

¿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

Fernando Jubete

C/ Vega 7, 34337 Fuentes de Nava, Palencia (fjubete@avespalencia.org)

Resumen

Durante los años 2007 a 2009, coincidiendo con una explosión demográfica de topillo campesino (*Microtus arvalis*), la Junta de Castilla y León llevó a cabo varias campañas de control de la especie mediante el uso de dos productos anticoagulantes, la clorofacinona y la bromadiolona. Con el objetivo de evaluar si la realización de estos tratamientos ha sido efectiva para el control de las poblaciones de *Microtus arvalis*, se han comparado los datos de las campañas de tratamientos con rodenticidas con dos estudios llevados a cabo en la zona para conocer la abundancia de topillo campesino. El primer trabajo se basa en el porcentaje de presencia de *Microtus arvalis* en la dieta de la lechuza común (*Tyto alba*) mediante el análisis de egagrópilas. El segundo protocolo de trabajo ha sido la realización de transectos por carreteras para obtener un índice de abundancia relativa de rapaces diurnas. Se han analizado 16 lotes de egagrópilas de lechuza común, uno por trimestre a partir de enero, identificándose 3.964 presas, de las cuales el 96,3% eran micromamíferos correspondientes a siete especies y el 63,7% pertenecían a *Microtus arvalis*. Los porcentajes de presencia de *Microtus arvalis* en cada trimestre han variado entre el 96,6% obtenido durante un pico demográfico y el 18,0% obtenido tras el colapso de dicha explosión demográfica. Los datos permiten detectar dos explosiones demográficas, una con fecha de inicio en el segundo trimestre de 2006 y final en el segundo trimestre de 2008; y un segundo ciclo que comenzó en el segundo semestre de 2009 y que a finales de ese mismo año parece estar entrando en colapso. Durante los recorridos por carretera y entre enero de 2005 y diciembre de 2009, se han contabilizado 5.387 rapaces de quince especies diferentes. Esto ha supuesto un IKA medio mensual de 69,0 individuos/100 km. Los datos de máxima abundancia de rapaces en este segundo estudio han coincidido temporalmente con las dos explosiones demográficas de topillo campesino, aunque el periodo considerado para cada explosión demográfica ha sido significativamente menor. Según este protocolo de trabajo el primer ciclo comenzó en julio de 2006 y se mantuvo hasta febrero de 2007; el segundo ciclo comenzó en mayo de 2009 y se mantuvo hasta diciembre de ese mismo año. Los dos estudios ponen de manifiesto la ineficacia de los tratamientos químicos, que fueron realizados meses más tarde del inicio de la explosión demográfica, cuando ésta se encontraba ya en su pico máximo o en fase de colapso. Se discuten también los efectos que estos tratamientos han tenido sobre las especies no diana.

Palabras clave: topillo campesino, *Microtus arvalis*, lechuza común, rapaces diurnas, tratamientos químicos, clorofacinona, bromadiolona.

Abstract

The Junta de Castilla y León carried out several campaigns of control of common vole (*Microtus arvalis*) from 2007 to 2009, which coincided with a demographic explosion of the species. Anticoagulants products like chlorophacinone and bromadiolone were used during these campaigns. Information on the treatment campaigns which used rodenticides was compared with two studies which had been carried out to estimate the abundance of common vole, so as to evaluate the effectiveness of such treatments on the control of *Microtus arvalis* populations. The first study is based on the percentage of *Microtus arvalis* in barn-owl (*Tyto alba*) diet and the second by making road transects to find the abundance of diurnal birds of prey. Sixteen batches of barn-owl pellets were analysed –one each trimester, between January 2006 and december 2009– and 3,964 items of prey were identified. 96.3% of them were micromammals of seven species, and 63.7% were common vole. The percentages of *Microtus arvalis* / trimester varied from 18.0% –after the collapse of a demographic explosion– to 96.4% at the demographic explosion's peak. These results made it possible to detect two demographic explosions, one starting at the beginning of the second trimester of 2006 and finishing in the second trimester of 2008. The second started at the second semester of 2009 and it seemed to enter a collapse stage at the end of the same year. On the road, 5,387 birds of prey of fifteen different species were counted from January 2005 to December 2009. This is a monthly Kilometric Abundance Index average of 69.0 individuals/100 km. The data showed that peaks of abundance of birds of prey coincided in time with both common vole demographic explosions. Nevertheless, the period considered for each demographic explosion was significantly shortened. According to the bird data, the first cycle started in July 2006 and continued until February 2007. The second cycle started in May 2009 and continued until December 2009. Both studies reveal the

ineffectiveness of the chemical treatments, which were carried out some months after the beginning of the demographic explosion, which was already at its highest peak or at collapse stage. The effect of these treatments on non-target species is also discussed..

Keywords: common vole, *Microtus arvalis*, barn owl, diurnal raptors, chemical treatments, chlorofacinone, bromadiolone.

Introducción

El topillo campesino (*Microtus arvalis*) es un microtino distribuido por la mitad norte peninsular, especialmente en la Submeseta Norte y Pirineos (González-Esteban & Villate 2007). A finales de la década de 1970 su población se encontraba restringida a las áreas montañosas de la mitad norte de la Península Ibérica (Niethamer & Winking 1971, Rey 1973, Ayarzagüena *et al.* 1975), comenzando a partir de ese periodo una expansión hacia el sur que concluyó con la colonización de buena parte de las zonas llanas agrícolas de la Submeseta Norte (Delibes & Brunet-Lecompte 1980, Palacios *et al.* 1988). Desde entonces, sus poblaciones presentan explosiones demográficas aparentemente cíclicas que pueden causar, en picos de máxima abundancia, daños a la agricultura.

Una de estas explosiones demográficas comenzó a mediados del año 2006, distribuyéndose por una superficie de tres millones de hectáreas (Caminero 2010). En febrero de 2007 la Junta de Castilla y León declaró oficialmente la existencia de una plaga (Orden AYG/556/2007).

En el primer trimestre del año 2007 la Junta de Castilla y León inició una primera campaña de control de este topillo que afectó a 20.000 hectáreas. Los tratamientos consistieron en la aplicación de cebada en grano rociada con una pasta de clorofacinona, un producto anticoagulante de la familia de las indanonas que inhibe el metabolismo de la vitamina K y causa disminución de los factores de coagulación dependientes, provocando la muerte de los animales por las múltiples hemorragias internas que se producen en el organismo. Este cebo fue diseminado por el campo mediante máquinas de siembra directa, quedando al alcance de los topillos y de cualquier otro animal de dieta granívora. Esta campaña continuó durante el verano-otoño de 2007, ampliando de forma importante la superficie afectada por los tratamientos y sustituyendo la diseminación del grano envenenado en el suelo por su colocación en tubos de plástico distribuidos por las cunetas y lindes de fincas agrícolas.

En el año 2008 las autoridades de Castilla y León continuaron con la campaña de control del topillo campesino, reemplazando la clorofacinona por bromadiolona, otro anticoagulante de nueva generación con efectos más nocivos para la fauna. Este cebo se repartió también en forma de grano, bien en pequeñas

bolsas de plástico que eran diseminadas por los cultivos, o introducido en tubos de plástico que se repartían por los bordes de los cultivos. Además, durante más de un año, la Junta de Castilla y León puso en marcha una intensa campaña de envenenamiento de roedores con 710 operarios que distribuyeron pastillas con bromadiolona, introduciéndolas en las bocas de las madrigueras de los topillos.

En total, los tratamientos afectaron a una superficie de 375.000 hectáreas repartidas por 830 municipios de las provincias de Palencia, Valladolid, Zamora, León, Segovia y Ávila. Los costes de la campaña se elevaron por encima de los 24 millones de euros.

En el presente artículo se han analizado los datos de dos estudios de rapaces que se alimentan de topillo campesino con el fin de evaluar la efectividad y oportunidad en el tiempo de estos tratamientos químicos para el control de los topillos.

Material y métodos

El área de estudio se localiza en el término municipal de Fuentes de Nava y sus alrededores, dentro todo ello de la comarca de Tierra de Campos palentina. Fuentes de Nava se encuentra situado a una altitud de 725 m.s.n.m., correspondiéndose su climatología con el tipo Mediterráneo templado, caracterizado por su continentalidad. La temperatura media anual es de 10,5-12,3°C y las precipitaciones de 378-634 mm (MAPA 1985). El paisaje de la zona se caracteriza por una topografía de llanura, dedicada casi exclusivamente a los aprovechamientos agrícolas, principalmente de secano (cebada, trigo, girasol y alfalfa), con algo más de 2.000 ha de regadío donde se cultiva remolacha, maíz, cereales y alfalfa. En el término municipal se encuentra también una zona húmeda esteparia, la laguna de La Nava, con 307 ha de extensión.

Para el análisis del estudio de la dieta de la lechuza común (*Tyto alba*) se han recogido egagrópilas de un mismo posadero, situado en un edificio en ruinas dentro del casco urbano de Fuentes de Nava (Palencia). Este edificio es utilizado además como lugar habitual de nidificación por esa especie.

En total se han recogido dieciséis lotes de egagrópilas, uno por cada trimestre natural, comenzando en enero de 2006 y finalizando en diciembre de 2009.

Las egagrópilas se recogían a los pocos días de finalización del trimestre, procediéndose a la limpieza del lugar de deposición de las mismas después de cada retirada de material, quedando así preparado para recibir el siguiente material de muestreo

El número de egagrópilas colectadas por visita no ha sido fijo, pero metodológicamente se ha considerado un mínimo de 150 presas por cada lote (que pueden equivaler a unas 75-80 egagrópilas).

El material, una vez recogido y etiquetado, era introducido en bolsas de plástico que se conservaban en un arcón congelador hasta su análisis en laboratorio. Las egagrópilas se han analizado procediendo a su disgregación en seco, ayudándose para ello de pinzas y lanceta. Una vez extraídas las partes óseas utilizadas para la identificación de las especies, principalmente cráneos y mandíbulas, éstas se limpiaban mediante un pequeño cepillo y pinzas para dejar a la vista aquellas partes más útiles para la identificación. En la mayoría de los casos mandíbulas y cráneo aparecían de forma conjunta. En aquellos casos en los que esto no era así, el número de presas asignado a cada egagrópila se ha deducido mediante el conteo directo de los cráneos o del emparejamiento de las mandíbulas. Para la correcta visualización de los restos se ha utilizado una lente binocular de 15-90 aumentos.

La identificación de especies se ha realizado utilizando la bibliografía existente (Saint Girons 1973, Chaline *et al.* 1974, Dueñas & Peris 1985, Gosálbez 1987).

El segundo de los muestreos ha consistido en la realización de recorridos en automóvil para el conteo de rapaces diurnas. Se ha optado por este diseño de recorrido al ser los transectos desde vehículos uno de los métodos más sencillos para obtener información de vertebrados con grandes dominios vitales, acumulándose suficientes contactos en un tiempo razonable (Tellería 1986).

Se ha diseñado un protocolo de trabajo que contemplaba doce recorridos anuales en automóvil por la comarca de Tierra de Campos palentina, uno por mes. En total se han realizado desde enero de 2005 hasta diciembre de 2009, 59 recorridos y durante el mes de junio de 2007 el recorrido no pudo llevarse a cabo.

Los recorridos eran realizados por una sola persona, anotándose todas las especies de rapaces observadas a ambos lados de la línea de progresión, sin tener en cuenta la distancia de observación o banda. Siguiendo las recomendaciones de Thiollay (1976), este tipo de muestreos ha permitido obtener unos Índices Kilométricos de Abundancia (IKA) (Ferry & Frochot 1958).

El recorrido elegido tiene una longitud de 69,5 km y discurre por carreteras secundarias con una baja densidad de tránsito rodado, lo que ha permitido circular en vehículo a la velocidad necesaria pero sin poner en ries-

go la seguridad vial. La velocidad media obtenida para el total de recorridos ha sido de 39,6 km/h. Durante los transectos se ha procurado no detener el automóvil, salvo que esto fuese estrictamente necesario para identificar alguna rapaz. Todas las aves observadas eran registradas mediante una grabadora, anotándose la especie, hora de observación, hábitat, edad y sexo (siempre que fuera posible) y una estima de la distancia a la que eran observadas con respecto al eje de la carretera.

Resultados

Los 16 lotes de egagrópilas de lechuga común analizados permitieron la identificación de 3.964 presas, esto supone una media de 248 presas por lote. Del total de presas, el 96,3%, eran micromamíferos correspondientes a siete especies (Tabla I), de los que el 63,7% fueron topillos campesinos. Los resultados obtenidos muestran un incremento considerable de *Microtus arvalis* en la dieta de lechuga común. Este aumento se detectó en el segundo trimestre de 2006 y se mantuvo hasta el segundo trimestre de 2008, con una duración total de 27 meses y un porcentaje medio de *Microtus arvalis* de 58,5%. El segundo incremento detectado parece haber sido menos prolongado en el tiempo, comenzando en el segundo semestre de 2009 y que comienza a disminuir durante el último trimestre de ese mismo año. El porcentaje medio de *Microtus arvalis* en la dieta durante ese periodo fue del 67,4% (Figura 1).

Tabla 1. Número de presas (n) y porcentaje (%) aparecido en los lotes de egagrópilas de lechuga común (*Tyto alba*) analizados.

Number of prey and percentage found in the analysed lots of pellets of Barn owl (Tyto alba).

| Especie | n | % |
|-----------------------------|-------|--------|
| <i>Neomys anomalus</i> | 1 | 0,03 |
| <i>Crocidura russula</i> | 237 | 5,98 |
| <i>Apodemus sylvaticus</i> | 223 | 5,63 |
| <i>Mus domesticus</i> | 7 | 0,18 |
| <i>Mus spretus</i> | 786 | 19,83 |
| <i>Microtus arvalis</i> | 2.525 | 63,70 |
| <i>Microtus lusitanicus</i> | 39 | 0,98 |
| <i>Microtus sp.</i> | 1 | 0,03 |
| <i>Lepus granatensis</i> | 1 | 0,03 |
| Aves | 100 | 2,52 |
| Anuros | 18 | 0,45 |
| Insectos | 26 | 0,66 |
| Total | 3.964 | 100,00 |

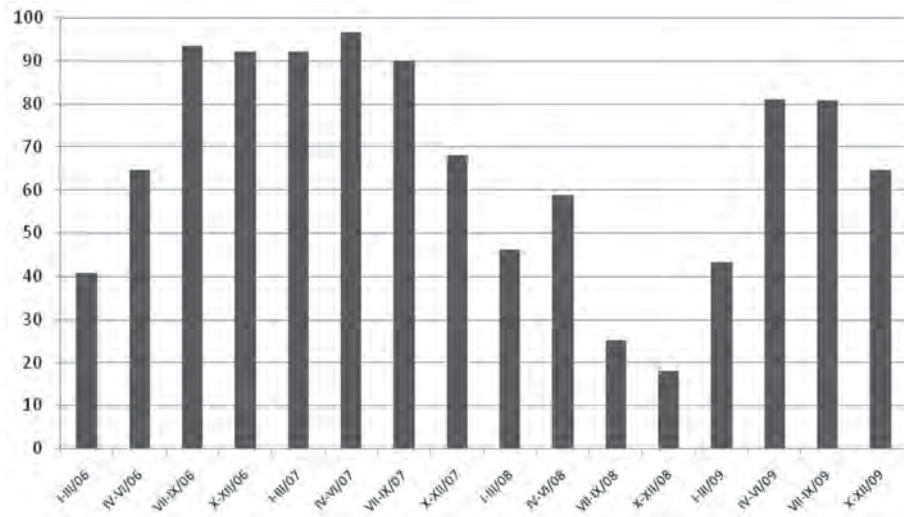


Figura 1. Porcentaje de topillo campesino (*Microtus arvalis*) en la dieta de la lechuza común (*Tyto alba*).
Percentage of common vole (Microtus arvalis) in the diet of barn owl (Tyto alba).

Durante ambos periodos el porcentaje de *Microtus arvalis* en la dieta de la lechuza común se mantuvo siempre por encima del 40%, llegándose a valores iguales o superiores al 90% (rango 90,2-96,6%) entre los meses de julio de 2006 a junio 2007.

Mediante el segundo protocolo de trabajo, recorridos por carretera para obtener Índices Kilométricos de Abundancia (IKA) de rapaces diurnas, se han contabilizado 5.387 rapaces de quince especies diferentes. Esto ha supuesto un IKA medio mensual de 69,0 individuos/100 km. Los valores del IKA de cada mes se encuentran en la figura 2.

Los IKA mensuales muestran claramente dos picos de abundancia de rapaces. El primero comienza en julio de 2006 y se mantiene hasta febrero de 2007, con una duración de nueve meses. El segundo pico

comienza en mayo de 2009 y se mantiene hasta diciembre de ese mismo año. En este segundo pico destacan los IKA de julio, agosto y septiembre, con valores superiores a 400 individuos/100 km, destacando el valor de agosto (681 individuos/100 km) que es, con diferencia, el IKA de rapaces más alto conocido de los realizados en carretera en España (ver por ejemplo Meyburg 1981, Llamas *et al.* 1987, De Juana *et al.* 1987, Fernández 1983).

Los resultados de ambos estudios coinciden en señalar el inicio de lo que parecen dos explosiones demográficas de *Microtus arvalis*. Los picos máximos de abundancia se centraron entre el tercer trimestre de 2006 y el tercer trimestre de 2007 para la primera explosión demográfica y entre el segundo y tercer trimestre de 2009 para la segunda.

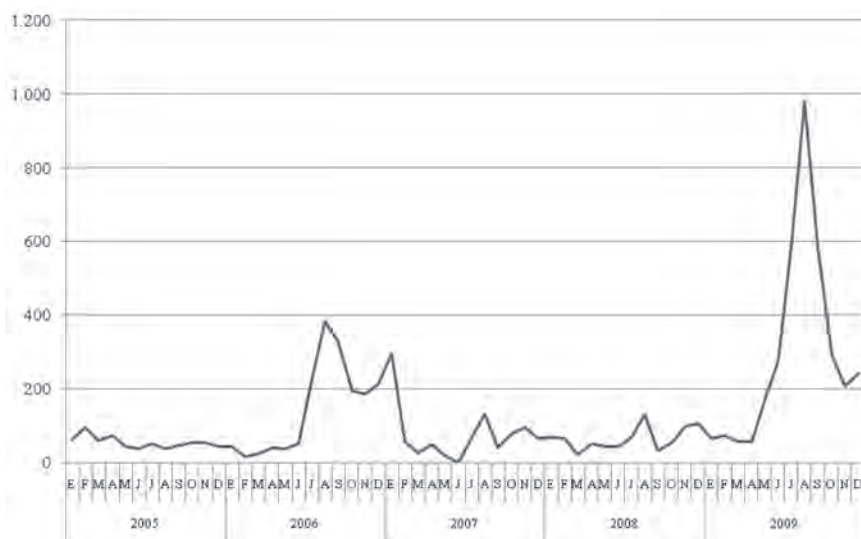


Figura 2. Índices Kilométricos de Abundancia (IKA) mensuales obtenidos en los recorridos mensuales de rapaces.

Monthly kilometre-based index of abundance (Span. IKA) obtained in the monthly routes of birds of prey.

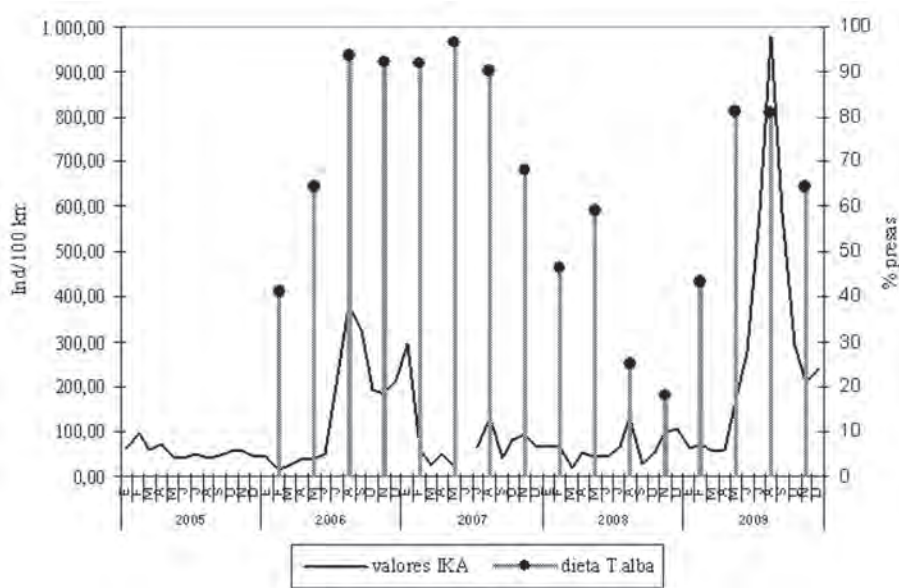


Figura 3. Comparativa de los resultados de los muestreos de recorridos de rapaces por carretera y estudio de la dieta de lechuza común (*Tyto alba*).

*Comparative study on the outcome of the samplings of the birds of prey's routes on the road and the studies of the Barn owl's diet (*Tyto alba*).*

Discusión

¿Fueron efectivos los tratamientos contra los topillos?

Los tratamientos con rodenticidas llevados a cabo por la Junta de Castilla y León comenzaron en los últimos días de marzo de 2007, nueve meses después de que comenzase la explosión demográfica de topillos. Así se desprende de los datos obtenidos con los recorridos de rapaces, con unos IKA superiores a los 200 individuos/100 km entre los meses de junio de 2006 y enero de 2007, alcanzándose incluso los 383,6 individuos/100 km en agosto de 2006, durante el pico más alto de la explosión demográfica. Por el contrario, cuando se iniciaron los tratamientos el IKA era de 27,3 individuos/100 km.

Estos tratamientos se prolongaron hasta finales de 2008 durante un periodo en el que la densidad de topillos debía de ser considerada como normal, al menos si se tienen en cuenta la presencia de rapaces diurnas o el porcentaje de *Microtus arvalis* en la dieta de lechuza común.

Los tratamientos llevados a cabo durante la segunda explosión demográfica se iniciaron en septiembre de 2009, seis meses después de que comenzase la explosión demográfica. Los valores del IKA se situaron en 120 individuos/100 km en marzo de 2009, manteniéndose por encima de los 400 individuos/100 km durante los meses de julio, agosto y septiembre, momento en el que la población de topillo campesino parece haber comenzado a colapsarse.

Estos resultados parecen poner de manifiesto que las campañas de envenenamiento de topillos con rodenticidas se iniciaron con varios meses de retraso, durante el pico más alto de topillos o incluso cuando habían comenzado a colapsarse.

Se puede deducir por lo tanto que las campañas de control de topillos llevadas a cabo por la Junta de Castilla y León tuvieron un importante error de cálculo en la fecha de inicio de los tratamientos, comenzando varios meses más tarde del inicio de la explosión demográfica. A esto habría que sumar la dudosa efectividad que estos envenenamientos masivos puede tener sobre una superpoblación de micromamíferos, cuando se alcanzan unas densidades que, en zonas como las alfalfas de regadío, pueden llegar a superar los 1.200 individuos/ha (Delibes 1989). Los resultados de esta campaña de envenenamiento no consiguieron el objetivo inicial de acabar con la plaga de topillos, que se colapsó por sí sola, y su efectividad está puesta en entredicho (Olea *et al.* 2009). Un dato que avala esta hipótesis es el nuevo pico de *Microtus arvalis* del año 2009, que se produjo justo después de tres campañas intensivas de control de la especie en la zona de trabajo, utilizándose rodenticidas anticoagulantes durante los años 2007 y 2008.

Además, la Junta de Castilla y León no tuvo en consideración los efectos de estos tratamientos sobre las especies no diana. De los análisis toxicológicos realizados, ha quedado demostrada la muerte por venenos anticoagulantes de ejemplares de paloma bravía (*Columba livia*), calandria (*Melanocorypha calandria*), ratonero común (*Buteo buteo*) o liebre ibérica (*Lepus granatensis*)

(Sarabia *et al.* 2008, Olea *et al.* 2009), habiéndose recogido también ejemplares de otras especies que probablemente han muerto por anticoagulantes, como avutarda (*Otis tarda*), perdiz roja (*Alectoris rufa*), córvidos, diversas especies de aves rapaces, zorro (*Vulpes vulpes*) o mamíferos domésticos (perros y gatos). En el caso de la paloma bravía y de la liebre ibérica, se ha constatado la muerte de miles de ejemplares, siendo muy probable que esto también haya acontecido con otras especies de aves esteparias como la calandria, alondra común (*Alauda arvensis*) o el triguero (*Miliaria calandra*), o con mamíferos como la rata de agua (*Arvicola sapidus*) o el topillo de Cabrera (*Microtus cabreræ*), aunque la localización de los cadáveres de estas especies se hace más difícil, no habiéndose realizado monitorización alguna al respecto. El caso de la liebre es sintomático, con zonas donde se puede hablar de extinciones locales, coincidiendo plenamente estas áreas con las de mayor intensidad de tratamientos con rodenticida.

La peligrosidad de los efectos de los tratamientos con anticoagulantes ha sido puesta de manifiesto por numerosos autores. Stone *et al.* (2003) encontraron restos de anticoagulante en el 49% de las rapaces analizadas en una zona tratada de Estados Unidos, e indican que el impacto de la exposición a anticoagulantes debe extenderse mucho más allá de aquellos casos en los que la hemorragia letal aguda es la causa de la muerte. La hemorragia sub-letal puede interferir en la locomoción, lo que predispone a la depredación de animales, a traumatismos accidentales y a reducción de la ingesta de alimentos. Eason *et al.* (2002) encontraron en Nueva Zelanda intoxicaciones sub-letales en especies no diurna en zonas tratadas con anticoagulantes. Un estudio a largo plazo llevado a cabo sobre las lechuzas en el Reino Unido (1983-1996) mostró que un 26% de las lechuzas comunes (*Tyto alba*) tenían restos de productos anticoagulantes (Newton *et al.* 1999).

Frente a estos altos riesgos, no debidamente evaluados por la Junta de Castilla y León, se contraponen el hecho de que desde el punto de vista agrícola la cosecha de 2008 fue considerada por la propia administración regional como la más elevada en producción de los últimos diez años. De hecho, las indemnizaciones pagadas por daños a la agricultura fueron de 6,8 millones de euros, muy por debajo del coste de la campaña de envenenamiento de topillos, lo que pone en entredicho la argumentación de la Junta de Castilla y León de que los topillos fueron responsables de pérdidas millonarias en los cultivos.

La dieta de la lechuza común como respuesta a las explosiones demográficas de topillos

Del análisis de los lotes de egagrópilas podemos deducir claramente la existencia de dos picos en las

explosiones demográficas de topillo campesino, uno durante el tercer trimestre de 2006 y hasta el tercer trimestre de 2007 y un segundo pico en el segundo y tercer trimestre de 2009.

El estudio de la dieta de la lechuza común refleja en el tiempo la máxima abundancia de rapaces diurnas a la hora de marcar el inicio de las explosiones demográficas. Sin embargo, en el ciclo de los años 2006-2008, los valores del IKA descendieron de forma brusca en marzo de 2007, mientras que el porcentaje de *Microtus arvalis* en la dieta de la lechuza común se mantuvo en sus valores máximos hasta agosto o septiembre de 2008 (Figura 3). Como posible explicación a este desajuste se podría apuntar la hipótesis de una mayor especialización de la lechuza común en aprovechar un recurso trófico como *Microtus arvalis*, a la vez que el descenso de predadores diurnos puede ser debido a factores como el inicio de la migración prenupcial de las especies abundantes durante el invierno como el milano real (*Milvus milvus*), ratonero común (*Buteo buteo*) o cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*).

El estudio de la dieta de la lechuza común es un método indirecto para valorar la abundancia de *Microtus arvalis*. Con esta metodología se obtienen índices de abundancia y no densidades reales de la especie, datos que solamente se podrían obtener mediante trampeo. No obstante, numerosos autores consideran que el estudio de la dieta de la lechuza común refleja con bastante precisión la composición de las poblaciones de micromamíferos de la zona de estudio (Ticehurst 1935, Taylor 1994, Cooke *et al.* 1996). Por su parte, Ba *et al.* (2000) afirman que la diversidad de presas en la dieta de la lechuza común refleja directamente la estructura de la comunidad y la composición de micromamíferos, ya que la lechuza captura sus presas al azar y sin ninguna selección o preferencia. También varios autores sostienen que la lechuza común tiene un amplio espectro de alimentación, capturando sus presas en función de la abundancia de las mismas (Schmidt 1970, Vernon 1972, Mikkola 1995).

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran un gran eclecticismo en la dieta de la lechuza común, con porcentajes de captura de *Microtus arvalis* que pueden pasar del 90% durante los picos de explosión demográfica a menos del 20% durante las fases de colapso poblacional. Durante estos periodos, la lechuza sustituye *Microtus arvalis* por otras especies de micromamíferos como el ratón moruno (*Mus spretus*), el ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*), la musaraña gris (*Crocidura russula*) o incluye paseriformes, anfibios o insectos, como ya fue descrito por Brunet-Lecompte & Delibes (1984).

Esta estrategia de alimentación coincide con la teoría del "forrajeo óptimo" (Schluter 1981, Steenhof &

Kochert 1988) según la cual, la lechuza común concentraría su esfuerzo de predación sobre las presas más grandes y probablemente la más rentables –como es el caso de *Microtus arvalis* en la zona de estudio–, estando condicionada la inclusión de otros tipos de presas no en su abundancia sino en la abundancia de las presas más rentables.

Estudios más recientes sobre la presencia de *Microtus arvalis* en la dieta de la lechuza común durante los picos de máxima abundancia, indican que la rentabilidad en la captura de esta especie para la lechuza común depende también de su accesibilidad (Bernard *et al.* 2009).

Parece por lo tanto predecible que la lechuza común esté consumiendo casi con exclusividad *Microtus arvalis* durante los picos de máxima abundancia de la especie, algo que puede avalar el hecho de tratarse de una especie fácil de capturar y altamente rentable desde el punto de vista energético. El peso del topillo campesino ronda entre los 17-72 g (González-Esteban & Villate 2007) por lo que la captura de 3-5 topillos en un día sería suficiente para satisfacer las necesidades de alimentación de una lechuza, estimados en una media de 94 g diarios (Mikkola 1995).

Respuesta de la comunidad de rapaces diurnas

En el caso de las rapaces diurnas los máximos valores del IKA obtenidos se corresponden claramente con los picos de las explosiones demográficas. Esto puede tener su explicación en el hecho de que la mayor parte de las rapaces que utilizan este recurso no son aves locales. Por ejemplo, los valores del IKA de finales de septiembre de 2009 (978,45 individuos/100 km), o lo que es lo mismo, era tan solo necesario recorrer 100 metros para contactar con una rapaz y, en el caso concreto del ratonero común (*Buteo buteo*) se localizaba un ejemplar cada 200 m recorridos, deduciéndose tanto por la fenología y las especies presentes que se trata de aves migradoras o desplazadas de otras localidades próximas. Cómo son capaces de localizar o predecir las rapaces estos ciclos es algo todavía desconocido, pero los datos obtenidos parecen mostrar una rápida respuesta ante la presencia de una fuente importante de alimento, desapareciendo igualmente con rapidez cuando los recursos tróficos se agotan o se reducen.

Como conclusión final, se puede afirmar que ambos métodos de monitorización, el estudio de la dieta de la lechuza común y los recorridos para obtener un índice de abundancia relativa de rapaces diurnas, resultan efectivos como un método indirecto de estudio de la dinámica de poblaciones de *Microtus arvalis*, aunque es necesario seguir testando y comparando los resultados de ambos métodos. Se proponen ambos estudios como

un sistema de fácil realización, repetible, comparable en el tiempo y de bajo coste económico, y que reflejan acertadamente la dinámica de poblaciones de topillo campesino.

Agradecimientos

Carlos González-Villalba recogió varios de los lotes de egagrópilas analizados para la realización del presente estudio. Jacinto Román y Javier Viñuela realizaron una lectura crítica del manuscrito original que mejoró notablemente la versión final obtenida.

Referencias

- Ayarzagüena J.J., Garzón J., Castroviejo J., Ibáñez C. & Palacios F. 1975. Nuevos datos sobre la distribución de algunos micromamíferos (*Microtus arvalis*, *M. cabreræ*, *M. agrestis* y *Sorex minutus*). *Doñana, Acta Vertebrata*, 2: 279-284.
- Ba K., Granjon L., Hutterer R. & Duplantier J.M. 2000. Les micromammifères du Djoudj (Delta du Senegal) par l'analyse du régime alimentaire de la chouette effraie, *Tyto alba*. *Bonner Zoologisches Beitrage*, 1-4: 31-38.
- Bernard N., Michelat D., Raoul F., Quéré J-P., Delattre P. & Giraudoux P. 2009. Dietary response of Barn Owls (*Tyto alba*) to large variations in populations of common voles (*Microtus arvalis*) and European water voles (*Arvicola terrestris*). *Canadian Journal of Zoology*, 88 (4): 416-426.
- Brunet-Lecomte P. & Delibes M. 1984. Alimentación de la lechuza común *Tyto alba* en la cuenca del Duero, España. *Doñana, Acta Vertebrata*, 11 (2): 213-229.
- Chaline J., Baudvin H., Jammot D. & Saint-Girons M.C. 1974. *Les proies des rapaces*. Paris, Doin.
- Cooke D., Nagle A., Smiddy P., Fairley J. & Muirheartaigh I.O. 1996. The diet of the Barn Owl *Tyto alba* in County Cork in relation to land use. *Biological Environmental*, 96B (2): 97-111.
- De Juana E., De Juana F. & Calvo S. 1987. La invernada de las aves de presa (O. Falconiformes) en la Península Ibérica. En J. L. Tellería (ed). *Invernada de Aves en la Península Ibérica. Monografías de la SEO*, nº 1: 97-122.
- Delibes J. 1989. Plagas de topillos en España. *Quercus*, 35: 17-20.
- Delibes M. & Brunet-Lecomte P. 1980. Presencia del topillo campesino ibérico, *Microtus arvalis asturianus* Miller, 1908, en la Meseta del Duero. *Doñana, Acta Vertebrata*, 7 (1): 120-123.
- Dueñas M.E. & Peris S. J. 1985. *Clave para los micromamíferos (Insectivora y Rodentia) del Centro y Sur de la Península Ibérica*. Universidad de Salamanca.
- Eason Ch.T., Murphy E.C., Wright G. . G. & Spurr E.B. 2002. Assessment of risk of brodifacoum to non-target birds and mammals in New Zeland. *Ecotoxicology*, 11: 35-48.
- Fernández-Gil A. 1983. *Distribución estacional y espacial de una comunidad de falconiformes en el Alto Ebro*. Tesis de Licenciatura. Universidad del País Vasco.

- Ferry C. & Frochot B. 1958. Une méthode pour dénombrer les oiseaux nicheurs. *La Terre et la Vie*, 85-102.
- González-Esteban J. & Villate I. 2007. *Microtus arvalis* Pallas, 1778. Pp: 426-428. En: L.J. Palomo, J. Gisbert & J.C. Blanco (eds). 2007. *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos terrestres de España*. DGB-SECEM-SECEMU, Madrid.
- Gosálbez J. 1987. *Insectívors i rosegadors de Catalunya: metodologia d'estudi i catàleg faunístic*. Ed. Ketres Barcelona.
- Jacob J. & Tkadlec E. 2010. Rodent outbreaks in Europe: dynamics and damage. Pp: 207-223. G. R. Singleton, S. R. Belmain, P. R. Brown, and B. Hardy (eds.). *Rodent outbreaks: ecology and impacts*. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute. 289 pp.
- Llamas O., Lucio A. & Purroy F. J. 1987. Comunidades de Falconiformes en la llanura cerealista del SE de la provincia de León. *Actas del I Congreso Internacional de Aves Esteparias*: 339-348. Consejería de Agricultura, Ganadería y Montes. Junta de Castilla y León.
- MAPA. 1985. *Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Palencia*. Dirección General de la Producción Agraria. Madrid.
- Meyburg B.U. 1981. Décomptes des rapaces le long des routes en Iberie. Pp: 44-47. En G. Cheylan & J. C. Thibault (eds.). *Rapaces Méditerranéens*: Aix-en-Provence.
- Mikkola H. 1995. *Rapaces nocturnas de Europa*. Editorial Perfiles.
- Newton I., Shore F.J., Wyllie I., Birks J.D.S. & Dale L. 1999. Empirical evidence of side-effects of rodenticides on some predatory birds and mammals. En: D.P. Cowland & C.J. Feare (eds). *Advances in vertebrate pest management*. Furth, Filander Verlag.
- Niethamer J. & Winking H. 1971. Die spanische Feldmaus (*Microtus arvalis asturianus* Miller, 1908). *Bonner Zoologisches Beitrage*, 19: 189-197.
- 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 lesson need new reflections. *Environmental Conservation*, 36 (1): 1-4.
- ORDEN AYG/556/2007, de 19 de febrero, por la que se declara oficialmente la existencia de plaga de topillo campesino (*Microtus arvalis*) en el territorio de la Comunidad de Castilla y León. Boletín Oficial de Castilla y León número 61, de 27 de marzo de 2007.
- Palacios A., Jubete F., González J., Román F., Román J., Pérez F.J. & Irisarri R. 1988. Nuevos datos acerca de la distribución del topillo campesino (*Microtus arvalis* Pallas, 1778) en la Península Ibérica *Doñana, Acta Vertebrata*, 15 (1): 169-171.
- Rey J.M. 1973. Notas sobre mastozoología ibérica. 1.- Las características biométricas y morfológicas del topillo campesino, *Microtus arvalis asturianus*, del Sistema Ibérico (Mammalia, Rodentia). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Biología)*, 71: 283-297.
- Saint-Girons M. C. 1973. *Les mamíferes de France et Benelux (Faune marine exceptée)*. Doins. Paris.
- 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 chloropacinone toxicosis. *Avian Diseases*, 52: 540-543.
- Schmidt E. 1970. Über die geographische Verbreitung und Wohndichte der Hausmaus (*Mus musculus* L.) in Europa nach Gewölanalysen von Schleiereulen (*Tyto alba* Scop.). *Zeitschrift für Angewandte Zoologie*, 57: 137-143.
- Schluter D. 1981. Does the theory of optimal diets apply in complex environments? *American Naturalist*, 118 (1): 139-147.
- Steenhof K. & Kochert M.N. 1988. Dietary responses of three raptors species to changing prey densities in a natural environment. *Journal of Animal Ecology*, 57 (1): 37-48.
- Stone W.B., Okoniewski J.C. & Stedelin J.R. 2003. Anti-coagulant rodenticides and raptors: recent findings from New York, 1998-2001. *Bulletin Environmental Contamination and Toxicology*, 70: 34-40.
- Taylor I. 1994. *Barn Owl: predator-prey relationships and conservation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Tellería J.L. 1986. *Manual para el censo de vertebrados terrestres*. Ed. Raíces, Madrid.
- Thiollay J.M. 1976. Les decompptes des rapaces le long des routes: essai de standardisation. *Le Passer*, 13: 69-76.
- Ticehurst C.B. 1935. On the food of the Barn Owl and its bearing on Barn Owl population. *Ibis*, 13 (5): 329-335.
- Vernon C.J. 1972. An analysis of owl pellets collected in southern Africa. *Ostrich*, 43: 109-124.