

Verificación de la presencia de roedores en el Parque Natural de sa Dragonera (Andratx, Mallorca, Islas Baleares)

Miguel McMINN, Gabriel SEVILLA, Ana RODRÍGUEZ y Guillem X. PONS

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

McMinn, M., Sevilla, G., Rodríguez, A. y Pons, G.X. 2017. Verificación de la presencia de roedores en el Parque Natural de sa Dragonera (Andratx, Mallorca, Islas Baleares). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 60: 171-192. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Durante el 2011 se realizó una campaña de erradicación de roedores en la isla de sa Dragonera. El Parque Natural ha establecido que cada cinco años se realicen tareas de verificación de su presencia. Entre los meses de julio y octubre del 2016, se ha evaluado la presencia de roedores y conejo en la isla de sa Dragonera. Para la evaluación de los roedores se ha usado tres métodos de detección: trampas de huellas, 1.670 trampas x noche; trapeo en vivo, 800 trampas x noches y cámaras de barrera, 288 (5 cámaras) días. La detección de conejo se ha realizado verificando 20 transectos lineales. No se ha detectado la presencia de roedores, ni de conejo. Siguiendo los criterios usados en otras erradicaciones insulares, se puede declarar que la isla de sa Dragonera está libre de ratas y ratones, aunque se debería considerar que el riesgo de reinvasión es elevada dada la distancia a la costa de Mallorca o la posibilidad de una introducción accidental desde una embarcación.

Palabras clave: *especies invasoras, erradicación, roedores, islas, Parque Natural de sa Dragonera, Mallorca.*

VERIFICACIÓ DE LA PRESENCIA DE ROSEGADORS AL PARC NATURAL DE SA DRAGONERA (ANDRATX, MALLORCA, ILLES BALEARS). Durant l'any 2011 es va realitzar una campanya d'erradicació de rosegadors a l'illa de sa Dragonera. El Parc Natural ha establert que cada cinc anys es realitzin tasques de verificació de la seva presència. Entre els mesos de juliol i octubre del 2016, es va avaluar la presència de rosegadors i conill a l'illa de sa Dragonera. Per a l'avaluació dels rosegadors s'ha fet servir tres mètodes de detecció: trampes d'empremtes, 1.670 trampes x nit; trapeig en viu, 800 trampes x nits i càmeres de barrera, 288 (5 càmeres) dies. La detecció de conill s'ha realitzat verificant 20 transectes lineals. No s'ha detectat la presència de rosegadors, ni de conill. Seguint els criteris usats en altres erradicacions insulars, es pot declarar que l'illa de sa Dragonera està lliure de rates i ratolins, tot i que s'hauria de considerar que el risc de reinvasió és elevada donada la distància a la costa de Mallorca o la possibilitat d'una introducció accidental des d'una embarcació.

Paraules clau: *espècies invasores, erradicació, rosegadors, illes, Parc Natural de sa Dragonera, Mallorca.*

VERIFICATION OF THE PRESENCE OF RODENTS IN THE NATURAL PARK OF SA DRAGONERA (ANDRATX, MALLORCA, BALEARIC ISLANDS). During 2011, a rodent eradication campaign was carried out on the island of sa Dragonera. The Natural Parc has established that the presence of rodents should be verified every five years. Between the months of July and October 2016, the presence of rodents and rabbits on the island of sa Dragonera has been evaluated. For

the evaluation of rodents, three methods of detection have been used: traps of footprints, 1.670 traps per night; live trapping, 800 traps x nights and barrier cameras, 288 (5 cameras) days. Rabbit detection was carried out by verifying 20 linear transects. The presence of rodents or rabbit has not been detected. Following the criteria used in other island eradications, it can be declared that the island of sa Dragonera is free of rats and mice, although it should be considered that the risk of reinvasion is high given the distance to the coast of Mallorca or the possibility of an introduction accidental of a boat.

Key words: *invasive species, eradication, rodents, islands, Sa Dragonera Natural Park, Mallorca.*

Miguel MCMINN, Gabriel SEVILLA, Ana RODRÍGUEZ y Guillem X. PONS, Societat d'Història Natural de les Balears, Margarida Xirgu, 16, baixos, E07011 Palma de Mallorca, e.mail de contacto: miguel.mcminn@gmail.com

Recepció del manuscrit: 4-nov-17; revisió acceptada: 30-des-17.

Introducción

Las especies invasoras son una de las principales amenazas de las biotas insulares (Courchamp *et al.*, 2003; Phillips 2010; Russell *et al.*, 2016). Una de las especies más peligrosas en las islas es la rata. La rata negra *Rattus rattus* (Fig. 1), la rata parda *R. norvegicus* y la rata del pacífico *R. exulans*, han invadido el 80% de las islas oceánicas (Atkinson 1985; Russell *et al.*, 2016) y son responsables del declive y de la extinción de aves, mamíferos, reptiles, invertebrados y plantas (Howals *et al.*, 2007, Towns *et al.*, 2006).

En la región Mediterránea la rata negra está mejor adaptada al clima seco, y es la principal especie invasora de pequeñas islas (Martin *et al.*, 2000; Traveset *et al.*, 2008) y una de las principales causas del declive y de la extinción de las biotas endémicas (Traveset *et al.*, 2008). En las islas del Mediterráneo la rata negra ocupa diferentes nichos tróficos, desde la costa hasta zonas boscosas, alimentándose principalmente de material vegetal e invertebrados, pero también actuando como un depredador oportunista de otros mamíferos, reptiles y aves.

Antecedentes

El año 2011 (13 enero y 8 febrero 2011) se realizó en sa Dragonera dos tratamientos de dispersión aérea de Brodifacoum, un rodenticida de segunda generación (Mayol *et al.*, 2012; Rodríguez y McMinn, 2009), cuyo objetivo era la completa erradicación de las dos especies de roedores presentes en la isla: el ratón *Mus musculus* y la rata negra *Rattus rattus*. Un objetivo secundario era la erradicación del conejo *Oryctolagus cuniculus*. El principal objetivo de la erradicación de los roedores era la mejora general de la biodiversidad y procesos ecológicos, pero sobre todo, la de incrementar el éxito reproductor de la pardela Balear, *Puffinus mauretanicus*, especie incluida en la categoría CR (en peligro crítico) de la IUCN – Red List (Arcos 2011) (Tabla 1).

A mediados de mayo del 2013 las trampas de huellas y las cámaras de barrera no detectaron la presencia de ratas o ratones en la isla de sa Dragonera. Sí se detectó la presencia de conejo con las cámaras de barrera en la zona de Tramuntana y Sa Paret en agosto del 2011, y detrás del gallinero en septiembre y octubre del 2011. También se encontraron rastros y excrementos de conejo en dichas zonas. El



Fig. 1. Rata negra (*Rattus rattus*) del morfotipo *frugivorus*.

Fig. 1. Black rat *Rattus rattus*, fur coat morphotype *frugivorus*.

PN de sa Dragonera y el COFIB (Govern Balear) realizaron una campaña para la erradicación de la población superviviente de conejo en el año 2013 (Pla Anual Dragonera 2013) (Tabla 1). Las prospecciones posteriores realizadas por el personal del COFIB no detectaron rastros ni excrementos de conejo. Desde el año 2012 el personal del parque realiza una

verificación de la presencia de roedores mediante el empleo de 50 estaciones de cebado instaladas en las zonas con mayor intensidad de uso público. El 20 de abril del 2013 un visitante del parque comunicó que había observado una rata en la zona del merendero de na Miranda. Se instalaron 20 cebaderos con rodenticida y tres cámaras de barrera durante 10 días. Durante este perio-

| Especie | Densidad | Objetivo | Año 2013 |
|------------------------------|--|--------------|--|
| <i>Rattus rattus</i> | 33ind./ha | Erradicación | Erradicada |
| <i>Mus musculus</i> | 4.35 ind./ha | Erradicación | Erradicada |
| <i>Oryctolagus cuniculus</i> | Densidad estimada no disponible. Datos CMA | Erradicación | 4 fotos en las cámaras; huellas y excrementos en 3 puntos; densidad no estimada. |

Tabla 1. Indicadores de éxito de la campaña 2011.

Table 1. Outcome summary of the 2011 rodent eradication campaign.

do no se detectó ningún rastro de rata en los cebaderos ni con la cámara, y se concluyó que se trataba de una falsa alarma.

Tras la dispersión de rodenticida realizada en el 2011, quedaba por confirmar el éxito de la campaña de erradicación de rata negra, ratón doméstico y conejo.

El principal objetivo de este proyecto que se ha realizado durante 3 meses ha sido el de poder confirmar el éxito de la campaña de erradicación del 2011, y establecer los criterios futuros de verificación. En el caso de confirmarse la presencia de roedores, se debería poder confirmar la especie y determinar la extensión de las zonas recolonizadas.

Metodología

La verificación de la presencia de roedores en islas utiliza una combinación de sistemas letales y no letales (Bassett *et al.*, 2016). Los sistemas letales tienen una alta eficacia en la detección e intercepción de recolonizaciones por parte de individuos aislados (Russell *et al.*, 2008), pero son una potencial amenaza para otras especies nativas presentes en las islas. En el caso de sa Dragonera, el uso de tecnologías letales, supondría una amenaza para las poblaciones de *Podarcis lilfordi giglioli*, la subespecie endémica de la isla de Lagartija balear (Pérez-Mellado 2009). Se debería evaluar posibles tecnologías futuras que causen la muerte de los roedores, pero que sean inofensivas para las lagartijas y aves. El sistema podría usar técnicas de dispensación de rodenticida exclusivas o trampas que solamente se activan con la presencia de un animal de cierto peso o dimensión. Los cebaderos de cubo que se han usado en las Baleares no impiden que las lagartijas accedan al rodenticida. En

algunos casos los cebaderos de cubo que se colocan de forma incorrecta, son una trampa mortal para lagartijas e invertebrados. Los sistemas de detección no letales incluyen las trampas de huellas, bloques de parafina, “chew sticks”, cámaras de barrera y el trapeo en vivo (Russell *et al.*, 2008). Las trampas de huellas y las cámaras de barrera son eficaces para la detección de otras especies, como el conejo.

En este proyecto de verificación se han usado tecnologías no letales: trampas de huellas, trampas de captura en vivo y cámaras de barrera.

Las áreas vitales y rangos de movimiento de ratas en islas mediterráneas no han sido estudiados en detalle. En la isla de Espalmador, con una vegetación similar a la de sa Dragonera, los radios de movimiento de rata fueron de promedio 43,1 m \pm 14.7 m, con distancias máximas de 116 m para los machos y de 60 m para las hembras (datos inéditos). Estas distancias se estimaron mediante una red de marcaje y recaptura durante 5 días. Estas distancias son mínimas, y es probable que sean mayores con animales que llegan a una isla desratizada o que nunca haya sido colonizada. Los machos se mueven más que las hembras, aunque las distancias recorridas dependen de la cantidad de alimento disponible (Harper y Rutherford 2016). Una única rata que llega a una isla (o un superviviente) no suele mantener un único territorio y se desplaza por gran parte de la isla (Russell *et al.*, 2005). El sistema más eficaz de detección en la actualidad son los perros entrenados, con un 80% de eficacia en las primeras incursiones (Bassett *et al.*, 2016). Con una red permanente de seguimiento que utiliza diversos sistemas, como la que se ha establecido en sa Dragonera durante dos meses, se aumenta de forma significativa la

probabilidad de detección. En experimentos con animales marcados se ha calculado que el periodo promedio de detección puede ser de unas dos semanas (Bassett *et al.*, 2016). Durante la evaluación de sa Dragonera se ha duplicado el número de trampas de huellas recomendadas para la superficie de la isla (356 ha es la superficie 3D) y se ha complementado la verificación con trampas de captura en vivo y cámaras de barrera.

Trampas de Huellas (*Tracking Tunnels*)

Se ha empleado el sistema de trampas de huellas (*tracking tunnels*) (Blackwell *et al.*, 2002; Brown *et al.*, 1996; Gillies y Williams, 2009; Sweetapple y Nugent 2011). En Nueva Zelanda, los *tracking tunnels* son utilizados de forma común para la detección y verificación de la presencia de roedores tras las campañas de erradicación o control (Jarrad *et al.*, 2011, Russell *et al.*, 2008, Russell *et al.*, 2009). Es un sistema muy sencillo consistente en un túnel de plástico (Fig. 2) o de madera, de diferentes dimensiones en función de la especie que se quiera estudiar, en cuyo interior se dispone una tarjeta de cartón. En la parte media de dicha tarjeta hay impregnada una tinta con características especiales (inocua, con viscosidad y pegajosidad adecuadas para que los pequeños insectos y lagartijas no queden atrapados). En el área de la tinta se dispone el cebo. En sa Dragonera se han empleado dos tipos de cebo: una pasta compuesta por copos de avena y manteca de cacahuete, y un bloque sólido realizado con cera de abeja, manteca de cacahuete y copos de avena.

En el primer cebado se utilizó una malla de tela para fijar el cebo de manteca de cacahuete a la tarjeta de huellas para impedir que las lagartijas lo comiesen en su totalidad. Este método de fijación del cebo produjo la muerte de una lagartija en la lí-



Fig. 2. Ratón campestre (*Apodemus sylvaticus*) saliendo de una trampa de huellas (isla de s'Espalmador, Formentera).

Fig. 2. Wood mouse *Apodemus sylvaticus* leaving footprints in a tracking tunnel on s'Espalmador, Formentera.

nea E de Tramuntana. En los siguientes cebados se usó el bloque sólido realizado con cera de abeja, manteca de cacahuete y copos de avena. El bloque es más seguro, ya que evita posibles enganches, y resulta menos atractivo para las lagartijas. Muchos de los túneles revisados aún tenían restos del bloque a los dos días. Los bloques ya se han usado con éxito para trapear y verificar la presencia de ratas en islas e islotes de las Baleares. Cuando un animal, por ejemplo, una rata, penetra en el túnel atraído por el cebo, impregna sus patas con la tinta y deja sus huellas en la tarjeta, lo que permite su posterior identificación (Fig. 3). Para la identificación de las huellas se disponen de muestras de rata negra y ratón doméstico de diferente edad.

El uso de este sistema presenta las siguientes ventajas:

- No tiene ningún impacto negativo sobre las especies.

- Permite obtener información de una gran variedad de especies (reptiles, mamíferos e invertebrados).

- Permite determinar la presencia de especies que de otra manera sería difícil hacerlo.

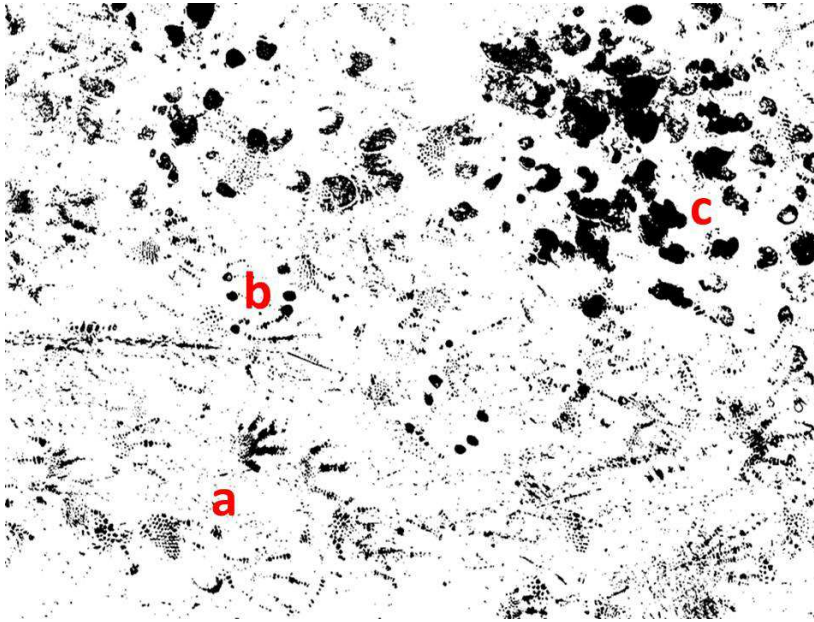


Fig. 3. Tarjeta de huellas: a) lagartija balear, b) ratón y c) rata.

Fig. 3. Tracking tunnel card with footprints of: a) Balearic lizard, b) house mouse and c) black rat.

-Permite determinar índices de actividad o abundancia y sus fluctuaciones en el tiempo.

-Más sensible que las trampas, permite detectar la presencia de roedores en bajas densidades, de ahí que sea el sistema de evaluación empleado tras una campaña de erradicación.

Uno de los principales problemas de las trampas de huellas es la saturación debido a otras especies presentes, por ejemplo, insectos o pequeños reptiles (Russell *et al.*, 2009). Este problema de saturación de huellas la ha ocasionado en sa Dragonera la Lagartija balear, posiblemente relacionado con una mayor densidad y a que se realizaba el estudio en el mes de agosto. Se ha atrasado las dos últimas verificaciones al mes de octubre, coincidiendo con las primeras lluvias y un descenso de la temperatura. En octubre se pudo comprobar

una menor actividad de las lagartijas en las tarjetas.

En este trabajo se han utilizado las trampas, tarjetas y tinta comercializadas por Gotcha Traps Limited (Figs. 4, 5, 6 y 7) de Nueva Zelanda. En sa Dragonera se han empleado túneles de PVC de color negro de 50 cm x 10 cm x 10 cm. Se ha seguido el protocolo "Tracking Tunnel Guide" del Departamento de Conservación de Nueva Zelanda (DOC) para definir el número de líneas y la distancia entre ellas (Gillies y Williams, 2009). El protocolo del DOC recomienda para islas con una superficie comprendida entre las 300-600 ha, el uso de 8-10 líneas de 10 trampas de huellas. Sa Dragonera tiene una superficie de 362 ha, por lo que serían suficientes 10 líneas. Para aumentar la eficacia y sensibilidad de la evaluación se ha usado el doble de líneas recomendadas. Se han dispuesto 20 líneas que cubren de forma homogénea toda la su-



Fig. 4. Colocación de una tarjeta en una trampa de huellas.

Fig. 4. Setting a tracking tunnel in the field.



Fig. 5. Trampa de huella en la zona de Llebeig.

Fig. 5. Tracking tunnel in the area of Llebeig.



Fig. 6. Trampa de huella en Cala Lladó.

Fig. 6. Tracking tunnel in the area of Cala Lladó.

perficie de la isla (Tabla 2; Fig. 8). La totalidad de la isla se ha considerado como un único tipo de hábitat a efectos prácticos para la detección de ratas y ratones. Cada línea tiene 10 túneles de huellas, que se ubicaban a intervalos de 30-50 m. Se usó



Fig. 7. Trampa de huella y la cinta azul usado para señalar su ubicación.

Fig. 7. Blue paper tape is used to tag tracking tunnels in the field.

un GPS Thales Mobile Mapper con corrección diferencial (precisión de 5 m) para el ubicar la posición de cada túnel. Los puntos donde se ubicaban los túneles se marcaban en la vegetación con una cinta de papel biodegradable de color azul (Fig. 7). Los túneles en cada sesión de verificación han estado activos durante dos noches consecutivas.

Durante la primera evaluación se activaron con tarjetas de huellas los 35 túneles de madera colocados por el PN de sa Dragonera. No se incluyeron estos túneles en las posteriores verificaciones debido a que estaban siendo revisados y activados por el personal de IBANAT.

El objetivo del proyecto era realizar 1000 trampas x noche efectivas de trampeo con tarjetas de huellas, aunque finalmente se han realizado un esfuerzo de 1600 trampas x noche (+70 noches de los túneles de madera, Tabla 2) efectivas de trampeo con huellas. Se han realizado 5 sesiones (Tabla 3) entre julio y octubre, y se han cebado 835 tarjetas, aunque debido a incidencias con la manipulación por parte de los visitantes del parque, solamente se han recuperado 829 tarjetas. Se han podido verificar el 99% de las tarjetas cebadas. Algunos de los túneles ubicados cerca de

| Nombre | ID | Número túneles | Noches activas | Esfuerzo total trmapas x noche |
|--------------------|--------|----------------|----------------|--------------------------------|
| Far Llebeig | D1-D20 | 10 | 10 | 100 |
| S'Avarador | G1-G10 | 10 | 10 | 100 |
| Rota d'en Coc | H1-H20 | 10 | 10 | 100 |
| Forn de Calç W | I1-I20 | 10 | 10 | 100 |
| Coll Roig S | J1-J20 | 10 | 10 | 100 |
| Can Garriguer | A1-A20 | 10 | 10 | 100 |
| Cala Lladó | C1-C20 | 10 | 10 | 100 |
| Cultius Cala Lladó | F1-F20 | 10 | 10 | 100 |
| Cova des Moro | B1-B3 | 10 | 10 | 100 |
| Tramuntana | E1-E20 | 10 | 10 | 100 |
| Es Roig | K1-K20 | 10 | 6 | 60 |
| Cova des Coloms | L1-L20 | 10 | 6 | 60 |
| Far Vell | M1-20 | 10 | 6 | 60 |
| Puig Aucells | N1-N20 | 10 | 6 | 60 |
| Cala en Bubú | P1-P20 | 10 | 6 | 60 |
| Cara de s'Indio | U1-U20 | 10 | 6 | 60 |
| Forn de Calç N | V1-V20 | 10 | 6 | 60 |
| Coll Roig N | X1-X20 | 10 | 6 | 60 |
| Calafats | Y1-Y20 | 10 | 6 | 60 |
| Es Comandador | Z1-Z20 | 10 | 6 | 60 |
| Túneles maderera | 1-35 | 35 | 2 | 70 |

Tabla 2. Ubicación de las líneas de trampas de huellas y esfuerzo.

Table 2. Tracking tunnel line localities and trapping intensity.

las zonas de uso público fueron manipulados, produciéndose la desaparición de las tarjetas o incluso en varios casos, el propio túnel. Se han detectado 6 incidencias (Tabla 3) en las líneas I, J y F, todas situadas cerca de caminos de uso público. En número de incidencias afecta al 0.71% de las tarjetas cebadas y no altera la fiabilidad de la campaña de detección.

El índice de actividad o de abundancia de una especie se expresa como un porcentaje, y se calcula a partir del índice de actividad de esa especie en cada línea de muestreo (número de túneles con actividad de esa especie dividido entre número de túneles que conforman la línea) (Blackwell *et al.*, 2002, Gillies y Williams 2009). La media de todos los índices de actividad de

una misma especie obtenidos en las diferentes líneas de muestreo es el índice de actividad total de esa especie en nuestra localidad de estudio.

Trampas de captura en vivo

Se han usado 200 trampas H.B. Sherman (Fig. 9) XLF15 © (101 mm x 114 mm x 380 mm) en cinco líneas dobles (dos trampas en cada punto) de 20 puntos (Tabla 4; Fig. 10). Las trampas H.B. Sherman son una de las trampas más usadas en los proyectos de captura en vivo de micromamíferos (Gurnell y Flowerdew 2006). En el caso del trampeo de rata negra se suele usar una distancia entre 15-50 m, dependiendo del hábitat y de la densidad de ratas. Establecimos tres líneas de trampeo siguiendo el camino del Far de Llebeig y

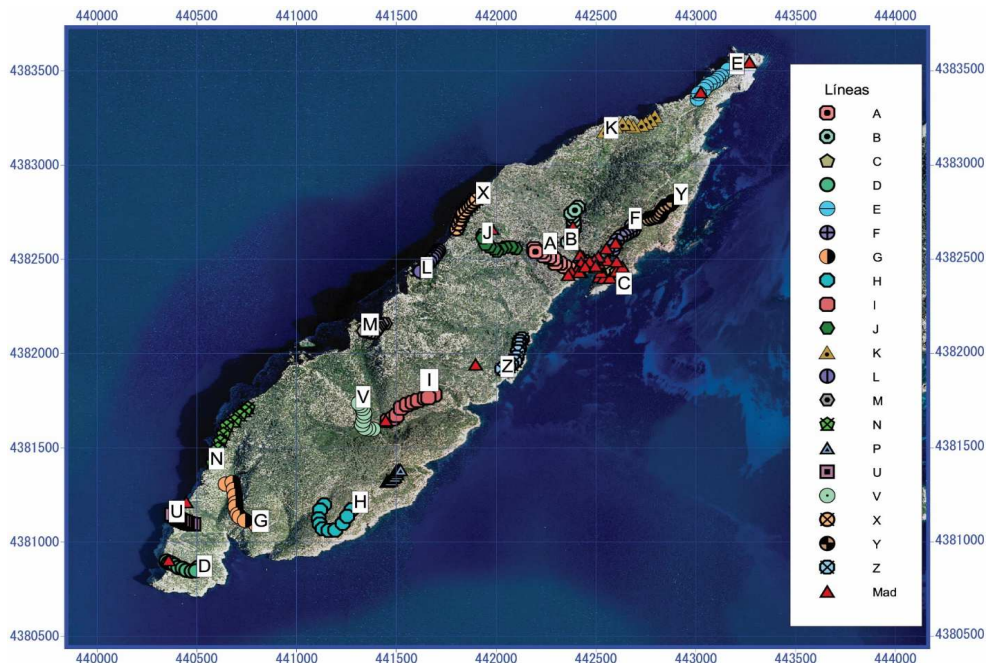


Fig. 8. Distribución de las líneas de trampas de huellas.
Fig. 8. Tracking tunnel lines.

| Fecha | Líneas activadas | Esfuerzo trampas x noche | Tarjetas cebadas | Incidencias |
|-------------------------------|--|-----------------------------|---------------------|-------------|
| 1-3 agosto 2016 | Madera A B C D E F G H I J | 270 | 135 | 0 |
| 11-13 agosto 2016 | A B C D E F G H I J K L M N P U V X Y Z | 400 | 200 | 1 |
| 27-29 agosto 2016 | A B C D E F G H I J K L M N P U V X Y Z | 400 | 200 | 3 |
| 15-17 octubre 2016 | A B C D E F G H I J | 200 | 100 | 2 |
| 24-26 octubre 2016 | A B C D E F G H I J K L M N P U V X Y Z | 400 | 200 | 0 |
| | Total | 1670 | 835 tarjetas | 6 |

Tabla 3. Fechas colocación trampas de huellas. En la columna de incidencias se indican las manipulaciones que resultaron en la pérdida de las tarjetas (0.71%).

Table 3. Dates when tracking tunnels were set in the field and trapping intensity. The last column shows number of tracking cards lost (manipulated by visitors).



Fig. 9. Trampas H.B. Sherman XLF15 ©
Fig. 9. H.B. Sherman XLF15 live trap ©

del Far Vell. La distancia entre trampas era de aproximadamente 20 metros, y se ubicaron dos trampas en cada punto. Se usó un GPS Thales Mobile Mapper con corrección diferencial (precisión de 5 m) para la colocación de cada uno de los puntos de trampeo. Las trampas se cebaron con una mezcla de manteca de cacahuete con avena, formando una pasta consistente y fácil de colocar en las trampas. Las trampas se distribuyeron y armaron dos horas antes de la puesta de Sol, y fueron revisadas y retiradas a la salida del sol. Solamente se dejaban activas durante la noche, para evitar la captura de lagartijas y de pequeñas aves. Se colocaron las trampas durante 4 noches (Tabla 5). El esfuerzo realizado es de 800 trampas x noche.

El índice de abundancia (Blackwell *et al.*, 2002) de una especie se expresa como el número de capturas cada 100 noches de trampeo (C100/NT). Se corrigen las trampas disparadas, restando ½ noche de captura por cada trampa disparada.

| Ubicación | ID | Número trampas | Noches activas | Esfuerzo trampas x noche |
|--------------|--------|----------------|----------------|--------------------------|
| Far Llebeig | U1-U20 | 40 | 4 | 160 |
| Abuerador | Q1-Q20 | 40 | 4 | 160 |
| Tancat | S1-S20 | 40 | 4 | 160 |
| Coll Roig | R1-R20 | 40 | 4 | 160 |
| Tramuntana | T1-T20 | 40 | 4 | 160 |
| Total | | 200 | 4 | 800 |

Tabla 4. Zonas y esfuerzo del trampeo en vivo.

Table 4. Live trapping lines and intensity.

| Fecha | Esfuerzo trampas x noche | Número trampas |
|--------------------|--------------------------|----------------|
| 2-3 agosto 2016 | 400 | 200 |
| 25-26 octubre 2016 | 400 | 200 |

Tabla 5. Fechas trampeo en vivo.

Table 5. Live trapping dates.

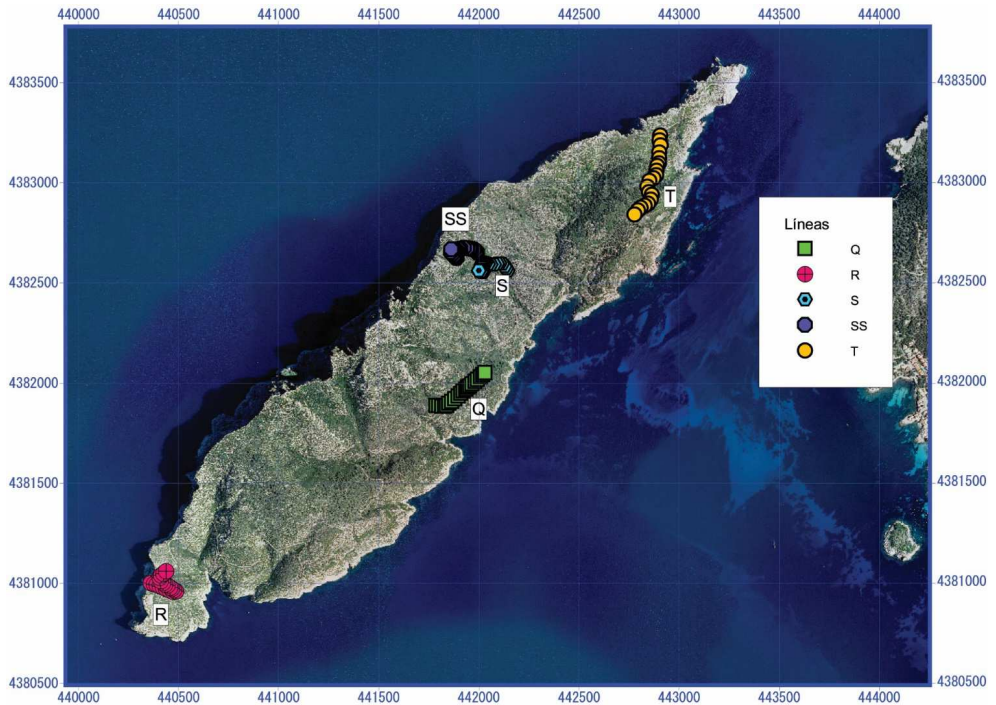


Fig. 10. Distribución de las líneas de trapeo en vivo.
Fig. 10. Live trapping lines.

Evaluación de la presencia de micromamíferos con el uso de cámaras de barrera infrarrojas

La incursión de este tipo de tecnología en el estudio de la naturaleza ha sido una auténtica revolución (Jackson *et al.*, 2005; Paull *et al.*, 2011; Sanderson y Trolle 2005). Su alta sensibilidad, su autonomía y su discreción, han permitido obtener información muy valiosa de muchas especies de animales. Las cámaras de barrera son sistemas eficaces para estimar la presencia o ausencia de pequeños mamíferos en determinados hábitats. Dado que el animal no debe entrar en una trampa, son eficaces para individuos esquivos ante cualquier objeto extraño introducido en su medio. La utilización de una tecnología de flash infrarroja invisible, permite

fotografiar a los animales sin asustarlos. En las Baleares las cámaras de barrera se han empleado en el seguimiento de colonias de aves marinas, así como en la detección y monitorización de micromamíferos y depredadores en colonias de aves marinas. El uso de este tipo de sistema en sa Dragonera complementa la información obtenida con las trampas de huellas y con las trampas Sherman.

Se han utilizado cámaras infrarrojas (Fig. 11) Reconyx (dos unidades Reconyx PM 75 y una unidad Reconyx PC900 Hyperfire) y Bushnell (dos unidades Trophy CAM HD). Todas las cámaras registran la fecha, hora, temperatura y fases de la Luna. Las cámaras se deben probar y configurar en situaciones en las que se conoce que hay roedores (y su densidad).



Fig. 11. A. *Reconyx PC900 Hyperfire*; B. *Bushnell Trophy Cam.*

Todas las cámaras Reconyx usadas en el estudio se configuraron para situaciones donde dieron resultados positivos en áreas con densidades bajas de roedores (4- 8 ha) en 5 días. Se han cebado las cámaras con una mezcla de manteca de cacahuete y avena, que se colocaba en un recipiente a prueba de lagartijas, a unos 40 cm delante del objetivo. Se han ubicado las cámaras en 7 puntos diferentes (Tabla 6; Fig. 12). Los días de funcionamiento y el esfuerzo se recopilan en la Tabla 7. Todas las cámaras han estado tomando fotografías tanto de día como de noche. Se ha realizado un esfuerzo de 298 días y 65.860 imágenes.

Todas las cámaras se programaron para la realización de tres fotos seguidas tras su activación. Con las cámaras Reconyx, la toma de al menos tres imágenes ha resultado eficaz para la detección de roedores y conejos. Se ha observado que las cámaras Bushnell tienen una mayor latencia entre disparos.

Cada 15-20 días se revisaba la carga de batería de las cámaras y se cambiaba la tarjeta de memoria para su revisión. La revisión de las imágenes se ha realizado con el programa MapView Profesional de Reconyx. Este programa es una mesa de luz que permite avanzar rápidamente por las imágenes, ampliar porciones de las fotos y

realizar anotaciones.

Para cada cámara se indica el esfuerzo como el número de días de funcionamiento continuo. Las cámaras Bushnell han tenido un consumo irregular de batería, en función del número de disparos realizado, por lo que su esfuerzo era menor al programado. También se detectó que su funcionamiento era irregular, con una menor tasa de activación diaria en comparación con las Reconyx. Se retiraron las cámaras Bushnell el 13 de septiembre, y se mantuvo la ubicación de las tres cámaras Reconyx. Con solamente tres cámaras con funcionamiento fiable, era mejor cubrir con una cámara Llebeig, Tramuntana y Cala Lladó. La cámara Reconyx de Llebeig presentó algunos problemas de funcionamiento a finales de septiembre, y se procedió a reubicar durante varios días en esta zona las cámaras de Tramuntana y Cala Lladó. Las fuertes lluvias de finales de octubre inutilizaron las dos cámaras colocadas en Llebeig el 17 de octubre, posiblemente debido a que se inundase totalmente la carcasa (las cámaras son resistentes a la lluvia, pero no a una inmersión, como la que se produce con una lluvia torrencial).



Fig. 12. Ubicación de las cámaras de barrera.

Fig. 12. Trail camera sites.

| Zona | ID Cámara | Modelo | Esfuerzo |
|-------------------------|-----------|----------|----------|
| Cala Lladó N | Cam1 | Bushnell | 30 días |
| Na Miranda | Cam2 | Bushnell | 35 días |
| Cala Lladó S | Cam3 | Reconyx | 82 días |
| Tramuntana | Cam4 | Reconyx | 82 días |
| Llebeig | Cam5 | Reconyx | 59 días |
| Forat ses Gambes | Cam6 | Reconyx | 5 días |
| Ses Cantarilles | Cam7 | Reconyx | 5 días |

Tabla 6. Zonas de cámara de barrera y esfuerzo.

Table 6. Trail camera sites and trapping intensity.

Detección y abundancia de conejo

Para determinar la presencia y abundancia de conejo se ha utilizado el “Rabbitscan” como sistema de muestreo (<http://www.feralscan.org.au/rabbitscan/>), corregido para el Mediterráneo. Este método se basa en la observación de

indicios de la presencia de conejo atendiendo a una escala determinada. Dicha observación se efectúa durante 15-20 minutos a lo largo de un determinado trayecto al azar por un determinado ecosistema, cubriéndose una superficie de entre 2 y 3 hectáreas. La escala empleada

| ID | Activación | Desactivación | Esfuerzo días | Activación día | Activación noche |
|------------------------------------|------------|---------------|---------------|----------------|------------------|
| Cam1 Cala Lladó N | 27/07/2016 | 13/09/2016 | 30 | 25 (0.83%) | 0 (0%) |
| Cam2 Na Miranda | 27/07/2016 | 13/09/2016 | 35 | 12 (34%) | 0 (0%) |
| Cam3 Cala Lladó S | 27/07/2016 | 17/10/2016 | 82 | 79 (96%) | 0 (0%) |
| Cam4 Tramuntana | 27/07/2016 | 17/10/2016 | 82 | 80 (97%) | 2 (2.4%) |
| Cam5 Llebeig | 27/07/2016 | 17/10/2016 | 59 | 50 (84%) | 0 (0%) |
| Cam6 Forat ses Gambes | 15/10/2016 | 26/10/2016 | 5 | 5 (100%) | 0 (0%) |
| Cam7 Ses Cantarilles | 15/10/2016 | 26/10/2016 | 5 | 5 (100%) | 0 (0%) |

Tabla 7. Fechas de activación y desactivación de las cámaras de barrera. Para cada cámara se indica el número de días que ha estado activada y el número (%) de días en las que se activada la cámara (día y noche).

Table 7. Activation and deactivation dates of the barrier cameras. For each camera, the number of days that it has been activated and the number (%) of days in which the camera is activated (day and night) are indicated.

aparece resumida en la Tabla 8.

Se ha realizado el cálculo de la abundancia de conejo siguiendo las 20 líneas de tarjetas de huellas a lo largo de 5 días: 80 trayectos de aproximadamente 300 m.

Resultados

No se ha detectado la presencia de roedores, ni de conejo en sa Dragonera entre los meses de julio a octubre (Tabla 9). La combinación de diferentes métodos de detección sugiere (Holmes *et al.*, 2015) que la isla está libre de ratas y ratones, y posiblemente de conejos. Se han seguido los sistemas más usuales en determinar el éxito de las campañas de erradicación

(Bassett *et al.*, 2016, Sweetapple y Nugent 2011). Dada la detección de conejos vivos tras la dispersión de roenticida realizada en el 2011, consideramos que es posible que aún queden supervivientes, y que su densidad sea tan baja que no permita su detección.

Siguiendo los criterios usados por el Departamento de Conservación de Nueva Zelanda (Cromarty *et al.*, 2002) se puede declarar que la isla de sa Dragonera está libre de ratas y ratones, aunque se debería considerar que el riesgo de reinvasión es elevada dada la distancia a la costa de Mallorca y el uso público de la isla (Bassett *et al.*, 2016; Russell *et al.*, 2008, Spennemann *et al.*, 1989).

| Evidencia | Escala | Conejos/ha |
|--|--------|------------|
| Ninguna en los 15 minutos | 0 | 0 |
| Excrementos aislados y pequeños grupos de excrementos (5-10 bolitas) cada 10 m | 1 | 0,5 |
| Excrementos dispersos y grupos a menos de 10 m | 2 | 1 |
| Excrementos en montones grandes. Algunas letrinas de machos en al menos la mitad de las zonas prospectadas | 3 | 2 |
| Excrementos abundantes, a veces en grandes grupos y letrinas conspicuas pero no en toda la superficie | 4 | 5 |
| Excrementos muy abundantes y letrinas siempre presentes | 5 | >10 |

Tabla 8. Escala para la determinación de la abundancia de conejo "Rabbitscan".

Table 8. Relative rabbit abundance scale "Rabbitscan".

Resultado de la evaluación de la presencia de roedores mediante el empleo de tarjetas de huellas

Se han cebado 835 tarjetas de huellas con un esfuerzo de 1670 trampas x noche, y se han podido recuperar y analizar 829 de ellas. No se ha detectado la actividad de roedores en ninguna de las tarjetas analizadas. En todas las tarjetas (100%) se ha detectado la presencia de Lagartija balear (Figs. 13 y 14). La actividad de Lagartija balear ha sido la misma en todas las líneas de verificación. La actividad de las lagartijas ha sido muy elevada en los meses de más calor, julio y agosto, y ha disminuido relativamente en el mes de octubre. La menor actividad se ha podido detectar debido a una menor densidad de pisadas en las tarjetas, aunque resulta imposible realizar una cuantificación. Uno de los problemas de los sistemas de detección de roedores con las tarjetas de

huellas es la saturación de huellas de otras especies (Russell *et al.*, 2009). En el caso de sa Dragonera el principal problema es la presencia de huellas de lagartijas en todos los túneles analizados. La saturación de huellas de lagartija (Fig. 14) y rata (Fig. 15) presentan patrones muy diferentes, que pueden ser diferenciados con facilidad.

Resultados del trampeo en vivo

No se han capturado roedores, ni conejos, a lo largo de los 400 días de trampeo efectivo (400 trampas x noche). Se realizaron varias capturas de lagartijas que no fueron contabilizadas.

Resultados de las cámaras de barrera

Se han realizado 298 días de observación (Tabla 11) y obtenido 65.860 imágenes. Las cámaras fueron activadas 256 días durante el periodo diurno (85%) y

| Método | Esfuerzo | Detección roedores | Detección conejo |
|---------------------|----------------------|--------------------|------------------|
| Trampas de huellas | 1670 trampas x noche | Negativo | negativo |
| Trampeo en vivo | 800 trampas x noche | Negativo | no aplicable |
| Cámaras barrera | 288 días | Negativo | negativo |
| Transecto detección | 20 líneas x 5días | no aplicable | negativo |

Tabla 9. Esfuerzo de verificación y resultados.

Table 9. Summary of trapping intensity and results.



Fig. 13. Huellas de Lagartija balear, sa Dragonera (*Podarcis lilfordi giglioli*). Densidad moderada.

Fig. 13. Balearic lizard Podarcis lilfordi giglioli: tracking tunnel card with signs of moderate activity, mostly footprints.



Fig. 14. Huellas de Lagartija balear, sa Dragonera. Densidad alta con huellas ventrales.

Fig. 14. Balearic lizard Podarcis lilfordi giglioli: tracking tunnel card with signs of high activity, footprints and ventral marks.

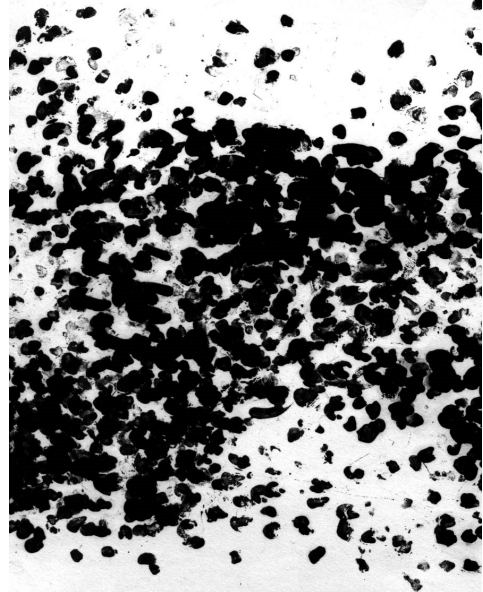


Fig. 15. Huellas de rata negra, *Rattus rattus*, de s'Espalmador, Formentera. Densidad alta.

Fig. 15. Black rat Rattus rattus: tracking tunnel card with signs of high activity, Island of s'Espalmador, Formentera.

6 días durante el periodo nocturno (2%). No se ha detectado la presencia roedores, ni de conejos en las imágenes obtenidas. Gran parte de las activaciones se relacionan con la presencia de lagartijas (Figs. 16 y 17) que causa una saturación del sistema de verificación. Se han producido 6 activaciones nocturnas (6 fotos en seis días diferentes) que no han podido ser atribuidas a una causa conocida. En todos los casos de activación nocturna se ha revisado con detalle la foto para buscar algún indicio de roedores o conejo.

El día 10 de agosto se fotografió en la zona de Cala Lladó un cernícalo (Fig. 18) inspeccionando el recipiente del cebo, posiblemente atraído por la presencia de lagartijas. En el mes de octubre se obtuvieron varias imágenes borrosas de pe-

| Nombre | ID | Número túneles | Presencia roedores | Actividad roedores % | Presencia lagartija | Actividad lagartija % |
|--------------------|------|----------------|--------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| Far Llebeig | D | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| S'Avarador | G | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Rota d'en Coc | H | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Forn de Calç W | I | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Coll Roig S | J | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Can Garriguer | A | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Cala Lladó | C | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Cultius Cala Lladó | F | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Cova des Moro | B | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Tramuntana | E | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Es Roig | K | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Cova des Coloms | L | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Far Vell | M | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Puig Aucells | N | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Cala en Bubú | P | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Cara de s'Indio | U | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Forn de Calç N | V | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Coll Roig N | X | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Calafats | Y | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Es Comandador | Z | 10 | 0 | 0 | 10 | 100 |
| Túneles madera | Mad. | 35 | 0 | 0 | 10 | 100 |

Tabla 10. Resultado de la verificación con tarjetas de huellas.

Table 10. Summary of tracking tunnels survey.

tirrojos.

Las cámaras Bushnell han realizado numerosas fotos diurnas sin que se pueda atribuir la causa de la activación (Fig. 19). Revisando las fotos anteriores o posteriores, se puede identificar que la mayoría son producidas por lagartijas. Las Bushnell y Reconyx tienen un periodo de activación de 0.2 s, que es adecuado para pequeños animales. La cámara Bushnell parece que presenta un mayor periodo de recuperación. Se ha de experimentar con la configuración y diferentes marcas de tarjetas de memoria. Se activaron durante más días (233 días) las cámaras Reconyx para compensar los problemas detectados con las cámaras Bushnell.

Resultados de la evaluación de la presencia de conejo

No se ha detectado la presencia de excrementos ni de excavaciones a lo largo de las 30 líneas de trapeo de huellas. Tampoco se detectaron conejos en las cámaras de barrera ni en los túneles de huellas. En los trayectos que se realizaron al anochecer y atardecer, desde Cala Lladó hasta Tramuntana y Llebeig, no se detectaron conejos. Si aún quedan conejos en la isla, su densidad no permite su detección.

Otras incidencias

El 3 de agosto del 2016 se detectó a las 18:00 horas presencia de un perro de caza (tamaño medio) en la zona de Tramuntana. Al cabo de unos minutos se pudo localizar a



Fig. 16. Lagartijas activando la cámara de barrera en Tramuntana.

Fig. 16. Lizards triggering Tramuntana's trail camera.



Fig. 17. Lagartijas activando la cámara de barrera en Llebeig.

Fig. 17. Lizards triggering Llebeig's trail camera.

| ID | Activación | Desactivación | Esfuerzo días | Activación día | Activación noche |
|-----------------------|------------|---------------|---------------|----------------|------------------|
| Cam1 Cala Lladó N | 27/07/2016 | 13/09/2016 | 30 | 25 (0.83%) | 0 (0%) |
| Cam2 Na Miranda | 27/07/2016 | 13/09/2016 | 35 | 12 (34%) | 4 (11%) |
| Cam3 Cala Lladó S | 27/07/2016 | 17/10/2016 | 82 | 79 (96%) | 0 (0%) |
| Cam4 Tramuntana | 27/07/2016 | 17/10/2016 | 82 | 80 (97%) | 2 (2.4%) |
| Cam5 Llebeig | 27/07/2016 | 17/10/2016 | 59 | 50 (84%) | 0 (0%) |
| Cam6 Forat ses Gambes | 15/10/2016 | 26/10/2016 | 5 | 5 (100%) | 0 (0%) |
| Cam7 Ses Cantarilles | 15/10/2016 | 26/10/2016 | 5 | 5 (100%) | 0 (0%) |

Tabla 11. Fechas de activación e desactivación de las cámaras de barrera. Para cada cámara se indica el número de días que ha estado activada, y el número (%) de días en las que se activada la cámara (día y noche).

Table 11. Summary of the trail camera survey. Total number and (%) of day and night activations is summarised.



Fig. 18. Cernícalo (*Falco tinnunculus*) capturado en la cámara de Cala Lladó.

Fig. 18. Common kestrel Falco tinnunculus triggering Cala Lladó's trail camera.



Fig. 19. Foto realizada con una cámara Bushnell en na Miranda. No se detecta lo que ha activado la barrera de IR.

Fig. 19. Bushnell trail camera couldn't photograph what triggered the IR barrier.

los dueños, un grupo de franceses que habían llegado a la isla con una embarcación privada.

En el mes de octubre uno de los guardas nos comunicó que detectó un gato en la isla, que procedía de una embarcación privada. Los dueños lo habían desembarcado para que pudiese pasear.

Conclusiones

- Se ha de seguir con la vigilancia y medidas de bioseguridad (Broome, 2007, Dilks y Towns, 2002)
- Se debería tener un plan de actuación ante una nueva incursión de roedores en la isla. Si se detecta, la respuesta ha de ser inmediata.
- Se debe implementar un plan de seguridad integrada en el PRUG del Parque y el Plan de Gestión Red Natura 2000. El plan de seguridad debe hacerse extensivo a todas las especies invasoras que pueden llegar a la isla de sa Dragonera. Una potencial amenaza futura es la llegada a la isla de alguna serpiente invasora (Silva-Rocha *et al.*, 2015).
- El plan de bioseguridad debe hacerse extensivo a plantas y especies de invertebrados que pueden colonizar el medio terrestre y marino costero.
- El mejor sistema de vigilancia sería una red de sistemas que pudiesen causar la muerte de una rata que llegue a tierra. El uso de los actuales sistemas de detección y vigilancia, con trampas de muerte o rodenticida, no se recomienda en Dragonera debido a que causaría la muerte de lagartijas y pequeñas aves. Se debería explorar la posibilidad algunos de los sistemas letales selectivos que se están desarrollando en Nueva Zelanda.
- Se debería establecer una verificación dos veces al año con trampas

de huellas y/o cámaras de barrera. Dada la densidad de lagartijas, recomendamos el uso de cámaras de barrera como el sistema más eficaz y fiable. La actual red de trampas de huellas de la isla se concentra en la zona de mayor uso público, especialmente en Cala Lladó. Se debería repartir de forma uniforme las cajas de madera a lo largo de los caminos que cruzan la isla (Llebeig y Tramuntana), para conseguir una mayor probabilidad de detección en toda la superficie. Se recomienda usar “chew sticks” en lugar de cacahuets en las cajas de madera (Sweetapple y Nugent, 2011).

- La confirmación de la ausencia de ratas y ratones, no debe significar una reducción en las medidas de bioseguridad y vigilancia. La distancia entre sa Dragonera y la costa de Mallorca es menos de 1 km, y la probabilidad de reinvasión es elevada. Otra ruta de invasión son las embarcaciones que visitan la isla (Russell *et al.*, 2004).
- Todo el personal trabajando en el parque debe estar sensibilizado sobre el problema de las especies invasoras y colaborar en la bioseguridad y vigilancia.
- Se debe informar a todos los visitantes sobre el riesgo de las especies invasoras y qué pueden hacer para evitar su propagación. Esta información no solamente sirve para proteger sa Dragonera, sino, además, puede servir para concienciar a los ciudadanos sobre la amenaza global de las especies invasoras.
- La estricta prohibición de desembarcar animales de compañía en la isla (perros y gatos). En el desarrollo de este proyecto se ha detectado dos incidencias.
- Confirmar con más observaciones la presencia de conejo. El personal del parque puede implicarse en la realización de transectos de verificación.

- Realizar una divulgación sobre el éxito de la erradicación en los medios locales e internacionales. Comunicar los éxitos de la conservación es la mejor manera de concienciar a los ciudadanos sobre que es bueno y necesario conservar los espacios naturales, pero sobre todo, que es factible. Los resultados obtenidos se deberían publicar en una revista científica con el objetivo de conseguir una máxima difusión.

- Evaluar y estudiar la evolución de la flora, la fauna y los ecosistemas terrestres tras la desratización. Esta evolución se debe documentar para futuros proyectos de desratización en islas de las Baleares.

Agradecimientos

La *Societat d'Història Natural de les Balears* quiere expresar su agradecimiento a Martí Mayol, director del Parque Natural de sa Dragonera, por su colaboración y asistencia durante la campaña, poniendo a nuestra disposición las instalaciones de Can Garriguer. También queremos agradecer la asistencia y colaboración de Llorenç Vanrell y Francesc Marin, los guardas vigilantes del Parque Natural de sa Dragonera, así como hacerlo extensible a todo el personal de la brigada de mantenimiento de IBANAT. Muchas gracias al Ferry Margarita por el apoyo logístico prestado para realizar esta campaña.

Queremos tener un recuerdo y hacer un homenaje especial a Damià “El Pescador”, que siempre ha apoyado todos nuestros locos proyectos de conservación. Un abrazo muy sentido y nuestro apoyo a toda su familia.

Bibliografía

- Arcos J.M. 2011. International Species Action Plan for the Balearic shearwater *Puffinus mauretanicus*. 1-51. SEO/BirdLife y BirdLife International.
- Atkinson I.A.E. 1985. The spread of commensal species of *Rattus* to oceanic islands and their effects on island avifaunas. Moors, P. J. [3], 35-81. Cambridge, International Council for Bird Preservation. Status and Conservation of the World's Seabirds. ICBP Technical Publication.
- Bassett, I. E., Cook, J., Buchanan, F. y Russell, J.C. 2016. Treasure Islands: biosecurity in the Hauraki Gulf Marine Park. *New Zealand Journal of Ecology*, 40: 250-266.
- Blackwell, G. L., Potter, M.A. y McLennan, J.A. 2002. Rodent density indices from tracking tunnels, snap traps and Fenn traps: do they tell the same story? *New Zealand Journal of Ecology*, 26: 43-51.
- Broome, K. 2007. Island biosecurity as a pest management tactic in New Zealand. In: Witmer, G. W., K. A. Pitt, and K. A. Fagerstone editors. Managing Vertebrate Invasive Species. 104-107. Proceedings of an International Symposium. USDA/APHIS/WS National Wildlife Research Center, Fort Collins.
- Brown, K. P., Moller, H. y Alteiro, N. 1996. Calibration of tunnel tracking rates to estimate relative abundance of ship rats *Rattus rattus* and mice *Mus musculus* in a New Zealand forest. *New Zealand Journal of Ecology*, 20: 271-275.
- Courchamp, F., Chapius, J.L. y Pascal, M. 2003. Mammal invaders on islands: impact, control and control impact. *Biological Revue*, 78: 347-383.
- Cromarty, P. L., Broome, K. G., Cox, A., Empson, R. A. Hutchinson, W. M. y McFadden, I. 2002. Eradication planning for invasive alien animal species on islands - the approach developed by the New Zealand Department of Conservation. In: Veitch, C. R. and M. N. Clout (edit.). Turning the Tide: The Eradication of Invasive Species. 85-91. Gland Switzerland, Cambridge UK.

- Dilks P. y Towns D.R. 2002. Developing tools to detect and respond to rodent invasions of islands: workshop report and recommendations. 59: 1-18. Wellington, Department of Conservation. DOC Science Internal Series.
- Gillies C. y Williams D. 2009. *Using tracking tunnels to monitor rodents and mustelids*.
- Gurnell, J. y Flowerdew, J.R. 2006. *Live trapping small mammals: A practical guide*. The mammal society, London.
- Harper, G. A. y Rutherford, M. 2016. Home range and population density of black rats (*Rattus rattus*) on a seabird island: a case for a marine subsidised effect? *New Zealand Journal of Ecology*, 40: 219-228.
- Holmes, N. D., Griffiths, R., Pott, M., Alifano, A., Will, D., Wegmann, A.S. y Russell, J.C. 2015. Factors associated with rodent eradication failure. *Biological Conservation* 185:8-16.
- Howald, G., Donlan, C.J., Galvan, J.P., Russell, J.C., Parkes, J., Samanieso, A.R.A.C., Wang, Y., Veitch, D., Genovesi, P., Pascal, M., Saunders, A. y Tershy, B. 2007. Invasive Rodent Eradication on Islands. *Conservation Biology*, 21: 1258-1268.
- Jackson R. M., Roe, J.D., Wangchuk, R. y Hunter, D.O. 2005. Surveying Snow Leopard Populations with Emphasis in Camera Trapping. Snow Leopard Conservancy, Sonoma.
- Jarrad, F. C., Barret, S., Murray, J., Parkes, J., Stoklosa, R., Mengersen, K. y Whittle, P. 2011. Improved design method for biosecurity surveillance and early detection of non-indigenous rats. *In*: Parkes, J. y Nugent, G. (edit.). 132-144. Search and detection: theory and application in disease and wildlife management.
- Martin, J. L., Thibault, J. C. y Bretagnolle, V. 2000. Black Rat, Island Characteristics, and Colonial Nesting Birds in the Mediterranean: Consequences of an Ancient Introduction. *Conservation Biology*, 14: 1452-1466.
- Mayol, J., Mayol, M., Domench, O., Oliver, J., McMinn, M. y Rodríguez, A. 2012. Aerial broadcast of rodenticide on the island of Sa Dragonera (Balearic Islands, Spain). A promising rodent eradication experience on a Mediterranean island. *Aliens: The Invasive Species Bulletin*, 32: 29-32.
- Paull, D. J., Claridge, A.W. y Barry, S. C. 2011. There's no accounting for taste: bait attractants and infrared digital cameras for detecting small to medium ground-dwelling mammals. *Wildlife Research*, 38: 188-195.
- Pérez-Mellado, V. 2009. Effects of rat eradication on lizard populations. 1-74. *In*: Mediterranean Small Islands Meeting. Six-Fours France.
- Phillips, R. A. 2010. Editorial: Eradications of invasive mammals from islands: why, where, how and what next? *Emu* 110:i-vii.
- Rodríguez, A. y McMinn, M. Acciones en aves marinas 2009. Teoría y práctica de la desratización de islas con aves marinas. 1-80. Palma de Mallorca, Skua, Gabinet d'Estudis Ambientals SLP.
- Russell, J., H. P. Jones, D. P. Armstrong, F. Courchamp, P. J. Kappes, P. J. Seddon, S. Opper, M. J. Rauzon, P. E. Cowan, G. Rocamoram, P. Genovesi, B. S. Keitt, N. D. Holmes, and Tershy, B. R. 2016. Importance of lethal control of invasive predators for island conservation. *Conservation Biology*, 30: 1-3.
- Russell, J. C., Beaven, B.M., MacKay, J.W.B., Towns, D.R. y Clout, M.N. 2008. Testing island biosecurity systems for invasive rats. *Wildlife Research*, 35: 215-221.
- Russell, J. C. y Clout, M.N. 2005. Rodent Incursions on New Zealand Islands. *In*: 13th Australasian Vertebrate Pest Conference. 324-330. Manaaki Whenua - Landcare Research, Wellington, New Zealand.
- Russell, J. C., Hasler, N., Klette, R. y Rosenhahn, B. 2009. Automatic track recognition of footprints for identifying cryptic species. *Ecology*, 90: 1-7.
- Russell, J. C., Towns, D.R., Anderson, S.H. y Clout, M.N. 2005. Intercepting the first rat ashore. *Nature* 437: 1107.
- Sanderson, J. G. y Trolle, M. 2005. Monitoring elusive mammals. *American Scientist*, 93: 148-155.
- Silva-Rocha, I., Salvi, D., Sillero, N., Mateo, J.A. y Carretero, M.A. 2015. Snakes on the Balearic Islands: An Invasion Tale with

- Implications for Native Biodiversity Conservation. *Plos One*, 10: 1-18.
- Spennemann, D. H. R. y Rapp, G. 1989. Can rats colonise oceanic islands unaided? An assesment and review of the swimming capabilities of the genus *Rattus* with particular reference to tropical waters. *Zoologische Abhandlungen*, 45: 81-91.
- Sweetapple, P. y Nugent, G. 2011. Chew-track-cards: a multibple-species small mammal detection device. *In*: Parkes, J., and G. Nugent (edits.). Search and detection: theory and application in disease and wildlife management. 153-162.
- Towns, D.R., Atkinson, I. A. E. y Daugherty, C. H. 2006. Have the harmful effects of introduced rats on islands been exaggerated? *Biological Invasions*, 8: 863-891.
- Traveset, A., Nogales, M., Alcover, J.A., Delgado García, J.D., López-Darias, M., Godoy, D., Igual, J.M. y Bover, P. 2008. A review on the effects of alien rodents in the Balearic (Western Mediterranean Sea) and Canary Islands (Eastern Atlantic Ocean). *Biological Invasions*, 11: 1653-1670.