciada durante el invierno (García Calleja, 1999; Olea et al., 2009; Luque-Larena et al., 2013).

Numerosas hipótesis se han propuesto para explicar las fluctuaciones poblacionales de esta especie, incluyendo factores genéticos, reproductores, mecanismos de dispersión, estrés fisiológico, depredación, calidad de los recursos tróficos, patógenos, características del suelo, fragmentación y alteración del hábitat y precipitaciones (Veiga, 1986; Fargallo et al., 2009; Jacob et al., 2014). Sin embargo, actualmente se desconoce la causa o causas que rigen estas explosiones y colapsos demográficos.

Interacciones entre especies

El topillo campesino contribuye a la fertilización, regeneración y aireación del suelo y a la dispersión de semillas. Además, sus sistemas de galerías sirven como refugio a otras especies animales (Halle, 1993; Jacob et al., 2014; Martin, 2003).

En bosques de montaña de Pirineos orientales los topillos campesinos contribuyen a la dispersión de esporas de hongos de los que se alimentan (Durrieu et al., 1984).

La dispersión de semillas en zonas agrícolas parece ser escasa pues no germinaron las semillas encontradas en excrementos (Fischer y Turke, 2016).

Estrategias antidepredatorias

Microtus arvalis es capaz de detectar los compuestos volátiles presentes en sus depredadores mostrando una estrategia de evitación. La actividad del topillo campesino disminuye si el olor es muy próximo, debido a que dicha presencia implica un riesgo inminente y el movimiento puede conducir a ser detectado más fácilmente por el depredador. Este comportamiento tendría una base genética (Gorman, 1984).

Depredadores

En la Península Ibérica se ha constatado su presencia en la dieta de la culebra de escalera (*Rhinechis scalaris*) (Alarcos et al., 2009), milano real (*Milvus milvus*) (Sunyer y Viñuela, 1994; García et al., 1998), cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) (Fargallo et al., 2009; Paz et al., 2013), elanio azul (*Elanus caeruleus*) (Heredia Armada, 1983), alcaudón norteño (*Lanius excubitor*) (Hernández, 1995), lechuza común (*Tyto alba*) (Hernández, 1995; Navarro et al., 1990; Rodríguez y Peris, 2007), lechuza campestre (*Asio flammeus*) (Calvo Macho, 1998; Delibes et al., 1991; Román Sancho, 1995), búho chico (*Asio otus*) (Escala et al., 2009), lobo (*Canis lupus*) (Blanco, 1998) y gato montés (*Felis silvestris*) (Malo et al., 2004). En Pirineos se citan oso pardo (*Ursus arctos*), jabalí (*Sus scrofa*) y zorro (*Vulpes vulpes*) (Dendaletche, 1982).

Parásitos y patógenos

Se han registrado en la Península Ibérica los siguientes:

Cestodos: *Aprostotandrya macrocephala*, *Hymenolepis horrida*, *Taenia crassiceps*, *Taenia tenuicollis*, *Anoplocephaloides dentata*, *Paranoplocephala omphalodes* (Prokopic y Tenora, 1975, Cordero del Campillo et al., 1994).

Trematodos: *Notocotylus neyrai* (Feliu et al., 1986).

Nematodos: *Capillaria bacillata*, *Heligmosomoides glareoli*, *Heligmosomoides laevis*, *Heligmosomum costellatum*, *Syphacia nigeriana*, *Trichuris arvicolae* (Cordero del Campillo et al., 1994; Feliu et al., 2000).

Ácaros: *Haemogamasus nidi*, *Hyperlaelaps microti*, *Laelaps hilaris*, *Myocoptes japonensis japonensis*, *Myocoptes squamosus*, *Psorergates arvalis*, *Trichoecius tenax* (Cordero del Campillo et al., 1994).

Anoplura: *Hoplopleura acanthopus* (Cordero del Campillo et al., 1994).

Sifonápteros: *Amalareus penicilliger*, *Amphysilla rossica*, *Ctenophthalmus apertus personatus*, *Leptopsylla taschenbergi amotina*, *Rhadinopsylla pentacantha*, *Rhadinopsylla pitymidis* (Cordero del Campillo et al., 1994; Domínguez, 2004).

Bacterias: *Francisella tularensis*, causante de la tularemia (Del Blanco et al., 2004; Vidal et al., 2009). Se ha observado durante el periodo 1997-2014 una correlación positiva entre la infección por tularemia en humanos y la abundancia de *M. arvalis* (Luque-Larena et al., 2015).

Actividad

No hay datos ibéricos. Sus ciclos de actividad-reposo tienen lugar tanto de día como de noche. Este ritmo está sincronizado a nivel poblacional mediante el amanecer y el atardecer, con picos de actividad cada 2/3 horas. Los períodos de actividad se desarrollan en la superficie, donde el animal se alimenta, y se alternan con períodos de descanso en el nido o en los túneles, donde tiene lugar el reposo (Daan y Slopsema, 1978).

Los topillos suelen estar más activos en la superficie durante primavera/verano, probablemente debido a una mayor densidad en la cobertura vegetal (Brügger et al., 2010).

Movimientos

No hay datos ibéricos. Las hembras reproductoras pasan la mayor parte del día dentro del complejo de túneles. Solamente durante unos 15 min al día se mueven a 10-30 m de distancia (Boyce y Boyce, 1988c).

La madurez precede a la edad de dispersión. La dispersión se correlaciona con el tipo de reproducción, dispersándose solamente las hembras solitarias mientras que las hembras que se reproducen comunalmente no se dispersan, tanto en condiciones de baja, media o alta densidad. Se dispersan las hembras solitarias un día antes del parto y la dispersión tiene lugar en un periodo máximo de 24 h. Las distancias de dispersión varían entre 16 y 537 m (mediana= 49 m). La distancia media de dispersión es mayor (101,6 m) en hembras hijas de madres solitarias que en hembras hijas de madres que se reproducen en grupo (27,4 m) (Boyce y Boyce, 1988b).

Dominio vital

No hay datos ibéricos. Machos hasta 1500 m² y hembras hasta 300 m² (Niethammer y Krapp, 1982).

El tamaño medio del dominio vital durante un periodo de diez días mide 118,1 m² en hembras solitarias, 164 m² en hembras dispersantes y 252 m² en hembras que viven en grupo (Boyce y Boyce, 1988c).

Patrón social y comportamiento

Según un estudio realizado en Suiza, construyen túneles lineales, de redes compactas o una combinación de ambos. Independientemente del tipo, construyen una red compacta y densa de túneles alrededor del nido. La longitud media de los túneles es de 16,9 m (rango= 0,5-70 m). La densidad media de túneles es de 2,2/m² (rango= 0,8-4/ m²). La profundidad media de los túneles es de 12,6 cm (rango= 2-44 cm). La mayoría de los sistemas de túneles están a un nivel de profundidad pero puede haber un segundo nivel más profundo. La densidad de túneles

subterráneos y su profundidad se correlaciona negativamente con la densidad del suelo. En promedio, el sistema de túneles está formado por siete extremos ciegos, 20 intersecciones, cuatro estructuras cíclicas y 17 aberturas. La mayoría de los sistemas tienen un nido de 20 cm de diámetro, pudiendo llegar hasta tres. En promedio, el nido tiene tres entradas, está situado en el centro del sistema y en su zona más profunda. El nido contiene 40-300 g de plantas secas. También hay cámaras de alimento que tienen una profundidad media de 18 cm. Adicionalmente hay cámaras vacías sin función conocida, aunque había una letrina con excrementos en una (Brügger et al., 2010).

Según un estudio realizado en Alemania, este sistema complejo de túneles está ocupado por un número medio de tres hembras. Hay también hembras que se reproducen en solitario, siendo mayoritarias en condiciones de densidad elevada. Las hembras solitarias construyen pequeños túneles con solamente un nido, sin cámaras de alimento y unos diez túneles de salida. Las hembras que se reproducen en grupo excluyen a las hembras solitarias de su complejo de túneles (Boyce y Boyce, 1988c).

Los individuos que viven en zonas con mayor abundancia de conoespecíficos presentan mayores niveles de estrés fisiológico (Navarro-Castilla et al., 2014).

Bibliografía

Alarcos, G., Flechoso, F., Rodríguez-Pereira, A., Lizana, M. (2009). Depredación de culebra de escalera *Rhinechis scalaris* sobre una camada de topillo campesino (*Microtus arvalis*). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 20: 61-62.

Alcántara, M. (1992). *Distribución y preferencias de hábitat de los micromamíferos (Insectivora y Rodentia) de la Sierra de Guadarrama*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense, Madrid.

Araújo, M. B., Guilhaumon, F., Rodrigues Neto, D., Pozo Ortego, I., Gómez Calmaestra, R. (2011). *Impactos, vulnerabilidad y adaptación de la biodiversidad española frente al cambio climático*. 2. Fauna de vertebrados. Dirección general de medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Madrid. 640 pp.

Aulagnier, S., Haffner, P., Mitchell-Jones, A. J., Moutou, F., Zima, J. (2009). *Guía de los mamíferos de Europa, del norte de África y de Oriente Medio*. Lynx, Barcelona.

Ayarzagüena, J., Garzón, J., Castroviejo, J., Ibáñez, C., Palacios, F. (1975). Nuevos datos sobre la distribución de algunos micromamíferos ibéricos (*Microtus arvalis*, *M. cabrerae*, *M. agrestis* y *Sorex minutus*). *Doñana, Acta Vertebrata*, 2 (2): 279-284.

Barbosa, S., Pauperio, J., Searle, J. B., Alves, P. C. (2013). Genetic identification of Iberian rodent species using both mitochondrial and nuclear loci: application to noninvasive sampling. *Molecular ecology resources*, 13(1), 43-56.

Blanco, J. C. (1998). *Mamíferos de España. II. Cetáceos, Artiodáctilos, Roedores y Lagomorfos de las Península Ibérica, Baleares y Canarias*. Geo Planeta Guías de campo, Barcelona. 457 pp.

Boyce, C. C. K., Boyce, J. L. (1988a). Population biology of *Microtus arvalis* I. Lifetime reproductive success of solitary and grouped breeding females. *J. Anim. Ecol.*, 57: 711-722.

Boyce, C. C. K., Boyce, J. L. (1988b). Population biology of *Microtus arvalis* II. Natal and breeding dispersal of females. *J. Anim. Ecol.*, 57: 723-736.

Boyce, C. C. K., Boyce, J. L. (1988c). Population biology of *Microtus arvalis* III. Regulation of numbers and breeding dispersal of females. *J. Anim. Ecol.*, 57: 737-754.

Briner, T., Nentwig, W., Airoldi, J. P. (2005). Habitat quality of wildflower strips for common voles (*Microtus arvalis*) and its relevance for agriculture. *Agriculture, ecosystems & environment*, 105 (1): 173-179.

- Brown, R. W. (1999). Margin/field interfaces and small mammals. *Aspects Appl. Biol.*, 54: 203-210.
- Brügger, A., Nentwig, W., Airolidi, J. P. (2010). The burrow system of the common vole (*M. arvalis*, Rodentia) in Switzerland. *Mammalia*, 74 (3): 311-315.
- Cabrera, A. (1914). *Fauna ibérica. Mamíferos*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. 438 pp.
- Cabrera, A. (1924). Sobre algunos Microtinae de Cataluña. *Treb. Mus. Cienc. Nat. Barcelona*, 7 (3): 3-20.
- Calvo Macho, J. M. (1998). Alimentación invernal de la Lechuza Campestre *Asio flammeus* en una localidad del Norte de España. Pp. 467-474. En: Chancellor, R. D., Meyburg, B. U., Ferrero, J. J. (Eds.). *Holarctic Birds of Prey*. Proceedings of an International Conference. ADENEX-WWGBP, Merida & Berlin. 680 pp.
- Corbet, G. B. (1979). Report on rodent remains. Pp. 135-137. En: Renfrew, C. (Ed.). *Investigations in Orkney*. Society of Antiquaries, London.
- Corbet, G., Ovenden, D. W., Costa, M. (1982). *Manual de los mamíferos de España y de Europa*. Omega, Barcelona.
- Cordero del Campillo, M., Castañón Ordóñez, L., Reguera Feo, A. (1994). *Índice- catálogo de zooparásitos ibéricos*. Segunda edición. Secretariado de publicaciones, Universidad de León. 650 pp.
- Cruz, R., Santos, S., Mira, A., Monteiro, A., Queiros, F., Mathias, M. L. (2002). First record of the Common vole *Microtus arvalis* (Pallas, 1778) for Portugal. *Mammalia*, 66 (4): 606-609.
- Daan, S., Slopsema, S. (1978). Short-term rhythms in foraging behaviour of the common vole, *Microtus arvalis*. *Journal of comparative Physiology*, 127 (3): 215-227.
- De Alba, J. M., Carbonell, R., Alonso, C. L., García, F. J., Díaz, M., Santos, T., Tellería, J. L. (2001). Distribución invernal de los micromamíferos en bosques fragmentados de llanura del centro de España. *Galemys*, 13 (1): 63-78.
- Del Blanco, N. G., Gutierrez, C. B., de la Puente, V. A., Ferri, E. R. (2004). Biochemical characterisation of *Francisella tularensis* strains isolated in Spain. *Veterinary record*, 154 (2): 55-56.
- Delibes, J., Hiraldo, F., Heredia, B. (1991). Datos sobre la dieta invernal de la lechuza campestre (*Asio flammeus*) en un periodo de abundancia de topillo campesino (*Microtus arvalis*) en la Submeseta Norte (España). *Ecología*, 5 (1): 355-358.
- Dendaletche, C. (1982). Competition alimentaire de la grande faune (ours, sanglier, renard) sur les sites a *Conopodium majus* accumulés par le campagnol des champs (*Microtus arvalis*) dans les Pyrenees. *Acta Biologica Montana*, Supplement 1: 345-355.
- Dobly, A., Rozenfeld, F. M. (2000). Burrowing by common vole (*Microtus arvalis*) in various social environments. *Behaviour*, 137: 1443-1462.
- Domínguez, G. (2004). North Spain (Burgos) wild mammals ectoparasites. *Parasite*, 11 (3): 267-272.
- Domínguez Villaseñor, J. C. (2015). *Estructura y diversidad genética de las poblaciones de topillo campesino (Microtus arvalis) en España*. Trabajo fin de Máster. IREC/ Universidad de Castilla-La Mancha. 40 pp.
- Durrieu, G., Genard, M., Lescourret, F. (1984). Les micromammifères et la symbiose mycorrhizienne dans une forêt de montagne. *Bulletin d'Ecologie*, 15 (4): 253-263.

Escala, C., Alonso, D., Mazuelas, D., Mendiburu, A., Vilches, A., Arizaga, J. (2009). Winter diet of long-eared owls *Asio otus* in the Ebro valley (NE Iberia). *Revista Catalana d'Ornitologia*, 25: 49-53.

Fargallo, J. A., Martínez-Padilla, J., Viñuela, J., Blanco, G., Torre, I., Vergara, P., De Neve, L. (2009). Kestrel-prey dynamic in a Mediterranean region: the effect of generalist predation and climatic factors. *PLoS One*, 4 (2): e4311.

Fargallo, J. T. (1999). *Efecto del cernícalo vulgar sobre la abundancia del topillo campesino. Un caso de manejo de poblaciones naturales*. Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Segovia. Obra Social y Cultural, Segovia. 48 pp.

Feliu, C., Molina, M. T., Gisbert, J. (1986). Consideraciones acerca del hallazgo de *Notocotylus neyrai* González Castro, 1945 (Trematoda: Notocotylidae) en nuevos hospedadores arvicólidos de la Península Ibérica. *Revista Ibérica de Parasitología*, 46 (4): 393-394.

Feliu, C., Spakulová, M., Casanova, J. C., Renaud, F., Morand, S., Hugot, J. P., Santalla F., Durand, P. (2000). Genetic and morphological heterogeneity in small rodent whipworms in southwestern Europe: characterization of *Trichuris muris* and description of *Trichuris arvicolae* n. sp. (Nematoda: Trichuridae). *Journal of Parasitology*, 86 (3): 442-449.

Fink, S., Excoffier, L., Heckel, G. (2004). Mitochondrial gene diversity in the common vole *Microtus arvalis* shaped by historical divergence and local adaptations. *Molecular Ecology*, 13 (11): 3501-3514.

Fischer, C., Turke, M. (2016). Seed preferences by rodents in the agri-environment and implications for biological weed control. *Ecology and Evolution*, 6 (16): 5796-5807.

Frank, F. (1968). Zur Kenntnis der spanischen Feldmaus (*Microtus arvalis asturianus* Miller, 1908). *Bonner Zoologische Beiträge*, 19 (3-4): 189-197.

García, J. T., Viñuela, J., Sunyer, C. (1998). Geographic variation of the winter diet of the Red Kite *Milvus milvus* in the Iberian Peninsula. *Ibis*, 140 (2): 302-309.

García Calleja, A. G. (1999). Informe sobre el resultado de la campaña experimental para el control de focos de topillos-Valladolid 1997-1998. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 25 (3): 417-421.

Garzón-Heydt, J., Castroviejo, S., Castroviejo, J. (1971). Notas preliminares sobre la distribución de algunos micromamíferos en el norte de España. *Säugetierkundliche Mitteilungen*, 19: 217-222.

González-Esteban, J., Villate, I. (2002). *Microtus arvalis* (Pallas, 1778). Topillo campesino. Pp. 382-385. En: Palomo, L. J., Gisbert, J. (Eds.). *Atlas de los mamíferos terrestres de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza – Ministerio de Medio Ambiente, Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos, Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Murciélagos, Madrid. 564 pp.

González-Esteban, J., Villate, I. (2007). *Microtus arvalis* Pallas 1778. Pp. 89-91. En: Palomo, L. J., Gisbert, J., Blanco, J. C. (Eds.). *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid. 588 pp.

González-Esteban, J., Villate, I., Gosálbez, J. (1994). Requerimientos ambientales de *Microtus arvalis asturianus* Miller, 1908 (Rodentia, Arvicolidae) en la Península Ibérica. *Doñana, Acta Vertebrata*, 21: 109-118.

González-Esteban, J., Villate, I., Gosálbez, J. (1995). Expansión del área de distribución de *Microtus arvalis asturianus* Miller, 1908 (Rodentia, Arvicolidae) en la Meseta Norte (España). *Doñana, Acta Vertebrata*, 22: 106-110.

Gorman, M. L. (1984). The response of prey to stoat (*Mustela erminea*) scent. *Journal of Zoology*, 202 (3): 419-423.

- Gosálbez, J., Fuster, M. J. L. (1985). The natural communities of small mammals (insectivores and rodents) of Catalonia (Spain). *Miscellània Zoològica*, 9: 375-387.
- Gosálbez, J., Sans-Coma, V. (1977). Datos sobre *Microtus arvalis* Pallas, 1978, del Pirineo Catalán. *Publicaciones del Departamento de Zoología, Barcelona*, 2: 59-68.
- Halle, S., (1993). Diet pattern of predation risk in microtine rodents. *Oikos*, 68: 510–518.
- Haynes, S., Jaarola, M., Searle, J. B. (2003). Phylogeography of the common vole (*Microtus arvalis*) with particular emphasis on the colonization of the Orkney archipelago. *Molecular Ecology*, 12 (4): 951-956.
- Heim de Balsac, H., De Beaufort, F. (1969). Contribution a l'étude des micrommamifères du nord-ouest de l'Espagne. *Mammalia*, 33: 630-658.
- Heredia Armada, B. (1983). Alimentación invernal del elanio azul (*Elanus caeruleus*) en la provincia de Salamanca. *Alytes*, 1: 255-265.
- Hernández, A. (1995). Selective predation by Northern Shrikes on small mammals in a natural environment. *Journal of Field Ornithology*, 66: 236-246.
- Hernández, A. M., Bernal, J., Bernal, J. L., Martín, M. T., Caminero, C., Nozal, M. J. (2013). Analysis of anticoagulant rodenticide residues in *Microtus arvalis* tissues by liquid chromatography with diode array, fluorescence and mass spectrometry detection. *Journal of Chromatography B*, 925: 76-85.
- Jaarola, M., Martinkova, N., Gunduz, I., Brunhoff, C., Zima, J., Nadachowski, A., Amori, G., Bulatova, N. S., Chondropoulos, B., Fraguadakis-Tsolis, S., González-Esteban, J., López-Fuster, M. J., Kandaurov, A. S., Kefelioglu, H., Mathias, M. D., Villate, I., Searle, J. B. (2004). Molecular phylogeny of the speciose vole genus *Microtus* (Arvicolinae, Rodentia) inferred from mitochondrial DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 33: 647-663.
- Jacob, J., Manson, P., Barfknecht, R., Fredricks, T. (2014). Common vole (*Microtus arvalis*) ecology and management: implications for risk assessment of plant protection products. *Pest Management Science*, 70 (6): 869-878.
- Jareño, D., Viñuela, J., Luque-Larena, J. J., Arroyo, L., Arroyo, B., Mougeot, F. (2014). A comparison of methods for estimating common vole (*Microtus arvalis*) abundance in agricultural habitats. *Ecological Indicators*, 36: 111-119.
- Jareño, D., Viñuela, J., Luque-Larena, J. J., Arroyo, L., Arroyo, B., Mougeot, F. (2015). Factors associated with the colonization of agricultural areas by common voles *Microtus arvalis* in NW Spain. *Biological Invasions*, 17 (8): 2315-2327.
- Jubete, F. (2012). ¿Tuvieron efecto los tratamientos químicos contra los topillos? inferencia a partir del estudio de la dieta de la lechuza común y censos de rapaces diurnas. *Galemys*, 23: 91-98.
- Kapusta, J., Sales, G. D. (2009). Male-female interactions and ultrasonic vocalization in three sympatric species of voles during conspecific and heterospecific encounters. *Behaviour*, 146 (7): 939-962.
- Kapusta, J., Sales, G. D., Czuchnowski, R. (2007). Aggression and vocalization behaviour of three sympatric vole species during conspecific and heterospecific same-sex encounters. *Behaviour*, 144 (3): 283-305.
- Lambin, X., Bretagnolle, V., Yoccoz, N. G. (2006). Vole population cycles in northern and southern Europe: is there a need for different explanations for single pattern. *Journal of Animal Ecology*, 75: 340-349.
- Lantova, P., Lanta, V. (2009). Food selection in *Microtus arvalis*: the role of plant functional traits. *Ecological Research*, 24 (4): 831-838.

- Lozano, J., Fuente, U., Atienza, J. C., Cabezas, S., Aransay, N., Hernáez, C., Virgós, E. (Coord.) (2016). *Zonas Importantes para los Mamíferos (ZIM) de España*. SECEM-Tundra Ediciones, Castellón. 780 pp.
- Luque-Larena, J. J., Mougeot, F., Vidal Roig, D., Lambin, X., Rodríguez-Pastor, R., Rodríguez-Valin, E., Anda, P., Escudero, R. (2015). Tularemia Outbreaks and Common Vole (*Microtus arvalis*) Irruptive Population Dynamics in Northwestern Spain, 1997-2014. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 15 (9): 568-570.
- Luque-Larena, J. J., Mougeot, F., Vidal Roig, D., Lambin, X., Rodríguez-Pastor, R., Rodríguez-Valin, E., Anda, P., Escudero, R. (2015). Tularemia Outbreaks and Common Vole (*Microtus arvalis*) Irruptive Population Dynamics in Northwestern Spain, 1997-2014. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 15 (9): 568-570.
- Luque-Larena, J. J., Mougeot, F., Viñuela, J., Jareño, D., Arroyo, L., Lambin, X., Arroyo, B. (2013). Recent large-scale range expansion and outbreaks of the common vole (*Microtus arvalis*) in NW Spain. *Basic and Applied Ecology*, 14 (5): 432-441.
- MacDonald, D., Barrett, P. (2008). *Guía de campo de los mamíferos de España y de Europa*. Omega, Barcelona. 365 pp.
- Mackin-Rogalska, R., Nabagło, L. (1990). Geographical variation in cyclic periodicity and synchrony in the common vole, *Microtus arvalis*. *Oikos*, 59 (3): 343-348.
- Malo, A. F., Lozano, J., Huertas, D. L., Virgós, E. (2004). A change of diet from rodents to rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). Is the wildcat (*Felis silvestris*) a specialist predator? *Journal of Zoology*, 263 (04): 401-407.
- Martin, B. G. (2003). The role of small ground-foraging mammals in topsoil health and biodiversity: Implications to management and restoration. *Ecological Management & Restoration*, 4 (2): 114-119.
- Miller, G. S. (1908). Eighteen new European voles. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 8, 1: 194-206.
- Miller, G. S. (1912). *Catalogue of the mammals of Western Europe (Europe exclusive of Russia) in the collection of the British Museum*. Trustees of the British Museum, London. 1019 pp.
- Montoto, L. G., Magaña, C., Tourmente, M., Martín-Coello, J., Crespo, C., Luque-Larena, J. J., Gomendio, M., Roldan, E. R. (2011). Sperm competition, sperm numbers and sperm quality in murid rodents. *PLoS One*, 6(3), e18173.
- Möstl, E., Palme, R., (2002). Hormones as indicators of stress. *Domest. Anim. Endocrin.*, 23: 67-74.
- Navarro, M., Sansegundo, C., Caballero, J., Rodríguez, J. L. (1990). Segunda puesta de lechuza común (*Tyto alba*) asociada al aumento de consumo del topillo campesino (*Microtus arvalis*). *Doñana, Acta Vertebrata*, 17 (1): 106-108.
- Navarro-Castilla, Á., Barja, I., Olea, P. P., Pineiro, A., Mateo-Tomás, P., Silván, G., Illera, J. C. (2014). Are degraded habitats from agricultural crops associated with elevated faecal glucocorticoids in a wild population of common vole (*Microtus arvalis*)? *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*, 79 (1): 36-43.
- Niethammer, J., Krapp, F. (1982). *Microtus arvalis* (Pallas, 1779) – Feldmaus. Pp. 284-318. En: Niethammer, J., Krapp, F. (Eds.). *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 2/I. Rodentia II (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae), Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 649 pp.
- Niethammer, J., Winking, H. (1971). Die spanische Feldmaus (*Microtus arvalis asturianus* Miller, 1908). *Bonner Zoologische Beiträge*, 22 (3-4): 220-235.
- Olea, P. P., Sánchez-Barbudo, I. S., Viñuela, J., Barja, I., Mateo-Tomás, P., Piñeiro, A., Mateo, R., Purroy, F. J. (2009). Lack of scientific evidence and precautionary principle in massive

release of rodenticides threatens biodiversity: old lessons need new reflections. *Environmental Conservation*, 36 (1): 1-4.

Palacios, A., Jubete, F., González, J., Román, J., Pérez, F. J., Irisarri, R. (1988). Nuevos datos acerca de la distribución de del topillo campesino (*Microtus arvalis* Pallas, 1778), en la península ibérica. *Doñana, Acta Vertebrata*, 15: 169-171.

Palomo, L. J., Gisbert, J., Blanco, J. C. (2007). *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid. 588 pp.

Paz, A., Jareño, D., Arroyo, L., Viñuela, J., Arroyo, B., Mougeot, F., Luque-Larena, J. J., Fargallo, J. A. (2013). Avian predators as a biological control system of common vole (*Microtus arvalis*) populations in north-western Spain: experimental set-up and preliminary results. *Pest Management Science*, 69 (3): 444-450.

Paz Luna, A. (2010). *Actuaciones para el control biológico del topillo campesino (Microtus arvalis) en Castilla y León por depredadores naturales*. Proyecto fin de Master. Universidad de Alcalá de Henares. 76 pp.

Prokopic, J., Tenora, F. (1975). Contribution to the knowledge of helminth fauna of small mammals. (Rodentia and Insectivora) in Spain. *Vestnik Cesl. Spol. Zool.*, 39 (1): 60-67.

Rey, J. M. (1973). Las características biométricas y morfológicas del topillo campesino, *Microtus arvalis asturianus*, del Sistema Ibérico. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Biología)*, 71: 283-297.

Rinke, T. (1990) Nutrition ecology of *Microtus arvalis* (Pallas, 1779) on permanent meadow: 1. General food preferences. *Z. Säugetierkunde – Int. J. Mammal. Biol.*, 55:106-114.

Rodríguez, C., Peris, S. J. (2007). Habitat associations of small mammals in farmed landscapes: implications for agri-environmental schemes. *Animal Biology*, 57 (3): 301-314.

Rodríguez-Pastor, R., Luque-Larena, J. J., Lambín, X., Mougeot, F. (2016). 'Living on the edge': The role of field margins for common vole (*Microtus arvalis*) populations in recently colonised Mediterranean farmland. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 231: 206-217.

Román Sancho, J. (1995). Alimentación de la lechuza campestre (*Asio flammeus*) en la Submeseta Norte (España), durante el periodo reproductor. *Doñana, Acta Vertebrata*, 22 (1-2): 115-119.

Sánchez-Barbudo, I. S., Camarero, P. R., Mateo, R. (2012). Primary and secondary poisoning by anticoagulant rodenticides of non-target animals in Spain. *Science of the Total Environment*, 420: 280-288.

Sarabia, J., Sánchez-Barbudo, I., Siqueira, W., Mateo, R., Rollán, E., Pizarro, M. (2008). Lesions associated with the plexus venosus subcutaneus collaris of pigeons with chlorophacinone toxicosis. *Avian diseases*, 52 (3): 540-543.

Sunyer, C., Viñuela, J. (1994). Variación temporal en los hábitos alimentarios del milano real durante la invernada en la Meseta Norte. *Ardeola*, 41 (2): 161-167.

Torre, I., Díaz, M., Martínez-Padilla, J., Bonal, R., Vinuela, J., Fargallo, J. A. (2007). Cattle grazing, raptor abundance and small mammal communities in Mediterranean grasslands. *Basic and Applied Ecology*, 8 (6): 565-575.

Vale-Goncalves, H. M., Cabral, J. A. (2014). New records on the distribution of three rodent species in NE Portugal from barn owl (*Tyto alba*) diet analysis. *Galemys*, 26: 100-104.

Veiga, J. P. (1986). Interannual fluctuations of three microtine populations in Mediterranean environments: the effect of the rainfall. *Mammalia*, 50 (1): 114-116.

Vericad, J. R., Meylan, A. (1973). Résultats de quelques piègeages de micromammifères dans le sud-est de l'Espagne. *Mammalia*, 37 (2): 333-341.

Hernández, M. C., Sánchez-González, B., Navarro-Castilla, A., Barja, I. (2017). Topillo campesino – *Microtus arvalis*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Barja, I. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>

Vericad-Corominas, J. R. (1970). Estudio faunístico y biológico de los mamíferos del Pirineo. *Publicaciones del Centro Pirenaico de Biología Experimental*, 4: 7-229.

Vidal, D., Alzaga, V., Luque-Larena, J. J., Mateo, R., Arroyo, L., Viñuela, J. (2009). Possible interaction between a rodenticide treatment and a pathogen in common vole (*Microtus arvalis*) during a population peak. *Science of the Total Environment*, 408 (2): 267-271.

Yigit, N., Hutterer, R., Kryštufek, B., Amori, G. (2016). *Microtus arvalis*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2016*: eT13488A22351133.

Zima, J. (1999) *Microtus arvalis*. Pp. 176-177. En: Mitchell-Jones, A. J., Amori, G., Bogdanowicz, W., Kryštufek, B., Reijnders, P. J. H., Spitzenberger, F., Stubbe, M., Thissen, J. B. M., Vohralík, V., Zima, J. (Eds.). *The Atlas of European Mammals*. Academic Press, London.