

EVALUACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN DEL MATORRAL DEL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA COMO MEDIDA DE GESTIÓN Y SU IMPACTO SOBRE LA COMUNIDAD DE MICROMAMÍFEROS

SACRAMENTO MORENO¹, CARLOS MARFIL-DAZA¹ Y JAVIER PALOMO²

RESUMEN

Una de las principales medidas de gestión que se realizan en el Parque Nacional de Doñana dentro del Plan de manejo del lince (*Lynx pardina*) y del águila imperial (*Aquila adalberti*) es el desbroce de matorral, con objeto de crear zonas abiertas de alimentación para el conejo (*Oryctolagus cuniculus*). Esta medida de gestión está produciendo una profunda modificación en la estructura de la vegetación, y aunque afecta positivamente a los conejos, se desconoce su efecto sobre otras especies características de este hábitat como son los micromamíferos, cuya comunidad podría estar sufriendo importantes procesos de cambio. En concreto una de las especies más características de esta comunidad, el lirón careto atlántico, *Eliomys quercinus lusitanicus*, abundante en el pasado es ahora extremadamente rara, e incluso podría haber desaparecido del área.

Este estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de la eliminación del matorral, mediante quema controlada, sobre la comunidad de micromamíferos. Para ello hemos analizado la riqueza y abundancia específicas y la evolución temporal de estos parámetros en parcelas quemadas de diferente antigüedad y en zonas no sometidas a tratamiento. La toma de datos se realizó mediante captura-recaptura en periodos estacionales, desde el verano de 2005 a la primavera de 2007.

Los resultados mostraron que la riqueza específica fue muy baja, con tan solo 4 especies capturadas (*Mus spretus*, *Apodemus sylvaticus*, *Crocidura russula* y *Eliomys quercinus*). La abundancia presentó valores muy variables dependiendo de la especie, la época del año y el tipo de parcela; aunque se observa que la especie más abundante es *Mus spretus* con mucha diferencia sobre las demás. En general, el otoño y el invierno fueron las estaciones con mayor abundancia, y ésta se hace muy escasa durante el verano.

La quema controlada del matorral mediterráneo senescente en el Parque Nacional de Doñana favorece la presencia de especies y su abundancia, no tanto en la propia parcela sometida a tratamiento, como en el matorral que la bordea. *Mus* es la especie dominante en todos los ambientes. *Apodemus* muestra mecanismos de evitación espacial y temporal con *Mus*. *Eliomys quercinus* no ha desaparecido de Doñana, aunque su abundancia es escasísima y aparece asociada al borde de parcelas quemadas de cuatro años de antigüedad.

El proceso de colonización de las parcelas quemadas parece alcanzar la abundancia más alta y la mayor riqueza específica a los tres-cuatro años tras la quema. Esta colonización no sigue una pauta regular en el tiempo, sino que se encuentra condicionada por otros factores, entre los que parece encontrarse la precipitación anual.

Palabras clave: Parque Nacional de Doñana, micromamíferos, *Apodemus sylvaticus*, *Mus spretus*, *Eliomys quercinus*, *Crocidura russula*, efecto borde, manejo del matorral.

¹Estación Biológica de Doñana - C.S.I.C. Etología y Conservación de la Biodiversidad. C/ Américo Vespucio s/n, Isla de la Cartuja. 41092 Sevilla.

²Universidad de Málaga, Facultad de Ciencias, Campo de los Teatinos, 29071-Málaga.

SUMMARY

One of the main management practices carried out in the Doñana National Park as part of the Iberian Lynx (*Lynx pardina*) and Spanish Imperial Eagle (*Aquila adalberti*) recovering plans, is the clearing of Mediterranean scrubland to create open areas to feed rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). This management practice positively affects rabbits but also provokes significant changes in the scrubland structure. However no studies have been performed to evaluate the effect of this habitat change on other species inhabiting scrubland. This is the case of small mammal community which could be undergoing serious changes processes. For example, one of the most characteristic species of the small mammals community of this habitat is the garden dormouse *Eliomys quercinus lusitanicus*, which was abundant in the past but currently is extremely rare, or even could be extinct in the area.

This paper aims to evaluate the effect of the scrubland clearing, through prescribed burning, over small mammal community. We compared specific richness, abundance of species and the temporal evolution of these parameters between different plots burned in different years with other no treated (control plots). Data were obtained through capture-mark-recapture method in seasonal periods, from summer 2005 to spring 2007.

The results show that specific richness was very low, with only 4 captured species (*Mus spretus*, *Apodemus sylvaticus*, *Crocidura russula* y *Eliomys quercinus*). The abundance values were different depending on the species, time of year and plot type. In general abundance was higher in autumn and winter, and was very low during summer. The most abundant species was the *Mus spretus*.

The prescribed burn of ageing Mediterranean scrubland in Doñana National Park favour presence and abundance of the small mammals, mainly in the surrounding scrubland of the burned plots. *Mus* was the dominant species on all plots. *Apodemus* seemed to show avoidance behaviour in relation to *Mus*. *Eliomys quercinus* had not disappeared from Doñana, although its abundance was very scarce and associated only with plots edges.

The colonization process of burned plots seemed to reach highest abundance and specific richness three-four years after treatment. This colonization did not follow a regular pattern in time, but seems to be determined by others factors, as annual precipitation.

Key words: Doñana National Park, small mammals, *Apodemus sylvaticus*, *Mus spretus*, *Eliomys quercinus*, *Crocidura russula*, edge effect, scrubland management.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 25 años el Parque Nacional de Doñana (Huelva) ha sufrido cambios importantes tanto en su estructura paisajística como en las comunidades vegetales y animales que alberga. Algunos de estos cambios son resultado del carácter fluctuante de los sistemas de Doñana y otros sin embargo son consecuencia de impactos antrópicos, tanto negativos (introducción de especies alóctonas, contaminación, epidemias, etc), como positivos (incremento de la superficie protegida, planes de recuperación de especies amenazadas, etc.). El conjunto de todos ellos ha debido de pro-

ducir un efecto muy importante en el sistema, produciendo modificaciones tanto en la composición de su propia flora y fauna, como en las relaciones entre los diferentes grupos y especies. No obstante y aunque existe evidencia de estos cambios (alguno de ellos claramente impactantes, como los producidos por la introducción del cangrejo rojo americano *Procambarus clarkii*), no existen estudios que evalúen la magnitud de otros (DELIBES y cols, 1999; FERRERAS, 2001).

Entre los cambios más llamativos se encuentra la drástica disminución de la población de conejos,

Oryctolagus cuniculus, (VILLAFUERTE y cols., 1994; MORENO y cols., 2007), que ha situado a especies como el lince ibérico *Lynx pardina* y el águila imperial *Aquila adalberti* al borde de la extinción en el Parque. Por ello, los planes de conservación de las mencionadas especies incluyen como uno de sus principales objetivos el incremento de las poblaciones de conejo, fundamentalmente recuperando hábitats adecuados mediante la aplicación de diferentes técnicas de aclareo del matorral. Se ha estimado que desde 1985 a 1998 se desbrozó matorral en casi 700 parcelas que ocupan una superficie de un alto número de hectáreas (VILLAFUERTE y cols. 2001; HAEGER y cols. 2001). La práctica continúa siendo aplicada en la actualidad ya que se ha mostrado su efectividad sobre las poblaciones de conejo (MORENO y VILLAFUERTE, 1995).

Sin embargo, este modelo de gestión sin duda también conlleva un impacto directo sobre otras especies animales diferentes a los que va encaminada. En concreto, la comunidad de micromamíferos (roedores e insectívoros), habitantes típicos del matorral de Doñana debe haber sido uno de los grupos más seriamente afectados por los desbroces. Existen indicios fiables de la existencia de estos cambios, como es el caso de la situación actual del lirón careto atlántico (*Eliomys quercinus lusitanicus*), de distribución restringida al cuadrante suroccidental de la península Ibérica, que era común hace 25 años (MORENO 1984) y ahora parece ser casi inexistente tanto en su número como en su distribución (RUIZ y ROMÁN, 1999).

Los micromamíferos desempeñan un papel importante en la transferencia de materia y energía en el ecosistema y de hecho, después del conejo (*Oryctolagus cuniculus*), constituyen el tipo de presa más consumida por carnívoros y rapaces de mediano tamaño (KUFNER, 1986; BUTET y LE-ROUX, 2001). Este hecho es especialmente cierto en Doñana, donde la abundancia de micromamíferos se ha mostrado en años pasados como una de las más elevadas entre diversas regiones mediterráneas (CAGNIN, 1998). Por ello quizá un buen número de predadores de pequeño tamaño (como ginetas *Genetta genetta*, gatos monteses *Felis sylvestris*, cernícalo común *Falco tinnunculus*, y casi todas las rapaces nocturnas) consumían casi exclusiva-

mente micromamíferos. Los conocimientos sobre esta comunidad sin embargo han quedado anticuados en Doñana, y aunque en el pasado fue un grupo bastante estudiado (VALVERDE 1967, MORENO 1984, CAMACHO y MORENO, 1989; KUFNER, 1986; etc.), actualmente no se conoce el estado y las características de la comunidad, hasta el punto de que se sospecha, pero no se ha confirmado, la desaparición de una de sus especies más características.

En el presente proyecto se pretende evaluar la situación actual de la comunidad de micromamíferos, los cambios que se hayan producido en la misma durante los últimos 20-25 años y su relación con los desbroces de matorral que se efectúan sistemáticamente en Doñana.

Los objetivos del estudio son:

- 1) Estudiar la composición específica y la abundancia de la comunidad de micromamíferos actual del matorral de Doñana tanto en zonas afectadas por el manejo de la vegetación arbustiva, como en otras que no lo han sido.
- 2) Evaluar la evolución estacional de los parámetros mencionados.
- 3) Analizar la evolución de la comunidad de micromamíferos en una serie sucesional plurianual desde el momento de la aplicación del tratamiento.

ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo de campo se ha llevado a cabo en el Parque Nacional de Doñana (Huelva), una de las zonas protegidas más importantes de Europa, tanto por su situación geográfica (SO de la península Ibérica), como por el alto número de especies animales que alberga, ya sean residentes o migratorias.

En el Parque se distinguen tres grandes unidades ambientales: el matorral, la marisma y las dunas. A su vez, la unidad de matorral podría considerarse como el hábitat predilecto de las especies de mamíferos presentes en Doñana (VALVERDE, 1967), y se podría subdividir en dos unidades diferencia-

das para su estudio: monte blanco y monte negro. El estudio se ha llevado a cabo en el monte blanco, cuya vegetación se caracteriza por estar más adaptada a la escasez de agua que la del monte negro, ya que el nivel freático queda a mayor distancia de la superficie. Las especies arbustivas más características son de tipo mediterráneo, como *Halimium halimifolium*, *Cistus* spp., *Genista anglica* y *Stauracanthus genistoides*, *Lavandula stoechas*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus mastichina*, etc. En esta unidad ambiental es donde se han llevado a cabo prácticamente la totalidad de los manejos a los que se ha sometido la vegetación arbustiva en el Parque.

La declaración de Parque Nacional en el año 1969 se realizó bajo unas leyes que pretendían evitar todo tipo de intervención humana en la zona, con objeto de preservarla, prohibiendo las actividades tradicionales como son el desbroce o quema de matorral, medida que provocó el envejecimiento y densificación de este tipo de vegetación, así como la invasión de zonas de pradería. En el año 1985 se renovó la mencionada medida y desde 1985 hasta el 1989 se realizaron los primeros tratamientos de desbroce de matorral en el Parque Nacional, con objeto de aclararlo, rejuvenecerlo y crear zonas de pasto para los herbívoros que se habían perdido desde la declaración del Parque Nacional invadidas por el crecimiento del matorral.

En el año 1990 se cambia el diseño de la metodología del tratamiento del matorral, debido sobre todo a la drástica disminución de la abundancia de conejo silvestre provocada por la irrupción de la enfermedad hemorrágico vírica (VILLAFUERTE y cols., 1994; MORENO y cols., 2007), y los tratamientos de desbroce se orientan directamente hacia la recuperación de esta especie. Ya que las parcelas de gran tamaño no son óptimas para el conejo, que solo utilizaría las zonas periféricas del área tratada (MORENO y VILLAFUERTE, 1995), comienza a eliminarse el matorral en zonas más pequeñas, con un tamaño medio de 1 Ha, dejando entre ellas la vegetación natural de matorral mediterráneo.

Desde el año 1990 hasta el 2005 inclusive se ha eliminado el matorral de una superficie de casi 900 ha repartida en más de 1.200 parcelas de distintas formas y tamaños (0,2-9 ha), la mayoría de

las cuales se encuentran en la Reserva Biológica de Doñana y en El Acebuche. El número de parcelas ha variado mucho de año en año, con máximos de 192 en 1992 y 193 en 2001, mientras que en 1997 y 2005 no se realizó ningún tratamiento de matorral. El tamaño medio de las parcelas es de unos 9.000 m², el perímetro medio de unos 460 m, y el promedio de la relación superficie/perímetro es igual a 16. Sin embargo, estos valores también han variado mucho entre años.

Por otra parte, la distribución espacial es de tipo contagioso. En cada zona de actuación se han realizado un número variable de quemas o desbroces (aprox. entre 2 y 100), cuya superficie acumulada representaba entre el 10 y el 35% de la superficie total del área de actuación.

Los tratamientos usados han sido, el desbroce y la quema controlada. Este último tratamiento se realiza exclusivamente durante el periodo más húmedo del año (usualmente diciembre-enero). Para llevarlo a cabo, se gradea y desbroza una franja perimetral de la superficie que se pretende tratar y posteriormente se realiza la quema del matorral encerrado en esta corona con las correspondientes medidas de seguridad.

Las parcelas seleccionadas para la realización de este estudio habían sido sometidas a quema controlada y están ubicadas en la zona de matorral próximo a la marisma de la Reserva Biológica y de La Algaida y presentan un tamaño próximo a una hectárea (Figura 1).

MATERIAL Y MÉTODOS

Elección de las parcelas de estudio

Las parcelas para llevar a cabo el muestreo de micromamíferos fueron seleccionadas durante la primavera de 2005 entre aquellas que habían sido sometidas a quema controlada por el Parque Nacional, así como otras que no habían sido intervenidas y que se usaron como control. Finalmente se eligieron 9 parcelas ubicadas en tres zonas sometidas a tratamiento de la vegetación en años diferentes:

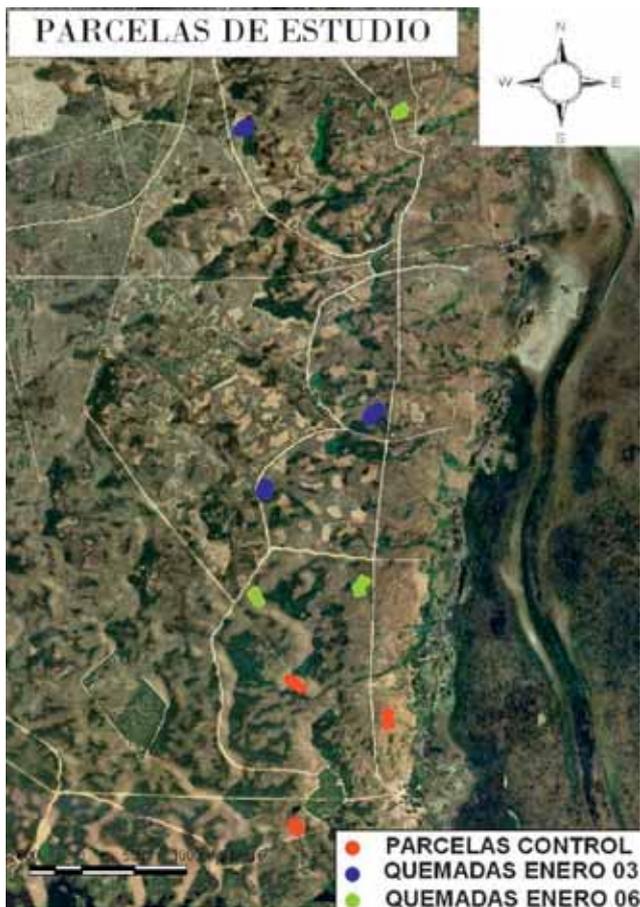


Figura 1. Vista aérea de La Vera del Parque Nacional de Doñana. Se observan las parcelas sometidas a eliminación de matorral en fechas diferentes. Las parcelas estudiadas se han coloreado en azul, rojo y amarillo como indica la leyenda.

Figure 1. Aerial view of La Vera in the Doñana National Park. It is observed the areas submitted to scrub elimination at different times. The studied areas are coloured as legend indicates.

- Matorral que no ha sido sometido a gestión (Parcelas Control). En este ambiente, en el que no se han efectuado tratamientos de la vegetación desde la creación del Parque, se delimitaron tres parcelas de aproximadamente una hectárea, en las que se realizó el muestreo de micromamíferos desde el verano de 2005 a la primavera de 2007.
- Matorral sometido a eliminación de la vegetación mediante quemadas controladas de tres años de antigüedad. Se eligieron como zonas de estudio tres parcelas de aproximadamente 1 Ha cada una en donde se había eliminado el matorral durante el invierno de 2003. Las tres parcelas seleccionadas se muestrearon desde el verano de 2005 a la primavera de 2007.

- Matorral sometido a eliminación reciente de matorral mediante quema controlada. Se seleccionaron tres parcelas de aproximadamente una hectárea que fueron quemadas durante el invierno 2006, ya que durante el invierno de 2005 no se efectuó tratamiento del matorral por parte del Parque. Por consiguiente las parcelas ubicadas en este ambiente fueron muestreadas desde primavera de 2006 a primavera de 2007 y cuentan con un año menos de seguimiento.

Todas las parcelas tratadas y las correspondientes zonas control estuvieron situadas en la franja de matorral más próxima al borde de la marisma, donde la vegetación predominante es matorral con algunos ejemplares de alcornoque muy dispersos.

Todas ellas fueron similares en cuanto a tamaño y distancia a la marisma. Entre ellas existe una separación de al menos 900 metros, con objeto de considerar independientes los resultados que de las mismas se obtengan.

Metodología del trabajo de campo

En las nueve parcelas hemos efectuado periodos estacionales de captura-recaptura de micromamíferos en los años mencionados anteriormente. En cada ocasión se trampeó cada zona durante 7 días consecutivos, período en el que se dejan de capturar individuos nuevos (sin marcar), por lo que se considera que se ha realizado una estimación significativa del tamaño de la población.

Las trampas usadas han sido tipo Sherman y tipo jaula (manufacturadas), que permiten la captura en vivo de los ejemplares. En cada parcela se colocaron 50 trampas separadas 15 metros ocupando los nudos de una hipotética red cuadrada. En las parcelas sometidas a tratamiento se ha muestreado también el matorral circundante a las mismas (no sometido a tratamiento), en cuyos bordes y cada 15 metros se ubicaron 25 trampas en cada una.

El esfuerzo total de trampeo fue de 23.100 trampas noche (16.800 en las parcelas más 6.300 en el matorral circundante).

Los animales capturados fueron pesados en balanzas de precisión, determinada la especie, se-

xados y estimada su edad y estado reproductivo. Finalmente eran marcados individualmente con microchips (marca Avidesp, Barcelona) de inserción subcutánea y liberados inmediatamente en el mismo sitio donde fueron capturados.

La comparación de los datos obtenidos desde 2005 a 2007 en las parcelas de uno y tres años de antigüedad, permite conocer la evolución temporal del proceso de colonización de las zonas tratadas en un periodo sucesional de cuatro años. A su vez la comparación con los datos procedentes de las parcelas control (más de cinco y más de seis años) permitirá conocer si a los cuatro años de su creación las parcelas tratadas han recuperado los valores que tenían antes de ser manejadas.

La abundancia ha sido estimada por medio del calendario de capturas, que nos proporciona el número de ejemplares presentes en el área en cada periodo, y cuyo resultado se ha relativizado a 1000 trampas.

El diseño metodológico aplicado nos debía haber permitido obtener información sobre la evolución de la comunidad de micromamíferos durante un periodo sucesional de cuatro años desde el momento de la quema controlada.

Lamentablemente, como dijimos, durante el invierno de 2005 no se efectuó tratamiento del matorral en ningún lugar de Doñana, lo que dejaba sin datos a las parcelas de uno y dos años de evolución. Durante el invierno de 2006 se efectuó tratamiento en tres nuevas parcelas, que comenzaron a ser muestreadas en primavera de 2006. Por consiguiente la serie sucesional de cuatro años del planteamiento inicial deja únicamente sin representación en la serie a las parcelas de dos años.

RESULTADOS

ABUNDANCIA Y VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA COMUNIDAD DE MICROMAMÍFEROS

Con objeto de hacer comparables los resultados de las diferentes parcelas, en este apartado se presentan únicamente los datos obtenidos durante el año 2006-2007 en las parcelas de los tres tipos de ambientes. Un análisis comparativo entre las mismas nos ha permitido exponer conjuntamente los resultados de las tres parcelas correspondientes a cada ambiente (control, parcelas de un año, parcelas de tres años).

Parcelas control

En las parcelas control se capturaron un total de 131 individuos diferentes en 264 ocasiones. Las especies capturadas fueron, musaraña común (*Crocidura russula*), ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*) y ratón moruno (*Mus spretus*).

La especie más abundante fue *Mus spretus* (N=113), seguida de *Crocidura russula* (N=11) y *Apodemus sylvaticus* (N=7).

La abundancia relativa de las diferentes especies varió en función de la época del año (Tabla 1). El otoño fue la estación con mayor abundancia de micromamíferos, seguida del invierno y la primavera; finalmente el verano fue la estación con la menor abundancia de población.

Mus spretus fue más abundante que las demás especies durante todas las estaciones excepto en verano, aunque especialmente en otoño.

	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	TOTAL
<i>Crocidura russula</i>	0	0,43	4,19	0	4,62
<i>Apodemus sylvaticus</i>	2,78	0	6,09	7,62	16,49
<i>Mus spretus</i>	1,11	36,09	19,81	11,9	68,91
Total	3,89	36,52	30,09	19,52	90,02

Tabla 1. Abundancia relativa de las diferentes especies capturados en las parcelas control calculados según el calendario de capturas.

Table 1. Relative abundance of different species captured on control plots according to calendar of capture.

Parcelas de creación reciente

El número de ejemplares diferentes capturados a lo largo del año en las parcelas sometidas a quema controlada en invierno de 2006 y el matorral circundante fue de 167 ejemplares diferentes pertenecientes a dos especies, ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*, N = 20) y ratón moruno (*Mus spretus*, N = 145).

Como en el resto de las parcelas, la abundancia de población varió en función de la época del año. El otoño fue la estación con mayor abundancia de micromamíferos, seguida del invierno.

Apodemus es la especie con presencia temporal más constante y aunque los valores no son altos, el pico anual de abundancia aparece en invierno. *Mus*, la especie más abundante, presenta su máximo poblacional en otoño.

Parcelas de tres años

La especie más abundante fue también *Mus spretus* (N = 252) tanto en la parcela sometida a tratamiento como en el matorral circundante, seguida de *Apodemus sylvaticus* (N = 29), especialmente en el matorral, *Crocidura russula* (N = 9) y finalmente *Eliomys quercinus*, del que únicamente se han cap-

turado dos ejemplares y ambos en el matorral que bordea la parcela tratada (Tabla 3).

La abundancia de población de las diferentes especies varió en función de la época del año. Otoño e invierno fueron las estaciones con mayor abundancia de micromamíferos, seguidas de la primavera y por último y con un número muy escaso de capturas, el verano. La variación estacional de las diferentes especies es similar a la de las demás parcelas. *Mus* presenta pico de abundancia en otoño y *Apodemus* en invierno.

El número de capturas de ejemplares diferentes en las zonas quemadas es también inferior al del matorral que las bordea, aunque la diferencia entre uno u otro hábitat es menor que en las parcelas de creación reciente. Las musarañas son más abundantes en el matorral y los lirones aparecen de forma esporádica exclusivamente en el matorral.

Estos resultados ponen de manifiesto que las zonas con mayor productividad, tanto en número de especies como en abundancia de las mismas es el borde de matorral que rodea las zonas donde se ha efectuado tratamiento de la vegetación arbustiva. Estos resultados coinciden con los obtenidos en otros estudios sobre micromamífe-

Quema reciente + Matorral	Verano 06	Otoño 06	Invierno 07	Primavera 07	Total
<i>Apodemus sylvaticus</i>	1,9	6,67	8,6	1,9	19,07
<i>Mus spretus</i>	0	35,2	12,4	1,9	49,50
Total	1,9	41,9	20,9	3,8	68,57

Tabla 2. Porcentaje relativo de capturas (×1.000 trampas) de las especies presentes en las parcelas de creación reciente y en el matorral circundante a las mismas.

Table 2. Relative percentage of captures (×1,000 traps) of species present on recently created plots and/on their surrounding scrubland.

Quema tres años+Matorral	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Total
<i>Crocidura russula</i>	0	0,6	1,92	1,59	4,11
<i>Apodemus sylvaticus</i>	2,31	3,01	13,65	15,56	34,53
<i>Mus spretus</i>	1,15	48,42	49,52	25,40	124,49
<i>Eliomys quercinus</i>	0,39	0,30	0,32	0	1,01
Total	7,31	52,33	65,41	42,55	164,14

Tabla 3. Número total de ejemplares (×1.000 trampas) de las diferentes especies presentes en las parcelas de tres años de antigüedad y en el matorral circundante.

Table 3. Total number of individuals (×1,000 traps) of different species present in three aged plots and in their surrounding scrubland.

ros (BUTET y cols., 2006), pero también con los de otras especies como el conejo, como se ha mostrado en Doñana en el mismo tipo de parcelas (MORENO y VILLAFUERTE, 1995).

Análisis por especies

El la Figura 2 se muestra el número de capturas (capturas más recapturas) de las diferentes especies en las parcelas sometidas a quema controlada sin considerar el matorral de borde. De los resultados anteriores y del número total de capturas que se observa en la figura podemos deducir:

- que *Mus spretus* es la especie más abundante en los tres tipos de parcela,
- que la abundancia de cada especie es similar en los tres tipos de parcelas,
- que las parcelas de un año son las que menor número de capturas presentan,
- que las parcelas control y las de tres años de antigüedad presentan resultados similares.

Si comparamos los datos anteriores pero incluyendo las capturas efectuadas en el matorral (Figura 3), se observa que *Apodemus* y especialmente *Mus* aumentan mucho en las parcelas de tres años, *Crocidura* no varía y que aparece *Eliomys*.

Las parcelas con quema controlada de tres años de antigüedad encierran sin duda el tipo de ambiente que mayor abundancia de micromamíferos presenta, tanto en el interior de las propias parcelas como en el matorral que las bordea. Además son las únicas en las que se han capturado *Eliomys*, que aunque en bajo número, no aparece en ningún otro lugar, ya sea de tratamiento más reciente o en las zonas control.

ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS EN LA COMUNIDAD DE MICROMAMÍFEROS EN UNA SERIE SUCESIONAL DE 4 AÑOS DESDE LA ELIMINACIÓN DEL MATORRAL

Evolución temporal del proceso de colonización de las zonas sometidas a quema controlada

Los resultados de los trampeos realizados desde 2005 a 2007 en parcelas de diferente antigüedad, sin matorral de borde (Tabla 4), muestran que en las zonas más jóvenes (uno y tres años en la serie) solamente han sido capturadas dos especies, *Apodemus sylvaticus* y *Mus spretus*. A partir del cuarto año desde el tratamiento comienza también a capturarse *Crocidura russula*.

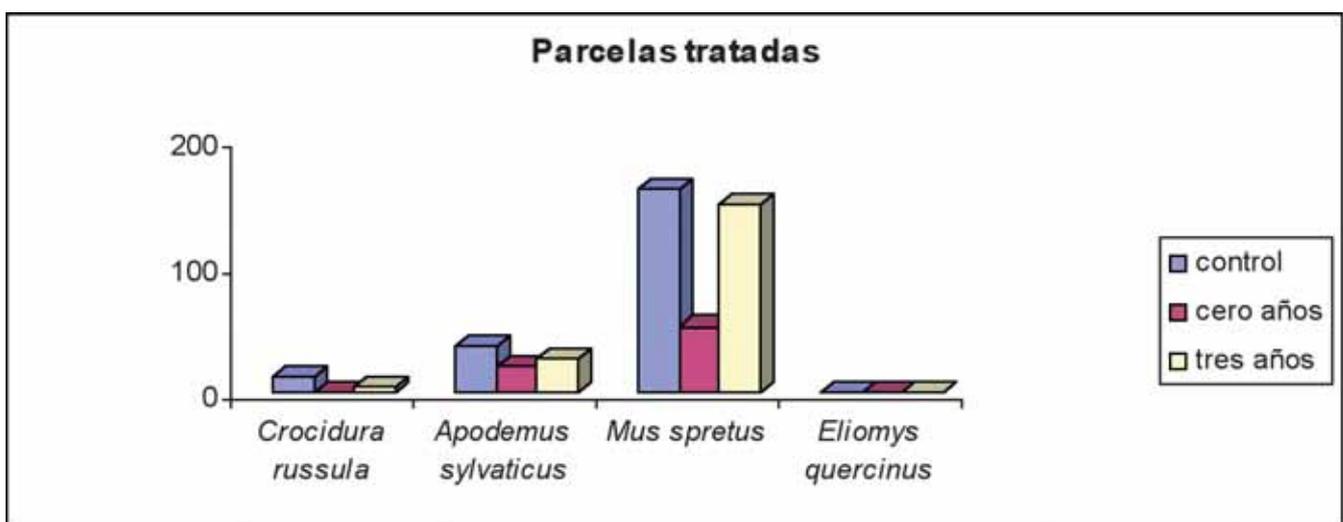


Figura 2. Número de ejemplares presentes en las parcelas control, en las de creación reciente (cero años) y en las de tres años durante el año 2006-2007. No se han incluido datos del matorral circundante.

Figure 2. Number of individuals in control plots, on recently created plots (cero años) and in three aged plots (tres años) during 2006-2007 years. Data from surrounding scrubland are excluded.

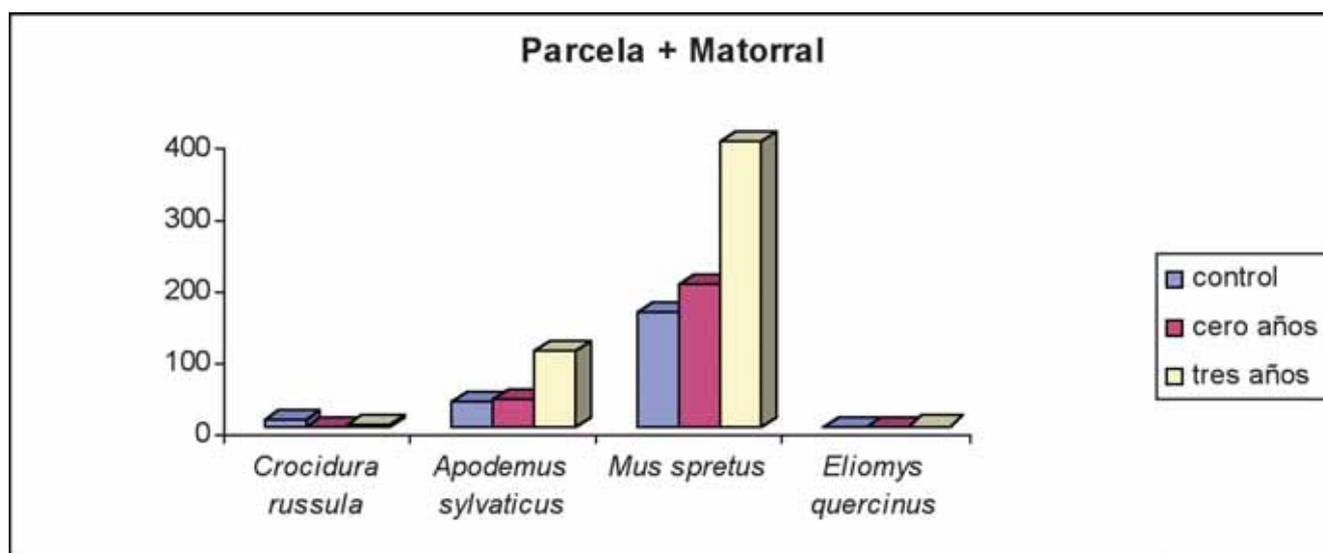


Figura 3. Número de ejemplares presentes en las parcelas control, en las de creación reciente (cero años) y en las de tres años durante el año 2006-2007, incluido el matorral circundante de las dos últimas.

Figure 3. Number of individuals in control plots, in recently created plots (cero años) and in three aged plots (tres años) during 2006-2007. Data from surrounding scrubland are included.

Un año	Verano- 06	Otoño-06	Invierno-07	Primavera-07	Total
<i>Crocidura russula</i>	0	0	0	0	0
<i>Apodemus sylvaticus</i>	1,9	6,67	8,6	1,9	19,07
<i>Mus spretus</i>	0	35,2	12,4	1,9	49,5
Total	1,9	41,9	20,9	3,8	68,57
Tres años	Verano 05	Otoño 05	Invierno 06	Primavera 06	Total
<i>Crocidura russula</i>	0	0	0	0	0
<i>Apodemus sylvaticus</i>	0	0,77	0	10,48	11,25
<i>Mus spretus</i>	0	1,54	0	3,81	5,35
Total	0	2,31	0	14,29	16,6
Cuatro años	Verano 06	Otoño 06	Invierno 07	Primavera 07	Total
<i>Crocidura russula</i>	0	1,9	0,95	1,9	4,75
<i>Apodemus sylvaticus</i>	1,9	0,95	5,71	4,76	13,32
<i>Mus spretus</i>	0	60	49,52	27,62	137,14
Total	1,9	62,86	56,19	34,28	155,21
Control (> 5 años)	Verano 05	Otoño 05	Invierno 06	Primavera 06	Total
<i>Crocidura russula</i>	0	0,8	0	0	0,8
<i>Apodemus sylvaticus</i>	6,67	0	6,98	12,38	26,03
<i>Mus spretus</i>	2,67	2,4	6,98	5,71	17,76
Total	9,34	3,2	13,96	18,09	44,59
Control (> 6 años)	Verano 06	Otoño 06	Invierno 07	Primavera 07	Total
<i>Crocidura russula</i>	0	0	10,48	0	10,48
<i>Apodemus sylvaticus</i>	0	0	4,76	2,86	7,62
<i>Mus spretus</i>	0	76,19	39,05	18,1	133,34
Total	0	76,19	54,29	20,95	151,44

Tabla 4. Ejemplares (×1.000 trampas) de las diferentes especies, capturados en las zonas quemadas de diferente estadio sucesional.

Table 4. Number of individuals (×1,000 traps) of different species, captured in burned areas of the different successional stages.

La primera especie que se encuentra tras la quema fue el ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*), de la que se capturaron 16 individuos durante la primavera de 2006, tres meses después del tratamiento, cuando no había ningún tipo de vegetación en la zona.

El análisis de la evolución temporal de la abundancia (en número absoluto de capturas de individuos diferentes) de las especies presentes en cada tipo de parcela (Figura 4), muestra que no parece existir una pauta creciente o decreciente a lo largo de la serie sucesional, sino que la abundancia sufre oscilaciones interanuales. Las parcelas de uno y cuatro y las zonas control de más de seis años son las que presentan mayor abundancia, debido fundamentalmente a *Mus spretus*, especie que en estas parcelas claramente domina a las demás. Las parcelas de tres y cinco años de antigüedad desde la quema, son las de menor abundancia y también en las que la especie dominante es *Apodemus sylvaticus*.

El primer año tras la quema, la abundancia de micromamíferos es relativamente baja, a pesar de lo cual desciende aún más a los tres años del tratamiento. Estos resultados no coinciden con los obtenidos en otros estudios, en los que el estadio

sucesional más temprano presenta una gran abundancia y riqueza específica de micromamíferos (CONSTANTINE y cols., 2004). A los cuatro años de haber sido eliminado el matorral la abundancia de *Apodemus sylvaticus* permanece más o menos constante. *Mus spretus* sin embargo aumenta de forma muy llamativa. Por vez primera aparece una nueva especie, *Crocidura russula*, aunque con un bajo número de capturas.

En las parcelas control, consideradas de 5 o más años de antigüedad, aparecen importantes diferencias en los dos años de trampeo. En las parcelas control de 5 o más años, *Apodemus sylvaticus* es la especie más capturada. En las parcelas control de seis o más años, la abundancia de micromamíferos aumenta de forma llamativa, debido al espectacular crecimiento de *Mus* a partir del otoño de 2006. También aumenta la presencia de musarañas, aunque disminuye *Apodemus sylvaticus*.

En resumen, la ocupación de las parcelas sometidas a quema no sigue una pauta lineal de ocupación progresiva de especies, y aunque *Apodemus* resulta la primera especie capturada, *Mus* aparece como especie dominante en la parcela a los 10 meses de la eliminación del matorral.

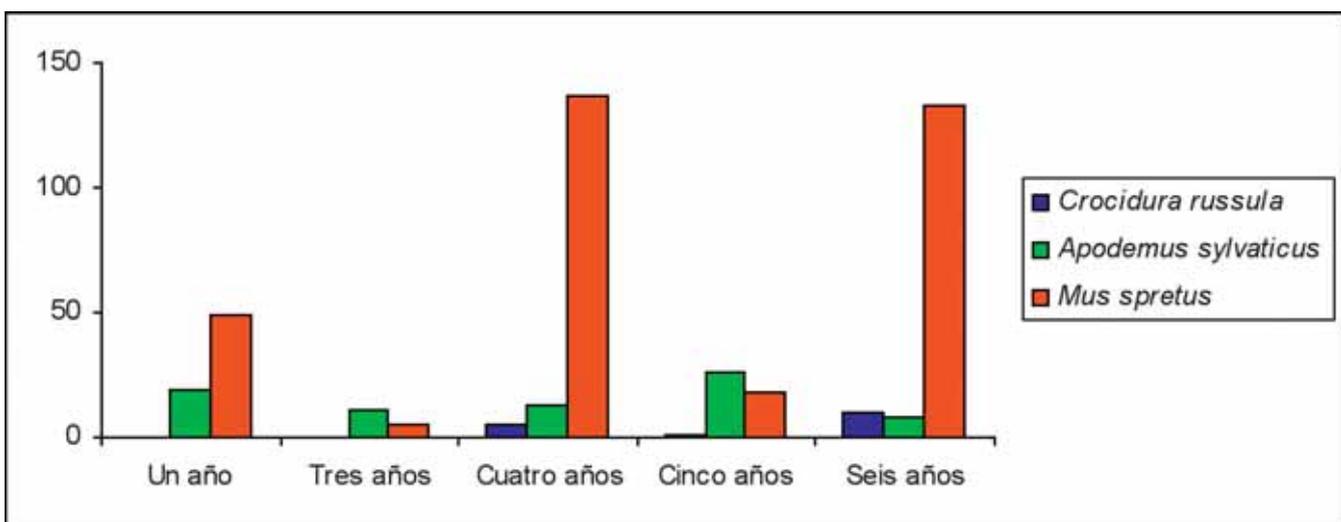


Figura 4. Número de ejemplares de las diferentes especies presentes en las parcelas en las que se ha eliminado el matorral uno, tres, cuatro años antes, o en las que no ha sido eliminado (cinco y seis).

Figure 4. Number of individuals of different species present in burned plots of different age (un año, tres años y cuatro años) and in control plots (cinco y seis años).

Evolución temporal de la comunidad de micromamíferos en el matorral que bordea las zonas sometidas a quema controlada

En las zonas de matorral que bordean las parcelas quemadas el número de capturas es mucho más elevado que en la propia parcela. Esto es así para todas las especies, para todos los años y para todas las estaciones. De hecho, es en este biotopo donde aparece una especie que no fue nunca capturada ni en las parcelas ni en las zonas control, los lirones caretos, si bien lo hacen en bajo número y únicamente en el matorral de las parcelas de tres y cuatro años de antigüedad (Tabla 5).

La especie *Mus spretus* alcanza los picos de abundancia en otoño o invierno, mientras que

el máximo poblacional de *Apodemus* aparece una estación retrasada en el tiempo en relación a *Mus*.

Como ocurre en el caso de las zonas tratadas no aparece una pauta de evolución interanual clara, porque la abundancia de las diferentes especies no sigue un patrón de aumento, descenso o mantenimiento que persista en la serie sucesional (Figura 5).

La abundancia más elevada de micromamíferos ocurre en el matorral de las parcelas quemadas de cuatro años de antigüedad, seguidas de las de un año. Las parcelas control, especialmente las de más de cinco años, muestran menor abundancia

Un año	Verano-06	Otoño-06	Invierno-07	Primavera-07	Total
<i>Crocidura russula</i>	0	3,8	0	0	3,80
<i>Apodemus sylvaticus</i>	3,8	7,62	22,86	5,71	39,99
<i>Mus spretus</i>	0	150,48	91,43	40	281,91
Total	3,8	161,9	114,29	45,71	325,70
Tres años	Verano-05	Otoño-05	Invierno-06	Primavera-06	Total
<i>Crocidura russula</i>	0	0	0	0	0
<i>Apodemus sylvaticus</i>	22,86	8,89	38,1	41,91	111,76
<i>Mus spretus</i>	17,14	8,89	15,24	0	41,27
<i>Eliomys quercinus</i>	5,71	0	0	0	5,71
Total	45,71	17,78	53,34	41,91	158,74
Cuatro años	Verano-06	Otoño-06	Invierno-07	Primavera-07	Total
<i>Crocidura russula</i>	0	0	9,52	5,71	15,23
<i>Apodemus sylvaticus</i>	0	7,62	32,38	20,95	60,95
<i>Mus spretus</i>	0	175,24	186,67	89,52	451,43
<i>Eliomys quercinus</i>	0	1,91	1,91	0	3,82
Total	0	184,77	230,48	116,18	531,43
Control (> 5 años)	Verano-05	Otoño-05	Invierno-06	Primavera-06	Total
<i>Crocidura russula</i>	0	0,8	0	0	0,8
<i>Apodemus sylvaticus</i>	6,67	0	6,98	12,38	26,03
<i>Mus spretus</i>	2,67	2,4	6,98	5,71	17,76
Total	9,34	3,2	13,96	18,09	44,59
Control (> 6 años)	Verano-06	Otoño-06	Invierno-07	Primavera-07	Total
<i>Crocidura russula</i>	0	0	10,48	0	10,48
<i>Apodemus sylvaticus</i>	0	0	4,76	2,86	7,62
<i>Mus spretus</i>	0	76,19	39,05	18,10	133,34
Total	0	76,19	54,29	20,95	151,44

Tabla 5. Número relativo de ejemplares presentes en el matorral que bordea las zonas quemadas y en las zonas control, desde el primer año de la eliminación de matorral y durante cinco años sucesivos.

Table 5. Relative number of individuals in burned plots and their surrounding scrubland and in control plots, from the first year of burning and during four successional stages. Data from control plots are also included.

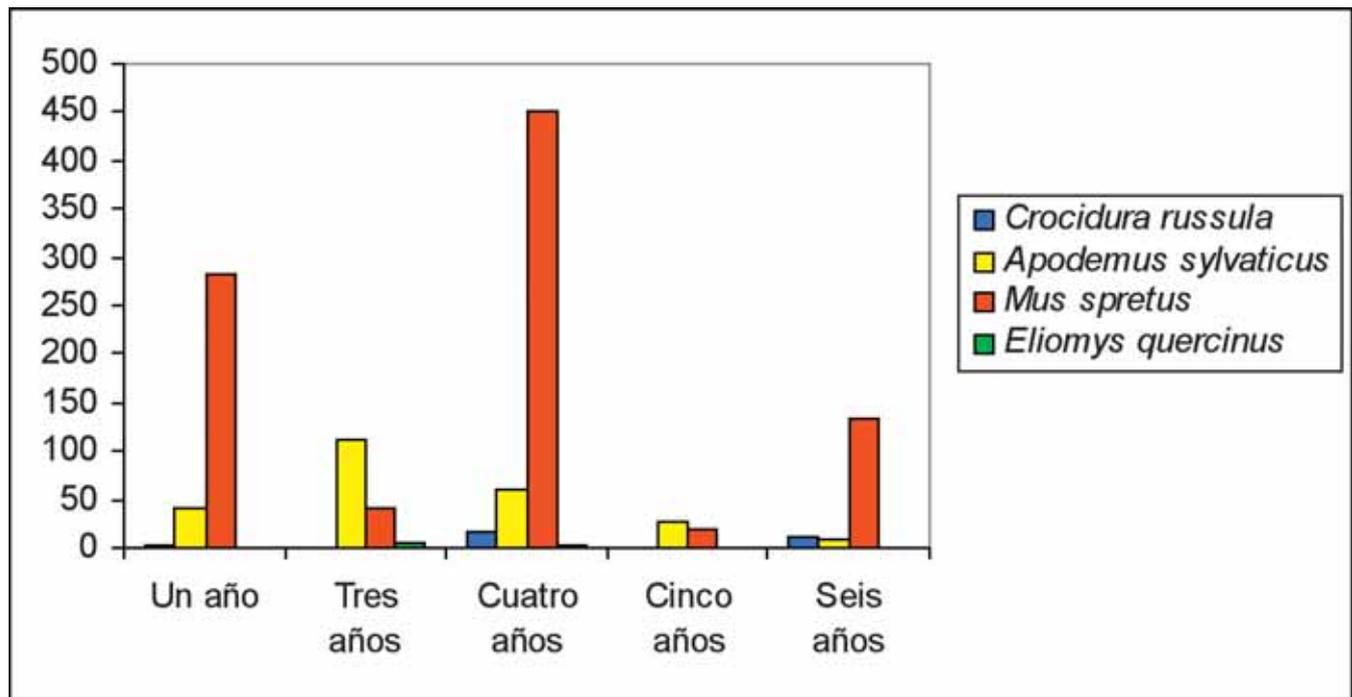


Figura 5. Número de ejemplares (x 1000 trampas) de las diferentes especies presentes en el borde de matorral de las parcelas quemadas uno, tres, cuatro años antes, y en las que no ha sido eliminado (cinco y seis).

Figure 5. Number of individuals (x 1000 traps) of different species present on surrounding scrubland at one, three, four years burned plots; and in the control plots (cinco y seis).

que los bordes de matorral que rodean las zonas quemadas.

Como en el caso de las parcelas sin matorral *Mus* es la especie dominante en el matorral de las parcelas de uno, cuatro y más de seis años, en el matorral de las parcelas de tres años y en las controles de más de cinco predomina *Apodemus*.

De las figuras 4 y 5 se deduce que la abundancia de micromamíferos es mucho mayor en el matorral circundante a la parcela quemada que en la propia parcela, independientemente de la edad de la misma.

En este mismo sentido, hasta los cuatro años de la quema no parece igualarse la abundancia de micromamíferos entre las parcelas y las zonas control.

Por otro lado, las parcelas de tres y cinco años presentan una abundancia mucho menor de micromamíferos que las demás, tanto en la propia parcela como en el matorral. Esto nos indica que el grado de crecimiento del matorral o la cobertura

que ofrece parecen ser factores secundarios que influyen la abundancia de micromamíferos, y que son otros los factores que provocan los ascensos o descensos interanuales de la misma.

Las parcelas de tres y los controles de más de cinco años fueron muestreadas en el año 2005-2006, mientras que el resto lo fueron en 2006-2007. Por ello, algún factor, probablemente climatológico, que pudiese haber sido diferente durante estos dos años podría ser el causante de las diferencias en abundancia. El primer año de estudio fue un año seco, con una precipitación acumulada que fue casi la mitad de la precipitación de 2006-2007 (345,2 mm frente a 661,3 mm de precipitación acumulada respectivamente).

Para comprobar si la abundancia de micromamíferos está relacionada con la precipitación hemos comparado la variación en la abundancia total de *Mus* y *Apodemus* en cada periodo estacional de trampeo con la precipitación acumulada en ese mismo periodo (Tabla 6).

Período	mm	Mus	Apodemus
Verano 2005	0	22,48	36,20
Otoño 2005	149,3	15,23	9,66
Invierno 2006	135,5	29,20	52,06
Primavera 2006	60,4	15,23	77,15
Verano 2006	39,7	0	7,60
Otoño 2006	411,2	247,58	22,86
Invierno 2007	153,2	140,02	79,07
Primavera 2007	57,2	65,72	39,04

Tabla 6. Milímetros de precipitación acumulada en las diferentes estaciones (mm). Abundancia total (en número de capturas por 1.000 trampas) de *Mus* y *Apodemus*, considerando conjuntamente todas las parcelas y el matorral, en cada periodo estacional de trampeo.

Table 6. Accumulated precipitation (millimetres) in different seasons (mm). Total abundance (number of captures x 1,000 traps) of *Mus* and *Apodemus*, considering jointly all the plots and their surrounding scrubland, in each trap-season period.

En la Figura 6 hemos representado gráficamente la variación de la precipitación acumulada en cada trimestre y la abundancia de *Mus spretus* en el período estacional de captura correspondiente.

La abundancia de *Mus* sigue una pauta de variación muy similar a la precipitación, lo que no sucede con *Apodemus*.

La comparación estadística (coeficiente de correlación de Pearson) de la variación de la abundancia de ambas especies con la precipitación en cada periodo, muestra que efectivamente la abundancia de *Mus* muestra una correlación estadística significativa y positiva con la precipitación acumulada ($r = 0,87022349$; $p < 0,001$) pero no así *Apodemus* ($r = 0,142$; $p > 0,05$).

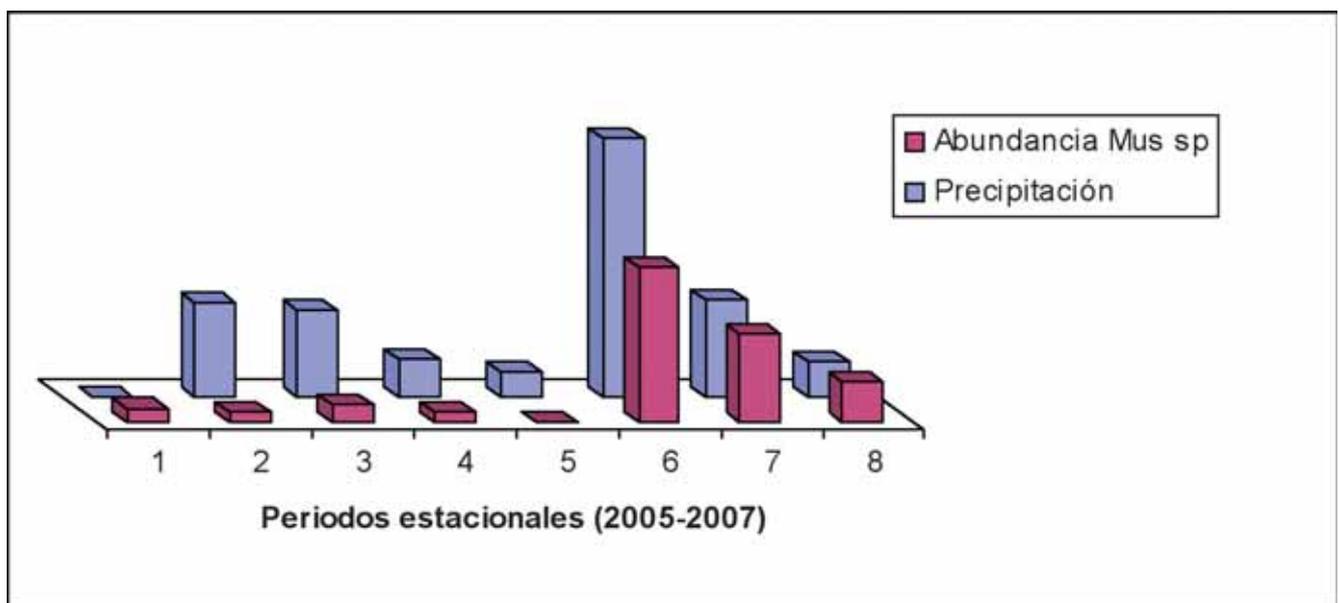


Figura 6. Variación estacional de la abundancia de *Mus spretus* (en burdeos) y de la precipitación (en mm) acumulada durante todo el periodo estacional correspondiente (3 meses). 1: verano 2005; 2: otoño 2005; 3: invierno 2006; 4: primavera 2006; 5: verano 2006; 6: otoño 2006; 7: invierno 2007; 8: primavera 2007.

Figure 6. Seasonal variation of *Mus spretus* abundance (burgundy) and the accumulated precipitation (mm) during all seasonal period (3 months). 1: summer 2005; 2: autumn 2005; 3: winter 2006; 4: spring 2006; 5: summer 2006; 6: autumn 2006; 7: winter 2007; 8: spring 2007.

Estos resultados parecen indicar que la abundancia *Mus spretus*, especie dominante actual en la comunidad de micromamíferos de Doñana, está regulada en gran parte por factores climatológicos, especialmente por la precipitación. *Apodemus sylvaticus* parece aprovechar los descensos poblacionales de *Mus* para ocupar en ese momento el nicho disponible.

CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas del estudio realizado sobre la comunidad de micromamíferos del matorral de Doñana entre los años 2005 y 2007, así como del efecto producido por el tratamiento del matorral por medio de la quema controlada, son las siguientes:

- La especie más abundante en el matorral no manejado fue *Mus spretus*, seguida de *Apodemus sylvaticus* y finalmente *Crociodura russula*.
- En las parcelas de creación reciente solo se capturaron dos especies, *Mus*, la más abundante, seguida de *Apodemus*. En las de tres años de antigüedad se capturaron cuatro especies, que fueron por orden de abundancia, *Mus*, *Apodemus*, *Crociodura* y *Eliomys*.

- En resumen, la quema controlada parece favorecer la presencia de especies y su abundancia, no tanto en la propia parcela sometida a tratamiento, como en el matorral que la bordea.
- *Mus spretus* es la especie dominante en todos los ambientes, ya sea borde de parcela, parcela o zonas sin tratar. Esta especie es especialmente abundante en otoño.
- *Apodemus sylvaticus* es la segunda especie en abundancia, aunque los valores de captura son mucho más bajos que los de *Mus*. *Apodemus* presenta el máximo poblacional en invierno. El ratón de campo parece eludir al ratón moruno tanto a nivel espacial, como temporal. Sin embargo *Apodemus* es la primera especie en colonizar las zonas quemadas, aunque este efecto puede ser consecuencia de la época del año en que se realizó el primer muestreo.
- El proceso de colonización de las parcelas quemadas parece alcanzar la abundancia más alta y la mayor diversidad específica a los tres-cuatro años tras la quema. Esta colonización no sigue una pauta regular en el tiempo, sino que se encuentra condicionada por otros factores, entre los que parece encontrarse la precipitación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUTET, A., LEROUX, A.B.A. (2001): Effects of agriculture development on vole dynamics and conservation of Montagu's harrier in western French wetlands. *Biological Conservation*, 100: 289-295.
- BUTET, A., PAILLAT, G., DELETTRE, Y. (2006): Seasonal changes in small mammal assemblages from field boundaries in an agricultural landscape of western France. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 113: 364-369.
- CAGNIN, M., MORENO, S., ALOISE, G., GAROFALO, G., VILLAFUERTE, R., GAONA, P. AND CRISTALDI, M. (1998): A comparative study of Spanish and Italian terrestrial mammal coenoses of different biotopes in Mediterranean tips peninsular regions. *Journal of Biogeography*, 25: 1105-1113.
- CAMACHO, J., MORENO, S. (1989): Datos sobre la distribución espacial de micromamíferos en el Parque Nacional de Doñana. *Doñana Acta Vertebrata*, 16 (2): 239- 245.
- CONSTANTINE, N.L., CAMPBELL, T.A., BAUGHMAN, W.M., HARRINGTON, T.B., CHAPMAN, B.R., MILLER, K.V. (2004): Effects of clearcutting with corridor retention on abundance, richness, and diversity of small mammals in the Coastal Plain of South Carolina, USA. *Forest ecology and Management*, 202:293-300.
- DELIBES, M., ROMÁN, J. Y RUÍZ, G. (1999): Estatus distribución y problemas de conservación de los mamíferos carnívoros y otros vertebrados terrestres en los sectores norte y oeste del parque Natural de Doñana. Convenio de Cooperación JA-CSIC.

- HAEGER, J.F., JORDANO-BARBUDO, D., LÓPEZ-ALBACETE, I., MUÑOZ-REINOSO, J.C., RETAMOSA, E.C., DEL RÍO CÁRDENAS DE LLANO, I., Y VILLAR-MONTERO, R. (2001). Sucesión vegetal en las parcelas de matorral tratadas dentro del Plan de Manejo del lince en el Parque Nacional de Doñana. Informe Final. Universidad de Córdoba.
- FERRERAS, P. (2001). Evolución reciente de la distribución y abundancia de mamíferos carnívoros en la comarca de Doñana. Resumen V jornadas de la Sociedad Española de Conservación y Estudio de Mamíferos (SECEM). Vitoria, diciembre 2001.
- KUFNER, M. B. (1986): Tamaño, actividad, densidad relativa y preferencia de hábitat de los pequeños y medianos mamíferos de Doñana, como factores condicionantes de su tasa de predación. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- MORENO, S. (1984): Biometría, biología y dinámica poblacional del lirón careto, *Eliomys quercinus* (L.), en Doñana. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- MORENO, S., VILLAFUERTE, R. (1995): Traditional management of scrubland for the conservation of rabbits and their predators in Doñana National Park, Spain. *Biological Conservation*, 72: 81-85.
- MORENO, S., BELTRÁN, J.F., COTILLA, I., KUFFNER, B., LAFFITE, R., JORDÁN, G., AYALA, J., QUINTERO, C., JIMÉNEZ, A., CASTRO, F., CABEZAS, S., VILLAFUERTE, F. (2007): Long-term decline of the European wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in south-western Spain. *Wildlife Research*, 34, 652-658.
- RUÍZ, G., ROMÁN J. (1999). ¿Desaparece el lirón careto atlántico (*Eliomys quercinus lusitanicus*) en Doñana? IV Jornadas de la Sociedad Española de Conservación y Estudio de Mamíferos (SECEM). Segovia.
- VALVERDE, J.A. (1967): Estructura de una comunidad de vertebrados terrestres. *Monogr. Est. Biol. Doñana*, 1:1-218.
- VILLAFUERTE, R., CALVETE, C., GORTÁZAR, C., MORENO, S. (1994): First epizootic of Rabbit Hemorrhagic Disease in free living populations of *Oryctolagus cuniculus* at Doñana National Park (S.W. Spain). *Journal of Wildlife Diseases*, 30: 176-179.
- VILLAFUERTE, R., MORENO, S., CALVETE, C., ANGULO, E. (2001). Estudio para el Análisis de la efectividad de las repoblaciones de conejo y otras medidas de gestión en el Parque Nacional de Doñana. Informe sobre proyecto de investigación Convenio Cooperación MMA-CSIC.