

**ACTUACIONES PARA EL CONTROL  
BIOLÓGICO DEL TOPILLO CAMPESINO  
(*Microtus arvalis*)  
EN CASTILLA Y LEÓN POR  
DEPREDADORES NATURALES**



Alfonso Paz Luna

Trabajo de Fin de Master

Tutor académico del Master: Dr. M. Esther Pérez Corona

Tutor en la empresa: D. Fernando Garcés Toledano

Máster Oficial en Restauración de Ecosistemas  
(Univ. de Alcalá., Univ. Complutense de Madrid, Univ.  
Politécnica de Madrid y Univ. Rey Juan Carlos)

Programa Oficial de Postgrado en Ecología  
(Universidad de Alcalá)

PROYECTO FIN DE MASTER  
MASTER OFICIAL DE RESTAURACIÓN DE  
ECOSISTEMAS

**“ACTUACIONES PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DEL  
TOPILLO CAMPESINO (*Microtus arvalis*)  
EN CASTILLA Y LEÓN POR DEPREDADORES NATURALES”**

**Vº Bº**

Dr. M. Esther Pérez Corona

**Vº Bº**

D. Fernando Garcés Toledano

En Alcalá de Henares a 5 de febrero de 2010

# INDICE

	Pág.
<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.- Presentación.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.-Marco conceptual.....</b>	<b>9</b>
1.2.1.-Campana de control de la plaga durante 2007-2008 en Castilla y León.....	10
1.2.2.-Riesgos sanitarios en el uso de rodenticidas químicos.....	13
A) <u>Interacciones entre el tratamiento químico</u> <u>con rodenticidas y <i>Francisella tularensis</i></u> .....	13
B) <u>Riesgo de ingestión de anticoagulantes</u> <u>por consumo humano.....</u>	13
1.2.3.- Mitos asociados a las plagas de arvicolinos.....	14
1.2.4.-Efecto de los medios de comunicación sobre la población.....	16
1.2.5.- Conclusiones sobre la campana de control.....	17
<b>1.3.- Antecedentes.....</b>	<b>19</b>
1.3.1.- Control de plagas de roedores con raticidas químicos.....	19
1.3.1.1.- Plaguicidas empleados en Castilla y León durante la plaga de 2007/08.....	20
1.3.2.- El papel del depredador .....	21
1.3.2.1.-Hipótesis de la depredación .....	23
<b>1.4.- Objetivo del proyecto.....</b>	<b>26</b>
1.4.1. Objetivos específicos.....	26
1.4.2 Objetivos del <i>Practicum</i> y actividades realizadas.....	27
<b>2.- LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>28</b>
<b>3.- ACTIVIDADES PROPUESTAS.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1.- Breve resumen descriptivo del proyecto .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.- Resultados esperados.....</b>	<b>33</b>

<b>3.3 Actividades a desarrollar .....</b>	<b>34</b>
3.3.1.-Incremento de las poblaciones de cernícalo vulgar, lechuza común y búho chico.....	34
3.3.1.1.- Diagnóstico, inventariado ambiental de rapaces y seguimiento.....	34
3.3.1.2.- Medios humanos previstos.....	35
3.3.1.3.- Productos finales.....	35
3.3.2.-Incremento del sustrato de nidificación de cernícalo vulgar y lechuza común .....	35
3.3.2.1.- Medios humanos previstos.....	37
3.3.2.2.- Productos finales.....	38
3.3.2.3.- Actuaciones realizadas hasta la fecha.....	35
3.3.3.-Incremento del sustrato de nidificación de búho chico.....	35
3.3.3.1.- Medios humanos previstos.....	40
3.3.4.-Reforzamientos poblacionales de cernícalo vulgar y lechuza común .....	40
3.3.4.1.- Medios humanos previstos.....	41
3.3.5.- Seguimiento de las poblaciones de topillo campesino en la zona de estudio.....	42
3.3.5.1.- Medios humanos previstos.....	42

3.3.6.- Creación de islas de matorral y lindes leñosos en Villalar de los Comuneros.....	43
3.3.6.1.-Revegetación de lindes con un estrato arbustivo.....	43
3.3.6.2.-Islas de matorral.....	47
3.3.7. Estudio de los efectos del incremento de depredadores .....	48
3.3.8.- Campañas de sensibilización y educación ambiental	
<b>3.4.-Recursos materiales previstos.....</b>	<b>51</b>
<b>3.5.-Cronograma de actividades.....</b>	<b>54</b>
<b>3.6.-Presupuesto del proyecto.....</b>	<b>55</b>
<b>4.- EVALUACIÓN CRÍTICA DE LAS SOLUCIONES</b>	
<b>TÉCNICAS APLICADAS.....</b>	<b>56</b>
<b>4.1.- Gestión de poblaciones de depredadores como mecanismo de control.....</b>	<b>56</b>
<b>4.2.-Incremento del sustrato de nidificación para incrementar poblaciones.....</b>	<b>59</b>
<b>4.3.- Reforzamientos poblacionales a partir de ejemplares de centros de recuperación.....</b>	<b>60</b>
<b>4.4.- Revegetación de linderas y creación de islas de matorral.....</b>	<b>61</b>
<b>5.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>62</b>
<b>6.- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>76</b>

# 1.- INTRODUCCIÓN

## 1.1.- Presentación

El topillo campesino (*Microtus arvalis*), una especie originalmente asociada a zonas montañosas de la mitad Norte peninsular, ha colonizado en los últimos 20-40 años la submeseta Norte utilizando los valles fluviales como vías de dispersión (González-Esteban y Villate 2002). Esta expansión, ha podido haberse visto favorecida por cambios de paisaje a gran escala producidos en las últimas décadas, como el abandono de la ganadería de montaña en el área de distribución original, el incremento en la superficie de regadío de la meseta norte, en particular alfalfa, la homogeneización de paisajes con la concentración parcelaria e intensificación agraria y el desarrollo de vías de comunicación que han aumentado la superficie de cunetas (González-Esteban et al 1995, González-Esteban 1996; Bonal & Viñuela 1998, Torre et al. 2007). Poco después de registrarse su presencia en las áreas agrarias de la meseta (Delibes & Brunett-Lecomte 1980), empezaron a registrarse las primeras explosiones demográficas (Delibes 1989), fenómeno bien conocido en otros países mas norteños y que tiene carácter cíclico (Lambin et al. 2006).

Estas explosiones demográficas pueden tener consecuencias económicas al suponer un riesgo para la productividad agrícola (Spitz 1977; MAPA 1989-1996), y consecuencias sanitarias al ser estos roedores reservorios potenciales de diferentes patógenos, como la tularemia (*Francisella tularensis*) (González-Esteban y Villate 2002, Vidal et al. 2009).

La ultima explosión demográfica del topillo campesino (*Microtus arvalis*) registrada en Castilla y León, durante los años 2006 y 2007, fue catalogada como plaga agrícola (Orden AYG/556/2007, Boletín Oficial de Castilla y León). Para tratar de disminuir las perdidas económicas, se llevó a cabo un programa de control basado en la aplicación masiva y a gran escala de rodenticidas, gestionado desde la Consejería de Agricultura de Castilla y León y ejecutado por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACYL), ayuntamientos, cámaras agrarias y propietarios particulares de parcelas.

Tras declarar en los medios de comunicación que la campaña de tratamiento había controlado la explosión demográfica en mayo de 2008, la plaga se dio por concluida y la valoración final fue etiquetada de éxito, evaluando la reducción de la población en un 92% (Junta de Castilla y León 2008a).

Sin embargo es conocido como en los declives poblacionales que se desarrollan posteriormente a periodos de elevada densidad (en especies con explosiones demográficas cíclicas), se produce un desplome rápido de la población tras alcanzar unos máximos (Norrdahl 1995).

Por tanto, es posible que sin estudios técnicos que lo avalasen, concluir que el uso de veneno había sido eficaz, pudo haber sido erróneo. En un trabajo de campo realizado durante la explosión demográfica en algunos municipios de Palencia por Luque-Larena *et al.* (inédito), no se observaron diferencias significativas en la abundancia entre parcelas tratadas y no tratadas mediante clorofacinona .

Como ya ha ocurrido en otras situaciones similares históricamente, la alarma social que se generó provocó la aplicación de medidas urgentes, sin informes técnicos que los respaldasen y sin una posterior monitorización que determinara los efectos de las medidas aplicadas, tanto sobre la plaga como sobre otras especies.

Durante parte del periodo de ejecución de estas campañas (Febrero a Agosto de 2007), se observaron efectos letales sobre distintas especies, que o bien habían consumido el cebo envenenado (semillas de cereal), o bien habían consumido presas o carroña que previamente había ingerido dicho cebo (Olea *et al.*, 2009).

En el presente manuscrito, se pretende abordar el problema de las explosiones demográficas de *Microtus arvalis*, desde una perspectiva sensata tanto con el problema, como con los sectores afectados. Para ello se propone un modelo preventivo asumible a largo plazo y perfectamente aplicable en las zonas afectadas de Castilla y León, tratando de disminuir tanto daños agrícolas como efectos no deseados, como pueden ser el incremento en la mortandad de especies no diana o riesgos sanitarios.

Este modelo, se basa en la aplicación de un control biológico por depredación de las poblaciones de *Microtus arvalis*, ya aplicado con éxito en otras plagas de roedores en distintos puntos del mundo, y sugerido en numerosas ocasiones desde sectores contrarios a la aplicación de veneno de forma indiscriminada como mecanismo paliativo. Dicho modelo, se justificará en base a los resultados científicos obtenidos en otras zonas (Korpimäki et al., 2002; Klemola et al., 2003; Gilg et al. 2003; Getz et al. 2005; Fargallo et al., 2009), y se propondrá a su vez un programa para evaluar los posibles efectos ambientales cuya aplicación pueda producir.

A lo largo de la memoria, se presentará una reconstrucción histórica sobre la explosión demográfica de *Microtus arvalis* en Castilla y León registrada en 2007. Este apartado, recoge las actuaciones realizadas por la Junta de Castilla y León para tratar de impedirlo. Posteriormente, se hablará de las consecuencias ecológicas que tuvieron estas medidas.

Durante la plaga, el método de control se basó en la aplicación de rodenticidas fundamentalmente. Esta memoria, recoge información recopilada bibliográficamente que advierte sobre el riesgo ecológico y sanitario de este tipo de acciones, como ya ha ocurrido históricamente en otros periodos y regiones.

Posteriormente a esta introducción, se expondrán las actuaciones contempladas dentro del proyecto, cuyo objetivo final es el de proponer medidas alternativas al control con rodenticidas. Estas medidas consistirán en diseñar un modelo de gestión basado en el control biológico de plagas mediante sus depredadores naturales, a la vez que contemplan evaluar las consecuencias de las acciones sobre la estructura de las comunidades de sus presas potenciales.

## **1.2.-Marco conceptual**

Los roedores son las plagas agrícolas más importantes a nivel global (Prakash 1988, Singleton *et al* 1999). Agricultores y granjeros de todo el mundo, y particularmente de países desarrollados, tienden a percibir las pérdidas económicas asociadas a ratas y ratones como algo inadmisibles (Posamentier 1997, Singleton *et al.*1999). Como claros ejemplos, basta con valorar que cada año, las ratas en Asia consumen productos agrícolas que podrían alimentar a 200 millones de personas anualmente (Singleton 2003). En Indonesia producen un 15 % medio de pérdidas anuales en los cultivos de arroz (Geddes 1992). En Tanzania causan pérdidas de entre el 5-15 % en los cultivos de maíz, producción que podría alimentar a 2 millones de personas (Leirs 2003). En Sudamérica, los daños oscilan en valores que van desde el 5 % de pérdidas, hasta el 90 % de la producción en algunas regiones a nivel local por parte de roedores autóctonos. (Rodríguez 1993).

Los pesticidas son usados en todo el planeta como una herramienta para el control de plagas (Berny 2007). En el caso de los roedores, esto puede suponer la liberación de grandes cantidades de productos tóxicos al medio, con los riesgos que supone para otras especies no diana. En muchos casos, el control de roedores es inadecuado, permitiendo a las poblaciones recuperarse rápidamente, o el tratamiento se aplica exclusivamente frente a elevadas densidades, cuando en realidad el daño ya se ha producido. Según el análisis económico realizado por Stenseth *et al.* (2003), el control químico de plagas agrícolas de roedores, especialmente durante un periodo de presencia máxima de plaga, supone un sobrecoste económico a la producción que raramente suele ser rentable. Sin embargo, un correcto diseño de aplicación de medidas de control ejecutadas en periodos previos a los incrementos poblacionales puede disminuir los costes e incluso minimizar el impacto sobre el medio.

Durante la última explosión demográfica de topillos registrada en la Submeseta Norte en los años 2006 y 2007, la densidad de este Roedor alcanzó valores de hasta 1000 individuos/ha en el epicentro original de la plaga (Tierra de Campos de Palencia, Luque-Larena *et al.* datos no publicados 2007). La plaga de topillos vino acompañada de un impacto mediático importante, que pudo magnificar el impacto real de la plaga sobre el sector agrario de Castilla y León, en lo referido a daños económicos.

Esta situación social, llevo a la Junta de Castilla y León (JCYL desde ahora) a tomar medidas drásticas de control, acordes con el impacto social generado, influidas por una fuerte presión de los sindicatos agrarios que reclamaban soluciones urgentes. El 19 de Febrero de 2007, se declaró oficialmente la plaga agrícola (Orden AYG/556/2007, Boletín Oficial de Castilla y León). A partir de este momento, comienza un programa financiado para la aplicación de plaguicidas.

### **1.2.1.-Campaña de control de la plaga durante 2007-2008 en Castilla y León**

La primera campaña de envenenamiento comienza en Marzo de 2007, distribuyéndose semillas de cereal tratadas con un rodenticidas anticoagulante (clorofacinona) en superficie mediante abonadoras, y aplicándose la máxima dosis autorizada sobre una superficie de 20000 ha. A partir de Julio de 2007, una segunda campaña de envenenamiento con el mismo compuesto fue llevada a cabo en una superficie de 100000 ha, combinándola con la quema de rastrojos en bordes de caminos y carreteras, que afectó a 37000 km lineales La tercera campaña, desarrollada durante Febrero y Abril de 2008, consistió en la aplicación de bromadiolona, un rodenticida altamente tóxico tanto para roedores, como para otras especies no diana que tengan acceso al cebo (para mayor información véase Olea *et al.* 2009).

La primera campaña fue denunciada ante los Juzgados Regionales y la Comisión Europea, [D(2007)ENV.A.2/AGP/17332] por colectivos conservacionistas. Tanto la metodología de aplicación del veneno (grano en superficie), como el cebo empleado, hacían accesible dicho cereal tratado a distintas especies granívoras presentes en la zona de tratamiento, y también a sus predadores. Como ejemplo claro de la situación, destaca la prohibición que se impuso sobre el consumo de palomas domésticas (*Columba livia*) por riesgo de intoxicación (Sarabia *at al.* 2008).

En entrevistas personales realizadas a ciudadanos de municipios de Palencia durante Noviembre y Diciembre de 2009, nos comunicaron que durante esa campaña se pudo ver en el campo decenas de cadáveres de palomas domésticas (*Columba livia*) envenenadas en las parcelas tratadas, así como un drástico descenso en las poblaciones de liebre ibérica (*Lepus granatensis*).

En la segunda campaña, el veneno se aplicó en el interior de tubos de plástico, para reducir la accesibilidad del veneno a otras especies. Sin embargo, esta medida no tuvo el éxito deseado ya que a menudo el grano envenenado caía fuera de los tubos quedando accesible a otras especies (Olea *et al.* 2009).

La tercera campaña destacó por los efectos que produjo sobre otras especies no diana, como predadores y carroñeros, teniendo en cuenta las propiedades químicas de la bromadiolona. Aunque durante esta fase se ponen en marcha una serie de equipos especializados que colocan pastillas de bromadiolona en el interior de las huras (lo que venía recomendando el sector científico desde el principio como sistema para reducir los efectos sobre especies no-diana), gran parte del veneno se repartió también en los municipios afectados, a Ayuntamientos y Cámaras Agrarias, y fue aplicado por los propios agricultores, en buena parte de los casos sobre la superficie de las parcelas agrarias, dejando el veneno accesible a otras especies. Tras la finalización de la campaña, las cámaras agrarias locales, ayuntamientos y agricultores particulares, almacenaron toneladas de cereal tratado, así como pastillas con bromadiolona (comunicaciones personales de alcaldes y agricultores al autor), como una medida “preventiva” frente a nuevas explosiones demográficas. Sin embargo, la aplicación de rodenticidas se llevo a cabo de forma excepcional debido a la declaración oficial de plaga, con lo que no se explica para que se aprovisionaron de rodenticidas si su aplicación es ilegal fuera de este periodo.

Previamente a la tercera campaña de veneno, los datos de campo mostraban un declive asociado al colapsamiento natural de las poblaciones de topillo campesino (Luque-Larena *et al.*, datos no publicados 2007, Olea *et al.* 2009) ya registrado en anteriores plagas en Castilla y León (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación 1989-2000). De hecho, en el sureste de León la disminución de la plaga ocurrió de forma muy similar en áreas tratadas o no tratadas con veneno y la población de topillos estaba totalmente colapsada cuando se inició la tercera campaña de control (Olea *et al.* 2009). Durante las campañas con clorofacinona, se encontraron elevados porcentajes de mortalidad en otras especies asociadas a la aplicación de venenos (100 % de los ánades reales analizados, el 96 % palomas domésticas (*Columba livia*), o 38 % de las Liebres (*Lepus granatensis*), y también aparecieron casos de envenenamiento de especies protegidas o amenazadas como calandrias (*Melanocorypha calandra*), busardos

ratoneros (*Buteo buteo*) y avutardas (*Otis tarda*) (Olea et al., 2009). Estos datos demuestran el riesgo que supone el uso del veneno en grano para otras especies no diana, granívoros y sus predadores (vease Berny et al. 1997; Shore et al. 2003; Jacob & Leukers 2008; Sage et al. 2008; Sarabia et al. 2008; Walker et al. 2008). La mortalidad causada por el veneno causó disminuciones poblacionales importantes en varias especies, como liebres, zorros, milanos reales y otras rapaces (Olea et al. datos no publicados).

En cuanto a la gestión de estas campañas, aparecen algunos datos contradictorios o preocupantes. Por un lado, la comisión científica creada para estudiar la plaga y tomar decisiones respecto a su gestión se crea en Agosto de 2007, cuando ya se habían ejecutado o iniciado, respectivamente, dos campañas de tratamiento con rodenticidas químicos. La tercera campaña, con el anticoagulante más potente y con mayor riesgo de transferencia trófica, se ejecuta cuando se habían detectado ya los primeros síntomas de colapsamiento natural de la plaga. Además, la propia JCYL, proclama el 2007 como año record de cosechas (JCYL, 2008b), a pesar de haber invertido 24 millones de euros en las campañas de control químico (véase Olea et al. 2009), frente a 7 millones en pagos de daños. Ciertamente es que a nivel local, la plaga de topillos causó daños importantes en algunas explotaciones, sobre todo de alfalfa. Pero estos daños se han estimado menores al 1 % de la producción agraria total de Castilla y León en 2007, y por tanto, es dudoso que la importante inversión en control químico haya sido realmente rentable. Por tanto, la información disponible sobre el impacto de la plaga en la producción agraria no justifica ni el gasto invertido ni los daños ambientales producidos sobre otras especies, algunas con claro interés económico, como palomas domésticas (*Columba livia*) o liebres (*Lepus granatensis*).

### **1.2.2.-Riesgos sanitarios en el uso de rodenticidas químicos**

#### **A) Interacciones entre el tratamiento químico con rodenticidas y *Francisella tularensis***

Un artículo publicado por Vidal *et al.* (2009), ha puesto de manifiesto como la primera campaña de envenenamiento basada en la liberación masiva en superficie de grano tratado ha podido haber favorecido 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.

Este patógeno ha sido aislado de topillos capturados en campo recientemente en la Península Ibérica (García del Blanco *et al.* 2004). Vidal *et al.* (2009) señalan como el porcentaje de cadáveres de *Microtus arvalis* que presentaban tularemia, era mayor que el porcentaje de topillos que presentaban restos de clorofacinona. Entre los resultados, destaca la posible existencia de interacción entre el anticoagulante y el patógeno, de modo que el tratamiento masivo ha podido haber favorecido la extensión de la enfermedad en la población del arvicolino. A su vez, en los cadáveres analizados, la tularemia se detecto en un mayor número de ejemplares que provenían de áreas tratadas con clorofacinona.

Los autores advierten del riesgo de transmisión a los humanos, dado el brote de tularemia detectado en la misma región durante 2007 (Martín *et al.* 2007; Allue *et al.* 2008) debido al incremento en el número de cadáveres expuestos en superficie por el veneno.

#### **B) Riesgo de ingestión de anticoagulantes por consumo humano**

En algunos municipios de Palencia, donde aun existen palomares privados, tuvo que prohibirse su comercialización y consumo. Durante la campaña, agentes del SEPRONA y grupos conservacionistas locales alertaron del hallazgo de cientos de cadáveres de palomas domésticas (*Columba livia*). Sarabia *et al.* 2008 hallaron restos de clorofacinona en algunos de estos cadáveres. La mayoría presentó el buche lleno de grano de trigo coloreado de rojo, amplios hematomas en el tejido subcutáneo cervical y de la pechuga, y hemorragias en pulmón y cavidad celómica

Esta situación, derivó en la recomendación por parte de la JCYL de no consumir piezas de caza durante la media veda o la temporada regular.

El propio autor de este manuscrito, ha podido observar al ganado ovino pastando en campos donde unas horas antes los propietarios de las parcelas habían aplicado cereal tratado con anticoagulante en superficie. Tras entrevistar a algunos de estos propietarios, la metodología que estaban aplicando de control se basaba en el esparcimiento de cereal tratado con clorofacinona y pastillas de bromadiolona una vez a la semana durante el mes de Noviembre de 2009. Algunos informes recientes han encontrado intoxicaciones por clorofacinona como causa de muerte de corderos (Del Piero y Poppenga 2006). En general, se considera que los rumiantes presentan un riesgo menor de intoxicación frente a las especies monogástricas (Means 2004), aunque está comprobado como la ingestión de pequeñas dosis de clorofacinona durante varios días es más letal que una sola dosis (Roder, 2001).

### **1.2.3.- Mitos asociados a las plagas de arvicolidos**

Durante las últimas décadas, las explosiones demográficas de topillo campesino registradas en Castilla y León desde la década de los años 80, han venido acompañadas de un “folklore” transmitido de boca en boca en las zonas afectadas.

Entre las diversas teorías elaboradas en zonas rurales, las más frecuentes consisten en asociar dichas explosiones demográficas a liberaciones masivas de roedores, incluso mejorados “genéticamente” (se ha llegado a hablar de “topiratones”) por parte de “el ICONA”, en las versiones originales, o mas recientemente, por los grupos ecologistas, en teoría, para alimentar a las aves rapaces. Aunque es evidente que estas afirmaciones carecen del más mínimo fundamento científico o racional, es la opinión dominante en un alto porcentaje de la población rural o incluso urbana, y generan a su vez un enfrentamiento directo entre el sector agrícola y el conservacionista. Por otra parte, muy posiblemente esta creencia afecta de forma importante a la percepción de la plaga por parte de los agricultores, que no la consideran como una desgracia natural (como el pedrisco, la sequía o las inundaciones), sino como un fenómeno causado artificialmente, y que por tanto tiene que ser remediada o compensada de inmediato.

Tras realizar varias entrevistas personales a ciudadanos de zonas afectadas (Villalar de los Comuneros, Casasola de Arión, Villalbarba, Autillo de Campos, San Martín de Valderaduey, Fuentes de Nava, Capillas, Boada de Campos y Revilla de Campos), la teoría de las liberaciones masivas de roedores era fuertemente defendida en la mayoría de los casos y quedaba argumentada como un recurso “conservacionista” hacia las aves rapaces, que incluso en muchos casos, también eran liberadas por los mismos grupos “ecologistas”.

Las posibles causas que explican la proliferación de este tipo de teorías son:

1. El topillo campesino ha colonizado la Submeseta Norte en los últimos 30 años.

Al tratarse de una especie de arvicolino en expansión geográfica, con claros rasgos morfológicos que lo diferencian fácilmente de otras especies de roedores más comunes hasta hace poco, como el ratón moruno (*Apodemus sylvaticus*) o el ratón de campo (*Mus mus*), se ha asociado su aparición con una introducción e incluso con una modificación genética de laboratorio de las anteriores especies.

2. El topillo campesino ha sufrido varias explosiones demográficas anteriormente desconocidas en la zona.

Estas explosiones demográficas que empezaron a ocurrir en los años 80, y no se conocían anteriormente, pueden producir la falsa sensación de una liberación masiva. Este hecho, puede estar asociado al desarrollo de la tecnología agrícola. En las últimas décadas, para mantener una explotación agrícola de cereal de invierno de secano, basta con realizar una preparación del terreno y siembra en Septiembre, y una cosecha durante Julio. Ahora que no es necesario realizar un mantenimiento periódico de la explotación, y que en muchos casos el cultivo solo se visita en un par de ocasiones, es frecuente que el incremento poblacional que experimenta el topillo campesino en inviernos suaves y primaveras lluviosas, pueda inducir a pensar en una liberación masiva.

Por observaciones realizadas por el propio autor, así como por entrevistas personales, también parece influir en la teoría de la liberación masiva el comportamiento del topillo. Al ser una especie que crea madrigueras para criar y alimentarse, es difícilmente detectable durante la primavera y verano por los agricultores, al ser la época de mayor cobertura vegetal, lo que oculta las huras. Sin embargo, tras la cosecha, el propietario observa la aparición de las colonias, lo que le induce a pensar en una liberación repentina. Además, posiblemente existe un cambio de comportamiento brusco en la población de topillos, que pasan a ser mucho más móviles y visibles cuando se alcanzan altas densidades (algo parecido a lo que ocurre con los lemmings en latitudes norteadas).

3. Determinados proyectos de conservación de fauna amenazada, se llevan a cabo introducciones, reintroducciones o reforzamientos. Puede haber prosperado la idea de las “liberaciones masivas” de roedores por extensión de este tipo de programas.

#### **1.2.4.- Efecto de los medios de comunicación sobre la población**

Durante el verano de 2007, diariamente se publicaban noticias en diversos medios de comunicación que hablaban de “una plaga bíblica”, que iba a arruinar la cosecha del mismo año. El impacto social que tuvo la noticia se basaba en generar un fuerte alarmismo social con titulares como:

**“Alerta sanitaria y ecológica ante la plaga de topillos en Castilla y León”** (El Mundo 2007a),

**“La plaga de topillos se convierte en un auténtico problema sanitario y económico en Castilla y León”** (20minutos, 2007)

**“Denuncian que una plaga de topillos contamina el agua en Castilla y León”** (El Mundo 2007b)

**“La plaga de topillos afecta ya a 50.000 hectáreas de las zonas de Campos, Pan, Toro y Benavente”** (El Norte de Castilla, 2007a).

Este tipo de titulares, provocaba un impacto mediático diario, que hablaba de pérdida de cosechas, a la vez que creaba dos posiciones enfrentadas. La postura dominante, y más difundida, la de los colectivos agrarios, que solicitaban una solución inmediata, basada en la aplicación de plaguicidas. La que menos impacto tuvo en los medios de comunicación, defendida por grupos conservacionistas y la mayor parte de los científicos, la que afirmaba que la plaga colapsaría de forma natural, que no había por el momento evidencia de grandes daños a la producción agraria.

Uno de los principales problemas, era los datos que se publicaban en las noticias, donde se encontraban valores como “500 millones de topillos han invadido más de 400.000 hectáreas” (20 minutos 2007). El problema, es que a estos datos no les acompañan las fuentes, y mucho menos se detalla que metodología se ha seguido para obtener dicha estima poblacional. En la mayor parte de los casos, se basaban en observaciones directas por parte de sectores afectados, y en extrapolaciones de las máximas densidades encontradas en alfalfas a toda la superficie agraria, pero sin quedar registrados por metodología científica que los avalase. Esta situación, daba paso de manera inmediata hacia un alarmismo por parte de colectivos agrarios, que relacionaban dicha densidad con fuertes pérdidas económicas por daños agrícolas, lo que llevaba a reclamar la aplicación de medidas urgentes de control.

### **1.2.5.- Conclusiones sobre la campaña de control**

1.- La falta de planificación ha podido suponer un elevado coste económico, que disminuye la rentabilidad que alcanzaría la productividad récord de ese mismo año (Stenseth *et al*, 2003) debido al gasto en las campañas de tratamiento. Ciertamente es que, en el caso de la plaga de Castilla y León, la mayor parte del gasto no ha sido asumida por los agricultores, sino que se ha financiado con fondos públicos.

2.- La eficacia de dichas campañas queda en entredicho al ejecutar la más agresiva de las tres en un periodo de declive natural por colapsamiento, sin valorar en ningún caso daños ambientales no deseados. Como ha ocurrido históricamente en situaciones similares, el periodo de administración del tratamiento coincide con el declive natural de las poblaciones de roedores y es por tanto innecesario (Elton 1942; Chitty 1996; Singleton *et al*.2007).

3.- La ausencia de ningún tipo de principio de precaución ha provocado graves daños en otros sectores que no estaban afectados directamente por la plaga, como es el cinegético (véase Norte de Castilla, 2008a).

4.- Se ha generado un enorme riesgo para la salud pública, al verse la JCYL forzada a prohibir el consumo de palomas por riesgo sanitario de intoxicación, y ha puesto en entredicho la eficacia de la metodología de control al aplicar cebos de amplio espectro trófico (cereal en grano). Además del riesgo que supone el libre esparcimiento de toneladas de anticoagulantes, se debe valorar detalladamente el cebo a aplicar en función de la ecología de la especie objetivo. A la hora de elegir correctamente el cebo, se debe maximizar su consumo por parte de la especie catalogada como plaga a la vez que se minimiza la disponibilidad del mismo para otras especies presentes en el área de aplicación. En este caso, el cebo principal aplicado se trataba de cereal en grano. Y la forma de aplicación o bien era superficial o bien se colocaba en el interior de tubos. Independientemente del método de aplicación, el resultado final es la administración de cientos de toneladas de semillas de cereal bañadas en anticoagulantes, fácilmente accesibles para cualquier especie granívora. Sin embargo, *Microtus arvalis* esta considerado como un herbívoro estricto.

Trabajos previos del MAPA demostraban que el grano es el cebo menos eficaz con esta especie (MAPA 1989-1996), y el experto alemán contratado por la JCYL para asesoramiento, el Dr. Jens Jacob, ha demostrado recientemente que este cebo es, además, el más atractivo para otras especies no-diana, y por tanto el menos aconsejable desde el punto de vista ambiental (Jacob & Leukers 2008).

5.- La aplicación de clorofacinona, ha podido haber beneficiado la expansión de la tularemia (*Francisella tularensis*).

6.- El diseño de estrategias eficaces, rentables y sostenibles para el manejo de estas plagas agrícolas, es clave desde una perspectiva económica, ecológica y sanitaria.

7.- Es necesario iniciar una campaña de divulgación y educación del entorno rural respecto a los orígenes y ecología de *Microtus arvalis* en Castilla y León. La proliferación de teorías “folklóricas” pone de manifiesto una clara desconexión entre el conocimiento científico y los sectores susceptibles de sufrir daños económicos. Las consecuencias de este desajuste entre el mundo académico y el rural, se manifiestan en la toma de decisiones a la hora de evaluar las medidas de control más acertadas. Esto, provoca nuevos impactos sobre el medio e incluso puede hacer más susceptibles los ecosistemas frente a nuevas explosiones demográficas al alterar la comunidad de predadores, pieza clave en el ensamblaje de muchas poblaciones en ambientes mediterráneos.

### **1.3.- Antecedentes**

#### **1.3.1.- Control de plagas de roedores con raticidas químicos**

Los plaguicidas han sido ampliamente utilizados en todo el mundo como mecanismos de control de plagas agrícolas (Berny 2007). Los efectos secundarios sobre otras especies no diana son bien conocidos en la fauna salvaje (Newton *et al.* 2000; Brakes y Smith 2005). Por tanto, la aplicación de grandes cantidades de veneno al medio debe siempre tener en cuenta la información científica de la que se dispone, del principio de precaución y de una elevada responsabilidad. Sin embargo, las decisiones tomadas en cuanto al manejo de fauna y conservación no siempre se apoyan en evidencias científicas (Pullin y Knight 2005). Este hecho, cobra gran relevancia cuando las decisiones que se toman, pueden repercutir en otras actividades económicas como la caza, o la conservación de especies amenazadas.

Los planteamientos de control, se realizan de manera atropellada y puntual, exclusivamente se aplican en momentos de plaga, sin valorar medidas preventivas, consideradas a medio-largo plazo. Dentro de estos mecanismos de control, se olvida con frecuencia el beneficio ambiental que puede ejercer un sistema con una población equilibrada de predadores, que tenga la posibilidad de ajustar sus efectivos en función de la disponibilidad de presas. Dentro de este marco, se debería evitar cualquier tipo de medida que pueda reducir o afectar negativamente a estas especies.

### 1.3.1.1.- Plaguicidas empleados en Castilla y León durante la plaga de 2007/08

**A) Clorofacinona** Anticoagulante que actúa inhibiendo la vitamina K 2,3 epoxi-reductasa y la vitamina K quinona reductasa en el hígado, lo que inhibe la carboxilación de los factores de coagulación II, VII, IX y X, fundamentales para la formación de coágulos. Se vende como un aceite o concentrado en polvo para incorporar en productos finales (cebos).

La clorofacinona, es un compuesto de riesgo relativamente bajo en la inducción de intoxicaciones secundarias, siendo relativamente menos peligrosa para las aves que para los mamíferos. (USA Environmental Protection Agency). El riesgo, dependerá de la toxicidad del compuesto, así como de la probabilidad de encontrarse el cebo envenenado. Según dicha agencia americana, para que la clorofacinona tenga un tiempo de exposición efectiva, deberá permanecer periodos de más de diez días. Estos largos periodos, incrementan por tanto el riesgo de intoxicación de otras especies.

Otro de los graves problemas de este tipo de campañas, es la metodología de aplicación y distribución del veneno. La liberación directa en el campo, mezclado con grano, por personal no cualificado, incrementa el riesgo de intoxicación de otras especies no diana. En este caso, se debería hacer un esfuerzo en la colocación del veneno en el interior de madrigueras con signos de ocupación. En la mayoría de los casos, los fabricantes aconsejan no aplicar este producto sobre grandes superficies por el riesgo de contaminación de suelos y acuíferos, y recomiendan retirar el producto sobrante una vez finalizado el periodo de tratamiento.

**B) Bromadiolona.** Antagonista de la vitamina k. Actúa en el hígado, inhibiendo la formación de k1 epoxi-reductasa, lo que impide la coagulación de la sangre y la formación de protrombina.

El empleo de este compuesto, presenta el riesgo de envenenamiento secundario de otras especies (depredadores y carroñeros) por consumo de animales expuestos al veneno. Fournier-Chambrillon *et al.* 2004, hallaron restos de bromadiolona en cuatro especies distintas de mustélidos, entre ellos el visón europeo (*Mustela lutreola*) y la nutria europea (*Lutra lutra*) presentes en Francia, recogidos desde 1990 hasta 2002.

Por tanto, el uso de anticoagulantes como raticida en plagas agrícolas tiene un elevado riesgo de afectar a especies no diana. Por otro lado, los roedores envenenados pueden dejar rastros de sangre o presentar reacciones más lentas, con lo que su riesgo de ser depredado es mayor (Murphy *et al.* 1998). Dichos cambios de comportamiento pueden ser aplicados a los depredadores, existiendo el riesgo de incrementar su vulnerabilidad frente a atropellos o depredación.

Envenenamientos secundarios de depredadores por anticoagulantes empleados como rodenticidas, cuya vía de exposición es la presa, son frecuentes, y se encuentran bien documentados en varias especies (Gray *et al.* 1994; Shore *et al.* 1996; Berny *et al.* 1997; Murphy *et al.* 1998; Stone *et al.*, 1999). El consumo continuado de roedores expuestos al veneno eleva el riesgo de intoxicación a otras especies como la lechuza común (*Tyto alba*) o el milano real (*Milvus milvus*). McDonald *et al.* (1998), encontraron restos de rodenticidas en el 30% de las comadreja (*Mustela nivalis*) analizadas en el centro y este de Inglaterra. La toxicidad de los rodenticidas para los mustélidos ha sido demostrada en pruebas de laboratorio (Grolleau 1989; McDonald 2000).

Por tanto el uso extensivo de bromadiolona y clorofacinona supone un riesgo evidente de contaminación para especies no diana. Muchos de los rodenticidas modernos tienen una vida media bastante elevada, y son bioacumulados en depredadores (McDonald 2000) La bromadiolona, tiene una vida media de 170 a 318 días (Fournier-Chambrillon *et al.* 2004).

### **1.3.2.- El papel del depredador en comunidades de micromamíferos**

El estudio de la depredación sobre ciclos regulares en poblaciones de numerosas especies de mamíferos, ha sido uno de los grandes temas desarrollados en Ecología desde principios del siglo XX, como los primeros estudios realizados por Elton (1924). Posiblemente, gran parte del interés científico se ha debido a la concordancia de estos patrones con modelos de estructura matemática simple (Lotka 1925; Volterra 1926).

Solomon (1949), estudió la respuesta numérica y funcional de un predador, valorando tasa de predación, en relación al aumento de abundancia de una presa. Holling (1959, 1965, 1966), fue pionero en las aplicaciones de esta interacción sobre los problemas de control de plagas y manejo de recursos, con lo que trato de identificar los componentes básicos de la interacción predador-presa.

A partir de esta base, se empezó a profundizar sobre la respuesta de los predadores a las variaciones en la densidad de las presas, concretamente con la teoría del forrajeo óptimo (Emlen 1966; MacArthur y Pianka 1966, Valverde 1967). Esta teoría, considera que la selección natural favorece el desarrollo de preferencias alimentarias que por su dirección, intensidad y fisiología de una especie, maximice la energía neta entrante, por unidad de tiempo e individuo de la especie.

A partir de la década de los '70, comienza a profundizarse sobre la importancia de la depredación como factor estructurador de las comunidades. Se trató de evaluar la relación depredador-presa, sus efectos sobre la abundancia de las presas y sus competidores. Según esta teoría, al disminuir la intensidad de la competencia interespecífica, la depredación es un factor promotor de diversidad de especies de la comunidad (Menge y Sutherland 1976).

Los depredadores influyen en la ecología de las especies-presa, incrementando la mortalidad y alterando el comportamiento (Boonstra *et al.* 1998; Lima 1998). Existen claras diferencias en el comportamiento antipredación frente a carnívoros terrestres o frente a rapaces. Las respuestas demográficas de las poblaciones de micromamíferos varían, frente a diferentes tipos de predadores, lo que indica la importancia de la depredación frente a la ecología de las especies. Estas respuestas antipredadores, dependen del tipo de carnívoro. En presencia de rapaces, las presas pueden buscar zonas con una mayor cobertura vegetal (Kotler *et al.* 1991), sin embargo, ante carnívoros terrestres, la tendencia se invierte al buscar espacios más abiertos (Korpimäki *et al.* 1996). Un análisis teórico realizado por Lima (1992) sugiere que la respuesta de las presas a la presencia de múltiples predadores puede variar considerablemente frente al comportamiento que se manifiesta en un sistema con un solo depredador.

El comportamiento antipredadores ha sido estudiado según la selección de hábitat determinado frente al riesgo de depredación, como los parches de vegetación en desiertos (Brown *et al.* 1992) o mosaicos agrícolas (Ylönen *et al.* 2002).

Las estrategias de las presas empleadas para evitar la depredación frente a una especie concreta, pueden facilitar el consumo de la presa por parte de otro depredador. En algunos experimentos, en los que se estudiaba el comportamiento de algunas especies de topillos frente a la presencia de depredadores, se han observado alteraciones en el comportamiento. El incremento de comadrejas, al aumentar la disponibilidad de áreas refugio (cajas cría y acumulaciones de rocas) aumento la actividad nocturna de los topillos para evitar a las comadrejas (de mayor actividad diurna) (Jedrzejewski *et al.* 2000; Sundell *et al.* 2000; Brandt y Lambin 2005). Las comadrejas, disminuyen su actividad nocturna para evitar la predación por las rapaces nocturnas. Sin embargo, esta alteración en el comportamiento de los topillos, facilita la predación por parte de las rapaces nocturnas.

#### 1.3.2.1.-Hipótesis de la depredación como mecanismo de control

La hipótesis del depredador como la clave en las fluctuaciones poblacionales de numerosas especies de arvicolidos, se ha valorado en diferentes tipos de estudios. A menudo las fluctuaciones cíclicas de micromamíferos han sido explicadas como un resultado de las interacciones con depredadores especialistas (relación lenta y retrasada) (Henttonen *et al.* 1987), mientras que la relación con depredadores generalistas se relacionaba con fluctuaciones no cíclicas, debido a una relación rápida y directa entre predador-presa.

Independientemente de diferenciar entre generalistas o especialista, el papel de los depredadores sobre las densidades de arvicolidos ha quedado perfectamente documentado en numerosos estudios, tanto sobre poblaciones cíclicas como no cíclicas (Erlinge *et al.* 1984; Korpimäki y Norrdahl 1998). Algunos estudios han evaluado a su vez el papel que tienen las aves rapaces consideradas nómadas sobre la sincronía de los ciclos de los roedores (Korpimäki 1986; Korpimäki y Norrdahl 1989).

### A) Depredadores generalistas

La presencia de depredadores generalistas dirige la población hacia fluctuaciones anuales (Korpimäki *et al.* 2002), irregulares (Oksanen y Henttonen 1996) o hacia la estabilidad (Klemola *et al.* 2003). Estas comunidades de predadores, presentan una respuesta muy rápida a cambios en las densidades poblacionales de los topillos. Las razones que explican como los depredadores generalistas pueden dirigir fluctuaciones demográficas hacia la estabilidad se debe a:

- Una mayor abundancia y diversidad de predadores con un espectro trófico más amplio, permite mantener las poblaciones en niveles óptimos en el caso de una drástica reducción de la presa principal.
- La heterogeneidad de hábitats que pueden provocar la dispersión de los topillos puede incrementar la accesibilidad de los predadores. Las fluctuaciones cíclicas observadas en algunas poblaciones de micromamíferos quedan restringidas a áreas donde la heterogeneidad del hábitat es baja. (Hansson y Henttonen 1985; Hanski 1987).

### B) Depredadores especialistas

La depredación por especialistas puede provocar fluctuaciones cíclicas (Hanski 1991; Korpimäki y Norrdahl 1998). Estas oscilaciones, se deben a un reajuste continuo en las poblaciones de predador-presa, por una relación denso-dependiente. El retardo observado en la respuesta numérica de las comadrejas (*Mustela nivalis*) frente al comportamiento cíclico de las presas, así como un gradiente geográfico relativo al impacto de depredadores especialistas y generalistas en las poblaciones de micromamíferos, son responsables de la existencia de un gradiente de ciclicidad. (Hansson 1987; Hanski, Hansson y Henttonen 1991; Norrdahl y Korpimäki 1995; Turchin & Hanski 1997).

En regiones europeas más septentrionales, los principales depredadores de topillos están considerados más especialistas, frente a las comunidades de depredadores de la Península Ibérica considerados como generalistas, o como especialistas en otra presa muy diferente, el conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus*). Este cambio no debe ser entendido estrictamente como una variación en las comunidades de depredadores, sino que puede ser debido a un cambio en el comportamiento del predador. Como mencionan Fargallo et al. (2009) el cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) en el norte de Europa se considera como un depredador especialista en roedores de comportamiento nómada, mientras que en el sur la especie se comporta como residente y/o nómada y de hábitos alimenticios generalistas.

Como en el ejemplo anterior, el debate generalista - especialista también queda en entredicho al evaluar diferentes poblaciones de mustélidos. Oli (2003), llevo a cabo una reducción experimental de comadrejas (*Mustela nivalis*) en el bosque de Kielder, concluyendo que este depredador no influía en el funcionamiento de la dinámica poblacional de *Microtus agrestis*. Sin embargo, otros autores han criticado duramente este trabajo y la consistencia de sus conclusiones. Entre las razones que argumentaban destacaban el error que supone extender las conclusiones de un estudio en una región concreta a cualquier lugar donde se hayan detectado fluctuaciones cíclicas de topillos (Korpimäki et al. 2003). Este debate se debe principalmente a las diferencias de hábitat. En un ecosistema forestal, las comadrejas tienen una gran accesibilidad a diferentes recursos tróficos, con lo que la disminución en la densidad de *Microtus agrestis* es compensada con la depredación sobre otras especies (comportamiento generalista). Sin embargo, en los estudios realizados por Korpimäki en ecosistemas de tundra boreal, los recursos tróficos para las depredadores son menores, con lo que la comadreja esta muy ligada a las poblaciones de su presa principal (comportamiento especialista).

Por tanto, antes de etiquetar a un depredador, se deberá atender a las características de la red trófica en su hábitat, y en función de esta, se podrá pronosticar el efecto que tendrá sobre la dinámica poblacional de los arvicolidos.

## **1.4.- Objetivo del proyecto**

Desarrollar estrategias alternativas al uso tradicional del veneno como método de control de plagas de roedores, mediante la gestión de sus depredadores naturales en campos agrícolas de Castilla y León.

### **1.4.1. Objetivos específicos**

- Aumentar la densidad de rapaces depredadoras de *M.arvalis* como cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), lechuza común (*Tyto alba*) y búho chico (*Asio otus*) actuando sobre un factor clave que limita sus poblaciones en medios deforestados, como es la escasez de sustratos de nidificación.
- Analizar las consecuencias ecológicas del incremento de depredadores sobre poblaciones de otras presas potenciales, como Passeriformes, Reptiles y Ortópteros.
- Facilitar la colonización del entorno por parte de carnívoros terrestres (concretamente *Mustela nivalis*) al crear áreas de refugio y corredores mediante la implantación de una cubierta vegetal leñosa autóctona en lindes y parcelas agrícolas.
- Reforzar las poblaciones de cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) y lechuza común (*Tyto alba*) a partir de la introducción de ejemplares criados o rehabilitados en las instalaciones de GREFA.
- Evaluar la eficacia de este tipo de medidas como sistema de regulación de las poblaciones de topillo campesino, y por tanto como técnica de control ecológico de plagas, con un diseño de monitorización demográfica en áreas experimentales y control.
- Realizar campañas de sensibilización y educación ambiental a colegios, colectivos agrarios y cinegéticos de las tres zonas de actuación y municipios cercanos respecto a los bienes y servicios que otorgan los ecosistemas en buen estado de conservación.

### 1.4.2 Objetivos del *Practicum* y actividades realizadas

La presente memoria forma parte de la realización del *practicum*, que consta de 30 créditos ECTS. El *practicum* se ha llevado a cabo en la empresa GREFA (Grupo de Rehabilitación de Fauna Autóctona y su Hábitat).

Entre las funciones que desarrolla GREFA, sus objetivos principales son los de promover, alentar y asegurar en España la conservación de la fauna y de la flora, de los paisajes, de las aguas, de los suelos y de los demás recursos naturales. Su fin primordial es el de la rehabilitación de la fauna, en especial de la fauna autóctona amenazada de extinción y de los espacios donde habitan. A su vez, la educación ambiental es uno de los pilares básicos en la actividad de la Asociación estando presente en la mayoría de los programas.

Con motivo del convenio establecido entre GREFA (Grupo de Rehabilitación de Fauna Autóctona y su Hábitat) y UAH (Universidad de Alcalá de Henares) he realizado en esta entidad las prácticas de Fin de Master, así como el *Practicum*, a partir de un proyecto iniciado durante la campaña 2009.

Entre las tareas que he realizado destacan:

- Desarrollo de un proyecto basado en la aplicación de medidas para evitar daños agrícolas por el topillo campesino (*Microtus arvalis*) en Castilla y León. El diseño y estilo de este programa se han basado en proponer medidas alternativas al control de roedores utilizando rodenticidas de origen químico. Durante el diseño del proyecto, he evaluado los riesgos de la aplicación de anticoagulantes como medida de control de plagas mediante investigación bibliográfica y consultas a diferentes investigadores, así como por entrevistas personales en las zonas de actuación a agricultores y ganaderos.
- Para desarrollar la propuesta final, he realizado aportaciones al diseño y ejecución de las medidas adoptadas mediante la consulta de artículos académicos que sugieran el control de predadores como mecanismo de control de roedores.

- He participado en la redacción de la memoria técnica, en todos los apartados desarrollados en la misma y en la presentación a concursos para obtener financiación al programa.
- Una vez que el proyecto ha sido aprobado por la Fundación Biodiversidad, he contactado con ayuntamientos y propietarios en las zonas de actuación para solicitar las autorizaciones a la ejecución de las medidas propuestas.
- En colaboración con el IREC (Instituto de Investigación de Recursos Cinegéticos) he diseñado el protocolo y programa para la construcción y colocación de las cajas nido de *Falco tinnunculus* y *Tyto alba*.
- A si mismo, me he encargado de la monitorización de las cajas-nido, seguimiento de las parejas reproductoras, realización de transectos y estaciones de observación para estimas poblacionales en las zonas de estudio. Dentro de este apartado, el objetivo es estudiar los efectos que suponen los incrementos en la abundancia de dos predadores sobre la estructura y abundancia de sus presas potenciales en tres zonas de actuación. Para ello, he construido una base cartográfica (formato .mxd) sobre la que proyectar espacialmente las actuaciones realizadas.
- He diseñado el plan de revegetación de linderas que se ha desarrollado como medida enfocada a incrementar las poblaciones de *Mustela nivalis*

Hasta la fecha, he invertido más de 1440 horas de trabajo dedicadas al proyecto, entre trabajo de campo, investigación bibliográfica, reuniones y entrevistas con sectores afectados por la plaga, así como en el diseño y elaboración de material divulgativo asociado al proyecto (manuales y pagina web).

El presente documento, es una memoria de carácter técnico que engloba todas las actuaciones que han comenzado ha realizarse desde Abril de 2009 y cuyo periodo de ejecución finalizará en Agosto de 2011. Por tanto, esta enfocada en un marco profesionalizante, dentro de la oferta del Master Oficial de Restauración de Ecosistemas.

## 2.- LOCALIZACIÓN

El proyecto, se va a desarrollar en tres localidades diferentes de Castilla y León

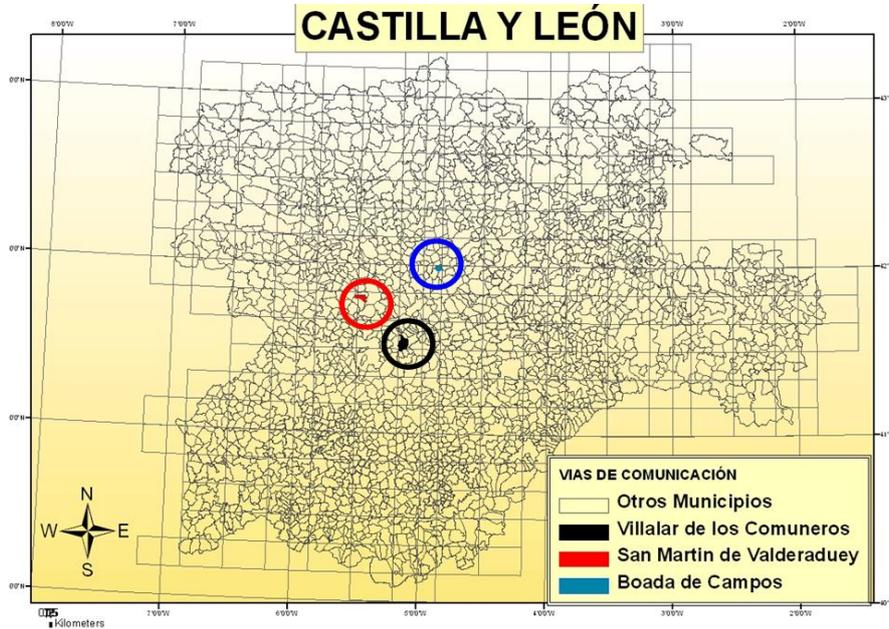
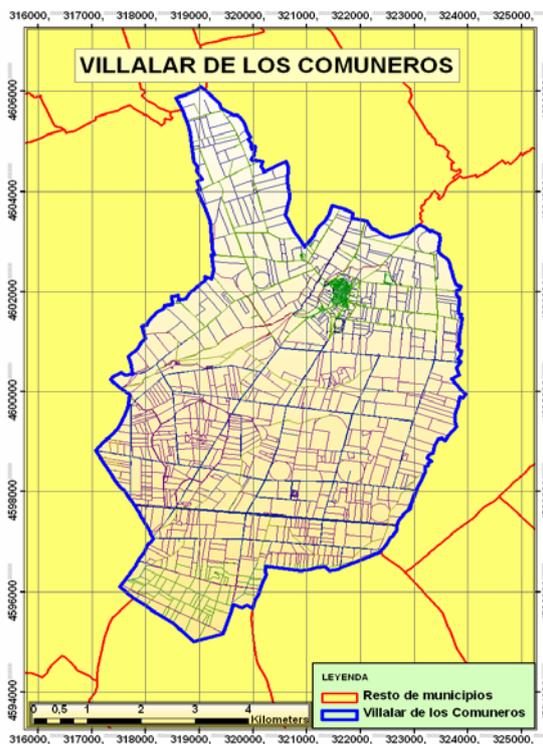


Fig. 1: Localización de las zonas de actuación. Se señalan los términos municipales



La primera de las zonas de actuación, (ZONA A) corresponde a Villalar de los Comuneros. Este municipio, cuya superficie es de 43 Km<sup>2</sup>, se sitúa en la parte suroeste de la provincia de Valladolid cerca de la provincia de Zamora y a pocos más de 14 Km. de Tordesillas a orillas del río Hornija. Queda entre tres vías de comunicación, la autovía del noroeste, A-6, y la autovía Zamora Tordesillas, A-11 y su paralela N-122. Esta comarca denominada Tierra de Pinares, esta constituida por terrenos de llanura, con altitudes comprendidas entre 650m y 900m.

Fig. 2: Mapa parcelario de Villalar de los Comuneros

Es una zona eminentemente cerealista, desarrollada sobre suelos de llanura o de “campiña” característicos de esta comarca, constituidos por arenas y arcillas miocénicas. Sobre las zonas más arenosas, se han implantado generalmente pequeños bosquetes de *Pinus pinea* orientados a la explotación forestal, aunque también se desarrollan cultivos cerealistas. El municipio se sitúa en el piso supramediterráneo, provincia castellano-maestrazgo-manchega. A excepción de las manchas de pino, la vegetación leñosa es escasa, quedando reducida a pies aislados de *Retama sphaerocarpa* y *Rosa canina* fundamentalmente. En las últimas décadas, el municipio ha experimentado una modernización agrícola al aumentar la superficie de cultivos de regadío fundamentalmente de alfalfa (*Medicago sativa*), maíz (*Zea mays*). Presenta un ombroclima seco.

La segunda zona de actuación (ZONA B), es el municipio de San Martín de Valderaduey, situada en el noreste de la provincia de Zamora. Esta zona, se encuentra en la Comarca de Tierra de Campos, dentro de la Reserva Natural de las lagunas de Villafáfila. Se caracteriza por ser una basta penillanura cerealista con suaves ondulaciones, donde predominan los cultivos de cereal y la vegetación leñosa es prácticamente inexistente. Incluida en Tierra de Campos, comprende el cuadrante nororiental de la provincia de Zamora. Los cultivos, ocupan la práctica totalidad de la superficie, destacando cereales (trigo, cebada y avena). También destaca la alfalfa así como algunas zonas de pastizal natural sometido a aprovechamientos ganaderos.

La tercera zona de actuación (ZONA C), se localiza en Palencia, en el entorno de la ZEPA de La Nava- Campos Norte y Sur

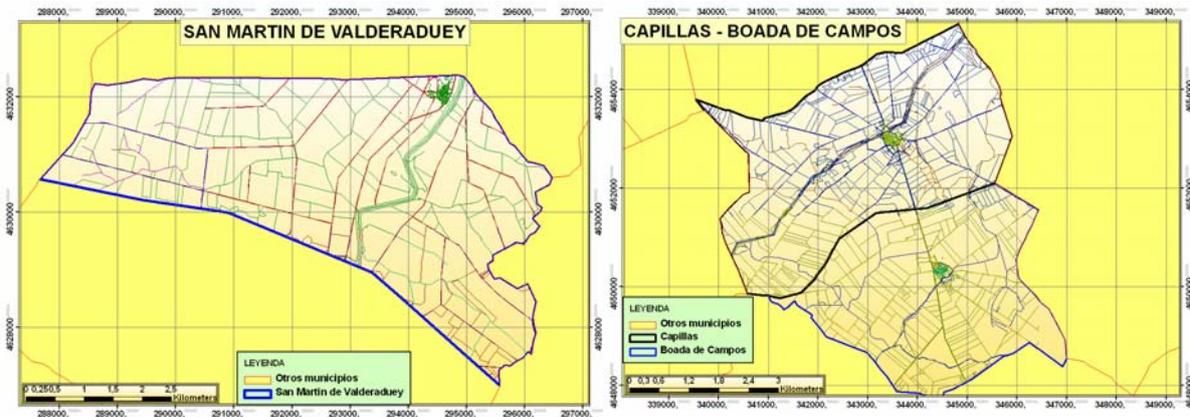


Fig. 3: Mapa parcelario de San Martín de Valderaduey (izq.) y Boada de Campos – Capillas (dcha.)

Se trata de los municipios de **Boada de Campos** y **Capillas**. Quedan ubicados al Suroeste de la provincia de Palencia, en una zona de llano suavemente ondulado perteneciente a la campiña de Tierra de Campos, en la unidad territorial del mismo nombre, que abarca territorios de las provincias de Palencia, Valladolid y León. El borde oeste del núcleo está formado por la carretera entre Ampudia y Villarramiel, dos de los núcleos principales de Tierra de Campos. Aproximadamente a un kilómetro al sur del núcleo, de esta carretera parte una desviación hacia Meneses de Campos, al SW. Se sitúan en el suroeste de la provincia palentina, en plena Tierra de Campos. El Espacio es una extensa llanura cerealista caracterizada por un relieve llano o ligeramente ondulado donde la superficie arbolada ha quedado reducida prácticamente a la vegetación riparia asociada al Canal de Castilla. Entre los cultivos de secano predominan la cebada el girasol y el lino. El regadío se dedica a remolacha, alfalfa y maíz.

### **3.- ACTIVIDADES PROPUESTAS**

#### **3.1.- Breve resumen descriptivo del proyecto**

Se propone el desarrollo experimental y evaluación de una serie de medidas encaminadas a disminuir los efectos de la plaga de topillo campesino (*Microtus arvalis*) en campos agrícolas y pastos mediterráneos de la Península Ibérica. Para ello, se van a estudiar los efectos de dichas acciones sobre su dinámica poblacional, con el objeto de evaluar si pueden ser aplicables a mayor escala para regular la abundancia de esta especie, y ser así usadas como control ecológico de plagas.

Para alcanzar este objetivo, se va a favorecer la presencia de depredadores, tanto aves rapaces como carnívoros terrestres, facilitando la colonización natural y reforzando poblaciones a partir de la liberación de ejemplares de lechuza común (*Tyto alba*) y cernícalo vulgar (*Falco tinunculus*) criados en cautividad o rehabilitados en las instalaciones de GREFA (Grupo de Recuperación de Fauna Autóctona y su Hábitat).

Respecto a la colonización natural, para las aves rapaces, se incrementará el sustrato de nidificación junto con un minucioso proceso de monitorización y evaluación de las acciones ejecutadas. A su vez, para potenciar las poblaciones de carnívoros, se desarrollará un complejo proceso de mejora de hábitats generando áreas de refugio y corredores mediante la implantación de una cubierta leñosa de especies autóctonas. Consistirá en el desarrollo de lindes con un estrato arbustivo de alta densidad, así como una red de “bosquetes-isla” compatible con las explotaciones agrícolas y las actividades cinegéticas.

### **3.2.- Resultados esperados**

- 1.- Incremento de las poblaciones de cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), lechuza común (*Tyto alba*) y búho chico (*Asio otus*), gracias a la provisión de sustrato de nidificación y reforzamientos poblacionales.
- 2.- Incremento de la densidad de poblaciones de carnívoros terrestres de mediano y pequeño tamaño al generar áreas refugio, corredores y fuentes de recursos tróficos mediante las acciones de revegetación de lindes e islas de matorral.
- 3.- Reducción en la abundancia de topillo campesino en aquellas zonas influidas por el incremento experimental de predadores. Predecimos una estabilización de las poblaciones, con reducción en las fluctuaciones demográficas interanuales, y por tanto la reducción de los máximos demográficos que llegan a constituir plagas agrarias.
- 4.- Mediante las campañas de divulgación del proyecto, se pretende evitar el uso del veneno como medio para controlar las explosiones demográficas de roedores, en base a los riesgos ecológicos y sanitarios asociados a la aplicación de rodenticidas en grandes superficies agrarias.
- 5.- El incremento de aves rapaces especialistas en la captura de topillo campesino mostrará diferencias significativas según el método empleado, diferenciándose entre reforzamientos a partir de ejemplares criados en cautividad frente a la colonización natural por incremento del sustrato de nidificación.

### **3.3 Actividades a desarrollar**

#### **3.3.1.-Incremento de las poblaciones de cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), lechuza común (*Tyto alba*) y búho chico (*Asio otus*)**

##### **3.3.1.1.- Diagnóstico, inventariado ambiental de rapaces y seguimiento.**

Se realizarán muestreos en las zonas de actuación. El objetivo, es identificar que especies de aves rapaces están presentes en el municipio y áreas colindantes. A su vez, se estudiará su abundancia y se cartografiarán los nidos utilizados, así como otras plataformas presentes en sus territorios. Paralelamente a este trabajo, se identificarán territorios y áreas de caza. De esta manera, se determinarán las condiciones iniciales de partida, sobre las que evaluar los efectos de las actuaciones previstas realizando un seguimiento posterior de las comunidades de aves rapaces diurnas.

Fases:

Fase 1: Para ello, se realizará un estudio previo de presencia/ausencia de las rapaces y estimas poblacionales mediante índices kilométricos de abundancia realizados en transectos a vehículo, así como en observaciones directas desde estaciones fijas durante periodos de muestreo constantes.

Fase 2: Localización de nidos y zonas potenciales de nidificación. Mediante visitas a masas forestales próximas a la zona de estudio. A su vez, se cartografiarán zonas potenciales de nidificación como edificios abandonados o cobertizos.

Fase 3: Elaboración de la cartografía en formato digital, en la que se recogerá toda la información obtenida en las dos primeras fases.

Fase 4: Seguimiento periódico, mediante censos de aves rapaces diurnas, haciendo especial hincapié en el cernícalo vulgar. El objetivo, es estudiar cambios etológicos en la especie (considerada como nómada) debido a la superabundancia de presas (micromamíferos). El trabajo, se realizará mediante muestreos periódicos que permitan estimar la abundancia de cernícalos, para relacionarlo posteriormente con la densidad de topillos y con la disponibilidad de sustrato de nidificación.

### 3.3.1.2.- Medios humanos previstos

**Un biólogo:** Responsable de los censos, seguimiento de poblaciones, elaboración de informes y cartografía en formato digital (.mxd), con plataformas GIS, para las tres zonas de actuación. Será el coordinador de los voluntarios.

**4-6 voluntarios:** Recibirán un curso previo impartido en GREFA sobre metodología de censo, identificación de especies y estadística básica aplicada a la ornitología. El perfil requerido es estudiantes de licenciaturas en ciencias ambientales o módulos relacionados con el medio ambiente. Colaborarán en los trabajos de seguimiento. El objetivo es la formación de profesionales en la conservación y gestión de especies autóctonas, completando su desarrollo académico.

### 3.3.1.3.- Productos finales

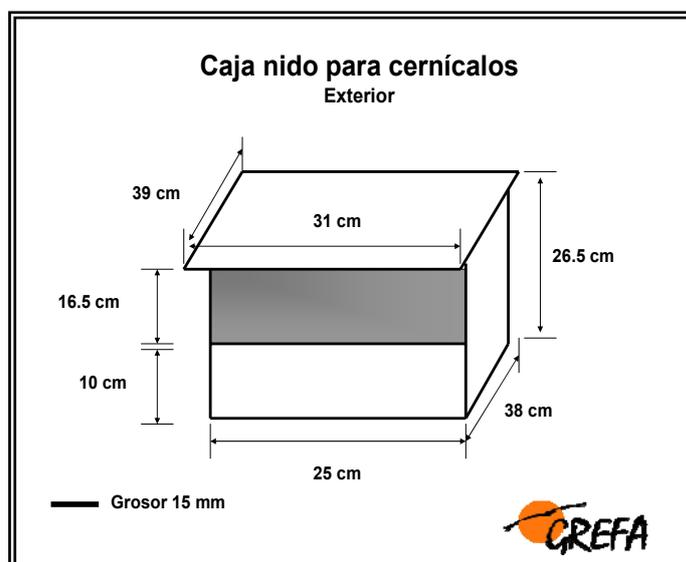
- **Informe técnico de diagnóstico, inventario y seguimiento** de aves rapaces en las zonas de actuación

- **Cartografía digital**, que contemplará zonas de nidificación de rapaces y territorios de caza, para las distintas rapaces diurnas. Se diseñará en formato .mxd compatible con ArcGis 9.2

### 3.3.2.-Incremento del sustrato de nidificación de cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) y lechuza común (*Tyto alba*)

Para esta actuación, se construirán un total de 300 cajas nido en dos modelos.

Fig. 7 Modelo caja-nido para cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*)



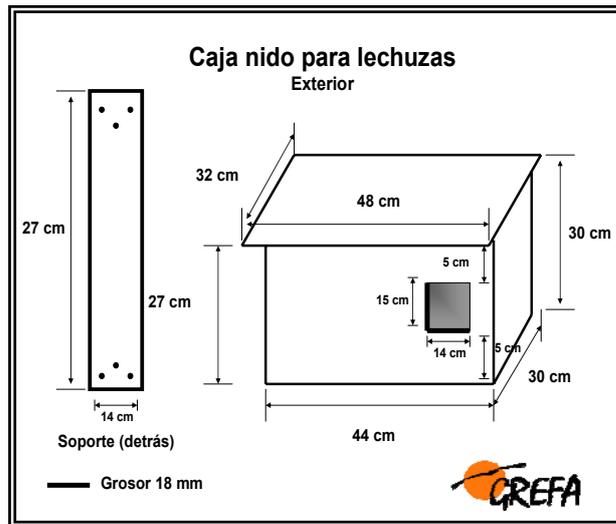


Fig. 8 Modelo caja nido para lechuza común (*Tyto alba*)

Se colocarán cajas nido en diferentes soportes, principalmente postes de madera de 4 m de altura en los límites de parcelas de cultivo, con la autorización de los propietarios. También se contempla la utilización de apoyos eléctricos y cobertizos siempre y cuando exista una autorización previa y escrita de los propietarios. El 75 % de las cajas se colocarán sobre postes construidos e instalados para la colocación de nidales.

Se seleccionarán diferentes usos del suelo (campos de cultivo de secano, regadío y zonas no cultivadas), de manera que se pueda evaluar posteriormente los efectos sobre las poblaciones de *M.arvalis*.

La colocación de cajas en apoyos eléctricos, se realizará tras obtener los permisos de los propietarios y compañías eléctricas correspondientes, y respetando la funcionalidad de dicho apoyo respecto al transporte de energía eléctrica. Los tendidos además, se seleccionarán según los siguientes criterios:

1. Que los apoyos sean de líneas de baja o media tensión
2. Que la línea discorra por zonas desarboladas, en las que por tanto, no existan huecos de nidificación.

3. Que los apoyos sean de soporte de hormigón y alineación, desestimando apoyos de amarre, derivación o centros de transformación por existir mayor riesgo de electrocución para las aves.
4. Los apoyos no estarán próximos a infraestructuras urbanas (500 m) como granjas o similares con disponibilidad de huecos para nidificar.
5. Las líneas deberán discurrir en hábitats óptimos para las especies objetivo.

Una vez seleccionadas las líneas, se realizarán las gestiones pertinentes para obtener los permisos para la colocación de las cajas nido.

Los trabajos de seguimiento, constarán de las siguientes fases:

- Revisión del estado de las cajas (Enero-Febrero), para evaluar su estado y colocar una capa de arena de 1,5 cm para facilitar la nidificación, evitando el desplazamiento de los huevos.
- Revisión entre Abril-Mayo de la ocupación de las cajas, determinar el tamaño de las puestas y evaluar incidencias.
- Anillamiento de los pollos con anillas de PVC durante Junio-Julio.
- La ubicación de las cajas se georreferenciará utilizando un GPS

#### 3.3.2.1.- Medios humanos previstos

- **Un biólogo**, responsable del seguimiento durante la época de cría en los tres municipios. Elaborará los informes correspondientes y se encargará de la colocación de cajas en apoyos eléctricos y cobertizos.
- **Dos peones** se encargarán de la colocación de postes y del mantenimiento anual.
- **4-6 voluntarios:** Recibirán un curso previo impartido en GREFA sobre metodología de censo, identificación de especies y estadística básica aplicada a la ornitología. El perfil requerido es estudiantes de licenciaturas en ciencias ambientales o módulos relacionados con el medio ambiente. Colaborarán en los trabajos de seguimiento.

### 3.3.2.2.- Productos finales

Informe técnico de resultados de colocación de cajas nido en tendidos eléctricos y otros emplazamientos.

### 3.3.2.3.- Actuaciones realizadas hasta la fecha

Fase 1: Abril 2009

Colocación de 120 cajas nido en las tres zonas de actuación, utilizando una proporción equitativa de ambos modelos de caja-nido.



**Fig. 9:** Localización de las cajas nido de cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) y lechuza común (*Tyto alba*) colocadas en la 1ª Fase en los municipios de Boada de Campos y Capillas (Palencia).

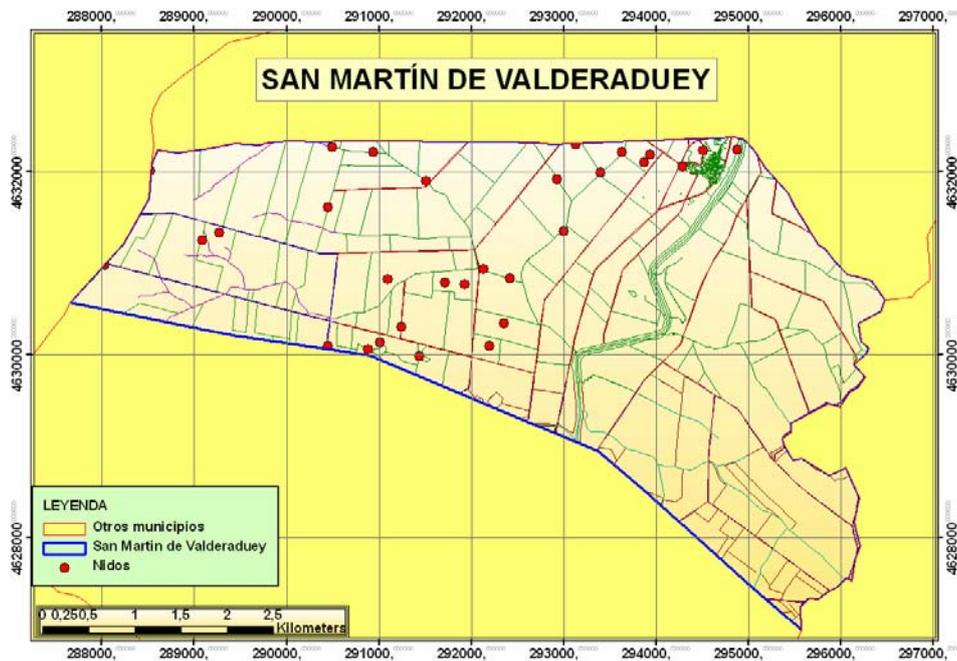


Fig. 10: Localización de las cajas nido de cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) y lechuza común (*Tyto alba*) colocadas en la 1º Fase en el municipio de San Martín de Valderaduey (Zamora)

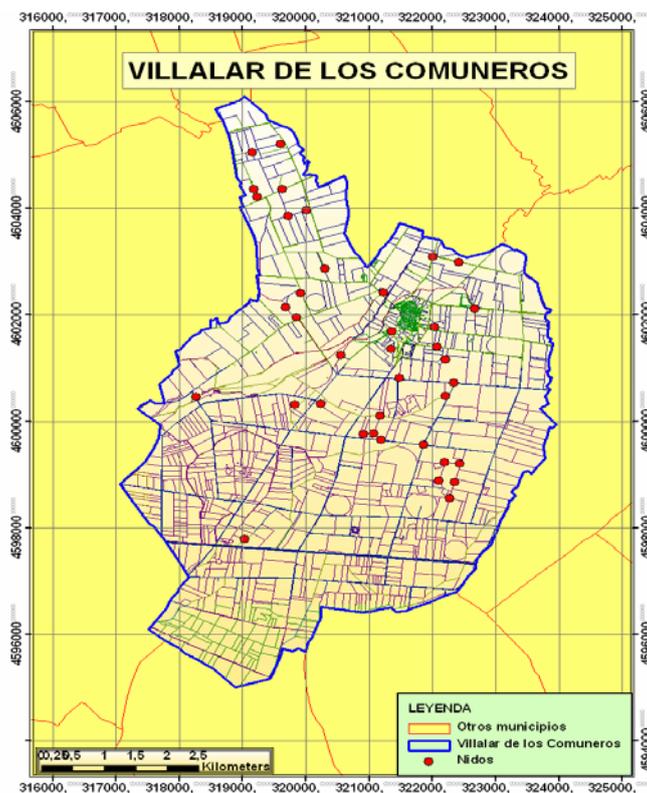


Fig. 9: Localización de las cajas nido de cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) y lechuza común (*Tyto alba*) colocadas en la 1º Fase en el municipio de Villalar de los Comuneros (Valladolid).

Fase 2: Enero - Febrero 2010

Para completar el desarrollo de la actividad, se colocarán 180 nuevas cajas-nido sobre poste entre las tres zonas, alcanzando una abundancia de 100 cajas-nido por zona (50 de cada modelo). La densidad final resultante será de 50 cajas/1000 ha.

### **3.3.3.-Incremento del sustrato de nidificación de búho chico (*Asio otus*)**

Se instalarán 30 cestas-nido en masas forestales de pino carrasco (*Pinus halepensis*) en Villalar de los Comuneros.

#### **3.3.3.1 Medios humanos previstos**

- **Un biólogo**, responsable del seguimiento durante la época de cría. Elaborarán los informes correspondientes y se encargarán de la colocación de las cestas nido.

Los resultados se publicarán como anexo al informe del punto anterior.

### **3.3.4.-Reforzamientos poblacionales de cernícalo vulgar (*Falco tinninculus*) y lechuza común (*Tyto alba*)**

A partir de ejemplares criados en cautividad o rehabilitados en las instalaciones de GREFA, se llevará a cabo la liberación de los mismos mediante la técnica de hacking o crianza campestre. Este método de liberación facilitada se basa en la suelta de ejemplares de entre 20-25 días de edad, con lo que se requiere la alimentación diaria de los mismos y el continuo control. Además, durante las semanas posteriores a sus primeros vuelos, dichos ejemplares requieren de alimentación suplementaria para incrementar la supervivencia de los mismos.

Todos los ejemplares liberados podrán ser identificados gracias al marcaje con anillas de PVC. Todos ellos, serán monitorizados mediante técnicas de radio seguimiento, ya que se les colocarán transmisores que permitirán evaluar su supervivencia, así como determinar las principales zonas de caza y patrones de distribución.

Para llevar a cabo esta acción, se construirán dos instalaciones de hacking o crianza campestre diseñadas para cernícalo vulgar (*Falco tinninculus*). A su vez, se modificarán cinco cajas nido adaptándolas para introducir ejemplares de lechuza común (*Tyto alba*) criados en cautividad.

Para garantizar la disponibilidad de ejemplares, se solicitarán individuos a distintos centros de recuperación y cría en cautividad para tratar de introducir entre 15 y 25 pollos en edad de hacking cada año (durante dos temporadas)

#### 3.3.4.1 Medios humanos previstos

- **Veterinario:** Responsable del control veterinario periódico de las parejas reproductoras, pollos y ejemplares que ingresen en el centro susceptibles de ser liberados en Villalar de los Comuneros para este proyecto.
- **Rehabilitador/ Fisioterapeuta:** Cuyas funciones consistirán en la rehabilitación de ejemplares heridos aptos para la liberación en Villalar de los Comuneros.
- **Biólogo:** Encargado de la cría en cautividad. Las tareas que realizará consistirán fundamentalmente en la alimentación, manejo de individuos, seguimiento durante el periodo de cría, incubación y control de las puestas.
- **Biólogo:** Responsable de la introducción de los ejemplares en la zona de actuación. Será el encargado de la alimentación y seguimiento de los ejemplares introducidos, así como de la redacción de informes técnicos de valoración de resultados.
- **4-6 voluntarios:** Participarán en las actividades diarias del centro de recuperación y del centro de cría en cautividad de GREFA. Su labor quedará segregada a su perfil profesional, abarcando desde trabajo de enfermería, a tareas de rehabilitación de fauna y cría en cautividad.
- **Personal de apoyo:** Mediante la contratación de personal empadronado en Villalar de los Comuneros. Su función consistirá en la alimentación y seguimiento de los ejemplares introducidos durante el periodo de hacking. Recibirán formación específica por parte de GREFA, respecto a la biología de las especies, desarrollo de la técnica de crianza campestre o beneficios ambientales del programa.

### **3.3.5.- Seguimiento de las poblaciones de topillo campesino en la zona de estudio.**

Este apartado, se basa en la realización de estudios demográficos de *M.arvalis*. A partir de ellos se podrá evaluar el efecto de las medidas de control que se proponen en este proyecto.

Para estudiar la incidencia de la alteración experimental en la densidad de depredadores sobre las poblaciones de topillo campesino (*M.arvalis*), se van a realizar tres trampeos anuales para cada una de las tres zonas de actuación (**ZONA A, B y C**), y áreas control asociadas, con similar hábitat, y localizadas a una distancia mínima de 4 kilómetros. Dichos trampeos, se llevarán a cabo durante días soleados, excluyendo periodos de lluvias o nieves, para evitar la muerte de los micromamíferos capturados.

Los trampeos, se llevarán a cabo utilizando trescientas trampas Sherman de capturas de micromamíferos en vivo, con cebo de reclamo. Dichas trampas, se dispondrán en lindes de caminos, en parcelas agrarias de alfalfa y cereal, y en áreas con vegetación natural (barbechos viejos, pastizales, perdidos, etc.).

Los micromamíferos capturados, serán marcados y liberados para estudiar posteriormente tamaños poblacionales a partir de las recapturas.

La distribución de las trampas en el espacio, se realizará atendiendo a las acciones realizadas de incremento de predadores, de modo que se podrá evaluar posteriormente la influencia de este tipo de intervenciones sobre el control de plagas, concretamente sobre la plaga de topillo campesino (*M.arvalis*).

#### **3.3.5.1.- Medios humanos previstos**

- **Especialista** en trapeo de micromamíferos: Diseñará la metodología de captura y realizará tareas de coordinación.
- **Tres técnicos de apoyo (Biólogos)**: Participarán durante todo el periodo de capturas, colocación de trampas, seguimiento, y recopilación de datos.

Como material necesario, se emplearán **300 trampas Sherman** de captura en vivo.

### **3.3.6.- Creación de islas de matorral y lindes leñosos en Villalar de los Comuneros.**

#### **3.3.6.1.-Revegetación de lindes con un estrato arbustivo**

Revegetación de pastizales y campos agrícolas para incrementar la complejidad estructural del hábitat con especies arbustivas y arbóreas supramediterráneas y mesomediterráneas.

El objetivo es crear corredores para la fauna, mejorando la conectividad entre las masas forestales más desarrolladas. A su vez, este tipo de acciones repercuten positivamente en los campos agrícolas. El efecto cortavientos disminuye el riesgo de heladas.

Las características de este apartado se plantean bajo una adecuada selección de especies vegetales, según las características ambientales de la zona, así como por los objetivos del proyecto. Para definir correctamente la proporción de especies a introducir, se realizarán análisis edafológicos que revelen las características de los suelos en la zona de actuación.

Todas las labores de revegetación se ejecutarán mediante la contratación de peones especialistas residentes en Villalar de los Comuneros. Su función será la de la implantación de las diferentes especies y mantenimiento de las actuaciones mediante escardas o riegos. Para llevar a cabo estas tareas, serán formados por personal de GREFA, sobre las principales técnicas de reforestación, mantenimiento y beneficios ambientales que pueden aportar las lindes leñosas a medio plazo en campos de cultivo.

De esta forma, se formará personal cualificado en actividades forestales, a la vez que se favorece el interés social por este programa. Dentro de las acciones, se contempla la recolección de material vegetativo de especies riparias (chopos y sauces), que se distribuirá por las riberas de arroyos y canales de drenaje mediante la técnica del estaquillado.

Los criterios que justifican la revegetación de márgenes de parcelas de cultivo son las siguientes:

- Parcelas con una elevada simplificación de hábitats
- Parcelas de cultivo sin cobertura vegetal en los márgenes
- Baja diversidad biológica, complejidad estructural y paisajística.
- Ausencia de lugares de refugio, nidificación y alimento para la fauna.
- La complejidad estructural del medio agrícola es baja.

Según las características del entorno de Villalar de los Comuneros, se definen tres unidades ambientales sobre las que implantar las lindes:

- A) Lindes de cultivos de secano
- B) Lindes de cultivos de regadío
- C) Arroyos y red de drenaje

- **Lindes de cultivos de secano**

Esta formada por paisajes agrícolas cerealistas, homogéneos, llanos y con gran escasez de vegetación natural. Atendiendo a estas características, se plantea introducir especies adaptadas a este tipo de condiciones climáticas, de clima mediterráneo continental, con inviernos fríos con heladas y veranos muy calurosos con déficit hídrico.

Para llevar a cabo las acciones previstas, la ejecución de los trabajos se realizará conforme al siguiente esquema de trabajo:

- Toma de muestras de suelos y análisis edáficos en laboratorio.
- Labores: Subsulado profundo mediante tractor agrícola de cuatro ruedas motrices de 151-170 CV, con dos rejonas a profundidad > 50 cm de forma lineal. Se realizará durante los meses de julio y agosto preferiblemente, siempre con tiempo seco.
- Se realizarán dos pasadas por línea de subsulado.
- Apertura de hoyo de plantación de 40 cm de diámetro y 50 cm de profundidad, con motohoyadora manual de 2 tiempos y 3-5 CV de potencia, para plantación de especies forestales, en suelo suelto, de bajo contenido en arcilla sobre

terrenos sensiblemente llanos. Este tipo de preparación del terreno se llevará a cabo en aquellas zonas en las que por la fisionomía del terreno sea imposible la aplicación de un subsolado lineal.

- Plantación manual con azada, disponiendo las plantas a tresbolillo entre los dos rejonos de subsolados a razón de 1.5 plantas/metro lineal en cada línea de subsolado. Se realizará durante los meses de Octubre a Enero cuando el terreno presente el tempero adecuado.
- Las plantaciones que se proponen estarán compuestas fundamentalmente por ejemplares de 1 savia (1 año de edad), de 20 a 40 cm de altura según la especie.
- Las plantas irán provistas de tubos protectores, sujetos mediante tutores.
- La linde quedara cubierta por un acolchado de paja.

La proporción de las especies plantadas variará en función de la disponibilidad en vivero, así como de las condiciones edáficas detectadas tras los correspondientes análisis.

La propuesta, supone la realización de un total de **2 kilómetros de linde** en cultivo de secano, con lo que se plantarán un total de 1400 plantas.

- **Lindes de cultivos de regadío**

Caracterizado por la presencia de cultivos de riego, donde las condiciones ambientales favorecen la implantación de especies de zonas más húmedas. Este tipo de setos, permiten establecer una amplia variedad de rosáceas, productoras de frutos carnosos, aportando por tanto un recurso trófico para carnívoros terrestres como mustélidos.

El método de preparación del terreno y plantación es similar al realizado en el caso anterior. (Linde de cultivos de secano)

- Las plantaciones que se proponen estarán compuestas fundamentalmente por ejemplares de 1 savia (1 año de edad), de 20 a 40 cm de altura según la especie.
- La proporción de las especies plantadas variará en función de la disponibilidad en vivero, pero se intentará respetar esta proporción.
- Las plantas irán provistas de tubos protectores, sujetos mediante tutores.
- La linde quedara cubierta por un acolchado de paja.
- La propuesta, supone la realización de un total de **1 kilómetros de linde** en cultivo de regadío, con lo que se plantarán un total de 700 ejemplares.

- **Arroyos y red de drenaje**

Estos elementos recorren diversos tramos del paisaje de Villalar, para evitar la inundación de las parcelas agrícolas durante las épocas de lluvias. El carácter de “zona refugio” que representan supone una vía de dispersión muy utilizada por los carnívoros terrestres. Sin embargo, las actividades culturales tradicionales han evitado la aparición de vegetación leñosa al realizar frecuentemente quemas de rastrojos. El objetivo, de este apartado, será mostrar la capacidad de estos sistemas para albergar a diversas especies de carnívoros terrestres, que pueden influir notablemente en el control de plagas agrícolas.

Para favorecer la implantación de la cubierta vegetal leñosa, se implantarán diversas especies riparias mediante la técnica del estaquillado y por plantación de ejemplares provenientes de viveros forestales. Las plantas se deberán disponer en varias líneas de plantación distribuidas paralelas al cauce. El espacio entre líneas será de dos metros. Los ejemplares provenientes de vivero serán de 1 savia, con alturas de entre 30 y 40 centímetros. La distribución de las plantas se establecerá en función de las necesidades de agua y humedad.

#### 3.3.6.1.1 Medios humanos previstos

- A. **Un Operario de maquina:** Encargado de ejecutar el subsolado.
- B. **Dos Peónes especialistas:** Llevarán a cabo la apertura de hoyo mediante motoahoyadora en las zonas que corresponda, la plantación manual, se encargarán de realizar tareas de mantenimiento de la plantación como escardas cuando corresponda o los riegos de mantenimiento. Realizarán labores de estaquillado y de recolección de propágulos de especies autóctonas presentes en el entorno. Este personal contratado será residente de Villalar de los Comuneros, de modo que se favorezca la creación de empleo.
- C. **Voluntariado:** Mediante una convocatoria que se realizará a los socios y voluntarios de GREFA, se realizarán unas jornadas de plantación de especies autóctonas en Villalar de los Comuneros. El número de personas máximo se establecerá en torno a los 40 participantes.

#### 3.3.6.2.-Islas de matorral

Revegetación de pastizales y campos agrícolas para incrementar la complejidad estructural del hábitat con especies arbustivas y arbóreas supramediterráneas y mesomediterráneas.

Cada isla de matorral, tendrá una superficie aproximada de 200 m<sup>2</sup>. Se dispondrán en módulos de plantación aleatorios para incrementar su “naturalidad”. El objetivo, es implantar 8 islas de matorral, por el municipio de Villalar de los Comuneros, Para la preparación del terreno, se aplicará un subsolado lineal para romper la suela de labor. La plantación será manual.

Para la creación de los módulos se utilizarán árboles y arbustos supra-mediterráneos, con alturas comprendidas entre 20-40 cm. Se dispondrán a tresbolillo entre los rejonales de subsolado a razón de 2 planta/metro lineal. Cada isla quedará compuesta de 50 ejemplares. A su vez, 4 de las islas se implantarán utilizando una motohoyadora manual, para evaluar que método presenta mejores resultados en la zona para futuras acciones complementarias.

#### 3.3.7.2.1.- Medios humanos previstos

- A. **Dos Peónes especialistas:** Llevarán a cabo la apertura de hoyo mediante motohoyadora cuando corresponda o en su lugar apertura de hoyo manual. Ejecutarán la plantación y se encargarán de realizar tareas de mantenimiento como escardas cuando corresponda o los riegos de mantenimiento. Este personal contratado será residente de Villalar de los Comuneros, de modo que se favorezca la creación de empleo.
- B. **Un Operario de maquina:** Encargado de ejecutar el subsolado.
- C. **Voluntariado:** Similar al apartado anterior de revegetación de lindes agrícolas.

### **3.3. 7. Estudio de los efectos del incremento de predadores sobre comunidades de otras presas potenciales en las zonas de actuación**

El incremento de predadores, puede alterar la estructura de las comunidades de algunas especies presentes en este tipo de ecosistemas. La mayor densidad de cernícalos o lechuzas, puede suponer una importante fuente de variación en la abundancia de Passeriformes, Reptiles o Insectos como los Ortópteros. Por este motivo, será necesario estudiar en profundidad dichas comunidades mediante la realización de censos periódicos mediante transectos a pie.

Para realizar este estudio, será necesario **un biólogo**, para realizar los conteos periódicos en los tres municipios.

Para esta acción se realizarán estimas poblacionales mediante la realización de índices kilométricos de abundancia (IKA) obtenido de la ejecución de transectos lineales de longitud fija, combinados con transectos de tiempo constante, obteniendo los datos mediante observación directa. La elección de uno u otro método dependerán de la especie y de su abundancia. El conteo de animales durante un periodo de tiempo determinado,

se aplicará desde varios puntos concretos del área de estudio para zonas de superficie reducida (pequeñas masas forestales o áreas fuertemente parceladas entre otros).

El establecimiento de los recorridos y estaciones fijas se ajustará en función de cada municipio, teniendo por objetivo cubrir adecuadamente todas las zonas. A su vez, los censos se realizarán en condiciones de buena detectabilidad, quedando condicionadas a la presencia de fuertes vientos y precipitaciones, o por la altura del cereal en los campos agrícolas.

Para la realización de los transectos, se empleará una velocidad fija de progresión.

### **3.3.8.- Campañas de sensibilización y educación ambiental**

Se elaborará un cuaderno ilustrado que sirva como guía de identificación de los diferentes micromamíferos presentes en las zonas de estudio. Para ello, se diseñarán una serie de ilustraciones acompañadas de un breve texto sobre la ecología de la especie y las características morfológicas más significativas.

Dicho cuaderno, que constará de 4000 ejemplares, se repartirá entre los agricultores de la zona, permitiendo a estos poder identificar fácilmente la especie. El objetivo es evitar que se lleven a cabo medidas drásticas frente a la presencia de micromamíferos insectívoros como las musarañas. El diseño de dicho cuadernillo, contendrá algunos apartados rellenables, de manera que **los agricultores participarán en el seguimiento de la plaga**. Dicho formulario, recogerá información básica como el tipo de cultivo, especie identificada, número de individuos o fecha.

Estos cuadernos, también estarán disponibles para los ciudadanos de los municipios próximos.

Para repartirlos, se convocarán dos reuniones con los ciudadanos y agricultores de la zona de estudio por municipio. En él, se expondrá el objetivo del proyecto, y la metodología que se va a seguir para ello. De este modo, se facilitará la participación ciudadana para el seguimiento de la plaga, permitiendo a su vez que los usuarios del territorio conozcan las acciones que se están tomando, de modo que se fomente la aceptación social. Durante el transcurso de estas reuniones, se hará hincapié en las consecuencias ecológicas del empleo de veneno, y los daños cinegéticos que ocasiona.

Esta acción es esencial para alcanzar uno de los objetivos del proyecto, que es evitar el uso indiscriminado de veneno como medida de control.

Estas campañas de sensibilización, se complementarán con las visitas a colegios, en este caso en Villalar de los Comuneros. Se pretenden impartir dos clases en total, en función de la edad escolar de los alumnos. Estas clases, mostrarán la riqueza faunística del entorno y su alto valor ecológico. Paralelamente se mostrarán las acciones que se están realizando, como la cría en cautividad o la colocación de cajas nido.

A su vez, para ejecutar determinadas acciones de este proyecto, como las tareas de revegetación, se realizará una convocatoria a los socios de GREFA via web, para que participen en la plantación durante un fin de semana, a la vez que se aprovecha la ocasión para explicar y difundir los objetivos de este proyecto.

Las acciones que se vayan ejecutando, serán expuestas en la página web de GREFA ([www.grefa.org](http://www.grefa.org)) periódicamente.

Además de estas formas de difusión, GREFA diseña y distribuye entre sus socios, visitantes y colaboradores un anuario en el cual se incluiría un apartado para difundir los objetivos de este proyecto, en el que se reserva un espacio para mostrar a los patrocinadores.

Para llevar a cabo este proyecto, GREFA ha construido una instalación para la cría en cautividad de lechuza común (*Tyto alba*), denominada “**lechuzar**” que destaca por sus fines educativos. Dicha instalación, cuenta con una pared compuesta íntegramente por un cristal espía, de modo que los visitantes pueden observar a los individuos sin molestar.

### 3.4. Recursos materiales previstos

- Incremento del sustrato de nidificación de cernícalo vulgar y lechuza común

150 cajas nido de cernícalos vulgares.

150 cajas nido para lechuza común

300 postes de madera.

- Incremento del sustrato de nidificación de búho chico

30 cestas-nido de Mimbre

- Reforzamientos poblacionales de cernícalo vulgar y lechuza común

Para la cría en cautividad (Aportado por GREFA):

- **Instalaciones** para la cría en cautividad en las que se formarán las parejas reproductoras.
- **Sala de enfermería** para realizar los controles sanitarios necesarios.
- **Sala de incubación.**
- **Incubadora**, para llevar a cabo la incubación artificial de los huevos.

Para la rehabilitación de ejemplares heridos (Aportado por GREFA):

- **Instalaciones** de rehabilitación y UCI.
- **Sala de enfermería** para realizar los controles sanitarios necesarios.
- **Sala de quirófano** para tratar a los ejemplares con lesiones de gravedad media-alta.
- **Sala de rayos**

Para la liberación en Villalar de los Comuneros

- **1 Instalación de hacking** para la liberación de los ejemplares de cernícalo vulgar
- **2 hacking** para la liberación de pollos de lechuza común
- **25 emisores** para radio tracking.
- **1 receptor de radio**
- **1 antena**

- Seguimiento de las poblaciones de topillo campesino en la zona de estudio.

- **300 trampas Sherman** de captura en vivo.

- Creación de colonias de cernícalo primilla (*Falco naumanni*) en apoyos de alta tensión

- **100 cajas Mod. 1FNA Schwegler**

- **Material de escalada**

- Creación de islas de matorral y lindes leñosos en Villalar de los Comuneros.

Para la preparación del terreno será necesario alquilar una **Ahoyadora manual MTL85R**, durante un periodo de dos meses que se aplicará en aquellas zonas en las que el subsolado no sea posible realizarlo.

- Revegetación de lindes con un estrato arbustivo

- **Linde de cultivo de secano**

Especie	Número de ejemplares (Km.)
<i>Retama sphaerocarpa</i>	350
<i>Rosa canina</i>	350

Se van a implantar un total de 700 plantas por kilómetro lineal de linde aproximadamente. Para ello, los ejemplares serán de 1 savia. En las lindes de secano se implantarán 1400 ejemplares.

- **Linde de cultivo de regadío**

Especie	Número de ejemplares (Km.)
<i>Rosa canina</i>	100
<i>Retama sphaerocarpa</i>	100
<i>Crataegus monogyna</i>	200
<i>Rubus ulmifolius</i>	200
<i>Rhamnus alaternus</i>	100

Para las lindes de regadío se implantarán 700 plantas forestales de 1 savia.

- **Red de drenaje y arroyos**

<b>Especie</b>	<b>Número de ejemplares (Km.)</b>
<i>Populus sp.</i>	20
<i>Salix sp.</i>	20
<i>Rosa canina</i>	20
<i>Crataegus monogyna</i>	15
<i>Rubus ulmifolius</i>	15
<i>Rhamnus alaternus</i>	15

Gran parte de los ejemplares, se implantarán por la técnica del estaquillado, a partir de la recolección de propágulos de ejemplares adultos de especies riparias presentes en el entorno. Esta actividad, será realizada por el personal contratado de Villalar de los Comuneros.

- Islas de matorral

(8 islas de matorral). Cada isla de matorral se compondrá de 50 plantas

<b>Especie</b>	<b>Número de ejemplares</b>
<i>Quercus ilex subs. ballota</i>	20
<i>Retama sphaerocarpa</i>	10
<i>Rosa canina</i>	10
<i>Berberis vulgaris</i>	10

- Educación ambiental

Para la campaña, se van a elaborar 4000 manuales, que incluirán ilustraciones de los micromamíferos de la zona junto con un breve texto que refleje rasgos identificativos y biología de la especie.

A su vez, se va a realizar cartelería asociada al proyecto que se mostrará en el centro de educación ambiental de GREFA, para enseñar las instalaciones de cría de lechuza común (*Tyto alba*), los objetivos del programa y los beneficios ambientales que aporta esta especie para el agricultor.

### 3.5.-Cronograma de actividades

	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	
<b>Incremento de las poblaciones de cernícalo vulgar, lechuza y búho chico</b>																													
Censo de rapaces																													
Colocación de cajas nido																													
Cría en cautividad																													
Reforzamientos poblacionales																													
Monitorización																													
Radioseguimiento																													
Curso a voluntarios																													
Análisis de datos																													
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	
<b>Seguimiento de las poblaciones de topillo campesino en la zona de estudio</b>																													
Muestras																													
Análisis de datos																													
<b>Creación de colonias de cernícalo primilla (<i>Falco naumanni</i>)</b>																													
Colocación de cajas nido																													
Seguimiento de las colonias																													
Análisis de datos y redacción de informe																													
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	
<b>Creación de islas de matorral y lindes leñosos en Villalar de los Comuneros)</b>																													
Subsolado																													
Ahoyado																													
Revegetación de lindes con un estrato arbustivo																													
Riego																													
Creación de islas de matorral																													
Monitorización																													
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	
<b>Seguimiento comunidades de alaudidos y reptiles en las zonas de actuación</b>																													
Transectos																													
Análisis de datos																													
<b>Educación ambiental y sensibilización</b>																													
Diseño del manual e impresión.																													
Cursos y charlas																													
Visitas al "lechuza"																													

### 3.6.-Presupuesto del proyecto

<b>1.- Incremento de las poblaciones de cernícalo vulgar , lechuza común y búho chico</b>	<b>Precio unidad</b>	<b>Nº unid</b>	<b>Total (€)</b>
Poste (incluye transporte e instalación)		120	
Caja nido cernícalo vulgar		60	
Caja nido lechuza común		60	
Cestas-nido para búho chico		30	
Contratación de un biólogo para la cría en cautividad		12 meses	
<b>TOTAL ACTIVIDAD 1</b>			

<b>2.-Monitorización y seguimiento</b>	<b>Precio unidad</b>	<b>Nº unid</b>	<b>Total (€)</b>
Emisores Ag357 Biotrack		25	
Receptor de radio (Antena incluida)		1	
<b>TOTAL ACTIVIDAD 2</b>			

<b>Revegetación (linderas e islas de matorral)</b>	<b>Precio unidad (€)</b>	<b>Número</b>	<b>Total (€)</b>
Planta forestal		2500 unidades	
Riego mantenimiento		3 etapas	
Motohoyadora MTL85R		2 meses (alquiler)	
Subsolado lineal		3 km	
Tubo protector		2500 unidades	
<b>TOTAL ACTIVIDAD 3</b>			

<b>Personal para la revegetación</b>	<b>Sueldo mensual (€)</b>	<b>Nº meses</b>	<b>Nº personas</b>	<b>TOTAL (€)</b>
Jornada completa Peón especialista		2	2	
Jornada parcial (20 h) “ “		4	2	
<b>TOTAL ACTIVIDAD 4</b>				

<b>4. Seguimiento comunidades de presas</b>	<b>Precio unidad</b>	<b>Nº unid</b>	<b>Total (€)</b>
Técnico de campo		24 meses	
<b>TOTAL ACTIVIDAD 5</b>			

<b>5.-Educación Ambiental</b>	<b>Precio unidad</b>	<b>Nº unid</b>	<b>Total (€)</b>
Manuales		4000	
Diseño texto e ilustraciones		1	
<b>TOTAL ACTIVIDAD 5</b>			

## 4.- EVALUACIÓN CRÍTICA DE LAS SOLUCIONES TÉCNICAS APLICADAS

### 4.1.- Gestión de poblaciones de depredadores como mecanismo de control

El impacto de los depredadores sobre los procesos demográficos en poblaciones de sus presas potenciales es una cuestión ampliamente evaluada en ecología (Krebs 2001). El campo de investigación, es variado, como los estudios que estiman el impacto de una especie invasora sobre la fauna autóctona (e.g. O'Donnell 1996). Los depredadores pueden afectar a la abundancia o a la distribución de sus presas (Geer 1968), por efecto directo de la depredación (incremento en la tasa de mortalidad de las presas), por efectos indirectos como la supresión de la reproducción o limitación del éxito reproductivo (Lima y Dill 1990), o por inducir comportamientos de evitación del área de campeo del depredador (Norrdahl y Korpimäki 1998).

En ecosistemas mediterráneos, en las zonas en la que se incrementó el número de parejas reproductoras de cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), el crecimiento de las poblaciones de topillo campesino (*Microtus arvalis*) era menor (Fargallo *et al.*, 2009). El seguimiento de la población de cernícalos mostró un proceso de autorregulación en la que la densidad de los topillos jugaba un papel importante ya que en años de densidad elevada, se convertían en la presa preferente. A su vez, las fluctuaciones del arvicolino no eran regulares, ya que quedaban influidas por la variación interanual de las precipitaciones y de la temperatura. Los años de mayor humedad, incrementaban el alimento y las áreas de refugio, mientras que la temperatura afectaba a la supervivencia o a la reproducción.

Parece que en ecosistemas mediterráneos, las fluctuaciones demográficas de los arvicolinos están relacionadas con factores climáticos, lo que provoca la irregularidad. Estos primeros datos abren la puerta de nuevos interrogantes, como el papel que ejercerán sobre la dinámica de *Microtus arvalis* cambios de uso de suelo por incremento de la superficie de regadío, y especialmente cultivos de *Medicago sativa*. Este tipo de cambios en el paisaje, supondrán un incremento en la disponibilidad de alimento y zonas con cobertura suficiente para servir de refugio, mejorando por tanto la calidad del hábitat para el topillo campesino, lo que supondrá un aumento en la densidad poblacional.

Por tanto, se hace necesario profundizar en el papel que puedan ejercer predadores generalistas como *Falco tinnunculus* o *Tyto alba*, sobre la dinámica poblacional del micromamífero en ecosistemas mediterráneos. Bajo este argumento, los datos que aporte este proyecto a largo plazo, referidos a la presión de estas rapaces a una escala de parcela en función de la distancia a la caja-nido ocupada, pueden servir en la gestión de las plagas agrícolas en los próximos años.

Situaciones similares, en las que la disponibilidad de alimento y territorios de cría no son un factor limitante, ya han sido estudiadas en otras regiones. Gilg *et al.*, 2003 comprobó como en las poblaciones de lemmings (*Lemmus sp.*), donde la comida o espacio no están limitados, es la predación el factor clave en un proceso cíclico predator-presa tipo. Según los autores, la población de lemmings queda controlada por la predación del búho nival (*Nyctea scandiaca*) y el págalo rabero (*Stercorarius longicaudus*).

Getz *et al.* (2005) estudiaron una población de *Microtus ochrogaster* durante 25 años concluyendo que el incremento en la mortalidad debido a la presión ejercida por varias especies de depredadores era el factor que frenaba el crecimiento poblacional.

Una manera de evaluar el efecto de los depredadores en el ensamblaje de los vertebrados es llevar a cabo una manipulación de sus abundancias, para evaluar las respuestas en las abundancias de micromamíferos (Meserve *et al.*, 1993; Kay *et al.*, 1994; Norrdahl y Korpimäki, 1995b).

En la península Escandinava, la exclusión de rapaces y carnívoros terrestres provocaba un crecimiento continuo, hacia densidades excepcionalmente elevadas. La población de topillos acababa por reducirse debido al agotamiento de recursos tróficos, provocando un declive poblacional (Klemola *et al.*, 2003; Korpimäki *et al.*, 2002).

Ylönen y Viitala. (1991) estudiaron el efecto de la exclusión de la depredación por aves rapaces sobre una población de *Clethrionomys glareolus* en cuatro parcelas de 0.5 ha durante un periodo de elevada densidad. Los resultados mostraron como en este caso concreto, las rapaces no influían sobre la especie, ya que los juveniles presentaban una supervivencia del 100% en las parcelas control. Este resultado aparentemente contradictorio a la hipótesis del depredador como regulador se debe a la selección favorable que realizaban las aves sobre el topillo agreste (*Microtus agrestis*).

Korpimäki et al., 2002, pusieron a prueba la hipótesis del depredador provocando una reducción experimental de éstos. Los resultados mostraron un incremento en la densidad de los topillos, que alcanzó valores cuatro veces mayor frente a las zonas control, en otoño, y durante un periodo de baja densidad de *Microtus*. Durante la fase de crecimiento y pico poblacional, la densidad alcanzó valores que duplicaron a las parcelas control, aceleraron el crecimiento poblacional y retrasaron el inicio de la fase de declive. Estos resultados, concuerdan con experimentos similares donde la reducción de depredadores retrasa las fases de declive.

La manipulación de una población de predadores para controlar plagas de micromamíferos en entornos agrícolas, puede provocar efectos no deseados como la alteración de las comunidades de sus presas potenciales. En un estudio realizado por Martínez-Padilla y Fargallo (2007), los autores hallaron una densidad de alondras (*Alauda arvensis*) mayor en zonas control alejadas 8 Km. del área donde se había incrementado la densidad de parejas reproductoras de cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*). Dicha densidad del alaudido, decreció a lo largo de 9 años de estudio según aumentaba la densidad del falconiforme. A su vez, no observaron diferencias entre la densidad de *Alauda arvensis* en periodos comprendidos entre la puesta y la presencia de jóvenes de cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), lo que sugiere que las alondras directamente evitaron estas zonas para reproducirse.

En otros estudios de alimentación del cernícalo vulgar, se ha observado como esta especie varía su dieta según la disponibilidad de alimento y su accesibilidad. En zonas urbanas donde nidificó esta especie, la presa predominante fueron gorriones (*Passer sp*) (Quere 1990; Romanowski 1996). Si bien se considera que el cernícalo está adaptado a la caza de presas terrestres (Korpimäki 1985), y no es muy eficiente para la captura de aves, el incremento de este tipo de presas se debe a su disponibilidad, especialmente durante la cría de dichos paseriformes. A su vez, se considera que el cernícalo, al ser una especie generalista, puede explotar los recursos estacionales o las irrupciones poblacionales de otras especies (Carrillo et al., 1994). En otros estudios sin embargo, la presa principal fueron micromamíferos el componente principal de su dieta (Cramp y Simmon 1994; Romanowski 1996). Los topillos fueron su presa principal en Francia (Bonin y Strenna 1986) y Suiza (Roulin 1996).

#### **4.2.- Incremento del sustrato de nidificación para incrementar poblaciones**

La ausencia de nichos de nidificación obliga a las aves a nidificar en zonas poco propicias para la cría o muy vulnerables frente a depredadores, lo que incrementa el fracaso reproductor, disminuye la productividad y condiciona la densidad de dicha especie.

La disponibilidad de alimento, así como la presencia de zonas óptimas para nidificar, suelen ser consideradas dos factores claves que afectan al tamaño de una población de aves (Newton, 1998). En las zonas de actuación, donde se han registrado casos de elevada densidad de *Microtus arvalis*, la ausencia de zonas óptimas para nidificar es el factor limitante.

En trabajos anteriores en regiones mediterráneas, la colocación de cajas nido para cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) sobre poste produjo un incremento en el número de parejas reproductoras de esta especie y disminuyó el riesgo de depredación (Fargallo *et al.*, 2001). Este tipo de metodologías se basa en estudios que han demostrado como la ausencia de huecos es el principal factor limitante para aves que utilizan cavidades para nidificar (Blanco *et al.*, 1997). En proyectos similares, la colocación de cajas nido ha incrementado poblaciones de distintas especies (Lack, 1966, Cavé 1968, Newton 1994).

La ubicación de las cajas, en linderas de parcelas, es un hábitat propicio para los cernícalos, ya que es una especie que prefiere espacios abiertos por la facilidad de cazar en estas áreas (Village 1990), siendo los hábitats forestales considerados como de baja calidad para la especie (Petty 1985). La utilización de dos tipos de modelos de caja, permitirá evaluar la preferencia de esta especie y la influencia que tienen dichas cajas en las puestas y productividad, que puede venir condicionada por el tamaño de la cavidad (grandes cavidades tienen mayores puestas) (Korpimäki 1984, Robertson y Rendell 1990).

El progresivo abandono de edificaciones, o reformas arquitectónicas en las que se han tapado huecos ha disminuido la presencia de zonas óptimas para la nidificación de la lechuza común (*Tyto alba*), asociada a zonas rurales. Por este motivo, la colocación de 50 cajas de lechuza por zona de trabajo, y en base a los resultados obtenidos para otras especies en anteriores trabajos, puede frenar el declive poblacional que esta experimentando dicha especie.

#### **4.3.- Reforzamientos poblacionales a partir de ejemplares de centros de recuperación**

Durante las últimas décadas, diferentes instituciones y organizaciones conservacionistas han llevado a cabo programas de introducción, reintroducción y reforzamiento poblacional. El origen de los ejemplares ha podido ser a partir de traslocaciones de individuos, cría en cautividad o rehabilitados en centros de recuperación. Estas prácticas, han sido satisfactorias a medio y largo plazo en muchos casos (Scott y Carpenter 1987). Sin embargo, la predación de los individuos liberados es uno de los factores limitantes en este tipo de programas (Fischer y Lindenmayer 2000).

La metodología propuesta en este proyecto, se basa en reforzamientos poblacionales mediante la técnica de hacking, que ya ha sido comprobado en otros proyectos como uno de los mecanismos más eficaces para incrementar la supervivencia de los pollos introducidos (véase Heredia 1992).

La técnica de hacking, consiste en la liberación de individuos jóvenes, a una edad en la que todavía no son capaces de volar, pero si de alimentarse por si solos. En todo momento, los ejemplares tienen contacto visual con el exterior, y la alimentación se suministra sin que detecten la fuente de alimento. Cuando son capaces de volar, se mantiene la alimentación para evitar la mortalidad por la falta de experiencia en la caza, de modo que pueden seguir recurriendo a la instalación de hacking para refugiarse y alimentarse.

Esta metodología, disminuye el estrés en la liberación, el riesgo de predación y la mortalidad de los juveniles. Además, puede generar un comportamiento filopátrico en los individuos que considerarían el área de liberación como área natal, y por tanto se mejoraría la eficacia de la reintroducción.

#### **4.4.- Revegetación de linderas y creación de islas de matorral**

La comadreja (*Mustela nivalis*) es uno de los carnívoros más especializados en la caza de micromamíferos. Su distribución y abundancia, queda condicionada a la densidad de sus presas por un lado, pero también de las características del hábitat. Para estos pequeños mustelidos, es fundamental la presencia de cierta cobertura vegetal para evitar la predación por parte de aves rapaces (Brandt y Lambin 2005). Esta especie, debe encontrar un equilibrio para satisfacer sus necesidades energéticas tratando de disminuir el riesgo a ser depredados.

Por este motivo, seleccionan hábitats que ofrecen vegetación densa y cobertura frente a rapaces, ajustando su actividad a las horas del día donde el riesgo de ser depredadas es menor (Macdonald *et al.* 2004).

En base a estas características ecológicas, se está llevando a cabo de forma experimental un programa de revegetación de linderas agrícolas que ofrezcan un área de refugio a los mustelidos. Cuando la cubierta vegetal esté bien desarrollada, se evaluará su influencia a nivel de parcela.

## 5.- CONCLUSIONES

- Las campañas de control de plagas de roedores basadas en la aplicación de rodenticidas químicos pueden suponer un riesgo para otras especies no diana, para actividades cinegéticas, e incluso para la salud pública, al favorecer la transmisión de enfermedades como la tularemia (*Francisella tularensis*).
- Para poder evaluar la eficacia de campañas de control frente a plagas de roedores basadas en la aplicación de rodenticidas químicos, se deberían tener en cuenta los declives poblacionales naturales que se producen en especies que sufren fluctuaciones demográficas cíclicas, como el topillo campesino. A su vez, los informes que avalen la eficacia de este tipo de medidas se deberían hacer públicos, y no limitarse a declaraciones en prensa.
- La falta de planificación frente a la aparición de estas explosiones demográficas, puede disminuir la rentabilidad neta de las cosechas agrícolas por gastos asociados a las campañas de prevención, o, como ha ocurrido en el caso concreto de la última explosión en Castilla y León durante el 2007, financiar actividades de control con costes ambientales importantes, sin que esté claro su necesidad, eficacia, rentabilidad u oportunidad.
- Es necesario realizar campañas divulgativas que sirvan como plataforma entre el conocimiento científico que se tiene de *Microtus arvalis* y las zonas rurales presentes en su actual área de distribución en la Península Ibérica. De esta manera, se evitará la expansión de teorías folklóricas, que en muchos casos enfrentan a colectivos agrarios con grupos conservacionistas.
- La información que se publique en los medios de comunicación sobre las plagas agrícolas, debería ser siempre contrastada por datos científicos que los avalen.

- El cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), la lechuza común (*Tyto alba*), y la comadreja (*Mustela nivalis*) son eficaces depredadores del topillo campesino (*Microtus arvalis*).
- La colocación de cajas-nido, es un sistema efectivo para incrementar poblaciones de aves, siempre que la presencia de huecos para nidificar sea un factor limitante y exista abundante alimento disponible.
- Los reforzamientos poblacionales de cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) y de lechuza común (*Tyto alba*) mediante la técnica de hacking incrementan la supervivencia de los juveniles. Destinar los ejemplares que ingresen en centros de recuperación o hayan sido criados en cautividad a programas de control de plagas puede acelerar la eficacia de proyectos basados en el control ecológico de plagas.
- La revegetación de linderas en parcelas agrícolas es una medida eficaz para mejora el hábitat de comadrejas (*Mustela nivalis*) al ofrecer zonas refugio frente a aves rapaces, con lo que se favorece la presencia de este mustélido.
- La adecuada gestión de depredadores es un mecanismo de control de plagas de Roedores ya probado en otros países, con eficacia similar al tratamiento químico, pero con menores costes ambientales y económicos. La información científica disponible en ecosistemas mediterráneos de la Península Ibérica dentro del área original de distribución original de topillo campesino indica que la depredación podría ser un buen sistema de control biológico de esta especie. Hemos iniciado un programa experimental en este sentido, cuyo objetivo principal es verificar si este sistema puede permitir estabilizar comunidades de roedores en campos agrícolas, evitando explosiones demográficas que puedan suponer daños sobre cultivos.

## 6.- BIBLIOGRAFÍA

- Allue M, Sopeña Ruiz C, Gallardo MT, Mateos L, Vian E, Garcia MJ, Ramos J, Berjon AC, Viña MC, Garcia MP, Yanez J, Gonzalez LC, Munoz T, Andres C, Tamames S, Ruiz C, Gómez Iglesias LA, Castrodeza J. Tularaemia outbreak in Castilla y León, Spain, 2007: an update. *Eurosurveillance* 2008;13(7-9) <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=18948>. Accessed 3 June 2009.
- Berny PJ, Buronfosse T, Buronfosse F, Lamarque F, Lorgue G. Field evidence of secondary poisoning of foxes (*Vulpes vulpes*) and buzzards (*Buteo buteo*) by bromadiolone, a 4-year survey. *Chemosphere* 1997;35:1817-29.
- Berny, P. (2007) Pesticides and the intoxication of wild animals. *Journal of Veterinary Pharmacology Therapy* 30: 93-100.
- Blanco, G., Fargallo, J.A., Tella, J.L. & Cuevas, J.A. 1997. Role of the buildings as nest-sites in the range expansion and conservation of Choughs *Pyrrhocorax pyrrhocorax* in Spain. *Biol. Conserv.* 79: 117-122.
- Bonal, R., y Viñuela, J. (1998). Las plagas de topillos en España: enigmas, folklore y problemas de conservación. *Quercus* 146: 35-39.
- Bonin B. & Strenna L. 1986: La biologie du Faucon crécerelle *Falco tinnunculus* en Auxois. *Alauda* 54 (4): 242-262.
- Boonstra R, Hik D, Singleton GR, Tinnikov A (1998) The impact of predator-induced stress on the snowshoe hare cycle. *Ecol Monogr* 79:371-394
- Brakes, C.R. & Smith, R.H. (2005) Exposure of non-target small mammals to rodenticides: short-term, recovery and implications for secondary poisoning. *Journal of Applied Ecology* 42: 118-128.

- Brandt MJ, Lambin X (2005) Summertime activity patterns of common weasels *Mustela nivalis vulgaris* under differing prey abundances in grassland habitats. *Acta Theriol* 50:67–79
- Brown JS, Morgan RA, Dow BD (1992) Patch use under predation risk: II A test with fox squirrels, *sciurus niger*. *Ann Zool Fenn* 29:311–318
- Carillo J., Hernandez E. C. Nogales M., Delgado G., Garcia R. & Amos T. 1994: Geographic variation in the spring diet of *Falco tinnunculus* L. on the islands of Fuerteventura and El-Hierro (Canary Islands). *Bonn. Zool. Beitr.* 45 (1): 39–48.
- Cavé, A.J.R. 1968. The breeding of the Kestrel *Falco tinnunculus*., in the reclaimed area Ootelijk Flevoland. *Neth. J. Zool.* 18: 313–407.
- Cramp S. & Simmon K.E.L. 1994: Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol. 2. Hawks to bustards. London: Oxford University Press.
- Chitty, D. (1996) *Do Lemmings Commit Suicide? Beautiful Hypotheses and Ugly Facts*. New York, USA: Oxford University Press.
- Delibes, M., y Brunett-Lecomte, P. (1980). Presencia del topillo campesino ibérico *Microtus arvalis asturianus* Millar 1908, en la meseta del Duero. Doñana, *Acta Vertebrata* 15: 169-171.
- Delibes J. Plagas de topillos en España. *Quercus* 1989;35:17–20
- Del Piero, F., y Poppenga, R. H. (2006). Chlorophacinone exposure causing an epizootic of acute fatal hemorrhage in lambs. *J Vet Diagn Invest* 18 (5): 483-485.
- El Mundo (2007)a. Alerta sanitaria y ecológica ante la plaga de topillos en Castilla y León [www.document] URL <http://www.elmundo.es/ elmundo /2007/07/26/ ciencia/1185437001.html>

- El Mundo (2007)b Denuncian que una plaga de topillos contamina el agua en Castilla y León [www.document] URL <http://www.elmundo.es/elmundo/2007/06/26/ciencia/1182860933.html>
- El Norte de Castilla (2007)a A la espera de ayudas. [www.document] URL <http://www.nortecastilla.es/20070913/palencia/espera-ayudas-20070913.html>
- El Norte de Castilla (2007)b La plaga de topillos afecta ya a 50.000 hectáreas de las zonas de Campos, Pan, Toro y Benavente Duero [www.document] URL [http://www.nortecastilla.es/prensa/20070613/zamora/plaga-topillos-afecta-hectareas\\_20070613.html](http://www.nortecastilla.es/prensa/20070613/zamora/plaga-topillos-afecta-hectareas_20070613.html)
- Elton, C. S. 1924. Periodic fluctuations in the number of animals: their causes and effects. *British J. Experim. Biol.* 2:119-163.
- Elton, C. 1942 *Voies, Mices and Lemmings. Problems in Population Dynamics*. Oxford, UK: Clarendon Press
- Emlen, J. T. 1966. The role of time and energy in food preference. *American Naturalist*, 100:611-617.
- Erlinge, S., G. Goransson, G. Hogstedt, G. Jansson, O. Liberg, J. Loman, I. N. Nilsson, T. Von Schantz, y M. Sylven. 1984. Can vertebrate predators regulate their prey? *American Naturalist*, 123:125-133.
- Fargallo JA, Blanco G, Potti J, Viñuela J (2001) Nest-box provisioning in a rural population of Eurasian Kestrels: breeding performance, nest predation and nest parasitism. *Bird Study* 48: 236–244.
- 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 doi:10.1371/journal.pone.0004311

- Fisher J. & D.B. Lindenmayer. 2000. An assessment of the published results of animal relocations. *Biological Conservation* 96:1-11.
- Fournier-Chambrillon, C., Berny, P. J. Coiffier, O., Barbedienne, P., Dassé, B., Delas, G., Galineau, H., Mazet, A., Pouzenc, P., Rosoux, R. & Fournier, P. 2004. Evidence of secondary poisoning of free-ranging riparian mustelids by anticoagulant rodenticides in France: implications for conservation of European mink (*Mustela lutreola*). *Journal of Wildlife Diseases* 40: 688-695.
- García Del Blanco N, Gutiérrez CB, Rodríguez-Ferri EF. Biochemical characterisation of *Francisella tularensis* strains isolated in Spain. *Vet Rec* 2004;154:55–6.
- Geddes MW. 1992. The relative importance of pre-harvest crop pests in Indonesia. *B Nat Res Inst Kent UK* 47: 70 p
- Geer TA (1968) Effects of nesting sparrowhawks on nesting tits. *Condor* 80:419–422
- Getz, L. L., Oli, M. K., Hofmann, J. E., & McGuire, B. (2005). Habitat-specific demography of sympatric vole populations over 25 years. *Journal of Mammalogy*, 86 in press
- Gilg, O., Hanski, I. & Sittler, B. 2003 Cyclic dynamics in a simple vertebrate predator–prey community. *Science* 302, 866–868. (doi:10.1126/science.1087509.)
- González-Esteban J, Villate I, Gosálbez J. Expansión del área de distribución de *Microtus arvalis asturianus* Miller, 1908 (Rodentia, Arvicolidae) en la Meseta Norte (España). *Doñana Acta Vertebr* 1995;22:106–10.
- González Esteban, J. (1996). Estudio bionómico del topillo campesino *Microtus arvalis asturianus* Miller, 1908 en la Península Ibérica. Tesis Doctoral, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona.

- González-Esteban J, Villate I. *Microtus arvalis* Pallas, 1778. In: Palomo LJ, Gisbert J, editors. *Atlas de los Mamíferos Terrestres de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SECEM-SECEMU, Madrid, Spain; 2002. p.382–5.
- Gray, A., C. V. Eadsforth, and A. J. Dutton. 1994. The toxicity of three second-generation rodenticides to barn owls. *Pesticide Science* 42: 179–184.
- Hanski, I., Hansson, L. & Henttonen, H. (1991) Specialist predators, generalist predators, and the microtine rodent cycle. *Journal of Animal Ecology*, **60**, 353–367
- Hansson, L. & Henttonen, H. (1985) Gradients in density variations of small rodents – the importance of latitude and snow cover. *Oecologia*, **67**, 394–402.
- Henttonen, H. 1987 The impact of spacing behaviour in microtine rodents on the dynamics of least weasels *Mustela nivalis*. *Oikos*, 50, 366-370.
- Heredia, B., 1992. Reintroducción de especies y reforzamiento de poblaciones en la conservación de aves en España. *Ardeola* 39 (2), 41-47
- Holling, C. S. 1959. The components of predation as revealed by a study of small mammal predation of the European Pine Sawfly. *Canad. Entomol.* 91:293-320.
- Holling, C. S. 1965. The functional response of predators to prey density and its role in mimicry and population regulation. *Mem. Entomol. Soc. Can.* 45:5-60.
- Holling, C. S. 1966. The functional response of invertebrate predators to prey density. *Mem. Entomol. Soc. Can.* 48:1-85
- Jacob, J. y Leukers, A. (2008). Preference of birds for zinc phosphide bait formulations. *Pest Management Science* 64: 74-80

- Jedrzejewski W, Jedrzejewska B, Zub K, Nowakowski WK (2000) Activity patterns of radio-tracked weasels *Mustela nivalis* in Bialowieza National Park (E Poland). *Ann Zool Fenn* 37:161–168
- JCYL (2008)a La plaga de topillos de Castilla y León está controlada [www document]. URL [http://www.jcyl.es/scsiau/Satellite?cid=1140103268858&pagename=JCYL\\_Institucional/Page/PlantillaDetalleContenido&c=Page&idioma=es&tipoLetra=x-small&param1=1140103268858&param2=1211202597222&param3=Comunicacion](http://www.jcyl.es/scsiau/Satellite?cid=1140103268858&pagename=JCYL_Institucional/Page/PlantillaDetalleContenido&c=Page&idioma=es&tipoLetra=x-small&param1=1140103268858&param2=1211202597222&param3=Comunicacion)
- JCYL (2008)b La cosecha de cereales en Castilla y León alcanzará la mayor producción de los últimos años con 8.577.000 toneladas [www document]. URL [http://www.jcyl.es/scsiau/Satellite/up/es/AgriculturaGanaderia/Page/PlantillaDetalleContenido/1141143048675/Comunicacion/1213708951343/\\_?asm=jcyl](http://www.jcyl.es/scsiau/Satellite/up/es/AgriculturaGanaderia/Page/PlantillaDetalleContenido/1141143048675/Comunicacion/1213708951343/_?asm=jcyl)
- Kay, B.J., Twig, L.E., Korn, T.J., Nicol, H.I., 1994. The use of artificial perches to increase predation on House Mice (*Mus domesticus*) by raptors. *Wild. Res.* 21, 95–106.
- Klemola, T., Pettersen, T. & Stenseth, N.C. (2003) Trophic interactions in population cycles of voles and lemmings: a model-based synthesis. *Advances in Ecological Research*, 33, 75–160.
- Korpimäki, E. 1984. Clutch size and breeding success of Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* in natural cavities and nest boxes. *Ornis Fenn.* 61: 80–83.
- Korpimäki, E. 1985: Prey choice strategies of the kestrel *Falco tinnunculus* in relation to available small mammals and other Finnish birds of prey. – *Ann. Zool. Fennici* 22:91 - 10
- Korpimäki, E. 1986. Predation causing synchronous decline phases in microtine and shrew populations in western Finland. *Oikos*, 46:124-127.

- Korpimäki, E., y K. Norrdahl. 1989. Predation of Tengmalm's owls: numerical responses, functional responses and dampening impact on population fluctuations of microtines. *Oikos*, 54:154-164.
- Korpimäki, E. & Krebs, C.J. (1996) Predation and population cycles of small mammals. *Bioscience*, **46**, 754–764.
- Korpimäki, E. and Norrdahl, K. 1998. Experimental reduction of predators reverses the crash phase of small-rodent cycles. *Ecology* 79:2448-2455.
- Korpimäki, E., Norrdahl, K., Klemola, T., Pettersen, T. & Stenseth, N.C. (2002) Dynamic effects of predators on cyclic voles: field experimentation and model extrapolation. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biology Sciences*, **269**, 991–997.
- Korpimäki, E. et al. (2003) Vole cycles and predation. *Trends Ecol. Evol.* 18, doi: 10.1016/S0169-5347(03)00159-9
- Kotler BP, Brown JS, Hasson O (1991) Factors affecting gerbil foraging behavior and rates of owl predation. *Ecology* 72:2249–2260
- Krebs CJ (2001) *Ecology*. Addison-Wesley Longman., California
- Lack, D. 1966. *Population Studies of Birds*. Oxford University Press, Oxford
- 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.
- Leirs H. 2003. Management of rodents in crops: the Pied Piper and his orchestra. In: Singleton GR, Hinds LA, Krebs CJ, and Spratt DM (Eds). *Rats, mice and people: rodent biology and management*. Canberra, Australia: ACIAR. p 183–90.

- Lima SL (1992) Life in a multi-predator environment: some considerations for anti-predatory vigilance. *Ann Zool Fennici*. 292:217–226
- Lima SL (1998) Non-lethal effects in the ecology of predator–prey interactions. *BioScience* 48:25–34
- Lima SL, Dill LM (1990) Behavioural decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Can J Zool* 68:619–640
- Lotka, A. J. 1925. *Elements of Physical Biology*. Baltimore: Williams and Wilkins
- MacArthur, R. H., y E. R. Pianka. 1966. On optimal use of a patchy environment. *American Naturalist*, 100:603-609.
- Martín C, Gallardo MT, Mateos L, Vián L, García MJ, Ramos J, Berjón CJ, Viña MC, García MP, Yáñez J, González LC, Muñoz T, Allue M, Andrés C, Ruiz C, Castrodeza J. Outbreak of tularemia in Castilla y León, Spain. *Eurosurveillance* 2007;12(45) <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?PublicationType=WandVolume=12andIssue=45andOrderNumber=1>. Accessed 3 June 2009.
- Martínez-Padilla, J. and Fargallo, J. A. 2008. Fear in grasslands: the effect of Eurasian kestrels on skylark abundances. *Naturwissenschaften*, 95(5): 391-398.
- Macdonald DW, Tew TE, Todd IA (2004) The ecology of weasels (*Mustela nivalis*) on mixed farmland in southern England. *Biol Bratisl* 59:235–241
- McDonald, R A. S. Harris, G. Turnbull, P. Brown, and M. Fletcher 1998. Anticoagulant rodenticides in stoats (*Mustela erminea*) and weasels (*Mustela nivalis*) in England. *Environmental Pollution* 103: 17–23.
- McDonald, R A 2000. Indecent exposure: Secondary poisoning risks in small carnivores. *Small Carnivore Conservation* 23: 13–14.

- Means C: 2004, Anticoagulant rodenticides. In: *Clinical veterinary toxicology*, ed. Plumlee K, 1st ed., pp. 444–446. Mosby, St. Louis, MO.
- Menge, B. A., y J. P. Sutherland. 1976. Species diversity gradients: synthesis of the role of predation, competition and temporal heterogeneity. *American Naturalist*, 110:351-369.
- Meserve, P.L., Gutierrez, J.R., Jaksic, F.M., 1993. Effects of vertebrate predation on a caviomorph rodent, the degu (*Oetodon degus*), in a semiarid thorny scrub community in Chile. *Oecologia* (Berlin) 94, 153-158.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1989–1996) *Informes de las reuniones de trabajo de los grupos de trabajo fitosanitarios*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, Spain.
- Murphy, E. C., B. K. Clapperton, P. M. F. Bradfield, and H.J. Speed. 1998. Brodifacoum residues in target and non-target animals following large-scale poison operations in New Zealand podocarp-hardwood forests. *New Zealand Journal of Zoology* 25: 307–314
- Newton, I. 1994. The role of nest sites in limiting the numbers of hole-nesting birds: a review. *Biol. Conserv.* **70**: 265–276.
- Newton, I. 1998. *Population Limitation in Birds*. Academia Press, London
- Newton, I., Shore, R.F., Wyllie, I. & Birks, J.D.S. (2000) Empirical evidence of side-effects of rodenticides on some predatory birds and mammals. In: *Advances in Vertebrate Pest Management*, ed. D.P. Cowan & C.J. Feare, pp. 347–367. Furth, Germany: Filander Verlag.
- Norrdahl, K. (1995) Population-cycles in northern small mammals. *Biology Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, **70**, 621–637.

- Norrdahl, K., Korpimäki, E., 1995a. Effects of predator removal on vertebrate prey populations: birds of prey and small mammals. *Oecologia* (Berlin) 103, 241-248.
- Norrdahl, K. & Korpimäki, E. (1995)b Mortality factors in a cyclic vole population. *Proceedings of the Royal Society of London (B)*, **261**, 49–53.
- Norrdahl K, Korpimäki E (1998) Fear in farmlands: how much does predator avoidance affect bird community structure? *J Avian Biol* 29:79–85
- Quere P. 1990: Approche du régime alimentaire du Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus* L. 1758) en milieu urbain (Paris) et durant la période de reproduction. *Le Passer* 27 (1–2): 92–107.
- O'Donnell, C.F.J. (1996) Predators and the decline of New Zealand forest birds: an introduction to the hole-nesting bird and predator programme. *New Zealand Journal of Zoology*, **23**, 213–219.
- Oksanen, T. & Henttonen, H. 1996. Dynamics of voles and small mustelids in the taiga landscape of northern Fennoscandia in relation to habitat quality.- *Ecography* 19: 432-443
- Olea P, Sánchez-Barbudo I, Viñuela J, Barja I, Mateo-Tomás P, Piñeiro A, Mateo R, Purroy F. Lack of scientific evidence and precautionary principle in massive release of rodenticides threatens biodiversity: old lessons need new reflections. *Environ Conserv* 2009;36:1–4.
- Oli, M.K. (2003) Population cycles of small rodents are caused by specialist predators: or are they? *Trends Ecol. Evol.* 18, 105–107
- Petty, S.J. 1985. A negative response of Kestrels *Falco tinnunculus* to nest boxes in upland forests. *Bird Study* **32**: 194–195.
- Posamentier H. 1997. Communication in national rodent management programmes. *Belg J Zool* **127**: 171–80S.

- Prakash I (Ed). 1988. *Rodent pest management*. Boca Raton, FL: CRC Press
- Pullin, A.S. & Knight, T.M. (2005) Assessing conservation management's evidence base: a survey of management-plan compilers in the United Kingdom and Australia. *Conservation Biology* **19**: 1989–1996.
- Robertson, R.J. & Rendell, W.B. 1990. A comparison of the breeding ecology of a secondary cavity nesting bird, the Tree Swallow (*Tachycineta bicolor*), in nest boxes and natural cavities. *Can. J. Zool.* **68**: 1046–1052.
- Roder JD: 2001, Anticoagulant rodenticides In: *Veterinary toxicology*, ed. Roder JD, 1st ed., pp. 82–87. Butterworth Heinemann, Boston, MA.
- Rodríguez JE. 1993. *Roedores plaga: un problema permanente en América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe
- Romanowski J. 1996: On the diet of urban kestrels (*Falco tinnunculus*) in Warsaw. *Buteo* **8**: 123–130.
- Roulin A. 1996: Alimentation hivernale de la chouette effraie (*Tyto alba*), du hibou moyen duc (*Asio otus*), du busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*) et du faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*). *Bull. Soc. Vaud. sc. nat.* **84** (1): 19–32.
- Sage M, Coeurdassier M, Defaut R, Gimbert F, Berny P, Giraudoux P. Kinetics of bromadiolone in rodent populations and implications for predators after field control of the water vole, *Arvicola terrestris*. *Sci Total Environ* 2008;407:211–22
- 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**: 540–543
- Scott, J.M., Carpenter, J.W., 1987. Release of captive-reared or translocated endangered birds: what do we need to know? *The Auk* **23**, 544-545.

- Shore RF, Birks JD, Afsar A, Wienburg CL, Kitchener AC. Spatial and temporal analysis of second-generation anticoagulant rodenticide residues in polecats (*Mustela putorius*) from throughout their range in Britain, 1992–1999. *Environ Pollut* 2003;122:183–9
- Singleton GR, Hinds LA, Leirs H, and Zhang Z. 1999. *Ecologically-based rodent management*. Canberra, Australia:ACIAR
- Singleton GR. 2003. *Impacts of rodents on rice production in Asia*. IRRI Discussion Paper Series No 45. Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute.
- Singleton, G.R., Brown, P.R., Jacob, J., Aplin, K.P. & Sudarmaji (2007) Unwanted and unintended effects of culling: a case for ecologically-based rodent management. *Integrative Zoology* 2: 247–259.
- Solomon, M. E. 1949. The natural control of animal populations. *J. Anim. Ecol.* 18:1-35
- Spitz, . 1977. Developpement d'un module de provision des pullulations du campagnol des champs. *Bull. OEPP* 7:341-347.
- Stenseth, N.C., L. Herwig, A. Skonhøft, S.A. Davis, R.P. Pech, H. P. Andreassen, G.R. Singleton, M. Lima, R.M. Machangu, R.H. Makundi, Z. Zhang, P.R. Brown, D. Shi & X. Wan, 2003. Mice, rats, and people: the bio-economics of agricultural rodent pests. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1: 367–375.
- Stone, W. B., J. C. Okoniewski, and J. R. Stedelin. 1999. Poisoning of wildlife with anticoagulant rodenticides in New York. *Journal of Wildlife Disease* 35: 187–193.
- Sundell J, Norrdahl K, Korpimäki E, Hanski I (2000) Functional response of the least weasel, *Mustela nivalis nivalis*. *Oikos* 90:501–508

- Torre, I., Díaz, M, Martínez-Padilla, J., Bonal, R. Viñuela, J. y Fargallo, Cattle grazing, raptor abundance and small mammal communities in Mediterranean grasslands. *Basic and Applied Ecology*. doi:10.1016/j.baae.2006.09.016
- Turchin, P., Hanski, I. 1997. An empirically-based model for the latitudinal gradient in vole population dynamics. *American Naturalist* 149:842-874.
- Valverde, J. A. (1967). *Estructura de una comunidad de vertebrados terrestres*. Monografía Estac. Biol. Doñana 1.
- Vidal D, Alzaga, Luque-Larena J.J, Mateo R, Arroyo L, Viñuela J.. Possible interaction between a rodenticide treatment and a pathogen in common vole ('*Microtus arvalis*') during a population peak. *Sci Total Environ* 408 (2009) 267–271.
- Village, A. 1990. *The Kestrel*. T. & A.D. Poyser, London
- Volterra, V. 1926. Variazione e fluttuaizini del numero d'individui in specie animali conviventi. *Mem. Acad. Naz. Lincei* 2:31-113.
- Walker LA, Turk A, Long SM, Wienburg CL, Best J, Shore RF. Second generation anticoagulant rodenticides in tawny owls (*Strix aluco*) from Great Britain. *Sci Total Environ* 2008;392:93–8.
- Ylönen H, Jacob J, Davis M, Singleton GR (2002) Predation risk and habitat selection of Australian house mice (*Mus domesticus*) during an incipient plague: desperate behaviour due to food depletion. *Oikos* 99:285–290
- 20minutos (2007) La plaga de topillos se convierte en un auténtico problema sanitario y económico en Castilla y León. [www.document]. URL <http://www.20minutos.es/noticia/265113/0/plaga/topillos/castillayleon/>