

Radioseguimiento post recuperación de erizos europeos (*Erinaceus europaeus* Linnaeus, 1758) en el Parque Natural de la Sierra de Collserola (Barcelona)

Seán Cahill*, Francesc Llimona, Anna Tenés, Susanna Carles & Lluís Cabañeros

Estació Biològica de Can Balasc, Servei de Medi Natural, Consorci del Parc de Collserola. Ctra. de l'Església 92, 08017 Barcelona.

* Autor para correspondencia: scahill@parccollserola.net

Resumen

El erizo europeo *Erinaceus europaeus* Linnaeus, 1758, se encuentra en regresión en el Parque Natural de la Sierra de Collserola por causas diversas, como la pérdida de hábitat debido a la urbanización y el impacto de las infraestructuras, el efecto barrera y los atropellos en la red viaria, entre otros factores. Entre 2006 y 2008 se realizó un trabajo de radioseguimiento de 15 erizos (7 ♂♂ y 8 ♀♀ procedentes del Centro de Recuperación de Fauna de la Estación Biológica de Can Balasc, con el objetivo de: (i) conocer la capacidad de adaptación y supervivencia de los individuos recuperados una vez liberados; (ii) comparar su respuesta dispersiva en función del lugar de suelta; y (iii) caracterizar las distintas problemáticas a las que se enfrenta para incidir en su conservación. Los erizos liberados en zona forestal se dispersaron significativamente más lejos durante los días posteriores a su liberación, en contraste con los ejemplares liberados en proximidad a masías, con o sin torrentes colindantes. No obstante, con el tiempo, los ejemplares liberados tienden a mostrar áreas de dispersión similares, independiente del lugar de suelta. Las áreas de dispersión varían considerablemente, entre 5 y 100 ha (promedio 55,3±117,0 ha), pero con casos extremos de 0,21 ha y 465 ha. De promedio, la distancia máxima de dispersión fue de 1 km, con un máximo absoluto de 3,9 km. Hubo una tendencia de dispersión hacia las áreas del ecotono más periféricas y periurbanas del parque. La dispersión hacia dichas áreas y su uso tiene consecuencias para los erizos, debido al límite abrupto que existe entre el espacio protegido y la zona urbana, y los peligros que esta última conlleva. De los 15 erizos seguidos fue posible confirmar la muerte de por lo menos cinco de ellos (33%) durante los primeros dos meses posteriores a su liberación, las causas específicas de mortalidad son variadas y similares a las de ingreso al centro de recuperación: ataque por parte de carnívoros, atropello, accidente en una zona industrial y causas desconocidas. Se indican recomendaciones en relación a los lugares de suelta con el objetivo de minimizar la dispersión y mortalidad, y también sobre el ingreso de erizos sanos en los centros de recuperación por parte de ciudadanos bienintencionados.

Palabras clave: Collserola, dispersión, erizo europeo, mortalidad, radioseguimiento.

Abstract

The western European hedgehog is in decline in Collserola Natural Park (Barcelona) for various reasons, including the loss of habitats due to urbanisation and infrastructure impact, barrier effect and roadkills on the main road network. Between 2006 and 2008 a radiotracking study was undertaken on 15 hedgehogs (7 ♂♂ and 8 ♀♀) released from the wildlife recovery centre of the Can Balasc Biological Station with the aim of (i) understanding the adaptation and survival capabilities of the recovered individuals after release; (ii) comparing the dispersal response between different release areas; and (iii) characterising the different problems with which they are faced in order to improve their conservation. Hedgehogs released in woodland areas dispersed significantly further during the first days immediately following release when compared to hedgehogs released close to farms, either with or without densely vegetated torrents close by. Eventually however, released individuals tended to show similar dispersal ranges independent of the initial release site surroundings. Dispersal ranges varied widely, generally between 5 and 100 ha (mean 55.3±117.0 ha), but with extreme cases of 0.21 ha and 465 ha. The mean maximum dispersal distance was just over 1 km, and an absolute maximum of 3.9 km in one case. A tendency was observed for dispersal towards more ecotonic peripheral and periurban areas of the park. Dispersal to and use of these areas has consequences for hedgehogs due to the sharp boundary that exists between protected and urban space and the dangers that the latter represents. Of the 15 hedgehogs tracked it was possible to confirm the mortality of at least five of these (33%) during the first two months following their release, the specific causes of death being varied and similar to the main causes of hedgehog admission to the wildlife recovery centre: attacks by carnivores, roadkill, an accident in an industrial zone and other unknown causes. Recommendations are given on the location of release sites in order to reduce dispersal and minimise mortality, and also on reducing the admission of healthy hedgehogs to centres by a well-meaning public.

Keywords: Collserola, dispersal, European hedgehog, mortality, radiotracking.

Introducción

Aunque existen indicios del declive de algunas poblaciones de erizo europeo (*Erinaceus europaeus* Linnaeus, 1758), como por ejemplo las de Gran Bretaña (Mammal Society 2010), la IUCN considera que es una especie común y abundante, y la incluye a nivel global en la categoría de Preocupación Menor (LC) (Amorì *et al.* 2008), pese a que existen pocos datos concretos sobre sus tendencias poblacionales. En España no se considera que el erizo europeo tenga problemas de conservación, pero se apuntan problemas a nivel local en las áreas periurbanas (Galanthus 2007), y se reafirma su regresión en Cataluña (Ruiz-Romero 1995). En la mayoría de los casos se intuyen posibles cambios en sus poblaciones a partir de datos sobre el número de atropellos u otros parámetros, como es el caso del Parque Natural de la Sierra de Collserola, donde el número de erizos atropellados ha disminuido en los últimos años (Tenés *et al.* 2007). Los motivos de declive son diversos y aunque los atropellos suponen un impacto evidente, se considera que por sí solos no son causa suficiente para producir su desaparición en un área concreta (Huijser 1999). En cambio, las transformaciones antrópicas que se producen en el paisaje, como por ejemplo la desaparición de los ecotonos en zonas forestales y agrícolas, la pérdida de espacios verdes en zonas periurbanas, los cambios en las prácticas agrícolas y especialmente su intensificación, resultan notablemente negativos (Huijser 1999) y evidentemente, en las áreas metropolitanas, se suman al impacto de los atropellos. El erizo europeo está fuertemente ligado a los ecotonos agrícolas y antrópicos como son los jardines, y se ve afectado también por problemáticas diversas como las intoxicaciones por el uso de plaguicidas (como en el caso de los granulados empleados en el control de gasterópodos) o los rodenticidas (Dowding *et al.* 2010), el desbroce de márgenes, e incluso los ataques por parte de perros y otros carnívoros como el zorro (*Vulpes vulpes*) o el tejón (*Meles meles*). En este sentido, el erizo es una de las especies con más ingresos en los centros de recuperación de fauna salvaje y una elevada proporción de la mortalidad registrada se debe a factores antrópicos (Reeve & Huijser 1999). Algunos de los ejemplares ingresados son recuperados y liberados posteriormente, y aunque en otros países se han realizado estudios de seguimiento de su adaptación post-recuperación al medio (Morris 1997, Reeve 1998, Bunnell 2002, Molony *et al.* 2006), en España, con características biogeográficas generalmente distintas a las de los estudios citados, no se dispone de datos al respecto.

El Parque Natural de la Sierra de Collserola ocupa unas 8.500 ha en el área metropolitana de Barcelona, principalmente con ambientes mediterráneos forestales,

pero también arbustivos, formaciones herbáceas y de mosaico agrícola, con una intensa ocupación urbana de su ámbito periférico y una importante red de infraestructuras, incluyendo autopistas, carreteras convencionales y pistas sin asfaltar, además de ferrocarriles. Sus principales características ambientales y faunísticas han sido descritas en trabajos anteriores (Raspall *et al.* 2004, Llimona *et al.* 2007). Actualmente en el parque se está llevando a cabo un estudio de radio-seguimiento post-recuperación de erizos europeos procedentes del Centro de Recuperación de Fauna Autóctona, de la Estación Biológica de Can Balasc, gestionado por el mismo parque. El presente trabajo tiene como objetivo principal conocer su capacidad de adaptación y los problemas con que se enfrentan los erizos una vez liberados en el parque. En este sentido se pretende mejorar los criterios de suelta de los ejemplares recuperados. Por otro lado, se analizan las causas de ingreso de erizos en el centro de recuperación durante el período 2003-2009, en comparación con las causas de muerte observadas en los erizos liberados.

Material y métodos

Entre 2006 y 2008 se equiparon con radio-emisores tipo 'backpack' (Biotrack Ltd. UK) un total de 15 erizos (7 ♂♂ y 8 ♀♀) procedentes del Centro de Recuperación de Fauna Autóctona de la Estación Biológica de Can Balasc. Los erizos habían ingresado en este centro por motivos variados: enfermedad, lesiones, donación de crías por parte de particulares, policía local, etc. Su origen ha sido diverso pero siempre procedían del ámbito metropolitano. En la mayoría de los casos llevaban varios meses en el centro y todos ellos se consideraron sanos y en buen estado en el momento de su marcaje y liberación, en coherencia con los criterios indicados por Bunnell (2002) para la liberación de erizos. Los emisores fueron colocados entre las espinas dorsales de los erizos mediante pegamento cianoacrilato (Loctite® 454, o equivalente), en formato gel en combinación con un activador. El uso del gel, aplicado directamente sobre la base del emisor, evita que caigan gotas sobre la piel del erizo. Los erizos marcados fueron liberados en cuatro puntos distintos del parque (Figura 1) con buenas condiciones a priori para la especie y fueron seguidos hasta la caída del emisor, o hasta la muerte del animal. En el momento de su liberación se les proporcionó refugio, en forma de una caja de madera con agua y comida, pero normalmente abandonaron estos refugios a las pocas horas. En la Tabla 1 se resumen los datos básicos de suelta y seguimiento de cada erizo marcado. Cabe señalar que los emisores se desprendían a causa del arranque y rotura de las espinas por la actividad de los erizos en zarzales u otra vegetación densa. El tiempo medio hasta la caída de los emisores

Tabla 1. Resumen de los erizos comunes (*Erinaceus europaeus*) seguidos en el Parque Natural de la Serra de Collserola. *Summary of the European hedgehogs (Erinaceus europaeus) radio tracked in Collserola Mountains Natural Park.*

Erizo	Entorno zona de suelta	Fecha inicio seguimiento	Fecha final seguimiento	Duración (días)	Número de localizaciones	Motivo de finalización del seguimiento	Superficie 95% MCP (ha)	Superficie 50% MCP (ha)	Distancia media desde punto de suelta (m)	Distancia máxima desde punto de suelta (m)
M1	Forestal	20.07.2006	24.07.2006	5	14	Emisor caído	42,94	5,55	487,9±358,4	1.126,4
M2	Masia + torrente	20.07.2006	07.08.2006	19	27	Emisor caído	464,61	2,17	3.782,9±322,6	3.932,5
H3	Forestal	20.07.2006	10.08.2006	22	42	Emisor caído	66,10	14,53	918,3±532,4	1.615,4
H4	Masia + torrente	20.07.2006	25.08.2006	37	29	Muerte por accidente	99,37	0,51	447,3±531,9	1.504,4
M5	Forestal	26.10.2006	07.11.2006	13	9	Emisor caído	10,57	0,52	262,3±165,6	492,7
H6	Forestal	30.10.2006	15.03.2007	136	23	Emisor caído	6,85	0,05	671,0±158,3	748,1
H7	Masia + torrente	27.10.2006	16.12.2007	50	19	Emisor caído	2,98	0,06	300,3±367,6	984,9
H8	Masia + torrente	27.10.2006	24.11.2006	28	18	Ataque predador	13,01	0,01	329,1±574,6	1.577,1
H9	Masia	22.05.2007	02.07.2007	41	30	Emisor caído	9,76	0,14	496,0±317,2	832,1
H10	Masia	22.05.2007	14.06.2007	23	17	Ataque predador	8,25	0,01	532,6±314,4	786,5
M11	Masia	29.05.2007	26.07.2007	58	38	Emisor caído	24,96	0,35	564,7±376,1	936,0
M12	Masia	29.05.2007	18.06.2007	20	14	Atropello	4,44	0,10	167,8±168,3	631,6
M13	Masia + torrente	04.06.2008	26.06.2008	22	17	Emisor caído	66,78	0,02	528,0±237,6	1.032,2
H14	Masia + torrente	04.06.2008	15.07.2008	41	23	Emisor caído	0,21	0,01	22,5±22,7	55,5
M15	Masia + torrente	04.06.2008	28.06.2008	24	19	Muerte causa desconocida	8,41	0,01	175,9±186,4	447,8
Promedios ♀				47,3±13,1	25,1±2,9		25,8±12,9	1,90±1,80	513,1±491,5	948,6±587,1
Promedios ♂				23,0±6,3	19,7±3,7		88,9±63,2	1,25±0,77	820,5±1161,8	1.228,5±1.221,6



Figura 1. Ubicación de los puntos de suelta (círculos), de recuperación de los emisores caídos (cuadrados) y de los erizos muertos (cruces) en el Parque de Collserola. En gris se indican los edificios aislados y las zonas urbanizadas y las líneas dobles las principales infraestructuras. La línea negra indica el límite del parque al lado de la ciudad de Barcelona.

Locations of the release points (circles), radio tag recovery sites (squares) and dead hedgehogs (crosses) in Collserola Park. Buildings and urban areas are indicated in grey and double lines mark the main transportation infrastructures. The black line indicates the limits of the park beside the city of Barcelona.

en erizos activos (no hibernando) fue de $28,8 \pm 14,7$ días (rango 5-58 días, $n=14$), mientras que en el caso de otro erizo, seguido hasta que hibernó, fue de 136 días. Se realizó una media de entre 20 ♂♂ y 25 ♀♀ radiolocalizaciones, generalmente diarias (67% de un total de 298 localizaciones en horario diurno y 33% en horario nocturno), de los erizos durante la duración del seguimiento, en su mayoría mediante aproximación (homing) o triangulación (Kenward 2001) utilizando el programa Locate III (Nams 2006) con los objetivos principales de conocer el ámbito de dispersión respecto al punto de suelta y las causas de mortalidad. Las localizaciones obtenidas fueron analizadas con el programa Ranges7 (South et al. 2005) para la estimación de las áreas de dispersión mediante el cálculo de polígonos mínimos convexos (MCPs, Hayne 1949). Se calcularon los 95% MCP y 50% MCP para la comparación de las áreas de dispersión de machos y hembras. Por otro lado, se comparó la superficie del ámbito de dispersión (100% MCP) para los erizos seguidos según el entorno de suelta y en función del número de localizaciones, comparándose dicha superficie después de 5, 10, 15, 20 y 25 localizaciones consecutivas, y finalmente se compararon las distancias medias

entre localizaciones consecutivas también en función del entorno de suelta, agrupando éstas en intervalos de 1-5, 6-10, 11-15, 16-20 y 21-25 localizaciones. Los resultados fueron analizados estadísticamente con el programa SPSS 9.0 (SPSS Inc. 1998), utilizándose las pruebas t-test y ANOVA de una vía con comparaciones posteriores mediante la prueba de Tukey (Zar 1984) para la comparación de valores medios, indicándose éstos con la correspondiente desviación estándar y en su caso los grados de libertad (df) y su significación (valor de p).

Resultados

Dispersión post liberación

El ámbito de dispersión (100% MCP) fue significativamente distinto entre entornos de suelta después de las primeras 5 localizaciones ($F_{(2,12)} = 19,202$, $p < 0,0001$), siendo mayor la de los erizos liberados en zona forestal ($13,6 \pm 3,5$ ha, $n = 4$) que la de los liberados próximos a masías con torrentes ($0,94 \pm 2,2$ ha, $n = 7$, Tukey HSD: $p < 0,0001$) o a masías sin torrente

($3,22 \pm 4,7$ ha, $n = 4$, Tukey HSD: $p < 0,005$). Asimismo, hubo diferencias significativas entre el entorno de suelta después de 10 localizaciones ($F_{(2,11)} = 5,879$, $p < 0,02$), siendo mayor la superficie del ámbito de dispersión de los erizos liberados en zona forestal ($19,65 \pm 4,8$ ha, $n = 3$) en comparación con la de los ejemplares liberados próximos a masías con torrentes ($4,62 \pm 7,7$ ha, $n = 7$, Tukey HSD: $p < 0,02$), y marginalmente no significativa la diferencia entre zona forestal y masías (superficie media del ámbito de dispersión de erizos liberados entorno a masías: $8,25 \pm 3,9$ ha, $n = 4$, Tukey HSD: $p = 0,091$). No hubo diferencias significativas respecto el ámbito de dispersión en función del entorno de suelta en localizaciones posteriores (después de 15 localizaciones: $F_{(2,8)} = 0,208$, $p = 0,816$; 20 localizaciones: $F_{(2,40)} = 0,522$, $p = 0,629$; 25 localizaciones: $F_{(2,2)} = 1,440$, $p = 0,410$).

La distancia media entre localizaciones consecutivas fue significativamente diferente entre entornos de suelta durante las primeras 5 localizaciones ($F_{(2,72)} = 15,312$, $p < 0,0001$), siendo mayor la de los erizos liberados en zona forestal ($369,5 \pm 216,6$ m, $n = 20$) en comparación con los ejemplares liberados próximos a masías con torrentes ($86,9 \pm 191,3$ m, $n = 35$, Tukey HSD: $p < 0,0001$) o a masías sin torrente ($118,5 \pm 150,3$ m, $n = 20$, Tukey HSD: $p < 0,0001$). Durante las 6-10 localizaciones consecutivas hubo también diferencias significativas según el entorno de suelta ($F_{(2,68)} = 4,792$, $p < 0,02$), siendo significativamente menor en el caso de los erizos liberados próximos a masías con torrente ($62,3 \pm 113,6$ m, $n = 35$) en comparación con entornos forestales ($190,3 \pm 184,8$ m, $n = 17$, Tukey HSD: $p < 0,05$) y entornos de masías sin torrente ($191,5 \pm 246,9$ m, $n = 19$, Tukey HSD: $p < 0,05$), no existiendo diferencias

significativas entre estos dos últimos entornos de suelta ($p = 1,0$), ni tampoco entre las comparaciones de distancias medias entre localizaciones consecutivas para las agrupaciones posteriores (localizaciones 11-15: $F_{(2,58)} = 1,915$, $p = 0,157$; 16-20 localizaciones: $F_{(2,40)} = 1,476$, $p = 0,241$; 21-25 localizaciones: $F_{(2,26)} = 0,998$, $p = 0,382$).

Las distancias medias entre las localizaciones y los lugares de suelta fueron de $723,3 \pm 459,7$ m ($n = 87$), $475,5 \pm 347,6$ m ($n = 89$) y $675,4 \pm 1.157,2$ m ($n = 139$) respectivamente para los entornos forestales, masías, y masías con torrente, siendo no significativas las diferencias entre ellos ($F_{(2,312)} = 2,313$, $p = 0,101$), siendo el promedio general de $632,2 \pm 830,9$ m ($n = 315$). Para dichos entornos de suelta, las distancias máximas de dispersión registradas desde el punto de suelta fueron de $1.615,4$ m, $936,0$ m y $3.932,5$ m respectivamente, siendo el promedio general de $1.079,2 \pm 912,5$ m, $n = 15$ (Tabla 1).

En general los machos mostraron áreas de dispersión (95% MCP) sensiblemente mayores que las hembras ($\sigma\sigma$: $88,9 \pm 167,1$ ha, $n = 7$; $\varphi\varphi$: $25,8 \pm 36,4$ ha, $n = 8$), (Figura 2), aunque las diferencias no fueron significativas (Tabla 1: t-test: $t = -1,046$, $df = 13$, $p = 0,315$). Tampoco se detectaron diferencias significativas en función del sexo en cuanto al 50% MCP (Tabla 1: $\sigma\sigma$: $1,25 \pm 2,04$ ha, $n = 7$; $\varphi\varphi$: $1,91 \pm 5,10$ ha, $n = 8$. t-test: $t = 0,323$, $df = 13$, $p = 0,752$). No obstante, se observaron distancias medias entre las localizaciones y el punto de suelta superiores en el caso de los machos (Tabla 1: promedio $\sigma\sigma$: $820,5 \pm 1161,8$ m, $n = 122$; $\varphi\varphi$: $513,1 \pm 491,5$ m, $n = 193$: t-test: $t = -3,247$, $df = 313$, $p < 0,001$).

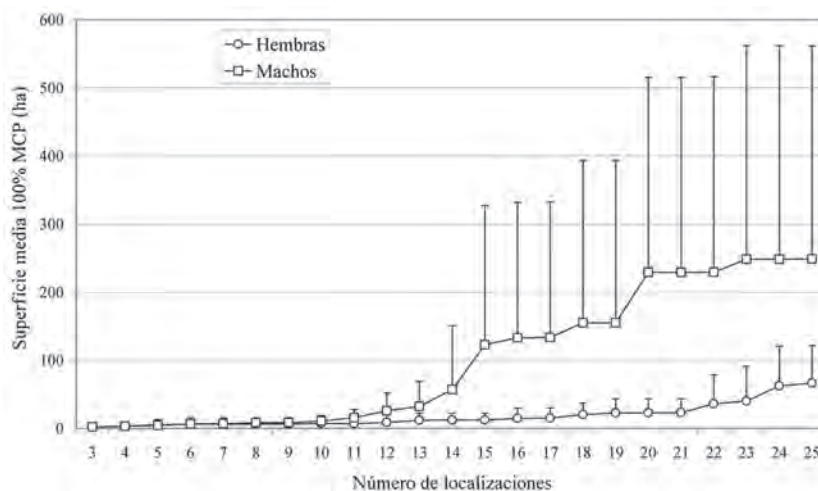


Figura 2. Incremento del ámbito de dispersión (100% MCP) en relación al número de localizaciones en función del sexo de los erizos (superficie media + desviación estándar).

Increase in dispersal range (100% MCP) in relation to the number of locations according to the sex of the hedgehogs (mean surface area + standard deviations are indicated).

Causas de mortalidad e ingreso

Se ha observado una elevada tasa de mortalidad durante las fases de dispersión y asentamiento, entre la tercera y sexta semana después de ser liberados, llegando a una mortalidad mínima acumulada del 33% (Figura 3). Las causas de mortalidad han sido diversas (Figura 4). De los cinco ejemplares encontrados muertos, dos murieron a causa del ataque por parte de un carnívoro (posiblemente perros, ya que los erizos no fueron depredados), uno por atropello, otro por muerte accidental en una planta de reciclaje de metal, y otro por causa no confirmada, posiblemente por intoxicación. Las incidencias de mortalidad se ubicaron básicamente en las zonas de liberación más periféricas del parque, mientras que no se confirmaron casos de mortalidad entre los erizos liberados en la zona forestal de las Tres Serres del interior del Parque (Figura 1). En comparación, los motivos de ingreso de erizos en el centro de recuperación de fauna del parque también son diversos (Figura 5), aunque en este caso generalmente se trata de ejemplares en su mayoría sanos, recogidos por particulares de jardines y otros lugares y entregados en el centro (53,3%, n= 90). De los erizos que requieren curas (n= 42), la mayor parte (45,2%) presentan lesiones o un estado general de debilidad/enfermedad correspondiente a causas diversas y difíciles de precisar. Entre las causas concretas, destacan los ingresos de erizos heridos/muertos por atropello (19,0%), por obras y/o tareas de desbroce y por intoxicaciones (11,9%).

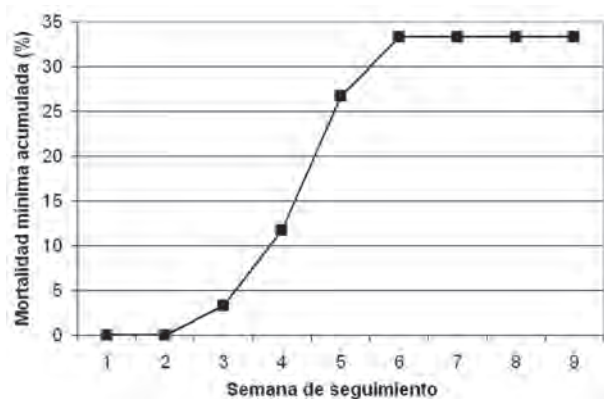


Figura 3. Mortalidad mínima acumulada en función de la semana de radioseguimiento, definida por el porcentaje del total de erizos seguidos que se sabe con seguridad que han muerto. Se le considera una tasa ‘mínima’ de mortalidad, ya que se desconoce el destino de los erizos que pueden haberse quedado sin emisor a medida que iba avanzando el seguimiento.

Accumulated minimum mortality rate in relation to the week of radiotracking, defined by the percentage of the total number of hedgehogs known to have died. It is considered a minimum rate given that the destiny of hedgehogs whose tags have fallen off was unknown.

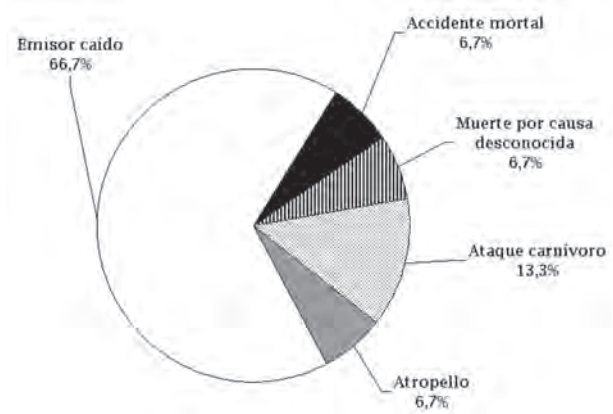


Figura 4. Motivos de finalización del seguimiento de los erizos liberados en el Parque de Collserola (n=15).

Motives for the termination of the radiotracking of the hedgehogs released in Collserola Park (n=15). (Accidente mortal: accidental death; muerte por causa desconocida: death due to unknown cause; Ataque carnívoro: attack by carnivore; Atropello: roadkill; Emisor caído: radio tag fallen off).

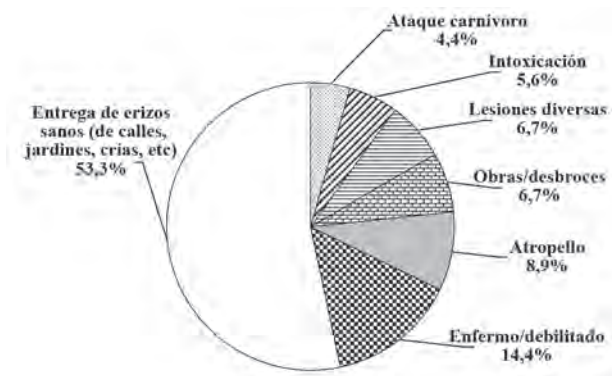


Figura 5. Motivos de ingreso de erizos en el Centro de Recuperación de Fauna de Can Balasc en el Parque de Collserola (n=90).

Motives for admission of hedgehogs to the Can Balasc Wildlife Recovery Centre in Collserola Park (n=90). Atropello: roadkills; Ataque carnívoro: attack by carnivore; Lesiones diversas: varied lesions; Obras/desbroces: works/verge-cutting; Enfermo/debilitado: sick/weak; Intoxicación: poisoned; Entrega de erizos sanos (de calles, jardines, crias, etc.): donation of healthy hedgehogs (from streets, gardens, juveniles, etc.).

Discusión

Reeve (1998), resumiendo trabajos similares anteriores sobre el seguimiento de erizos recuperados, consideró como movimientos dispersivos de larga distancia los desplazamientos de más de 0,5 km, citando casos máximos del orden de 5 km, y con distancias mayores en el caso de erizos machos. En este sentido, las distancias máximas registradas en el presente estudio con respecto a los lugares de suelta, tanto de promedio (1 km), como del valor absoluto (3,9 km), son muy similares, al igual que los patrones relativos a

machos y hembras. En general, a pesar de las grandes distancias registradas, la dispersión observada parecía tener un carácter intencionado, y no ser simples movimientos de animales desorientados. En este sentido, es interesante remarcar el caso concreto de la hembra H8, que se alejó hasta una distancia máxima de 1,6 km desde el lugar de suelta (Tabla 1). Sin embargo, dos días después de ser localizada a dicha distancia, en un área limítrofe del parque, fue encontrada de nuevo al mismo lado de la caja de suelta, aunque por desgracia con heridas fatales provocadas por el ataque de un carnívoro. En general se ha detectado, por parte de los erizos liberados en zona forestal, una tendencia a desplazarse más rápidamente desde el punto de liberación, con mayores desplazamientos al inicio del seguimiento que después tienden a disminuir. En cambio, en el caso de los otros dos tipos de entorno de suelta -las masías, y especialmente en el caso de las masías con torrente-, se detecta una mayor tendencia a permanecer en la zona de suelta durante los primeros días del seguimiento, normalmente con un incremento más tardío del ámbito de dispersión. En algunos casos parece que la presencia de torrentes habría facilitado los desplazamientos más largos, al actuar como corredores por las características de refugio de su vegetación densa (zarzales y cañaverales espesos).

En cuanto a las superficies de las áreas de ‘dispersión’ registradas, éstas no son estrictamente comparables

con las áreas de ‘campeo’ y/o ‘núcleo’ citadas en otros trabajos, ya que los ejemplares de nuestro estudio son individuos liberados y en dispersión tras un período de varios meses en cautividad. En este sentido, únicamente cabe constatar el hecho de que efectivamente las superficies de las áreas de dispersión registradas en Collserola son mayores (promedio del 95% MCP: $55,3 \pm 117$ ha, $n = 15$, rango = 0,21 ha - 464,6 ha) que las áreas de campeo citadas en estudios cercanos, en los que se siguieron ejemplares capturados *en situ* (García *et al.* 2009), constatándose, en la mayoría de los casos, una gran actividad de desplazamiento post liberación superior a los desplazamientos habituales para erizos asentados.

Esta capacidad de desplazamiento, y la rapidez con que se alejan los erizos de los entornos de suelta dominados por ambiente forestal, hace que alcancen rápidamente los límites del área protegida y las zonas urbanas de su periferia, mostrando cierta tendencia a establecerse en dichas zonas (véase la Figura 1 y los ejemplos detallados en la Figura 6), con características de hábitat periurbano similares a las preferencias observadas por los erizos seguidos mediante radioseguimiento en otras zonas próximas a Collserola (García *et al.* 2009), pero también con mayores riesgos de muerte. En un estudio de Reeve (1998) realizado en Gran Bretaña, también se constató una tendencia por parte de los erizos liberados en zona forestal de alejarse

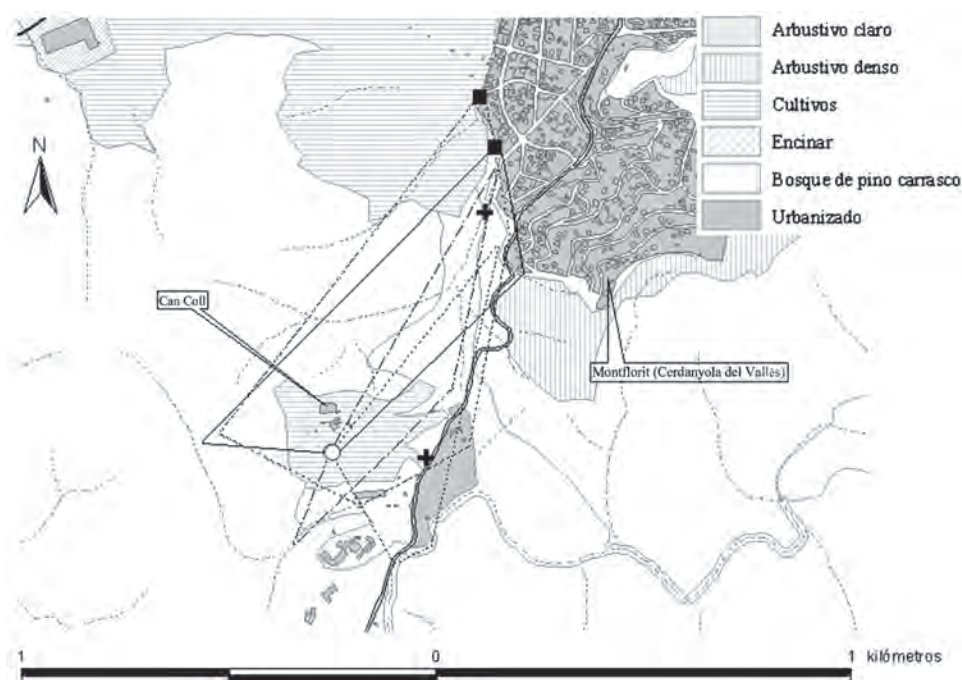


Figura 6. Ámbitos de dispersión (100% MCPs) de cuatro erizos liberados cerca de la masía de Can Coll. Se indican el punto de suelta (punto blanco) y los lugares donde se localizaron erizos muertos (cruces) y emisores caídos (cuadros negros).

Dispersal ranges (100% MCPs) of four hedgehogs released close to the Can Coll farm. The release point (white circle) and locations where dead hedgehogs (crosses) or radio tags (black squares) were recovered.

rápidamente del lugar de suelta (hasta 3 km), y la mayoría de ellos acabaron situándose en áreas habitadas o urbanizadas, a diferencia de los ejemplares liberados directamente en una zona periurbana, los cuales no se dispersaron. Aparentemente dicho comportamiento no se explicaba por motivos de competencia intraespecífica, de manera que se consideraba que el ambiente forestal no fue especialmente atractivo para el erizo, a diferencia de las áreas periurbanas, al igual que se ha observado en el parque de Collserola.

Con frecuencia los erizos liberados en Collserola se localizaron durante las horas diurnas en lugares con vegetación espesa, a menudo con zarzales, difícilmente penetrables, y también utilizaron repetidamente jardines particulares u otros recintos vallados como refugios diurnos, e incluso para su forrajeo nocturno, situación que se pudo comprobar en ocasiones mediante la localización por *homing* de los ejemplares. Su uso podría explicarse como una defensa añadida contra los ataques de perros, zorros o tejones, los cuales han estado citados como un factor limitante en las poblaciones de erizos (Doncaster 1992, Bergers & Nieuwenhuizen 1999). En este sentido, los entornos de suelta próximos a las masías parecen ser más favorables para los erizos seguidos en Collserola, y como mínimo permiten un asentamiento corto inicial post-liberación y en principio ofrecen mejores recursos tróficos para el erizo en forma de huertos y ambientes ecotónicos.

El erizo europeo registra un importante número de ingresos en los centros de recuperación de fauna salvaje (Reeve & Huijser 1999), e incluso es el mamífero ingresado más frecuentemente en dichos centros en Gran Bretaña (Molony *et al.* 2006). La tasa de supervivencia de los ejemplares recuperados y liberados se sitúa alrededor del 75% a las cinco o seis semanas (Morris *et al.* 1993, Morris 1997, Molony *et al.* 2006), un valor sensiblemente superior al 66% obtenido en Collserola, pero que en algunos casos puede reducirse hasta sólo un 33% a las ocho semanas de liberación (Morris & Warwick 1994). Warwick *et al.* (2006) también registraron tasas de supervivencia del 67% pasado un mes en erizos *translocados*, no procedentes de un centro de recuperación. Cabe destacar el hecho de que la supervivencia es mayor cuando los ejemplares han permanecido más tiempo en cautividad, pues posiblemente pueden acumular mayores reservas de grasa corporal y sufren un menor estrés durante su liberación (Molony *et al.* 2006). Sin embargo, en nuestro estudio las causas de mortalidad tienen más relación con factores de trauma de gravedad, y en cambio los posibles efectos de condición física no parecen haber tenido incidencia, como mínimo durante el período relativamente breve que han dura-

do los seguimientos. En este sentido, en Collserola la aparente atracción del hábitat periurbano para el erizo también puede significar un mayor peligro por los riesgos diversos asociados, tal y como se ha observado en estudios anteriores realizados (Reeve 1998). Huijser & Reeve (1999) constataron causas de mortalidad traumática no natural (por factores antropogénicos) similares a las registradas en el presente estudio, incluyendo los atropellos, las heridas provocadas por herramientas de jardinería, el ahogo, los ataques por animales domésticos y las intoxicaciones, y subrayaron su efecto negativo añadido a las tasas, ya por sí solas relativamente altas, de mortalidad natural. Por tanto, los ambientes periurbanos pueden representar un entorno con un equilibrio frágil para el erizo en cuanto a los posibles recursos de hábitat que le ofrece —huertos, jardines, márgenes y espacios de ecotono, una menor presencia de determinados predadores como por ejemplo el tejón, una abundancia de refugios— y los riesgos que conllevan. El seguimiento llevado a cabo en Collserola evidencia esta situación, con la dispersión y asentamiento de los erizos liberados en dichas zonas, y una concentración de la mortalidad en el ámbito periférico del parque.

En su estudio sobre la viabilidad de las poblaciones de erizo en los Países Bajos, Bergers & Nieuwenhuizen (1999) señalaron como primer factor limitante el tamaño y la calidad de las manchas de hábitat disponibles, y en segundo lugar la presencia de carreteras. En este sentido, cabe señalar que los atropellos probablemente quedaron infravalorados como problemática en nuestro estudio, ya que normalmente los erizos atropellados mueren en el acto, y por lo tanto no se suelen llevar a los centros de recuperación de fauna. De hecho, en Collserola el erizo fue el mamífero para el cual se registraron más incidencias de atropello, un 22% de un total de 556 casos (Tenés *et al.* 2007). En cuanto a su hábitat, en muchas zonas de la Europa occidental el hábitat de mosaico agro-rural rico en ecotonos, típico del erizo, ha sido seriamente afectado en las últimas décadas a causa de la intensificación agrícola, la urbanización y la proliferación de las infraestructuras. Debido a esta situación, es necesario proteger dicho mosaico como zona de transición frente a la 'atracción fatal' que puede significar el continuo urbano para el erizo. En la sierra de Collserola, dominada por las masas forestales, este mosaico periférico se encuentra en un grave proceso de deterioro, pérdida, fragmentación y aislamiento de sus hábitats, ya evidenciado anteriormente para otras especies de mamíferos (Llimona *et al.* 2007).

La elevada mortalidad observada y la diversidad de causas hace cada vez más necesario tomar medidas para reducir su incidencia sobre el erizo en las áreas

periurbanas. En esta línea, las campañas de sensibilización entre vecinos pueden ser de gran utilidad para prevenir la muerte a causa de los atropellos, los ataques de perros, las intoxicaciones por plaguicidas, los desbroces, o aportando criterios objetivos sobre cuándo es necesario ingresar a un erizo en un centro de recuperación. Cabe recordar a los vecinos la importancia de dejar *en situ* a los individuos sanos que realmente no requieren de curas en dichos centros, pero que a veces son ingresados por un exceso de celo de los ciudadanos cuando, extrañados, los encuentran en sus jardines y proximidades, tal y como ocurre en el caso del 53% de los erizos ingresados en Collserola (Figura 5).

Los resultados obtenidos en el presente estudio en Collserola son muy coincidentes con los de estudios anteriores llevados a cabo con erizos recuperados liberados en Gran Bretaña (Reeve 1998), a pesar de las importantes diferencias biogeográficas entre ambas zonas. Con tal de prevenir los posibles conflictos que conlleva el desplazamiento de los erizos hacia las zonas periurbanas, se recomienda, siempre que sea posible, liberarlos en (o próximo a) los lugares donde se encontraron inicialmente. Esto sería especialmente recomendable en el caso de los erizos sanos ingresados en los centros de recuperación, los cuales pueden ser liberados transcurrido muy poco tiempo en cautividad. A partir de nuestros resultados, para la liberación post recuperación de erizos que se han mantenido durante un tiempo más prolongado en cautividad, se recomiendan los entornos de mosaico agrícola rico en ecotonos asociados a las masías habitadas, preferentemente con huertas activas y buenas opciones de refugio, y lo más alejado posible de las zonas urbanas y carreteras.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración de los compañeros de Can Coll y Can Planes, también a Francisco Calomardo, Marçal Collell, Blanca Font, Álvaro González Picañol, Jordi Roca, a los guardas del Parque de Collserola Sisco, Ángel, Jordi y Carles, a los alumnos de prácticas del Centro de Recuperación de Fauna de Can Balasc y los okupas de Can Masdeu y de Kan Mussol. El manuscrito original se benefició sensiblemente de los comentarios de Ignasi Torre y Antoni Arrizabalaga y de un evaluador anónimo.

Referencias

- Amori G., Hutterer R., Kryštufek B., Yigit N., Mitsain G. & Palomo L.J. 2008. *Erinaceus europaeus*. En: IUCN 2010. *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2010.1. www.iucnredlist.org.
- Bergers P. & Nieuwenhuizen W. 1999. Viability of hedgehog populations in central Netherlands. *Lutra*, 42: 65-76.
- Bunnell T. 2002. The assessment of British Hedgehog (*Erinaceus europaeus*) casualties on arrival and determination of optimum release weights using a new index. *Journal of Wildlife Rehabilitation*, 25 (4): 11-21.
- Doncaster P. 1992. Testing the role of intraguild predation in regulating hedgehog populations. *Proceedings of the Royal Society of London* 249: 113-117.
- Dowding C., Shore R., Worgan A., Baker P. & Harris S. 2010. Accumulation of anticoagulant rodenticides in a non-target insectivore, the European hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Environmental Pollution*, 158: 161-166.
- Galanthus 2007. *Erizos Ibéricos*. 23 pp. http://www.asgalanthus.org/new/downloads/descarregues/erizos_ibericos_libro.pdf
- García S., Puig X. & Peris A. 2009. Actividad y uso del hábitat por parte del erizo europeo (*Erinaceus europaeus* Linnaeus, 1758) en el Parque Natural de la Serralada de Marina (Barcelona, Cataluña). *Galemys*, 21 (NE): 13-23.
- Hayne D.W. 1949. Calculation of size of home range. *Journal of Mammalogy*, 30: 1-18.
- Huijser M. 1999. Human impact on populations of hedgehogs *Erinaceus europaeus* through traffic and changes in the landscape: a review. *Lutra*, 42: 39-56.
- Kenward R. 2001. *A manual for wildlife radio tagging*. Academic Press, London. 311 pp.
- Llimona F., Cahill S., Tenés A., Camps D., Bonet-Arbolí V. & Cabañeros L. 2007. El estudio de los mamíferos en relación a la gestión de áreas periurbanas. El caso de la Región Metropolitana de Barcelona. *Galemys*, 19 (NE): 215-234.
- Molony S., Dowding C., Baker P., Cuthill I. & Harris S. 2006. The effect of translocation and temporary captivity on wildlife rehabilitation success: An experimental study using European hedgehogs (*Erinaceus europaeus*). *Biological Conservation* 130: 530-537.
- Morris P. 1997. Released, rehabilitated hedgehogs: A follow-up study in Jersey. *Animal Welfare*, 6: 317-27.
- Morris P., Meakin K. & Sharafi S. 1993. The behaviour and survival of rehabilitated hedgehogs (*Erinaceus europaeus*). *Animal Welfare*, 2: 53-66.
- Morris P. & Warwick H. 1994. A study of rehabilitated juvenile hedgehogs after release into the wild. *Animal Welfare*, 3: 163-177.
- Nams V. 2006. *Locate III User's Guide*. Pacer Computer Software, Tatamagouche, Nova Scotia, Canada.
- Raspall A., Llimona F., Navarro M. & Tenés A. 2004. *Guia de Natura del Parc de Collserola*. Consorci del Parc de Collserola. Barcelona. 238 pp.
- Reeve N. 1998. The survival and welfare of hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) after release back into the wild. *Animal Welfare*, 7: 189-202.
- Reeve N. & Huijser M. 1999. Mortality factors affecting wild hedgehogs: a study of records from wildlife rescue centres. *Lutra*, 42: 7-24.
- Ruiz-Romero S. 1995. Eriçó fosc. *Erinaceus europaeus* L., 1758. Pp. 37-41. En: J. Ruiz-Olmo y A. Aguilar (eds.). *Els grans mamífers de Catalunya i Andorra*. Lynx Edicions, Barcelona.
- South A., Kenward R. & Walls S. 2005. Ranges7 v1.0: *For the analysis of tracking and location data*. Online manual. Anatrack Ltd. Wareham, UK.

SPSS Inc. 1998. *SPSS Base 8.0 for Windows User's Guide*. SPSS Inc., Chicago IL.

Tenés A., Cahill S., Llimona F. & Molina G. 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 (NE): 169-188.

The Mammal Society 2010. *The hedgehog – Erinaceus europaeus*. Mammal Fact Sheet. http://www.mammal.org.uk/index.php?option=com_content&view=article&id=212&Itemid=245.

Warwick H., Morris P. & Walker D. 2006. Survival and weight changes of hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) translocated from the Hebrides to Mainland Scotland. *Lutra*, 49: 89-102.

Zar J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. 2nd Edition. Prentice Hall International Editions, New Jersey. Pp. 718.