

Atropellos de mamíferos en las carreteras de España: resultados del Proyecto SAFE

Mammals road-kills in Spain: results of the SAFE Project

Juan Matutano¹, Francisco J. García¹, Javier Calzada^{1,2} & L. Javier Palomo¹

1. Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM), Hacienda Miraflores, Parque Miraflores s/n, 41015 Sevilla. secretaria@secem.es
2. Departamento de Ciencias Integradas y Centro de Estudios Avanzados en Física, Matemáticas y Computación, Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Huelva, 21071 Huelva, España.

La expansión de la red de carreteras y el aumento continuo del volumen de tráfico generan impactos significativos en la biodiversidad y los ecosistemas (van der Ree *et al.* 2015, Meijer *et al.* 2018). Estas infraestructuras lineales afectan gravemente a las poblaciones de fauna, provocando la fragmentación de hábitats y poblaciones, así como la interrupción de la conectividad ecológica y el flujo genético, lo que en algunos casos puede llevar incluso a extinciones locales y causar daños significativos a las especies afectadas (Carvalho *et al.* 2018, Barrientos *et al.* 2021, Moore *et al.* 2023). Además, se registran elevadas mortalidades por atropellos (D'Amico *et al.* 2015, Grilo *et al.* 2020).

Por estos motivos, en mayo de 2021 se puso en marcha el Proyecto SAFE (Stop a los Atropellos de Fauna en España). El objetivo del proyecto era estimar la mortalidad de vertebrados terrestres en las carreteras españolas. El Proyecto SAFE fue impulsado por el Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO) como parte de los trabajos para implementar la Estrategia de Desfragmentación de Hábitats Afectados por Infraestructuras Lineales de Transporte (MITECO 2024b). La Estación Biológica de Doñana (CSIC) fue la encargada de la elaboración del protocolo de muestreo y de la evaluación y el análisis de la información obtenida. La Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM) junto a otras dos sociedades científicas nacionales, la Asociación Herpetológica Española (AHE) y la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife), se encargaron de la toma de datos, estimulando la participación ciudadana y coordinando a los voluntarios.

El proyecto se ha desarrollado entre los años 2021 y 2023. Los voluntarios debían comprometerse a

realizar recorridos fijos, al menos una vez al mes y durante un año, por las carreteras españolas e ir anotando los atropellos que vieran. Los recorridos se podían hacer a pie, en bicicleta o en coche, recorriendo distancias mínimas de 3, 10 y 15 km, respectivamente. Cada voluntario seleccionaba el tramo de carretera donde realizar sus recorridos y el modo de realizarlos. Las sociedades científicas coordinaron el proceso para evitar repeticiones. Los datos se recogieron mediante un formulario creado para este estudio en la plataforma Observation.org. La metodología varió según el medio de transporte utilizado para realizar los recorridos. En los recorridos a pie se registraban los atropellos desde el arcén; en los recorridos en bicicleta, cuando se encontraba un animal, se detenía el vehículo en el arcén y se anotaba la información; y en los recorridos en coche, por motivos de seguridad, el copiloto era el que tomaba los datos sin necesidad de detener el vehículo. Se han contabilizado también los recorridos en los que no se detectaba ningún animal atropellado, para controlar el esfuerzo de muestreo. En los recorridos a pie y en bicicleta se tomaron fotos de los animales atropellados, para que en caso de duda fueran identificados por expertos de las sociedades científicas. En la página web de la SECEM (<https://secem.es/estudios/programas/proyecto-safe>) están disponibles los protocolos completos con la metodología del proyecto y varios videos de apoyo. Llevar a cabo un proyecto de este tipo mediante ciencia ciudadana, pero controlando el esfuerzo de muestreo, constituye una mejora para el estudio del impacto de los atropellos que, habitualmente, se basa en observaciones oportunistas (Heigl *et al.* 2022).

En el proyecto han colaborado casi 300 voluntarios (54 de ellos coordinados por la

SECEM) y se llevaron a cabo un total de 304 recorridos diferentes, en 7.638 km de autovías, carreteras y pistas. La mayoría fueron realizados en coche (55,6%), seguidos de los recorridos a pie (23,4%), en bicicleta (20%) y en moto (1%). El número de visitas a cada recorrido fue muy variable, desde 1 a 139, completando un total de 97.755 km. Los recorridos se han distribuido por gran parte del territorio nacional (Fig. 1). Aunque hubo varias provincias peninsulares, como Almería, Guipúzcoa o Zamora, bastantes islas y otras áreas geográficas sin recorridos, la cobertura alcanzada puede considerarse representativa de la variabilidad ambiental y faunística de nuestro país. Se han realizado un total de 1.946 visitas, con una frecuencia de muestreo relativamente homogénea a lo largo del año, siendo julio y febrero los meses con mayor y menor número de muestreos, respectivamente (Caballero-Díaz *et al.* 2024, Rodríguez *et al.* 2024, MITECO 2024a). En total, en estos tres años de proyecto se han encontrado 9.202 animales atropellados, de los

que se han identificado 7.779, siendo los mamíferos el grupo con más registros (37,5%), seguido de las aves (32,3%), los anfibios (16,7%) y, finalmente, los reptiles (13,5%). La mayoría de los mamíferos son crepusculares y nocturnos, lo que los hace más vulnerables a los vehículos precisamente cuando la visibilidad es menor para los conductores. Muchos se quedan quietos al ser deslumbrados y no son capaces de huir. Además, las carreteras y caminos a menudo acumulan el calor residual del asfalto, lo que puede atraerlos, sobre todo en invierno.

Se han encontrado 3.026 mamíferos atropellados (Tabla 1), con ejemplares de todos los órdenes presentes en nuestro territorio: Lagomorfos (28,6%), Carnívoros (21,6%), Roedores (14,0%), Eulipotiflos (11,4%), Cetartiodáctilos (2,8%) y Quirópteros (0,9%). Algo más del 20% de los mamíferos no han podido ser determinados.

De los mamíferos identificados, el conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*), con 811 registros, es la especie más atropellada, y con gran diferencia.

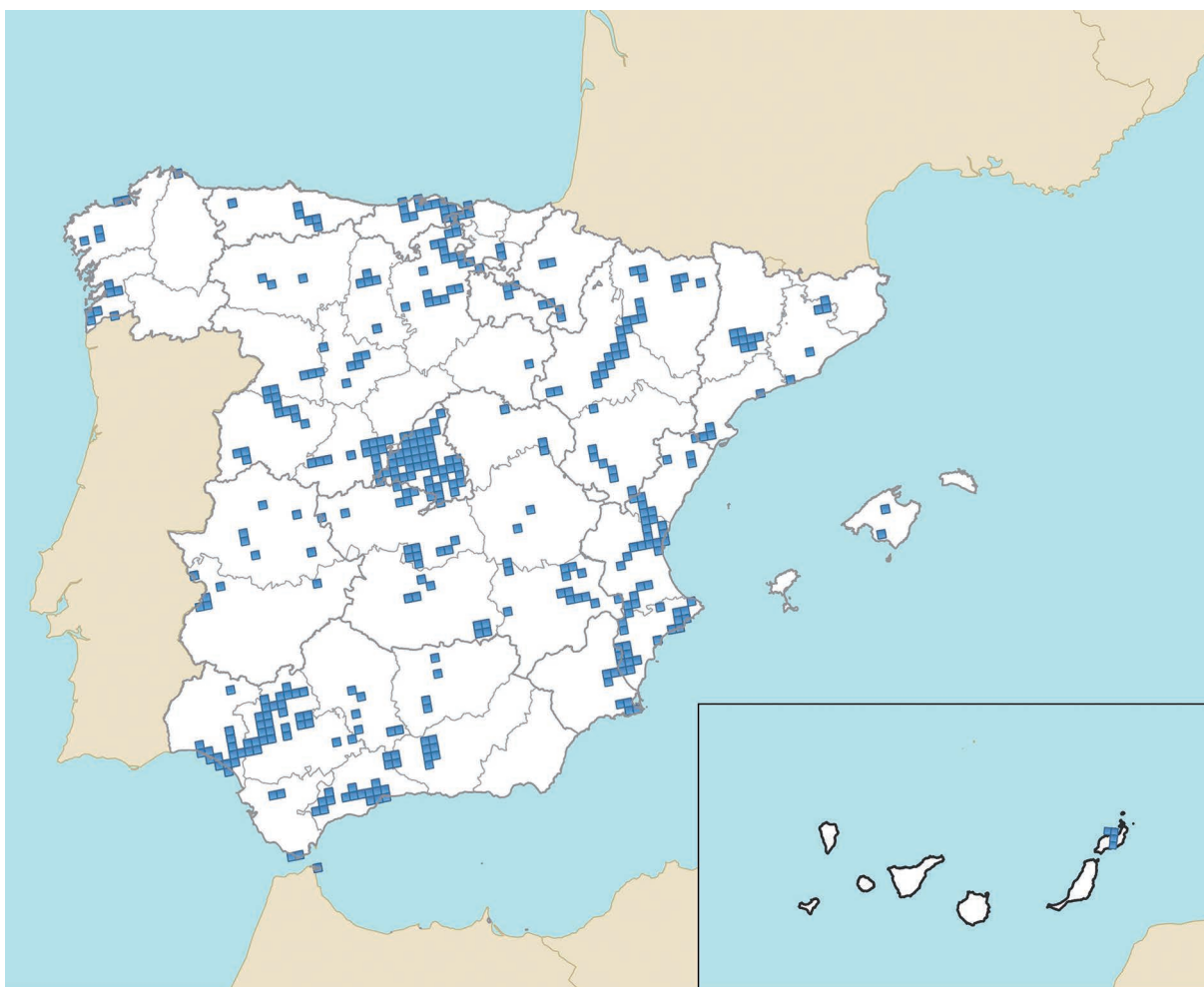


Figura 1. Localización de los recorridos realizados en el proyecto SAFE, en cuadrículas UTM 10x10 km.

Tabla 1. Número (nº) y porcentaje (%) de mamíferos encontrados atropellados durante el proyecto SAFE.

Especie	nº	%
Erizo europeo <i>Erinaceus europaeus</i>	263	8,69
Erizo moruno <i>Atelerix algirus</i>	36	1,19
Topo ibérico <i>Talpa occidentalis</i>	8	0,26
Topo de Aquitania <i>Talpa aquitania</i>	1	0,03
Musaraña gris <i>Crocidura russula</i>	17	0,56
Musarañita <i>Suncus etruscus</i>	3	0,10
Musaraña ibérica <i>Sorex granarius</i>	1	0,03
<i>Crocidura</i> sp.	12	0,40
Sorícido sin identificar	3	0,10
Murciélago pequeño de herradura <i>Rhinolophus hipposideros</i>	2	0,07
Murciélago grande de herradura <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	1	0,03
Murciélago hortelano <i>Eptesicus isabellinus</i>	2	0,07
Murciélago de borde claro <i>Pipistrellus kuhlii</i>	1	0,03
<i>Pipistrellus</i> sp.	9	0,30
Quiróptero sin identificar	14	0,46
Zorro <i>Vulpes vulpes</i>	132	4,36
Perro <i>Canis familiaris</i>	37	1,22
Tejón <i>Meles meles</i>	48	1,59
Garduña <i>Martes foina</i>	39	1,29
Turón <i>Mustela putorius</i>	15	0,50
Nutria <i>Lutra lutra</i>	6	0,20
Marta <i>Martes martes</i>	5	0,17
Comadreja <i>Mustela nivalis</i>	3	0,10
Visón americano <i>Neogale vison</i>	3	0,10
Meloncillo <i>Herpestes ichneumon</i>	12	0,40
Gineta <i>Genetta genetta</i>	26	0,86
Gato doméstico <i>Felis catus</i>	312	10,31
<i>Felis</i> sp.	11	0,36
Carnívoro sin identificar	3	0,10
Jabalí <i>Sus scrofa</i>	46	1,52
Corzo <i>Capreolus capreolus</i>	36	1,19
Ciervo <i>Cervus elaphus</i>	3	0,10
Ardilla <i>Sciurus vulgaris</i>	19	0,63
Lirón careto <i>Eliomys quercinus</i>	3	0,10
Topillo mediterráneo <i>Microtus duodecimcostatus</i>	4	0,13
Topillo lusitano <i>Microtus lusitanicus</i>	1	0,03
Rata topera <i>Arvicola amphibius</i>	1	0,03

Tabla 1. Continuación

Especie	nº	%
Ratón moruno <i>Mus spretus</i>	69	2,28
Ratón casero <i>Mus musculus</i>	13	0,43
<i>Mus</i> sp.	33	1,09
Ratón de campo <i>Apodemus sylvaticus</i>	39	1,29
Rata gris <i>Rattus norvegicus</i>	39	1,29
Rata negra <i>Rattus rattus</i>	29	0,96
<i>Rattus</i> sp.	115	3,80
Múrido sin identificar	52	1,72
Roedor sin identificar	5	0,17
Conejo <i>Oryctolagus cuniculus</i>	811	26,80
Liebre ibérica <i>Lepus granatensis</i>	33	1,09
Liebre europea <i>Lepus europaeus</i>	11	0,36
<i>Lepus</i> sp.	10	0,33
Mamífero sin identificar	629	20,79
Total Mamíferos	3.026	100,00

Los bordes de las carreteras suelen tener hierba y vegetación que los conejos utilizan como fuente de alimentación y donde a veces construyen sus madrigueras y refugios. Los erizos, tanto el europeo (*Erinaceus europaeus*) como el moruno (*Atelerix algirus*), con 299 registros, son también atropellados con mucha frecuencia debido a sus hábitos nocturnos y a su lentitud al cruzar las carreteras. Además, cuando notan algún peligro tienden a enrollarse en una bola en lugar de huir, lo que los deja indefensos frente a los vehículos. Los atropellos son posiblemente una de sus mayores amenazas.

Las carreteras y arceles a menudo acumulan restos de comida o incluso de otros animales atropellados (carroña) que atraen a muchos carnívoros, sobre todo zorros (*Vulpes vulpes*) que con 132 registros es el carnívoro silvestre más atropellado. Mucho mayor es la cifra de gatos domésticos (*Felis catus*), que con 312 registros es la segunda especie de mamífero más atropellada. Esto se justifica por su enorme abundancia. Después de los perros, los gatos domésticos son los carnívoros más abundantes en España. Muchos de los gatos domésticos fueron atropellados en vías interurbanas, lo que posiblemente es indicativo del tamaño que están alcanzando las poblaciones de gatos asilvestrados, el riesgo de dejarlos deambular

fuera de las casas y el peligro que ello conlleva para la biodiversidad. Las ratas (*Rattus*) sufren también muchos atropellos (183 registros). Como la mayoría de roedores e insectívoros, las ratas suelen cruzar las carreteras mientras buscan comida, especialmente en zonas urbanas y semiurbanas donde las fuentes de alimento humano (basura, restos, cultivos) son comunes.

Los datos de ungulados atropellados, básicamente jabalí (*Sus scrofa*) y corzo (*Capreolus capreolus*), no son muy elevados, aunque pueden ser relevantes en algunas zonas geográficas. Los atropellos de ungulados debe ser considerada por su peligrosidad para la seguridad vial. Además, hay que tener en cuenta que los animales grandes son retirados con relativa rapidez por los servicios de mantenimiento, por lo que puede que el número de atropellos reales sea mayor.

En resumen, cinco taxones: conejos, gatos domésticos, erizos, ratas y zorros, suponen el 72,5 % de los mamíferos atropellados e identificados. Las cifras en el resto de taxones son mucho menores.

Los resultados obtenidos en el Proyecto SAFE han de ser sometidos a análisis exhaustivos antes de que se puedan extraer conclusiones relevantes sobre el volumen de animales atropellados en nuestro país y su incidencia real en las poblaciones de estas

especies. Diversos estudios han puesto de manifiesto el desajuste que existe entre el número de animales encontrados muertos y el número real de animales atropellados, que puede suponer diferencias de órdenes de magnitud (Guinard *et al.* 2012, Barrientos *et al.* 2018, Lee *et al.* 2021, Menger *et al.* 2023). Hay tres causas de este desajuste en la detectabilidad de los animales atropellados, conocidas como sesgo de localización, sesgo de persistencia y sesgo del observador (Visintin *et al.* 2016, Román *et al.* 2024). Cada una hace referencia a distintas partes de un proceso que implica la ubicación de los cuerpos una vez atropellados (Román *et al.* 2024), su permanencia en la carreteras desde que son atropellados hasta que se realiza el muestreo (Santos *et al.* 2011) y la capacidad del observador para verlo y anotarlo (Santos *et al.* 2016). Además, todas las partes de este proceso están condicionadas por múltiples factores, entre los que destacan la especie atropellada, el entrenamiento del observador, las características de la vía y el medio empleado para la realización del muestreo (Barrientos *et al.* 2018). En este último caso, se ha descrito que en los muestreos realizados desde coche se detectan menos atropellos y suelen ser de animales más grandes (Teixeira *et al.* 2013, Santos *et al.* 2016), por lo que en muchos casos resulta complejo identificar la especie, siendo habitual verlas reflejadas como “mamífero sin identificar”. Habrá que esperar a los resultados finales de los análisis para conocer el verdadero impacto de los atropellos en la fauna de mamíferos de España.

Agradecimientos

El Proyecto SAFE ha sido financiado por el Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico. Los autores de este trabajo y la Junta Directiva de la SECEM desean agradecer a todos los voluntarios del Proyecto SAFE, y especialmente los vinculados a la SECEM, su colaboración desinteresada: Ignacio Aransay Fernández, Carmen M. Arijá Hoyo, Félix Armada Juárez, Sergio Arroyo Morcillo, M^a Victoria Asensio Carricondo, Mercedes Bailón Herrera, Carme Bartrina Galán, Nané Benedicto Albaladejo, Manuel Bonilla Martín, Javier Calzada Samperio, Manuel Castel López, Amaia Celaya García, Juan Matías Chaparro Bayón, Yolanda Cortés López, María Concepción Escanilla Usón, M. Carmen Fernández Domínguez, Susana Fernández Larena-Avellaneda, Sara Ferreras, Juan Carlos Gallardo Buitrago, Olaya García García, Francisco José García González, Carolina García Suikkanen, Jaime González Hernando, Sergio González Moreau, Francisco Jamardo Sánchez, Iván Lizcano Ochaíta, Alicia López Wolf, Fran Martínez,

Juan Matutano Cuenca, Lidia Mayordomo Herranz, Javier Morales Martín, Álvaro Moraña Fontan, Antonio Román Muñoz Gallego, L. Javier Palomo Muñoz, Esperança Perelló Alomar, Laura Pérez Gamarro, Juan Antonio Platas Torrijos, Juan Carlos Quintana Moreno, Valeria Revilla Janss, Luis Rodríguez Santos, Paloma Romero Muñoz, Belén Ruiz de Diego, Pedro Luis Ruiz Martínez, Silvia Saldaña Arce, Francisco José Samblás Serrano, Ana Isabel Sánchez Mora, Claudia Schuster, Silvia Serrano Fochs, Carlos José Serrano Núñez, Marta Solana Reina, Mercedes Ubeda Clemente, Rafael Vicente Ávila, Marc Vilella Antonell, Julia Villegas Mancha y Stefania Zorzi.

Referencias

- Barrientos R., Ascensão F., D’Amico M., Grilo C. & Pereira H.M. 2021. The lost road: Do transportation networks imperil wildlife population persistence? *Perspectives in Ecology and Conservation*, 19: 411-416. DOI: [10.1016/j.pecon.2021.07.004](https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.07.004)
- Barrientos R., Martins R.C., Ascensão F., D’Amico M., Moreira F. & Borda-de-Água L. 2018. A review of searcher efficiency and carcass persistence in infrastructure-driven mortality assessment studies. *Biological Conservation*, 222: 146-153. DOI: [10.1016/j.biocon.2018.04.014](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.04.014)
- Caballero-Díaz C., Rodríguez C., Oñorbe M., García F.J., Cabezas-Díaz S., López C. ... & D’Amico M. 2024. Atropellos de anfibios y reptiles en las carreteras españolas: primeros resultados del Proyecto SAFE. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 35(1): 65-70.
- Carvalho F., Lourenço A., Carvalho R., Alves P.C., Mira A. & Beja P. 2018. The effects of a motorway on movement behaviour and gene flow in a forest carnivore: Joint evidence from road mortality, radio tracking and genetics. *Landscape and Urban Planning*, 178: 217-227. DOI: [10.1016/j.landurbplan.2018.06.007](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.06.007)
- D’Amico M., Roman J., de los Reyes L. & Revilla E. 2015. Vertebrate road-kill patterns in Mediterranean habitats: Who, when and where. *Biological Conservation*, 191: 234-242. DOI: [10.1016/j.biocon.2015.06.010](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.06.010)
- Grilo C., Koroleva E., Andrášik R., Bíl M. & González-Suárez M. 2020. Roadkill risk and population vulnerability in European birds and mammals. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 18 (6): 323-328. DOI: [10.1002/fee.2216](https://doi.org/10.1002/fee.2216)
- Guinard E., Julliard R. & Barbraud C. 2012. Motorways and bird traffic casualties: Carcasses surveys and scavenging bias. *Biological Conservation*, 147: 40-51. DOI: [10.1016/j.biocon.2012.01.019](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.01.019)
- Heigl F., Teufelbauer N., Resch S., Schweiger S., Stücker S. & Dörler D. 2022. A dataset of road-killed

- vertebrates collected via citizen science from 2014-2020. *Scientific Data*, 9 (1): 504. DOI: [10.1038/s41597-022-01599-6](https://doi.org/10.1038/s41597-022-01599-6)
- Lee T.S., Rondeau K., Schaufele R., Clevenger A.P. & Duke D. 2021. Developing a correction factor to apply to animal-vehicle collision data for improved road mitigation measures. *Wildlife Research*, 48 (6): 501-510. DOI: [10.1071/WR20090](https://doi.org/10.1071/WR20090)
- Meijer J.R., Huijbregts M.A., Schotten K.C. & Schipper A.M. 2018. Global patterns of current and future road infrastructure. *Environmental Research Letters*, 13 (6): 064006. DOI: [10.1088/1748-9326/aabd42](https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabd42)
- Menger T., Kindel A. & Brack I.V. 2024. Estimating roadkill rates while accounting for carcass detection and persistence using open-population capture-recapture models. *Wildlife Research*, 51: WR22132. DOI: [10.1071/WR22132](https://doi.org/10.1071/WR22132)
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. 2024a. *Metodología para el estudio y análisis de la mortalidad de vertebrados en infraestructuras de transporte. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, nº 9*, 75 pp. Madrid.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. 2024b. *Estrategia de Desfragmentación de Hábitats Afectados por Infraestructuras Lineales de Transporte. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, nº 10*, 75 pp. Madrid.
- Moore L.J., Petrovan S.O., Bates A.J., Hicks H.L., Baker P.J., Perkins S.E. & Yarnell R.W. 2023. Demographic effects of road mortality on mammalian populations: a systematic review. *Biological Reviews* 98: 1033-1050. DOI: [10.1111/brv.12942](https://doi.org/10.1111/brv.12942)
- Rodríguez C., Oñorbe M., Caballero-Díaz C., Cabezas-Díaz S., García F.J. & D'Amico M. 2024. proyecto SAFE: más de 8.500 atropellos de fauna detectados. *Quercus*, 456: 40-41
- Román J., Rodríguez C., García-Rodríguez A., Díez-Virto I., Gutiérrez-Expósito C., Jubete F. ... & D'Amico M. 2024. Beyond crippling bias: Carcass-location bias in roadkill studies. *Conservation Science and Practice*: e13103. DOI: [10.1111/csp2.13103](https://doi.org/10.1111/csp2.13103)
- Santos S.M., Carvalho F. & Mira A. 2011. How long do the dead survive on the road? Carcass persistence probability and implications for road-kill monitoring surveys. *PLoS ONE*, 6: e25383. DOI: [10.1371/journal.pone.0025383](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025383)
- Santos R.A.L., Santos S.M, Santos-Reis M., Picanço de Figueiredo A., Bager A., Aguiar L.M.S. & Ascensão F. 2016. Carcass Persistence and Detectability: Reducing the Uncertainty Surrounding Wildlife-Vehicle Collision Surveys. *PLoS ONE*, 11 (11): e0165608. DOI: [10.1371/journal.pone.0165608](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165608)
- Teixeira F.Z., Coelho A.V.P., Esperandio I.B. & Kindel A. 2013. Vertebrate road mortality estimates: Effects of sampling methods and carcass removal. *Biological Conservation*, 157: 317-323. DOI: [10.1016/j.biocon.2012.09.006](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.09.006)
- van der Ree R., Smith D.J. & Grilo C. 2015. *Handbook of road ecology*. John Wiley & Sons. 522 pp. DOI: [10.1002/9781118568170](https://doi.org/10.1002/9781118568170)
- Visintin C., van der Ree R. & McCarthy M.A. 2016. A Simple Framework for a Complex Problem? Predicting Wildlife-Vehicle Collisions. *Ecology and Evolution*, 6 (17): 6409-21. DOI: [10.1002/ece3.2306](https://doi.org/10.1002/ece3.2306)

Recibido: 1 de noviembre de 2024

Aceptado: 16 de enero de 2025

Editor asociado Jacinto Román