

EL ESTUDIO DE LOS MAMÍFEROS EN RELACIÓN A LA GESTIÓN DE ÁREAS PERIURBANAS. EL CASO DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE BARCELONA

FRANCESC LLIMONA^{1*}, SEÁN CAHILL¹, ANNA TENÉS¹, DAVID CAMPS²,
VÍCTOR BONET-ARBOLÍ³ Y LLUÍS CABAÑEROS¹

1. Estació Biològica de Can Balasc, Consorci del Parc de Collserola, Ctra. de l'església 92, 08017 Barcelona (fllimona@parccollserola.net)*
2. Departament de Medi Ambient i Habitatge, c/ Doctor Roux, 80, 08017 Barcelona.
3. Depto. Biologia Animal, Fac. Biologia, Univ. Barcelona, Av. Diagonal 645, 08028 Barcelona.

RESUMEN

Los hábitats periurbanos suponen en la actualidad un escenario cada vez más extendido. En el Parque de Collserola (8.500 ha en el centro de la Región Metropolitana de Barcelona), se ha estudiado durante quince años las relaciones entre distintas especies de mamíferos y los principales problemas que afectan a estos espacios, sujetos a una enorme presión por parte del hombre. En este artículo se ilustra la diversidad de problemáticas y la multiplicidad de respuestas de los mamíferos utilizando a modo de ejemplo diversos casos de estudios realizados, o en curso, en el Parque y referidos a especies como el jabalí (*Sus scrofa*), el tejón (*Meles meles*), el zorro (*Vulpes vulpes*) o la gineta (*Genetta genetta*). Los principales procesos con implicaciones directas sobre la fauna en las áreas periurbanas de Collserola son: a) la pérdida de hábitats, especialmente el paisaje de mosaico agroforestal mediterráneo en la periferia, b) la fragmentación del territorio y c) el efecto barrera y el aislamiento respecto a otras áreas protegidas. A partir del análisis comparativo entre los parámetros de fragmentación se constatan los distintos grados de amenaza que supone el desarrollo del planeamiento urbanístico previsto para el Parque y su entorno. Por otro lado, el alto nivel de frecuentación humana también es responsable de problemas de habituación de la fauna que derivan en conflictos de difícil resolución. El análisis paisajístico de esta problemática ilustra el papel del tipo de borde de contacto entre ciudad y espacio natural en las incidencias relacionadas con la presencia de jabalíes en áreas periurbanas.

Palabras clave: análisis paisajístico, fauna periurbana, fragmentación, habituación de la fauna, planeamiento.

ABSTRACT

*The study of mammals in relation to the management of periurban areas.
The case of the Barcelona metropolitan region*

Periurban habitats currently represent an ever-increasing scenario for wildlife. The relationships between different mammal species and the main problems that affect areas subject

to enormous human pressure have been studied for 15 years in Collserola Park (8,500 ha situated in the middle of the Barcelona metropolitan region). This paper illustrates the diversity of problems and the varied responses of mammals using examples from previous or ongoing case studies in the park on wild boar (*Sus scrofa*), Eurasian badger (*Meles meles*), red fox (*Vulpes vulpes*) and common genet (*Genetta genetta*). The main processes with direct implications for wildlife in periurban areas are: habitat loss, especially in the Mediterranean agro-forestry mosaic landscape on the periphery, habitat fragmentation, or barrier effect and isolation from other protected areas. A comparative analysis of fragmentation parameters highlights the threat which the development of urban planning represents for the park and its surroundings. On the other hand, the high level of human presence is also responsible for problems of wildlife habituation which can cause conflicts that are difficult to solve. Landscape analysis of this problem illustrates the role of edge-type contact between the city and natural area in incidents concerning the presence of wild boar in periurban areas.

Keywords: fragmentation, landscape analysis, periurban wildlife, urban planning, wildlife habituation.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la ecología de la fauna y más específicamente de los mamíferos en ambientes naturales muy humanizados es todavía una disciplina relativamente reciente en nuestro país. Sin embargo distintos investigadores en Europa y Norteamérica han dedicado su atención a la problemática de la fauna en ambientes urbanos o periurbanos (véase la completa revisión histórica en Adams 2005). En las últimas décadas se ha documentado la ecología de algunas especies, especialmente del tejón *Meles meles* (Linnaeus, 1758) en Gran Bretaña en los suburbios de Bristol (p. ej. Harris 1984) o en los suburbios de Tokio (Kaneko y Maruyama 2002). Algunas aproximaciones hacen especial énfasis en aspectos relacionados tanto con la conservación de los mesomamíferos, como en los conflictos que se generan (Gerth 2005), la transmisión de enfermedades (Thoma *et al.* 2005), y se relacionan directamente con aspectos de gestión. Otra línea de investigación es la que se refiere a los conflictos generados por la habituación de especies de grandes mamíferos en Parques Nacionales pero también en zonas urbanas (Adams 2005). Por otra parte, los efectos de grandes infraestructuras viarias sobre la fauna -impactos directos y efecto barrera-, han sido objeto de diversos estudios tanto desde un punto de vista general (Forman *et al.* 2003) como específico (Mata *et al.* 2005).

Sin embargo, hasta el momento son escasos los trabajos que abordan de manera general las distintas problemáticas que se producen en áreas metropolitanas en relación con la planificación urbanística (Sauvajot 2003). El objetivo de este trabajo es plantear de manera global las posibilidades de utilizar el conocimiento de distintas especies de mamíferos para ilustrar y detectar problemáticas directamente vinculadas a la gestión del territorio. El Parque de Collserola, ubicado en el Área Metropolitana de Barcelona, es un espacio muy adecuado para realizar esta aproximación dado que aquí confluyen dos aspectos de interés: un largo período dedicado al estudio de distintas especies de mamíferos y un complejo marco urbanístico, con previsiones de urbanización y de realización de nuevas infraestructuras viarias, que permite la realización de análisis comparativos.

ÁREA DE ESTUDIO

El Parque de Collserola (Barcelona) es un espacio natural protegido con una extensión de 8.500 ha, básicamente forestal con bosques mixtos de *Pinus halepensis*, *Quercus ilex* y *Quercus cerrroides*. La actividad agrícola está en franco declive mientras que todavía se conserva una representación, si bien escasa, de otros ambientes: prados, matorral, maquias y ribera (Raspall *et al.* 2004). El Parque está ubicado en el centro de una típica área metropolitana con más de tres millones de habitantes y se observa una estrecha *interface* de contacto entre ciudad y área protegida. En la Región Metropolitana de Barcelona en las últimas décadas se ha producido, al igual que en otros lugares similares, un intenso cambio de usos (Paül y Tonts 2005); básicamente, la pérdida de áreas de cultivos en la periferia y un aumento de la urbanización y de las infraestructuras. Puede consultarse información sobre el Plan Especial del Parque de Collserola (PEP-CO, Patronat Metropolità del Parc de Collserola 1990) y el marco jurídico del Parque en Gómez (1997).

En un entorno como el descrito sujeto a distintas presiones relacionadas con el desarrollo urbanístico, el estudio de los mamíferos nos aporta información para valorar los distintos efectos de la urbanización y de las infraestructuras viarias, como pérdida de hábitat, fragmentación, aislamiento o conflictos derivados de la habituación a las personas. El presente trabajo se centra en los efectos sobre el zorro *Vulpes vulpes* (Linnaeus, 1758), el jabalí *Sus scrofa* Linnaeus, 1758, el

tejón y la gineta *Genetta genetta* (Linnaeus, 1758), considerando tres ámbitos de afectación: (i) El aislamiento, el efecto barrera y la fragmentación interna (jabalí y zorro), (ii) el planeamiento urbanístico (tejón y gineta) y (iii) la habituación de los jabalíes en las zonas de contacto entre Parque y ciudad.

El zorro es una especie generalista cuyas tendencias demográficas en Cataluña son objeto de un extenso programa de seguimiento (López-Martín 2005), y en Collserola está bien adaptada a vivir en los sectores más humanizados. Los estudios anteriores realizados sobre el jabalí en Collserola han demostrado que, a pesar de su entorno metropolitano, la especie no presenta patrones ecológicos excepcionales (Cahill y Llimona 2004, Cahill *et al.* 2003a). Sin embargo, el jabalí es percibido cada vez más como una especie conflictiva en el Parque de Collserola, donde origina un número importante de incidencias.

El tejón es la especie más estudiada del Parque, a la que se sigue ininterrumpidamente desde 1981, y que recientemente ha sido objeto de diversas Tesis Doctorales (Bonet-Arbolí 2003, Rafart 2005). Las áreas de mayor interés para la especie en Collserola se encuentran en la periferia del Parque, en zonas de mosaico mediterráneo compuesto por pequeñas zonas agrícolas con gran imbricación de parches de vegetación herbácea o arbustiva y una significativa presencia de torrentes y arroyos; es aquí donde se concentran la mayoría de las tejoneras. Destaca en la ubicación de éstas un cierto rechazo de la proximidad a infraestructuras humanas y una escasa ocupación de los hábitats suburbanos, a diferencia de otras poblaciones más septentrionales (Bonet-Arbolí *et al.* 2005). El tejón se ve pues favorecido en nuestra área de estudio por los hábitats heterogéneos, si bien hay que tener en cuenta que la respuesta del tejón respecto a la fragmentación forestal es variable entre los distintos paisajes europeos (Virgós 2002).

La gineta es una especie forestal con un hábitat bien representado en la actualidad. El estudio de la población de ginetas en Collserola ha sido abordado desde distintas perspectivas y mediante distintas metodologías, fotoidentificación (Pla *et al.* 2001a), radioseguimiento (Camps y Llimona 2004), estudio de las letrinas (Pla *et al.* 2001b) y de la dieta (Pasquina y Cahill 2003). En Collserola se estima una densidad de casi un individuo por km², y se conocen 52 letrinas.

MÉTODOS

1. Aislamiento, efecto barrera y fragmentación interna (zorro y jabalí)

Para ilustrar los efectos de las carreteras como barreras internas del Parque y del aislamiento que provocan con respecto a otros espacios naturales próximos, se ha analizado los datos de desplazamientos obtenidos por radioseguimiento de una hembra subadulta de jabalí y de un juvenil de zorro. El jabalí fue marcado en una oreja con un radioemisor (BIOTRACK, Wareham, UK) incorporado en una caravana (Allflex®), y el zorro fue equipado con uno de tipo collar (BIOTRACK Wareham, UK). Se han considerado como ‘desplazamientos’ los trayectos obtenidos entre dos localizaciones consecutivas. En primer lugar se han calculado las intersecciones de los desplazamientos con las distintas carreteras de la zona de estudio, tanto convencionales, como autopistas. En segundo lugar se han realizado en cada caso un total de diez simulaciones al azar, manteniendo los mismos puntos de origen de cada desplazamiento y la misma distancia recorrida, y variando únicamente y de forma aleatoria la dirección del desplazamiento. Tanto el análisis de las intersecciones como las simulaciones se han realizado mediante el programa ArcView 3.2 y la extensión *Alternate Animal Movement Routes* v.2.1 (Jenness 2005). En el caso de la hembra de jabalí se han limitado las simulaciones a desplazamientos en el interior del Parque, mientras que en el caso del zorro las simulaciones permiten desplazamientos fuera de los límites del Parque.

2. Efectos del planeamiento urbanístico vigente en el tejón y la gineta

El sector sudoeste del Parque es una de las zonas en las cuales se dispone de un mayor conocimiento sobre la biología del tejón en Collserola, tanto en cuanto a sus requerimientos, uso del hábitat, calidad del hábitat como al estudio específico de las tejoneras (Bonet-Arbolí 2003). En esta zona se ha realizado un análisis del estado de fragmentación actual del hábitat de mosaico mediterráneo del tejón, en comparación con el escenario previsto por el PGM (Plan General Metropolitano, Patronat Metropolità del Parc de Collserola, 1990), contemplando los siguientes métricos paisajísticos: (i) proporción del paisaje, (ii) densidad de parches, (iii) tamaño medio de los parches, (iv) proporción de ‘core area’ (área no afectada o perturbada, considerando una matriz de buffers de afectación en función de las tipologías de uso del suelo) y (v) la superficie media de las core

áreas. Los métricos han sido calculados con FRAGSTATS 3.3 (McGarigal y Marks 1995) utilizando cuadrículas con un píxel de 4x4 m generados con "ArcView 3.2 Spatial Analyst" a base de cartografía de usos del suelo disponible.

Por otro lado, se han analizado también los efectos de la fragmentación del hábitat a causa de las infraestructuras y la urbanización previstas en el planeamiento en una zona forestal del interior del Parque (sector nordeste), *a priori*, más protegidas que las de la periferia. En este caso se ha escogido la gineta como ejemplo de una especie de mamífero más típico de ámbitos forestales (Camps 2002, Camps y Llimona 2004). Se ha considerado como parámetro de análisis la superficie de los parches mayores de *core area*. Para más detalles sobre la metodología utilizada en el análisis de la fragmentación del hábitat en relación a la gineta y el tejón véase también Cahill *et al.* (2003b) y Llimona *et al.* (2004).

3. La habituación de los jabalíes en las zonas de contacto entre Parque y ciudad

En el estudio de las incidencias relacionadas con la presencia de jabalíes en zonas periurbanas del Parque de Collserola, se ha planteado la hipótesis de que serán más frecuentes dichas incidencias en zonas de contacto entre ciudad y Parque en las que existe un contraste más marcado en cuanto a la cobertura vegetal (más densa y espesa) que en las zonas donde este contraste es más suave (contacto con vegetación más abierta). En este sentido, se ha realizado un análisis mediante la aplicación de un parámetro paisajístico denominado *contrast-weighted edge density* que evalúa la densidad de margen (CWED, McGarigal y Marks 1995), y en el cual cada tipo de borde entre ciudad y hábitat recibe un peso específico en función del tipo de vegetación colindante con área urbana. Se ha generado un mapa específico con valores de este parámetro para la zona de estudio en formato cuadrícula (ráster con píxeles de 20x20 m) mediante el procedimiento de ventana móvil (radio de 100 m) del programa FRAGSTATS 3.3 (*op. cit.*), considerando los bordes entre zonas urbanas y los distintos parches de vegetación.

Dado que las incidencias relacionadas con los jabalíes en zonas periurbanas se encuentran (por definición) en las zonas limítrofes entre ciudad y Parque, primero ha sido necesario delimitar la zona de estudio en el área donde por un lado se dan incidencias, y por otro lado donde existe algún tipo de borde de contacto entre ciudad y hábitat. En este sentido, se ha limitado primero el análisis al sector de contacto entre el Parque y el municipio de Barcelona. En segundo lugar, se ha

generado un mapa de CWED en el cual todas las clases de contacto entre zona urbana y diferentes tipos de vegetación reciben el mismo peso. Con este mapa se han delimitado mediante isolíneas las zonas con valor de CWED > 0, para definir el área que será objeto de análisis posteriores, es decir, en las que existe algún tipo de borde de contacto. Esta área incluye un total de 51 incidencias (64,6% del total de este tipo de incidencias que dispone la base de datos SIG-Fauna del Parque). Dentro de esta misma área se ha generado otro mapa de 51 puntos distribuidos al azar para la realización de análisis comparativos.

Con respecto al parámetro CWED, se han contemplado dos situaciones opuestas de peso de contraste entre tipos de vegetación y zona urbana; primero, una de contraste marcado en el cual reciben mayor peso los ambientes con una vegetación más desarrollada –forestal, matorrales densos- y menor peso los ambientes con vegetación más abierta –prados de cerrillo, cultivos y zonas arbustivas. La segunda situación contempla el inverso, un contraste suave con un mayor peso adjudicado a los ambientes con vegetación de tipo abierto. Una vez generados los mapas para cada una de estas dos situaciones se han obtenido los valores correspondientes de CWED para cada punto, tanto de las incidencias reales como de los puntos distribuidos al azar, y se han realizado comparaciones de las medias mediante pruebas t-test con el programa SPSS 9.0.

RESULTADOS

1. Aislamiento, efecto barrera y fragmentación interna (zorro y jabalí)

El macho joven de zorro fue seguido con radioemisor durante ocho meses, entre septiembre de 2003 y mayo de 2004 en un sector del noroeste del Parque, delimitado por una zona residencial suburbana y por la autopista A-7. Durante ese período se obtuvo un total de 95 localizaciones distintas, no detectándose ninguna localización fuera del límite del Parque, al otro lado de la autopista A-7, a pesar de visitar con frecuencia áreas muy cercanas (Figura 1). Su área de campeo (MCP 95%) fue de 880,1 ha (>10% extensión total del Parque) y su área nuclear (MCP 50%) de 111,7 ha. El análisis comparativo de los desplazamientos observados y simulados revela una tasa de cruce esperable de autopistas de casi un cruce por cada diez desplazamientos ($0,096 \pm 0,027$ cruces por trayecto, $n= 10$ simulaciones de 94 trayectos). Por otro lado, se ha

observado una elevada frecuencia de cruce de carreteras convencionales del interior del Parque, incluso por encima de lo esperable, con una tasa observada de 0,23 cruces por desplazamiento ($n= 94$ trayectos observados), en comparación con una tasa esperada de solamente $0,1 \pm 0,01$ ($n= 10$ simulaciones de 94 trayectos). Este valor observado más elevado de lo esperable puede explicarse por el comportamiento del zorro, que frecuentaba áreas periurbanas del Parque próximas a dichas carreteras. En todo caso, cabe señalar que en este caso concreto, se trataba principalmente de tramos de carreteras con una baja IMD (intensidad media diaria) de <2.000 vehículos/día y una baja tasa de atropellos de mamíferos (Tenés *et al.* 2007).

La hembra de jabalí fue seguida entre julio de 2004 y junio de 2005 y se obtuvo un total de 87 radiolocalizaciones (Figura 1). Su área de campeo (MCP 95%) durante este período fue de 417 ha, y tuvo un área nuclear (MCP 50%) de 65 ha. De 86 desplazamientos, se observó un total de 24 cruces con carreteras convencionales, en comparación con $35,2 \pm 6,6$ cruces simulados al azar. En el caso de la autopista central (E-9) que atraviesa el Parque, no se observó ningún cruce de esta vía, en comparación con $2,6 \pm 1,7$ cruces simulados. La tasa de cruces en carreteras convencionales es elevada, considerando que el 27,9% de los desplazamientos observados implican cruzar una carretera, aunque resulta inferior a la esperada por las simulaciones al azar (40,9%), lo cual indica un posible efecto disuasorio.

Otro jabalí radiomarcado en Collserola, en este caso un macho con un área de actividad más bien periurbana, utilizó en ocasiones la única zona de conexión entre las dos masas forestales continuas del Parque (bandas este y oeste), donde las grandes infraestructuras valladas atraviesan la sierra en forma de túnel en la zona de Vallvidrera, si bien mantuvo una actividad mayoritaria en la parte este del Parque, y en áreas próximas a la ciudad de Barcelona (Figura 1). Durante tres meses de seguimiento, este individuo tuvo un área de campeo de 752,8 ha (MCP 95%) y un *core area* de 330,2 ha (MCP 50%). En una sola noche realizó desplazamientos de más de 4 km, lo cual representa una distancia superior al 25% de la máxima anchura del Parque. Este individuo solamente se pudo seguir durante tres meses ya que finalmente fue abatido por furtivos en una zona cercana a la ciudad de Barcelona.

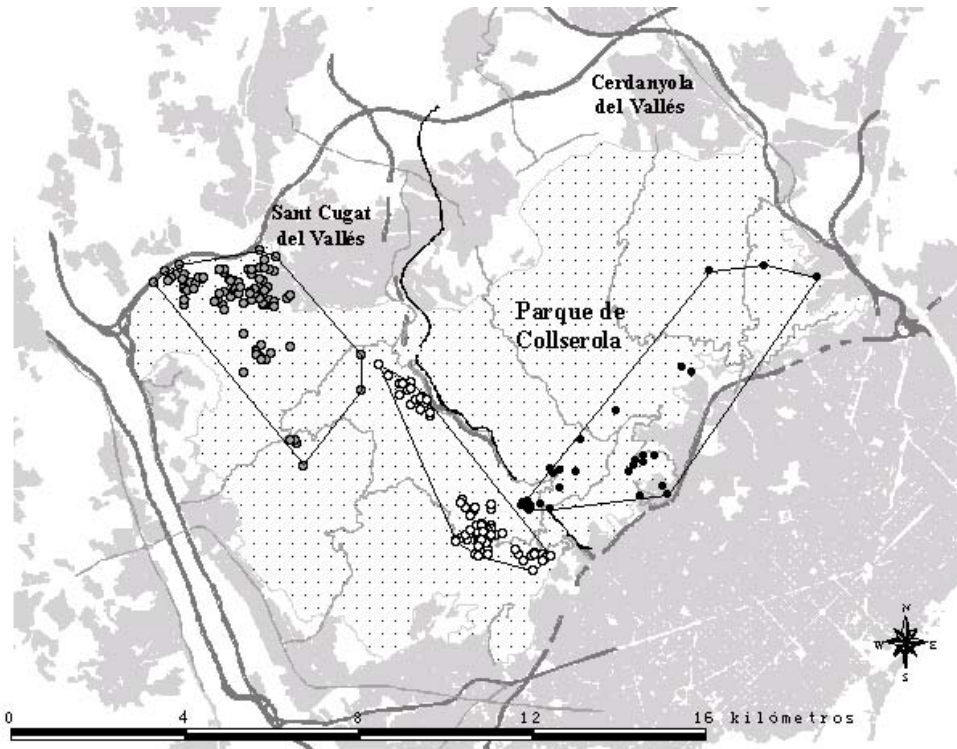


Figura 1. Radiolocalizaciones y polígonos (MCP 100%) de dos jabalíes y un zorro seguidos en el Parque de Collserola. Los puntos negros son del jabalí macho, los puntos blancos de la hembra y los puntos grises son del zorro macho. Se aprecian también las principales infraestructuras viarias y ferroviarias del Parque y su entorno (líneas grises gruesas: autopistas; líneas grises finas: carreteras convencionales; líneas negras: vías de tren).

Telemetry locations and polygons (MCP 100%) of two wild boar and a fox which were radiotracked in Collserola Park. The black points are the male wild boar, the white points are the female and the grey points are the male fox. Also shown are the main road and rail infrastructures of the Park and its surroundings (thick grey lines: motorways; thin grey lines: conventional roads; black lines: railways).

2. Efectos del planeamiento urbanístico vigente en el tejón y la gineta

Como primer efecto del planeamiento previsto por el PGM sobre el hábitat del tejón en el sector sudoeste del Parque de Collserola, destacaría la pérdida directa de determinadas tejoneras conocidas. En cuanto a la totalidad de las tejoneras en este sector, incluyendo tanto las principales como las secundarias (Bonet-Arbo-lí 2003), se observa una pérdida del 52,4% de ellas (n= 21). Por lo que se refiere

a las tejoneras principales se produciría la pérdida del 60% de ellas (n= 5) a causa del desarrollo de las futuras infraestructuras y urbanización prevista.

La Tabla 1 resume, por otro lado, los resultados del análisis de los métricos paisajísticos relacionados con la fragmentación del hábitat del tejón en este sector. Destaca, una pérdida directa de casi un tercio del hábitat de alta calidad, (32,4%) de su superficie y un aumento del 58,8% de la densidad de parches, además de una reducción de 57,4% de su superficie media. En cuanto al *core area*, destaca una reducción del 72,1% de su superficie total en hábitats de alta calidad, y una reducción de la superficie media de los parches del 82,4%.

TABLA 1
Hábitat del tejón – parámetros de fragmentación área suroeste.

Badger habitat – fragmentation parameters southwest area.

Escenario	Calidad del hábitat	Porcentaje de paisaje (%)	Densidad de parches (por km ²)	Tamaño medio parches (ha)	Porcentaje <i>core area</i> (%)	Tamaño medio <i>core areas</i> (ha)
Actual	Alta	25,6	9,4	2,7	21,9	2,4
	Media	65,5	13,9	4,7	44,5	3,2
	Baja	3,1	0,9	3,6	0,8	0,9
PGM	Alta	17,3	14,9	1,2	6,1	0,4
	Media	54,5	18,0	3,0	20,2	1,1
	Baja	3,0	1,3	2,4	0,2	0,1
% cambio	Alta	-32,4	+58,8	-57,4	-72,1	-82,4
	Media	-16,8	+28,3	-35,4	-54,6	-64,8
	Baja	-3,6	+45,5	-33,8	-77,1	-84,3

La Figura 2 muestra la reducción de la superficie de *core area* de los diez parches más grandes de hábitat de alta calidad disponibles para la gineta en el sector nordeste del Parque, bajo los escenarios actual y previsto por el planeamiento vigente (PGM). La superficie media de estos parches actualmente es de $94,0 \pm 101,4$ ha, significativamente más grande que la que resultaría del desarrollo del PGM en este sector (superficie media bajo el PGM de $22,1 \pm 21,4$ ha; $t = 2,195$, g.l.= 18, $p < 0,05$). De los parches más grandes, actualmente cuatro de ellos superen los 100 ha, y tres de éstos superan los 200 ha, el mayor con una superficie

de 229,7 ha. En cambio, en la situación futura prevista por el planeamiento, ningún parche tendría más de 100 ha, el más grande con solamente 70,2 ha (Figura 2). En este sentido, es necesario recordar que la superficie media del territorio de una gineta en Collserola es de 113,1 ha en el caso de los machos y de 72,0 ha para las hembras (Camps y Llimona 2004), y si consideramos lo que podría referirse como una superficie territorial 'funcional', definida como el área ocupada por un macho y dos o tres hembras, su tamaño medio sería de 220,8 ha (media de dos territorios 'funcionales' de gineta del sector nordeste del Parque: superficie territorio de un macho y tres hembras de 233,6 ha; superficie territorio de un macho y dos hembras de 207,9 ha). Por lo tanto, se constata la ausencia de parches de suficiente tamaño para albergar con garantías entidades funcionales poblaciones de gineta en este sector de Collserola bajo las previsiones del PGM.

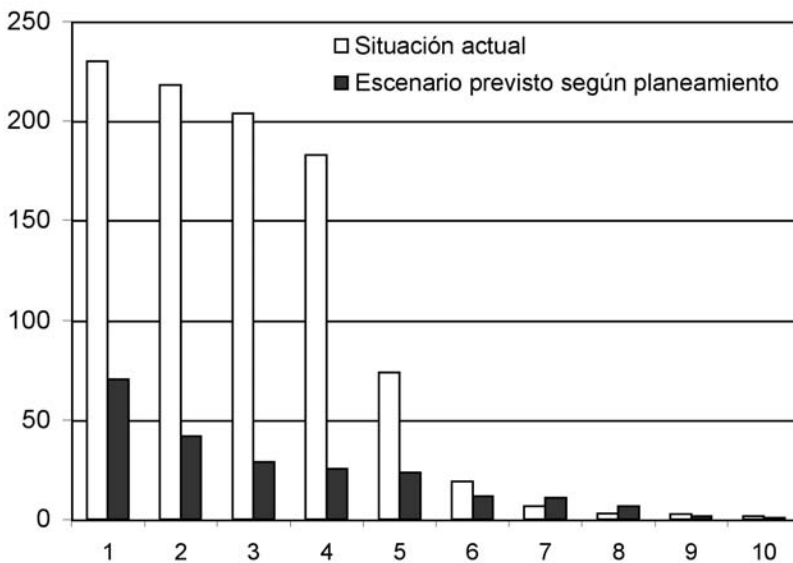


Figura 2. Reducción de la superficie de *core area* de los diez parches más grandes disponibles para la gineta en el sector nordeste del Parque de Collserola bajo los escenarios actual y previsto por el planeamiento.

Reduction in the size of core area available to common genets in the ten largest habitat patches remaining in the northeast sector of Collserola Park under the current situation (white) and that envisaged in the future by land planning (black).

3. La habituación de los jabalíes en las zonas de contacto entre Parque y ciudad

El problema de la habituación del jabalí a las personas en Collserola muestra una distribución de las incidencias concentrada en zonas del municipio de Barcelona (78,5% de las incidencias, n= 79). La habituación de jabalíes ha aumentado a causa de la alimentación de individuos por parte de las personas, desde dos casos en 1998 a 48 casos durante el 2004, aunque no parece existir una relación clara con su abundancia (Figura 3).

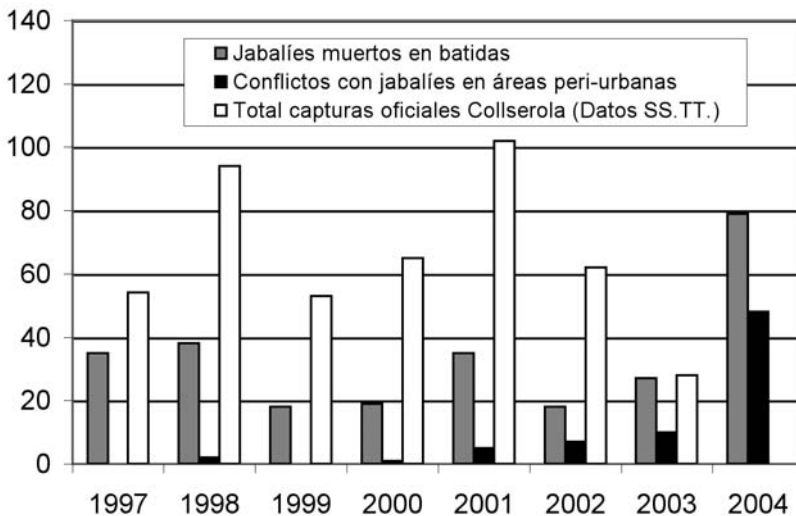


Figura 3. Evolución reciente de la abundancia de jabalíes y de los conflictos relacionados con su presencia en áreas peri-urbanas del Parque de Collserola. Los datos sobre el número total de capturas realizadas por los cazadores proceden de los Servicios Territoriales de Medio Ambiente de la Generalitat de Catalunya (SS.TT.).

Recent trends in the abundance of wild boar and conflicts relating to their presence in peri-urban areas of Collserola Park. Data on total number of wild boar captures are from the Territorial Environment Service of the Catalan Autonomous Government (SS.TT.).

Se ha analizado el contexto paisajístico de las zonas periurbanas donde se producen las incidencias relacionadas con jabalíes para analizar si el tipo de borde de contacto entre ciudad y hábitat puede influir en esta problemática. A partir de la generación de los mapas CWED para el contraste entre ciudad y Parque, se han obtenido los valores correspondientes a las dos situaciones contempladas en el análisis, de contraste marcado y de contraste suave (Figura 4). Para el mapa

de contraste marcado, los valores medios de CWED en lugares donde se han registrado incidencias con jabalíes (CWED= $64,9 \pm 58,3$, n= 50) son significativamente más altos que los obtenidos en puntos distribuidos al azar (CWED= $41,1 \pm 53,9$, n= 49) (t-test: $t= 2,11$, g.l.= 97, $p < 0,05$), mientras que para el mapa de contraste suave no existen diferencias significativas entre los valores CWED para ambas series de puntos (CWED incidencias= $31,9 \pm 31,4$, n= 50; CWED al azar= $27,7 \pm 32,8$, n= 49. t-test: $t= 0,65$, df= 97, $p= 0,52$) (Figura 5).

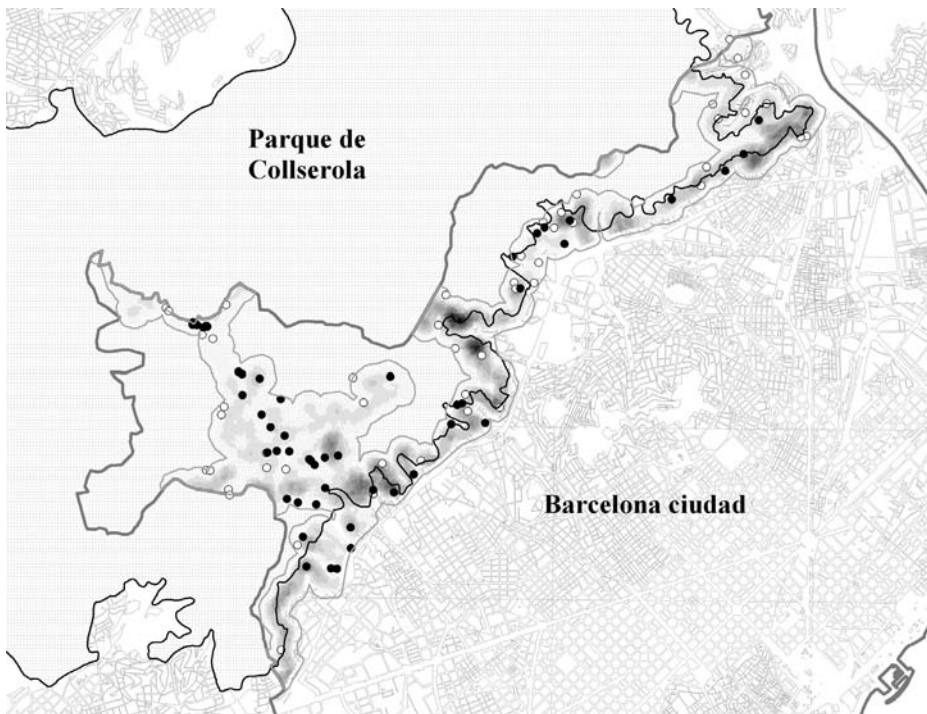
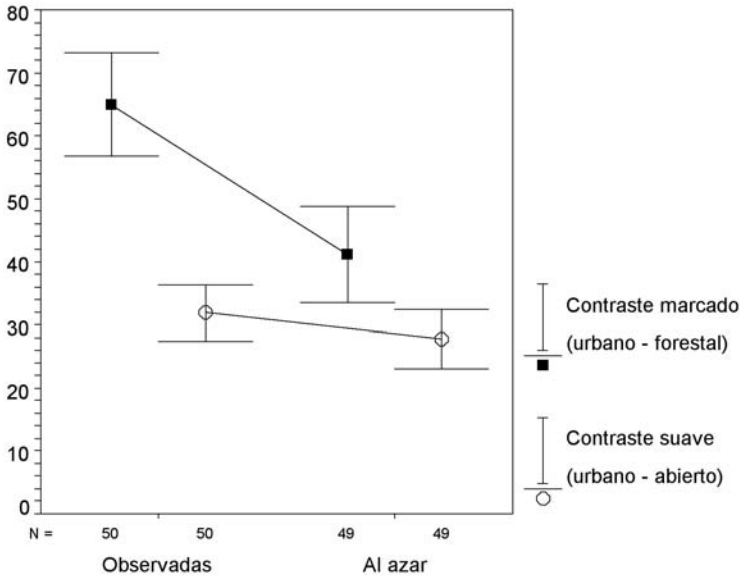


Figura 4. Mapa CWED de contraste suave (véase explicación en el texto) para el sector del Parque de Collserola (línea negra) ubicado dentro del municipio de Barcelona (línea gris intenso), con las incidencias relacionadas con las presencia de jabalíes en áreas peri-urbanas (puntos negros) y puntos distribuidos al azar (puntos blancos). El análisis se limita a una zona (indicada por línea gris suave) predefinida por las áreas con CWED > 0, con el mismo peso adjudicado a todos los tipos de borde de contacto.

A soft contrast CWED map (see explanation in text) for the sector of Collserola Park (strong black line) located within the municipality of Barcelona (strong grey line), showing incidents concerning wild boar in peri-urban areas (black dots) and randomly distributed points (white dots). Analysis is confined to a zone (indicated by soft grey line) pre-defined by areas with values of CWED > 0, giving equal weight to all contact types.



Incidencias con jabalíes en zonas peri-urbanas

Figura 5. Promedios CWED (\pm error estándar) para localizaciones de incidencias con jabalíes en áreas peri-urbanas de Collserola en comparación con puntos distribuidos al azar. Los cuadros negros indican esta comparación para un contraste marcado y los círculos abiertos indican un gradiente de contraste suave (véase explicación en el texto).

Mean CWED (\pm standard error) for known locations of wild boar conflicts in peri-urban areas of Collserola in comparison with randomly distributed points. The closed squares indicate this comparison for a strong contrast edge gradient while the open circles indicate a soft contrast gradient (see explanation in text).

DISCUSIÓN

El presente trabajo ilustra un escenario territorial complicado para la mayoría de las especies estudiadas. Frecuentemente, los efectos de la fragmentación del hábitat sobre las especies no son evidentes hasta que se ha superado un determinado umbral de afectación, pasado el cual el declive de la población en cuestión puede resultar crítico y rápido (Forman *et al.* 2003). En el caso de especies con requerimientos territoriales relativamente grandes y bajas densidades, como sería el del tejón en Collserola, cabe pensar que se encuentran próximas a dicho umbral de afectación. Los resultados obtenidos demuestran una importante pérdida

directa de hábitat y de tejoneras en el caso que se lleven a cabo las previsiones del planeamiento urbanístico para la zona. Proporcionalmente, los cambios observados en los valores de distintos métricos paisajísticos son muy elevados y representan un toque de alerta con respecto a su futuro en este espacio natural.

Aún en el caso de otros mamíferos aparentemente mejor protegidos contra los efectos negativos de la urbanización, bien por su propia capacidad de respuesta, como sería el caso del zorro, o bien porque existe una mayor protección de su hábitat, como sería el caso de la gineta en Collserola, se observan en este trabajo motivos de preocupación frente a la metropolitanización. Las grandes vías significan importantes barreras para el zorro, provocando su aislamiento con respecto a otros espacios naturales, eso a pesar de ser una especie generalista que en otros lugares utiliza habitualmente las distintas estructuras transversales para superar las vías de transporte (Mata *et al.* 2005). Los atropellos de zorros en Collserola y su entorno no son frecuentes (Tenés *et al.* 2007), pero cuando se producen, a menudo suceden precisamente en las autopistas circundantes.

La gineta también se ha mostrado capaz de coexistir con la presencia humana, y en Collserola mantiene una población saludable que incluso aprovecha como letrinas diferentes elementos artificiales del entorno, tales como las torres eléctricas o los coches abandonados (Pla *et al.* 2001a, 2001b). Sin embargo, aunque el planeamiento no prevé una excesiva pérdida directa del hábitat forestal, sí implicaría una fuerte fragmentación de éste, reduciendo de forma significativa el tamaño de los parches de *core area* en algunos sectores.

En el caso del jabalí sí se constata, a diferencia del zorro, una alta frecuencia de atropellos y actualmente ya es el mamífero con mayor número de incidencias en el Parque (Tenés *et al.* 2007). El presente estudio de radioseguimiento demuestra una elevada tasa de cruces de carreteras, reflejo del riesgo que existe en determinados tramos de vía. En cambio, destaca el importante efecto barrera de la autopista que atraviesa el Parque (E-9). Otros estudios indican una baja utilización de las distintas estructuras transversales a las vías de transporte por parte del jabalí (Mata *et al.* 2005), pero en Collserola la presencia de zonas urbanizadas y la yuxtaposición de vías hace aún más efectivo su efecto barrera. Las presiones del entorno metropolitano sobre el hábitat de esta especie implican además un incremento de los conflictos derivados de la habituación de los animales a las personas y las áreas urbanas.

Los análisis realizados en este estudio demuestran que, además de los factores directos (alimentación artificial) que juegan un papel evidente en la habituación de los jabalíes, existen también otros factores relacionados con el propio paisaje periurbano y, más concretamente, con la estructura de la vegetación que se encuentra en contacto con el tejido urbano. El análisis del efecto del tipo de borde de contacto entre ciudad y espacio natural indica una mayor probabilidad de incidencias con jabalíes cuando existe un contraste marcado, es decir cuando las zonas urbanas tienen al lado una vegetación más desarrollada, como sería el caso de un bosque o un matorral denso, mientras que cuando se trata de tipos de vegetación más abierta, que produce un contacto más suave con la trama urbana, la distribución de las incidencias no difiere de una distribución al azar. Esta situación tiene claras repercusiones para la gestión de la problemática de la habituación de los jabalíes en el caso de Collserola, ya que el mantenimiento de zonas tampón con una vegetación de tipo arbustivo y de prados podría ayudar a reducir su incidencia en las zonas de contacto con la ciudad de Barcelona, además de tener beneficios para la conservación de determinadas comunidades faunísticas y florísticas actualmente en regresión, como son las que se asocian a los prados de cerrillo (Olmo-Vidal y Llimona 2000, véase también Llimona *et al.* 2000).

El fenómeno de la habituación de los jabalíes se ha incrementado considerablemente en los últimos tiempos (Figura 3), principalmente a causa de la alimentación artificial, o bien de forma directa, o bien a causa de la disponibilidad de comida destinada a los animales de compañía (básicamente gatos abandonados), basura doméstica, etc. La habituación de los jabalíes es un tema de compleja gestión, ya que el simple control de población no garantiza una reducción de las molestias que ocasionan. El radioseguimiento de individuos conflictivos trasladados a otras zonas del interior del Parque ha demostrado que vuelven con rapidez al mismo espacio peri-urbano donde habían sido capturados, por lo cual actualmente la mayoría de los jabalíes problemáticos acaban siendo sacrificados.

De los cuatro factores que Adams (2005) indica como claves en las comunidades animales urbanas, (i) el impacto directo de la urbanización, (ii) las configuraciones del paisaje que resultan de la urbanización, (iii) la “sinurbanización” (adaptación de las especies al medio urbano) y (iv) la introducción de especies, los tres primeros han sido abordados en el presente trabajo sobre el Parque de Collserola. Finalmente, por lo que se refiere al cuarto

factor, durante los 15 años de seguimiento que se llevan a cabo en el Parque, la presencia de especies de mamíferos exóticas o alóctonas en Collserola ha sido, hasta el momento, anecdótica, destacándose como ejemplos las dos citas de mapache común *Procyon lotor* (Linnaeus, 1758) o la de un perezoso *Bradypus sp.* y una única cita de visón americano *Mustela vison* (Schreber, 1777). En el Parque no existen poblaciones de ningún mamífero invasor, a diferencia de lo que ocurre en otros lugares de Cataluña con el visón americano, o en áreas periurbanas de Alemania con el mapache común (Hohmann *et al.* 2001). Sin embargo, sí hay especies invasoras de otros grupos faunísticos (Llimona *et al.*, en prensa), como sería el caso del ruiñador del Japón (*Leiothrix lutea* Scopoli, 1786), que actualmente se encuentra en expansión en Collserola y que es objeto de un seguimiento intensivo en el Parque.

AGRADECIMIENTOS

A todos los compañeros que han trabajado en Collserola desde los inicios del Parque. Mención especial para el malogrado Àngel Arisó, auténtico visionario de la importancia de la fauna en la gestión de los espacios metropolitanos y para Xavier Domingo-Roura a quien siempre recordaremos a la busca y captura de muestras de Collserola para sus estudios genéticos. José Domingo Rodríguez-Teijeiro merece un sincero agradecimiento por su ayuda durante los más de 20 años que ha dedicado a estudiar los tejones del Parque.

REFERENCIAS

- ADAMS, L. (2005). Urban wildlife ecology and conservation: A brief history of the discipline. *Urban Ecosystems*, 8: 139-156.
- BONET-ARBOLÍ, V. (2003). *Ecoetología del toixó (Meles meles L.) en ambients mediterranis*. Tesis Doctoral. Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona. 256 pp.
- BONET-ARBOLÍ, V., E. RAFART, G. MOLINA, F. LLIMONA Y J. D. RODRÍGUEZ-TEIJEIRO (2005). *Variación en la organización social del tejón (Meles meles L.) en dos áreas próximas del noeste ibérico. Resúmenes de las VII Jornadas de la SECEM, Valencia*. Pp. 27.
- BONET-ARBOLÍ, V., E. RAFART, F. LLIMONA Y J. D. RODRÍGUEZ-TEIJEIRO (2005). Ecología del tejón (*Meles meles*) en espacios naturales metropolitanos: el caso de Collserola (NE Península Ibérica). Pp. 119-147. En: E. Virgós, E. Revilla, J. G. Mangas y X. Domingo-Roura (eds.). *Ecología y conservación del tejón en ecosistemas mediterráneos*. SECEM, Málaga.

- CAHILL, S., F. LLIMONA Y J. GRÀCIA (2003a). Spacing and nocturnal activity of wild boar *Sus scrofa* in a Mediterranean metropolitan park. *Wildlife Biology*, 9 (1): 3-13.
- CAHILL, S., A. TENÉS, F. LLIMONA, R. REVENTÓS, L. CABAÑEROS Y V. BONET-ARBOLÍ (2003b). Predicting fragmentation effects of future planned infrastructure on wildlife habitats in protected metropolitan greenspace. The case of Collserola Park in Barcelona. En: *Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure*, Infra Eco Network Europe (IENE), Bruselas, 13-15 noviembre de 2003. <http://www.iene.info/conferenceproceedings.html>.
- CAHILL, S. Y F. LLIMONA (2004). Demographics of a wild boar *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 population in a metropolitan park in Barcelona. *Galemys*, 16 (n.e.): 37-52.
- CAMPS, D. (2002). *Ús de l'espai de la geneta (Genetta genetta) en dos sectors del Parc de Collserola que es podrien veure afectats per la construcció del túnel Horta-Cerdanyola*. Memòria final de resultats. Consorci del Parc de Collserola. Informe inédito. 62 pp.
- CAMPS, D. Y F. LLIMONA (2004). Space use of common genets *Genetta genetta* in a Mediterranean habitat of northeastern Spain: differences between sexes and seasons. *Acta Theriologica*, 49 (4): 491-502.
- FORMAN, R., D. SPERLING, J. BISSONETTE, A. CLEVINGER, C. CUTSHALL, V. DALE, L. FAHRIG, R. FRANCE, C. GOLDMAN, K. HEANUE, J. JONES, F. SWANSON, T. TURRENTINE Y T. WINTER (2003). *Road Ecology: science and solutions*. Island Press, Washington. 481 pp.
- GERTH, S. D. (2005). Mesocarnivores in the city: lessons for conservation and conflict. Pp. 23-25. En: K. Pohlmeier (ed.). *Extended Abstracts of the XXVIIth Congress of the International Union of Game Biologists*, Hannover 2005. DSV- Verlag Hamburg.
- GÓMEZ, J. M. (1997). El parque metropolitano de Collserola: la preservación de un espacio natural articulada sobre un instrumento urbanístico de grado complejo. *Revista Aragonesa de Administración Pública*, 10: 477-510.
- HARRIS, S. (1984). Ecology of urban badgers (*Meles meles*): Distribution in Britain and habitat selection, persecution, food and damage in the city of Bristol. *Biological Conservation*, 28: 349-375.
- HOHMANN, U., S. VOIGT Y A. UWE (2001). Quo vadis raccoon? New visitors in our backyards - on the urbanization of an allochthon carnivore in Germany. En: E. Gottschalk, A. Barkow, Mühlenberg, y J. Settele (eds.). *Naturschutz und Verhalten*. UFZ-Berichte. Alemania.
- JENNESS, J. (2005). Alternate animal movement routes (altroutes.avx) extension for ArcView 3.x, v. 2.1. *Jenness Enterprises*, Flagstaff Arizona.
- KANEKO, Y. Y N. MARUYAMA (2002). Factors affecting home range of the japanese badger (*Meles meles anakuma*) in Hinode-town, suburb of Tokyo. *Japanese Journal of Ecology*, 52: 243-252.

- LLIMONA, F., J. M. ESPELTA, J. C. GUIX, E. MATEOS Y J. D. RODRÍGUEZ-TEIJEIRO (2000). *I Jornadas sobre la recerca en els sistemes naturals de Collserola: Aplicacions a la gestió del Parc*. Consorci del Parc de Collserola. 292 pp.
- LLIMONA, F., S. CAHILL Y A. TENÉS (2004). Characterisation of habitat fragmentation and landscape changes in a Mediterranean metropolitan Park in relation to a specific spatial planning framework, and possible consequences for vertebrate fauna. En: L. Brotons, J. L. Martin y R. Prodon (eds.). Libro de resúmenes del primer simposio sobre 'A landscape perspective on Mediterranean vertebrate ecology, Montpellier', 25-26, marzo 2004. Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive-CNRS; Ecole Pratique des Hautes Etudes-Université Montpellier II, Montpellier (FRA). Pp. 73.
- LLIMONA, F. S. CAHILL Y A. TENÉS (en prensa). Recreación y fauna. Una aproximación global. En: J. Camprodon y E. Plana (eds.). *Conservación de la biodiversidad y gestión forestal. Su aplicación en la fauna vertebrada*. Edicions de la Universitat de Barcelona. 2ª edición.
- LÓPEZ-MARTÍN, J. M., S. MAÑAS Y S. LÓPEZ-CLAESSENS (2005). Descripción de los parámetros de la población de zorros en Cataluña en zonas de alta densidad: 1996-2005. *Resúmenes de las VII Jornadas de la SECEM, Valencia*. Pp. 116.
- MATA, C., I. HERVÁS, J. HERRANZ, F. SUÁREZ Y J. MALO (2005). Complementary use by vertebrates of crossing structures along a fenced Spanish motorway. *Biological Conservation*, 124: 397-405.
- MCGARIGAL, K. Y B. MARKS (1995). *FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. General Technical Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland.
- OLMO-VIDAL, J. M. Y F. LLIMONA (2000). Pequeños fragmentos de hábitats sabanoides en Europa. *Quercus*, 168: 16-20.
- PASQUINA, M. A. Y S. CAHILL (2003). *Estudi de la dieta de la geneta al Parc de Collserola*. Estació Biològica de Can Balasc, Consorci del Parc de Collserola. Informe inédito. 44 pp.
- PATRONAT METROPOLITÀ DEL PARC DE COLLSEROLA (1990). *Parc de Collserola. Plan Especial de Ordenación y de Protección del Medio Natural, Realizaciones 1983-1989*. Mancomunitat de Municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. 163 pp.
- PAÛL, V. Y M. TONTS (2005). Containing urban sprawl: trends in land use and spatial planning in the metropolitan region of Barcelona. *Journal of Environmental Planning and Management*, 48 (1): 7-35.
- PLA, A., F. LLIMONA, A. RASPALL Y D. CAMPS (2001a). Estudio de la gineta mediante foto-identificación. *Quercus*, 179: 20-24.
- PLA, A., F. LLIMONA, D. RODRÍGUEZ-TEIJEIRO Y A. RASPALL (2001b). Primeros datos sobre el estudio de las letrinas de gineta (*Genetta genetta*) en el Parque de Collserola (Barcelona). *Resúmenes V Jornadas de la SECEM, Vitoria*, Pp. 116.

- RAFART, E. (2005). *Ecología del comportamiento del tejón: sociabilidad, organización espacial y problemas de conservación*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona. 265 pp.
- RASPALL, A., F. LLIMONA, M. NAVARRO Y A. TENÉS (2004). *Guia de Natura del Parc de Collserola*. Consorci del Parc de Collserola. Barcelona. 238 pp.
- SAUVAJOT, R. M. (2003). Applying Science, Planning and Partnerships to connect habitats near Los Angeles: Experiences from the Santa Monica Mountains national Recreation Area. Pp. 51-61. En: *Actas del III International Symposium on Metropolitan and Periurban Natural and Rural Spaces*. Consorci del Parc de Collserola. Barcelona.
- TENÉS, A., S. CAHILL Y F. LLIMONA (2007). Atropellos de mamíferos y tráfico en la red viaria de un espacio natural en el área metropolitana de Barcelona: quince años de seguimiento en el Parque de Collserola. *Galemys*, 19 (n.e.): 169-188.
- THOMA, D., C. JANKO, T. RÖMIG, A. KÖNIG, S. HEINEL, T. SCHREIBER, A. DINKEL, W. SCHRÖDER Y U. MACKENSTEDT (2005). Aspects of suburban transmission of *Echinococcus multilocularis* and red fox (*Vulpes vulpes*) biology. En: K. Pohlmeier (ed.). *Extended Abstracts of the XXVIIth Congress of the International Union of Game Biologists*, Hannover 2005. DSV- Verlag Hamburg. Pp.117.
- VIRGÓS, E. (2002). Are habitat generalists affected by forest fragmentation? A test with Eurasian badgers (*Meles meles*) in coarse-grained fragmented landscapes of central Spain. *Journal of Zoology*, 258: 313-318.