

Estima de la densidad de una población de jabalí (*Sus scrofa*) mediante trampeo fotográfico: estudio piloto en Cataluña

Encarna Casas-Díaz^{1*}, Albert Peris², Emmanuel Serrano¹, Francesc Closa-Sebastià¹, Josep Torrentó², Àngel Miño², Ricard Casanovas³, Ignasi Marco¹ & Santiago Lavín¹

1. Servei d'Ecopatologia de Fauna Salvatge. Facultat de Veterinària. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra, Barcelona.

2. Oficina Tècnica de Parcs Naturals. C/ Urgell 187, 3ª planta. 08036 Barcelona.

3. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya. Dr. Roux, 80. 08017 Barcelona.

* Autora para correspondencia: encarna.casas@uab.cat

Resumen

El jabalí (*Sus scrofa* L.) es un mamífero abundante pero difícil de avistar lo que dificulta consensuar un método apropiado para estimar su abundancia. En este trabajo evaluamos la viabilidad del método de captura-marcaje y recaptura mediante trampas fotográficas, para estimar la abundancia de jabalíes en el Refugio de Fauna Salvaje de Les Refardes - La Vall, del Parque Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac (NO de Barcelona). Tras capturar e identificar 14 jabalíes, 4 adultos (1 macho y 3 hembras), 2 machos jóvenes y 8 crías (5 machos y 3 hembras) se instalaron seis cámaras fotográficas que fueron periódicamente cebadas con maíz. Cada semana se descargaron y analizaron las fotografías, anotando la identidad, el sexo y la clase de edad de cada jabalí. Tras cinco meses de estudio (abril-agosto 2008) y un esfuerzo de 906 días-cámara se realizaron 2.528 fotografías de jabalíes. Mediante el estimador de Bowden implementado en el programa Noremark®, estimamos un total de 23 individuos en la zona de estudio (4 jabalíes/km², 2,55-5,78 jabalíes/km² IC 95%). Acorde a los resultados, el método de captura, marcaje y recaptura fotográfica es viable en ambientes mediterráneos siendo una técnica útil tanto para estimar la abundancia como para conocer la estructura de una población de jabalíes, con la precaución de no asociar cámaras a puntos de captura para el período de recaptura, ya que éstos alteran el comportamiento de los animales disminuyendo su presencia.

Palabras clave: Captura-marcaje-reavistamiento, estima de la abundancia, jabalí, *Sus scrofa*, trampeo fotográfico.

Abstract

The wild boar (*Sus scrofa* L.) is an abundant mammal but difficult to watch, a fact that favours the lack of consensus about the most appropriate method to estimate their abundance. The goal of the present study is to evaluate the viability of the capture-mark-resight method using camera traps to estimate the abundance of wild boars in the Wildlife Refuge Les Refardes - La Vall, in the Natural Park of Sant Llorenç del Munt i l'Obac (NO Barcelona). After capturing and identifying 14 wild boars, 4 adults (1 male and 3 females), 2 young males and 8 piglets (5 males and 3 females), six cameras were installed and baited regularly with corn. Every week the pictures were downloaded and analyzed recording the identity, sex and age class of each individual. After five months of study (April-August 2008), with an effort of 906 days-camera, 2528 photographs of wild boars were taken. Through the estimator of Bowden implemented in the program Noremark®, we estimate a total of 23 individuals in the study area (4 wild boars/ Km², 2.55-5.78 wild boars/Km² IC 95%). According to these results, the capture-mark-resight method is feasible in Mediterranean environments and is a versatile technique for estimating the abundance and understanding the structure of a population of wild boars. The cameras should not be placed at capture points for the period of recapture, as these alter the behaviour of animals by decreasing their presence.

Keywords: Mark-resighting, population density, *Sus scrofa*, wildlife abundance, wild boar.

Introducción

El jabalí *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 es el ungulado más abundante y con mayor rango de distribución de la Península Ibérica (Vitorino & Fonseca 2004, Acevedo *et al.* 2006, Rosell & Herrero 2007). Aunque es una

especie de hábitos esencialmente forestales (Spitz & Janeu 1995), también ocupa ambientes de montaña (Bueno *et al.* 2010) y espacios periurbanos (Cahill *et al.* 2003). Sin embargo, a pesar de ser tan abundante, el jabalí es difícil de avistar, incluso en los terrenos abiertos (Thurfsjell *et al.* 2009). Esta característica,

junto con la gran diversidad de ambientes que ocupa (Sáez de Royuela & Tellería 1986), hace que no exista una preferencia clara a la hora de elegir un método para estimar su abundancia.

En el caso del jabalí, los métodos de estima más utilizados han sido los indirectos, principalmente la frecuencia de aparición de rastros (Cahill & Llimona 2004, Truvé *et al.* 2004) y el recuento de ejemplares abatidos por jornada de caza (Boitani *et al.* 1995, Acevedo *et al.* 2009). A pesar de la dificultad de avistamiento, también se han utilizado métodos directos para estimar su abundancia (Nores *et al.* 2000, Focardi *et al.* 2001, 2002). No obstante, las estimas basadas en la observación directa sufren cierto sesgo en los ambientes mediterráneos (Focardi *et al.* 2002).

El método de captura y reavistamiento de individuos marcados mediante trampeo fotográfico, ha sido empleado recientemente para estimar la abundancia del jabalí en agroecosistemas del norte de Europa (Hebeisen *et al.* 2008). Esta técnica, que inicialmente se utilizó para estimar abundancia de carnívoros (Karanth & Nichols 1998), se fundamenta en los modelos estadísticos tradicionales de captura-marcaje-recaptura (Le Cren 1965, para una revisión ver Schwarz & Seber 1999).

Durante las últimas décadas, las poblaciones de jabalí de la provincia de Barcelona también han experimentado un fuerte aumento llegando a ocasionar daños y molestias en el entorno periurbano (p.ej. accidentes de tráfico, Bonet-Arbolí *et al.* 2000). En estas áreas, las batidas de jabalíes son muy poco efectivas, debido principalmente a la abundancia de zonas de seguridad, particularidad que dificulta el uso de las estadísticas de caza como método indirecto para estimar su abundancia (Bonet-Arbolí *et al.* 2000).

En este trabajo utilizamos la técnica de captura-marcaje y reavistamiento mediante trampeo fotográfico, para estimar la abundancia de jabalíes del Refugio de Fauna Salvaje de Les Refardes - La Vall del Parque Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac (NO de Barcelona). Ya que en los ambientes mediterráneos no existían experiencias previas con este tipo de dispositivos, el objetivo de este trabajo fue evaluar la utilidad de la captura y recaptura fotográfica como método alternativo para estimar la abundancia del jabalí en este tipo de hábitat.

Material y métodos

Área de estudio

La zona de estudio está situada en el Refugio de Fauna Salvaje de Les Refardes - La Vall (588 Ha) del Parque Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac (41° 39'

41° 42' N; 1° 53'-2° 09' E) (Figura 1). Es un encinar (*Quercus ilex*) enriquecido con pinos (*Pinus halepensis*, *P. sylvestris* y *P. nigra*) con abundante sustrato arbustivo de *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo* y *Phyllirea latifolia* (Pintó & Panareda 1995), que dificulta la observación directa como método de estima de densidad. Además, al tratarse de un refugio de fauna y no estar permitida la caza, el movimiento de animales por dicha actividad es mínimo.

Periodo de estudio

Para evitar que la caza de las zonas próximas afectase al comportamiento de los animales, el estudio se realizó fuera de la temporada cinegética (entre el 1 de abril y el 29 de agosto de 2008) durante un total de 151 días. En primer lugar se realizó una fase de captura con trampas (del 1 de abril al 13 de agosto de 2008, en total 135 días), y posteriormente otra fase de recaptura con equipos fotográficos (del 14 al 29 de agosto de 2008, en total 16 días).

Equipos fotográficos y jaulas trampa

Se utilizaron un total de 6 cámaras Leaf River iR-3BU (Game Camera, Vibrashine Inc., Taylorsville, EEUU), que funcionan mediante un sensor de movimiento y un dispositivo de infrarrojos para realizar las fotografías, para que los animales no sean molestados por los destellos del flash. Tres de ellas fueron asociadas a los puntos de captura (trampas) y las otras tres a puntos intermedios (Figura 1). Se instalaron 3 jaulas-trampa (Figura 2a), una de ellas de 2x1x1 m y dos de 2x1,5x1,5 m, formadas básicamente por varillas electrosoldadas (de un diámetro de entre 8 y 10 mm), con puerta de guillotina activada mediante una plancha metálica colocada en el suelo y unida a un pasador por un cable de acero. El cuadrado que forma la varilla es de entre 5x5 cm y 10x10 cm. Las jaulas se ocultaron en zonas propicias para el jabalí pero de fácil acceso en vehículo. Durante todo el tiempo que duró el estudio, tanto las cámaras como las trampas se cebaron semanalmente con maíz y un atrayente (Hog wild®, Evolved Habitats, Wildlife Nutritional Products, Morganza, EEUU), siguiendo la metodología propuesta por Fischer *et al.* (2004) y Hebeisen *et al.* (2008). La supervisión de las trampas durante el periodo de captura se efectuó diariamente por el personal del Parque.

Una vez capturado (Figura 2b), el personal veterinario anestesiaba a los jabalíes con una combinación de 3 mg/kg de tiletamina + 3 mg/kg de zolazepam (Zoletil®, Virbac, Esplugues de Llobregat, Barcelona) con 3 mg/kg de xilazina (Xilagesic®, Laboratoris Calier, Les Franqueses del Vallès, Barcelona). La dosis correspondiente a su peso aproximado se administró mediante

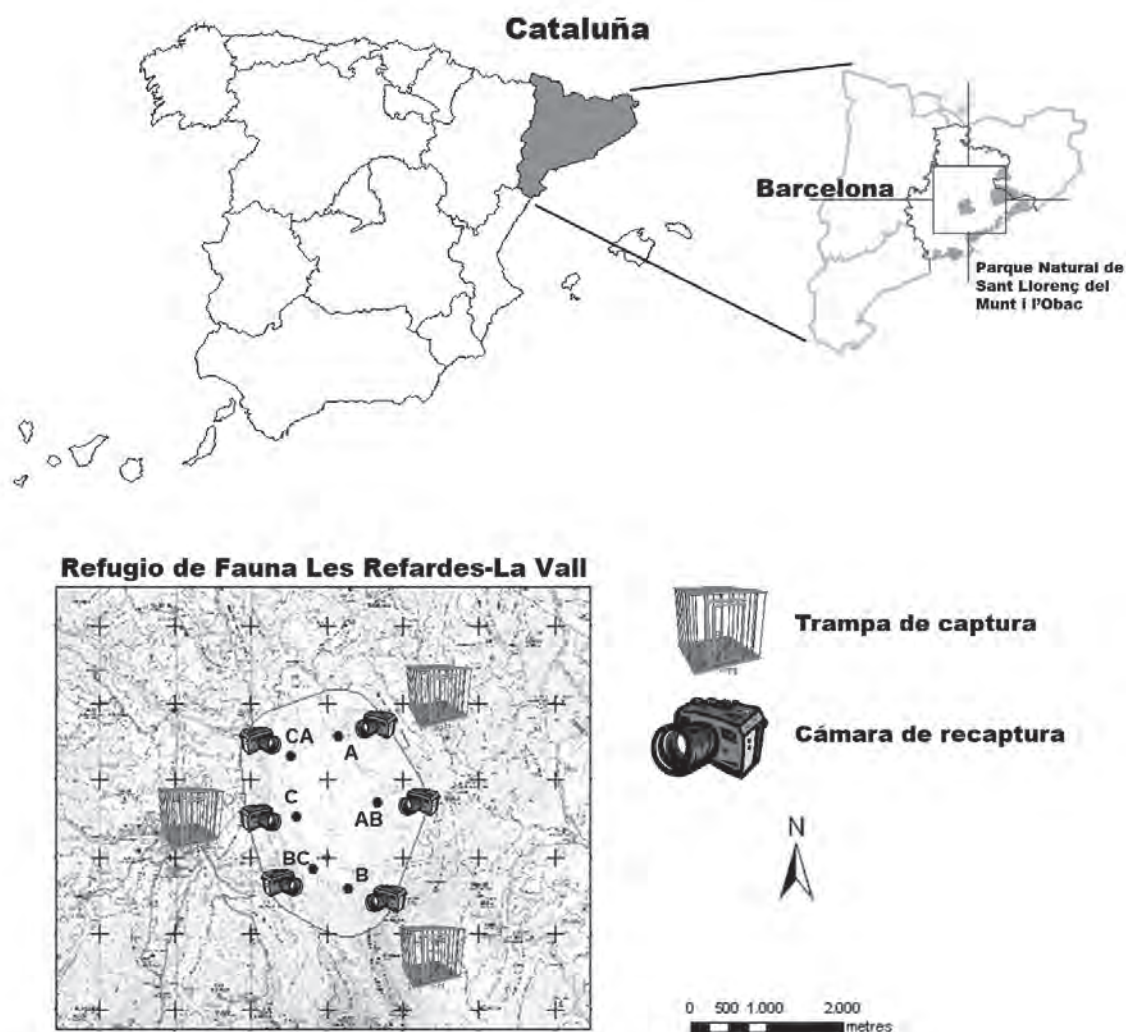


Figura 1. Área de estudio con la distribución de las trampas o puntos de captura (a, b, c) y de los puntos de recaptura (ab, bc, ca).
Study area with the distribution of the live-traps or capture points (a, b, c) and counting sites (ab, bc, ca).

un dardo anestésico disparado con una cerbatana vía intramuscular (Figura 2c).

Marcaje de los animales

Para poder identificar a los 11 jabalíes capturados (1 macho adulto, 2 machos jóvenes, 5 machos rayones y 3 hembras rayones) se utilizaron marcas auriculares de color amarillo (Allflex, Gepork, Masies de Roda, España) y con un número consecutivo (Figura 2d). Se emplearon marcas de diferentes formas para facilitar el reconocimiento individual. Tres hembras que presentaban una morfología característica y que iban acompañadas de rayones con marcas auriculares también se consideraron como animales marcados.

Tratamiento de las fotografías

Las fotografías se organizaron en una base de datos, anotando la fecha, la cámara, el nº de fotografía, la especie, marcaje, sexo, edad, hora de realización de

la fotografía (inicio y final en el caso de grupos de fotografías), nº de individuos en la misma fotografía y nº de fotos correlativas. El sexo se determinó por la presencia de pincel peniano, escroto-testículos y gran desarrollo de los caninos inferiores, en el caso de los machos, y de las marcas auriculares. En los casos en los que no se pudo determinar el sexo, los animales se clasificaron como indeterminados. La clase de edad (cría, joven y adulto) se determinó en función del tamaño, la morfología y la presencia o ausencia de rallas en el pelaje.

Evaluación de la técnica, estima de la población y cálculo de densidades

Para evaluar la viabilidad de la técnica de trampeo fotográfico en nuestra área de estudio valoramos tanto la especificidad de la técnica (especie objetivo) como la efectividad (porcentaje de fotografías nulas). Además, a partir del número de equipos fotográficos y trampas, y



Figura 2. (a) Jaula trampa utilizada para la captura de jabalíes. (b) Animales capturados en la jaula trampa. (c) Anestesia de un jabalí. (d) Recaptura de un jabalí.

(a) *Live-trap used to capture wild boar.* (b) *Animals captured in a live-trap.* (c) *Anaesthesia of a wild boar.* (d) *Resight of a wild boar.*

de los días que estuvieron funcionando correctamente en el campo, se calcularon los índices de esfuerzo del estudio y de la recaptura.

Para calcular el tamaño de la población utilizamos el estimador de Bowden (White 1996) implementado en el programa NOREMARK (Gary C. White, Department of Fishery and Wildlife, Colorado State University, Fort Collins, EEUU). Este estimador no requiere que la probabilidad de recaptura de los individuos marcados sea la misma, habiéndose probado con éxito tanto en trabajos de simulación (Fattorini *et al.* 2007) como empíricos (Hebeisen *et al.* 2008).

Para evaluar el efecto de la pseudorreplicación en la estima de la población, es decir, que ésta se viera afectada por el hecho de que un jabalí permanezca mucho tiempo en el punto fotográfico, realizamos dos cálculos: uno empleando todas las fotografías (avistamientos totales) y otro considerando sólo los avistamientos que se realizasen en un período superior a 10 minutos (avistamientos parciales) (Otani 2001, Yasuda 2004).

La superficie de muestreo se calculó en función del área del polígono generado de la unión de los puntos con equipo fotográfico más un ancho de banda

(buffer), ya que se supone que los jabalíes se pueden desplazar más allá de estos puntos. Al no disponer de datos de áreas vitales de jabalíes en la zona de estudio, la banda se calculó utilizando las distancias entre los puntos fotográficos dónde se obtenían fotografías de los animales marcados. Así, se calculó una media de las máximas distancias entre los puntos donde aparecieron los mismos individuos en más de una ocasión y se añadió la mitad de esta distancia al polígono inicial, siguiendo el modelo establecido por Karanth & Nichols (1998) y Wilson & Anderson (1985), y resultando una superficie total de 588 Ha (Figura 1).

Resultados

Los jabalíes identificados fueron recapturados fotográficamente en dos cámaras no asociadas a trampas de captura en vivo. Considerando todas las cámaras y un esfuerzo de estudio de 906 días-cámara, se obtuvieron 2.674 fotografías o avistamientos totales de los cuales 129 (4,8%) fueron nulos (sin ningún animal en la fotografía), 2.528 contenían jabalíes (la especie objeto del estudio), 16 mostraron zorros y 1 mostró perros. Obtuvimos 341 avistamientos

parciales de jabalí y 7,4 avistamientos totales por cada avistamiento parcial. El jabalí estuvo presente en el 95% de todos los avistamientos totales y representó el 97% de los avistamientos parciales. Los avistamientos parciales en los puntos fotográficos fueron 0 en A y B, 6 en C, 26 en AB, 31 en AC, 0 en B y 67 en BC. Sólo tres individuos (rayones) se detectaron en una cámara asociada a una trampa. En consecuencia, para el periodo de recaptura se tuvieron en cuenta sólo aquellas cámaras no asociadas a trampa. Los avistamientos totales y parciales para las diferentes clases de edad se muestran en la tabla 1.

Con un esfuerzo de 48 días-cámara en el periodo de recaptura, se estimó una población total de 23 jabalíes (IC 95%: 15-34 animales). Tanto las estimas de la población total como de la densidad fueron prácticamente iguales independientemente de considerar los avistamientos totales o los parciales (Tabla 2).

las estimas y pese a que la bibliografía sugiera que el tamaño muestral debe ser grande y abarcar todas las clases de edad (Hebeisen *et al.* 2008), los intervalos de confianza tanto del tamaño como de la densidad de la población fueron inferiores a los obtenidos en este estudio. Este hecho sugiere que el número de animales que ocupan el área de estudio en primavera-verano es bastante estable. Al igual que en estudios anteriores (Hebeisen *et al.* 2008), las densidades que obtuvimos mediante captura-recaptura se asemejan a las obtenidas mediante las estadísticas de caza en zonas cercanas al refugio de fauna (Minuartia 2008). Sin embargo, el número de registros fotográficos de jabalí fue mucho menor en las cámaras ubicadas en puntos con trampas de captura, con lo cual recomendamos que no se coloquen cámaras al lado de éstas. Para tener una estima real del uso del espacio y del área de campeo de los animales de la zona de estudio, en el futuro será recomendable equipar individuos

Tabla 1. Avistamientos en función de la clase de edad.

Total sightings according to age class.

| | Adulto | Joven | Cría | Indeterminado |
|-------------------------|--------|-------|------|---------------|
| Avistamientos totales | 290 | 0 | 731 | 23 |
| Avistamientos parciales | 31 | 0 | 91 | 8 |

Tabla 2. Avistamientos de los jabalíes marcados y no marcados, estima de la población (jabalíes) y densidad (jabalíes/km²) en el área de estudio.

Total sightings of marked and unmarked wild boars, estimates of the population and density in the study area.

| | Marcados | | Avistamientos | | Estima de la población total (IC 95%) | Densidad (IC 95%) |
|-------------------------|----------|--------------|---------------|-------------|---------------------------------------|-------------------|
| | Total | Recapturados | Marcados | No marcados | | |
| Avistamientos totales | 14 | 8 | 535 | 446 | 23 (15-34) | 4 (2,55-5,78) |
| Avistamientos parciales | 14 | 8 | 78 | 65 | 24 (17-34) | |

Discusión

En contraste con los resultados obtenidos en carnívoros (Karanth & Nichols 1998, Peris & Tena 2003), el trampeo fotográfico en el jabalí parece una técnica específica (pocas fotografías de otras especies) y muy eficiente (pocas fotografías nulas). Además, mediante el marcaje previo de los jabalíes se puede estimar su abundancia de forma fiable aplicando los tradicionales métodos de captura-recaptura (White 1996, Fattorini *et al.* 2007). Aunque utilizamos sólo 11 animales marcados con marca auricular, junto con las 3 hembras marcadas indirectamente, para realizar

de diferente sexo y edad con collares GPS. Esta metodología es especialmente recomendable para estimar la abundancia de jabalíes en aquellas zonas donde la caza no esté permitida y como complemento a otros estudios sobre la ecología del jabalí.

Agradecimientos

Este trabajo no se habría llevado a cabo sin la colaboración de la Diputació de Barcelona y del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya, así como de las Sociedades de Cazadores de la zona de estudio. También agradecemos el asesoramiento técnico por parte de Leonardo Baquedano de Miranatura. E. Serrano disfruta

de un contrato posdoctoral perteneciente al programa Juan de la Cierva, del Ministerio de Ciencia e Innovación, (MICINN).

Referencias

- Acevedo P., Escudero M.A., Muñoz R. & Gortázar C. 2006. Factors affecting wild boar abundance across and environmental gradient in Spain. *Acta Theriologica*, 51: 327-336.
- Acevedo P., Vicente J., Alzaga V. & Gortázar C. 2009. Wild boar abundance and hunting effectiveness in Atlantic Spain: Environmental constraints. *Galemys*, 21 (2): 13-29.
- Boitani L., Trapanese P. & Mattei L. 1995. Methods of population estimates of a hunted wild boar (*Sus scrofa* L.) population in Tuscany (Italy). *Journal of Mountain Ecology*, 3: 204-208.
- Bonet-Arbolí V., Llimona F., Anna P., Rafart-Plaza E., Padrós J. & Rodríguez-Teijeiro J.D. 2000. Evolución de la cacería de porc senglar (*Sus scrofa*) al Parc de Collserola. Pp. 255-232. En: F. Llinoma, J.M. Espella, J.C. Guiz, E. Mateos & J.D. Rodríguez-Teijeiro (eds.). *I Jornadas sobre la recerca en els sistemes naturals de Collserola: Aplicacions a la gestió del parc*. Consorci Parc de Collserola, Barcelona.
- Bueno G.C., Barrio I.C., García-González R., Alados C.L. & Gómez-García D. 2010. Does wild boar rooting affect livestock grazing areas in alpine grasslands? *European Journal of Wildlife Research*, 56: 765-770.
- Cahill S. & Llimona F. 2004. Demographics of a wild boar *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 population in a metropolitan park in Barcelona. *Galemys*, 16 (NE): 37-52.
- Cahill S., Llimona F. & Gracia J. 2003. Spacing and nocturnal activity of wild boar *Sus scrofa* in a Mediterranean metropolitan park. *Wildlife Biology*, 9: 3-13.
- Fattorini L., Marcheselli M., Monaco A. y Pisani C. 2007. A critical look at some widely used estimators in mark-resighting experiments. *Journal of Animal Ecology*, 76: 957-965.
- Fischer C., Gourdin H. & Obermann M. 2004. Spatial behaviour of the wild boar in Geneva, Switzerland: testing the methods and first results. *Galemys*, 16 (NE): 149-155.
- Focardi S., De Marinis A., Rizzotto M. & Pucci A. 2001. Comparative evaluation of infrared imaging and spotlighting to survey wildlife. *Wildlife Society Bulletin*, 29: 133-139.
- Focardi S., Isotti R. & Tinelli A. 2002. Line transect estimates of ungulate populations in a Mediterranean forest. *Journal of Wildlife Management*, 66: 48-58.
- Hebeisen C., Fattebert J., Baubet E. & Fischer C. 2008. Estimating wild boar (*Sus scrofa*) abundance and density using capture-resights in Canton of Geneva, Switzerland. *European Journal of Wildlife Research*, 54: 391-401.
- Karanth K.U. & Nichols J.D. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and captures and recaptures. *Ecology*, 79: 2852-2862.
- Le Cren E.D. 1965. A note on the history of mark-recapture population estimates. *Journal of Animal Ecology*, 34: 453-454.
- Minuartia 2008. *Programa de seguiment de les poblacions de senglar (Sus scrofa) a Catalunya*. Informe para la Generalitat de Catalunya. Documento de síntesis. 18 pp.
- Nores C., Fernández-Gil A. & Corral N. 2000. Estimación de la población de jabalí (*Sus scrofa*) por recuento de grupos familiares. *Naturalia Cantabrigiae*, 1: 53-59.
- Otani T. 2001. Measuring fig foraging frequency of the Yakushima macaque by using automatic cameras. *Ecological Research*, 16: 49-54.
- Peris A. & Tena L. 2003. Distribució i selecció d'hàbitat dels carnívors al Parc del Garraf. *IV Trobades d'estudiosos del Garraf. Diputació de Barcelona*: 151-154.
- Pintó J. & Panareda J.M. 1995. *Memòria del mapa de la vegetació de Sant Llorenç del Munt*. Ed. Aster, Terrassa. 163 pp.
- Rosell C. & Herrero J. 2007. *Sus scrofa* Linnaeus, 1758, Pp. 348-351. En: L.J. Palomo, J. Gisbert & J.C. Blanco (eds). *Atlas y Libro Rojo de los mamíferos terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid.
- Sáez de Royuela C. & Tellería J.L. 1986. The increased population of the wild boar (*Sus scrofa* L.) in Europe. *Mammal Review*, 16: 97-101.
- Schwarz C.J. & Seber G.A.F. 1999. Estimating animal abundance: Review III. *Statistical Science*, 14: 427-456.
- Spitz F. & Janeu G. 1995. Daily selection of habitat in wild boar (*Sus scrofa*). *Journal of Zoology*, 237: 423-434.
- Thurfjell H., Ball J.P., Ahlen P.A., Kornacher P., Dettki H. & Sjöberg K. 2009. Habitat use and spatial patterns of wild boar *Sus scrofa* L.: agricultural fields and edges. *European Journal of Wildlife Research*, 55: 517-523.
- Truvé J., Lemel J. & Söderberg B. 2004. Dispersal in relation to population density in wild boar (*Sus scrofa*). *Galemys*, 16 (NE): 75-82.
- Vitorino F.J. & Fonseca J.M. 2004. Wild boar in Portugal. *Galemys*, 16 (NE): 243-251.
- Yasuda M. 2004. Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: a case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal Study*, 29: 37-46.
- White G.C. 1996. NOREMARK: population estimation from mark-resighting surveys. *Wildlife Society Bulletin*, 24: 50-52.
- Wilson K.R. & Anderson D.R. 1985. Evaluation of two density estimators of small mammal population size. *Journal of Mammalogy*, 66: 13-21.